

ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB



3-4

GODINA CXLIII
Zagreb
2019

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO
CROATIAN FORESTRY SOCIETY

članica
HIS

O DRUŠTVU
 ČLANSTVO

stranice ogranača:
 BJ DE GO KA SI SP ZA

PRO SILVA CROATIA
 SEKCija ZA BIOMASU
 SEKCija ZA ŽAŠTITU ŠUMA
 EKOLOŠKA SEKCija
 SEKCija ZA KULTURU, SPORT I
 REKREACIJU

AKADEMIJA ŠUMARSKIH ZNANOSTI

aktivna karta Zagreb
 Trg Mažuranića 11
 tel: +385(1)4828359
 fax: +385(1)4828477
 mail: hsd@sumari.hr

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

**173. godina djelovanja
 19 ogranača diljem Hrvatske
 oko 2700 članova**

ŠUMARSKI LIST

**143. godina neprekidnog izlaženja
 1087 svezaka na 82608 stranica
 15880 članaka od 2951 autora**

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA

**4325 naslova knjiga i časopisa
 na 26 jezika od 2932 autora
 izdanja od 1732. do danas**

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

ŠUMARSKI LIST

DIGITALNA BIBLIOTEKA



Naslovna stranica – Front page:
 Park prirode Žumberak – Samoborsko gorje
 – Crkva Sv. Ilije na vrhu Sv. Gere
 (Foto: Branko Meštrić)
 Žumberak – Samobor Hills Nature Park
 – the Church of St Elijah on top of Sveta Gora Mountain (Photo: Branko Meštrić)

Naklada 1650 primjeraka

**Uredništvo
 ŠUMARSKOGA LISTA**

HR-10000 Zagreb
 Trg Mažuranića 11

Telefon: +385(1)48 28 359,
 Fax: +385(1)48 28 477
 e-mail: urednistvo@sumari.hr

Šumarski list online:
www.sumari.hr/sumlist

Journal of forestry Online:
www.sumari.hr/sumlist/en

Izdavač:

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

Suizdavač:

Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvene tehnologije

Financijska pomoć Ministarstva znanosti obrazovanja i sporta

"Izdavanje ovog časopisa sufinanciralo je Ministarstvo poljoprivrede sredstvima naknade za korištenje općekorisnih funkcija šuma. Ovdje navedeni stavovi ne moraju nužno odražavati stavove Ministarstva poljoprivrede"

"The publication of this journal was co-financed by the Ministry of Agriculture with funds collected from the tax on non-market forest functions. The opinions expressed here do not necessarily reflect the views of the Ministry of Agriculture".

Publisher: Croatian Forestry Society –
 Editeur: Société forestière croate –
 Herausgeber: Kroatischer Forstverein

Grafička priprema:
 LASERplus d.o.o. – Zagreb
 Tisak: CBprint – Samobor

ŠUMARSKI LIST

Znanstveno-stručno i staleško glasilo Hrvatskoga šumarskog društva
 Journal of the Forestry Society of Croatia – Zeitschrift des Kroatischen Forstvereins
 – Revue de la Societe forestiere Croate

Uređivački savjet – Editorial Council:

- | | | |
|-------------------------------------|--|--|
| 1. Akademik Igor Anić | 12. Marina Juratović, dipl. ing. šum. | 23. Dr. sc. Sanja Perić |
| 2. Emil Balint, dipl. ing. šum. | 13. Mr. sc. Petar Jurjević | 24. Davor Prnjak, dipl. ing. šum. |
| 3. Mr. sc. Boris Belamarić | 14. Ivan Krajačić, dipl. ing. šum. | 25. Krasnodar Sabljić, dipl. ing. šum. |
| 4. Prof. dr. sc. Ružica Beljo Lučić | 15. Čedomir Križmanić, dipl. ing. šum. | 26. Zoran Šarac, dipl. ing. šum. |
| 5. Mario Bošnjak, dipl. ing. šum. | 16. Danijela Kučinić, dipl. ing. šum. | 27. Ante Taraš, dipl. ing. šum. |
| 6. Goran Bukovac, dipl. ing. šum. | 17. Prof. dr. sc. Josip Margaletić | 28. Prof. dr. sc. Ivica Tikvić |
| 7. Mr. sp. Mandica Dasović | 18. Akademik Slavko Matić | 29. Davor Topolnjak, dipl. ing. šum. |
| 8. Mr. sc. Josip Dundović | 19. Darko Mikičić, dipl. ing. šum. | 30. Oliver Vlaić, dipl. ing. šum., predsjednik |
| 9. Prof. dr. sc. Milan Glavaš | 20. Damir Miškulin, dipl. ing. šum. | 31. Doc. dr. sc. Dinko Vusić |
| 10. Goran Gobac, dipl. ing. šum. | 21. Damir Nuić, dipl. ing. šum. | 32. Silvija Zec, dipl. ing. šum. |
| 11. Mr. sc. Ivan Grginčić | 22. Martina Pavičić, dipl. ing. šum. | 33. Dražen Zvirotić, dipl. ing. šum. |

Urednički odbor po znanstveno-stručnim područjima – Editorial Board by scientific and professional fields

1. Šumske ekosustav – Forest Ecosystems

Prof. dr. sc. Joso Vukelić,

urednik područja – *Field Editor*

Šumarska fitocenologija – *Forest Phytocoenology*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Jozo Franjić,

Šumarska botanika i fiziologija šumskoga drveća
Forest Botany and Physiology of Forest Trees

Prof. dr. sc. Marilena Idžočić,

Dendrologija – *Dendrology*

Prof. dr. sc. Davorin Kajba,

Genetika i oplemenjivanje šumskoga drveća –
Genetics and Forest Tree Breeding

Prof. dr. sc. Nikola Pernar,

Šumarska pedologija i ishrana šumskoga drveća –
Forest Pedology and Forest Tree Nutrition

Prof. dr. sc. Marijan Grubešić,

Lovstvo – *Hunting Management*

Dr. sc. Sanja Perić,

Šumske kulture – *Forest Cultures*

Dr. sc. Vlado Topić,

Melioracije krša, šume na kršu –
Karst Amelioration, Forests on Karst

Akademik Igor Anić,

Uzgajanje prirodnih šuma, urbane šume –
Natural Forest Silviculture, Urban Forests

Prof. dr. sc. Ivica Tikvić,

Ekologija i njega krajolika, općekorisne funkcije šuma –
Ecology and Landscape Tending, Non-Wood Forest Functions

Prof. dr. sc. Milan Oršanić,

Sjemenarstvo i rasadničarstvo –
Seed Production and Nursery Production

Prof. dr. sc. Željko Španjol,

Zaštićeni objekti prirode, Hortikultura –
Protected Nature Sites, Horticulture

2. Uzgajanje šuma i hortikultura – Silviculture and Horticulture

Akademik Slavko Matić,

urednik područja – *Field Editor*

Silvikultura – *Silviculture*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Zvonko Seletković,

Ekologija i biologija šuma, bioklimatologija –
Forest Ecology and Biology, Bioclimatology

3. Iskoristavanje šuma – Forest Harvesting

Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky,

urednik područja – *Field Editor*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Tibor Pentek,

Šumske prometnice – *Forest Roads*

Prof. dr. sc. Dubravko Horvat,

Mehanizacija u šumarstvu – *Mechanization in Forestry*

Izv. prof. dr. sc. Slavko Govorčin,

Nauka o drvu, Tehnologija drva –
WoodScience, Wood Technology

4. Zaštita šuma – Forest Protection

Dr. se. Miroslav Harapin,
urednik područja –field editor

Fitoterapeutska sredstva zaštite šuma –
Phytotherapeutic Agents for Forest Protection

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Milan Glavaš,

Integralna zaštita šuma – *Integral Forest Protection*

Prof. dr. sc. Danko Diminić,
Šumarska fitopatologija – *Forest Phytopathology*

Prof. dr. sc. Boris Hrašovec,
Šumarska entomologija – *Forest Entomology*

Prof. dr. sc. Josip Margaletić,
Zaštita od sisavaca (mammalia) –
Protection Against Mammals (mammalia)

Mr. sc. Petar Jurjević,
Šumski požari – *Forest Fires*

5. Izmjera i kartiranje šuma – Forest Mensuration and Mapping

Prof. dr. sc. Renata Pernar,
urednik područja –field editor

Daljinska istraživanja i GIS u šumarstvu
Remote Sensing and GIS in Forestry

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Izv. prof. dr. sc. Mario Božić,

Izmjera šuma – *Forest Mensuration*

Izv. prof. dr. sc. Ante Seletković,
Izmjera terena s kartografijom –
Terrain Mensuration with Cartography

Prof. dr. sc. Anamarija Jazbec,
Biometrika u šumarstvu – *Biometrics in Forestry*

6. Uređivanje šuma i šumarska politika – Forest Management and Forest Policy

Prof. dr. sc. Jura Čavlović,
urednik područja –field editor

Uređivanje šuma – *Theory of Forest Management*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Izv. prof. dr. sc. Stjepan Posavec,
Šumarska ekonomika i marketing u šumarstvu –
Forest Economics and Marketing in Forestry

Prof. dr. sc. Ivan Martinić,
Organizacija u šumarstvu – *Organization in Forestry*

Branko Meštrić, dipl. ing. šum.,
Informatika u šumarstvu – *Informatics in Forestry*

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.,
Staleške vijesti, bibliografija, šumarsko zakonodavstvo,
povijest šumarstva – *Forest-Related News, Bibliography, Forest Legislation, History of Forestry*

Članovi Uređivačkog odbora iz inozemstva – Members of the Editorial Board from Abroad

Prof. dr. sc. Vladimir Beus, Bosna i Hercegovina –
Bosnia and Herzegovina

Prof. dr. sc. Vjekoslav Glavač, Njemačka – *Germany*

Doc. dr. sc. Boštjan Košir, Slovenija – *Slovenia*

Prof. dr. sc. Milan Saniga, Slovačka – *Slovakia*

Doc. dr. sc. Radek Pokorný, Češka Republika – *Czech Republic*

Glavni i odgovorni urednik – Editor in Chief

Prof. dr. sc. Josip Margaletić

Lektor – Lector

Dijana Sekulić-Blažina

Tehnički urednik i korektor – Technical Editor and Proofreader

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.

Znanstveni članci podliježu međunarodnoj recenziji. Recenzenti su doktori šumarskih znanosti u Hrvatskoj, Slovačkoj i Sloveniji, a prema potrebi i u drugim zemljama zavisno o odluci uredništva.

Na osnovi mišljenja Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske, „Šumarski list“ smatra se znanstvenim časopisom.

Časopis referiraju: Science Citation Index Expanded, CAB Abstracts, Forestry Abstracts, Agricola, Pascal, Geobase, SCOPUS, Portal znanstvenih časopisa Republike Hrvatske (Hrčak) i dr.

Scientific articles are subject to international reviews. The reviewers are doctors of forestry sciences in Croatia, Slovakia and Slovenia, as well as in other countries, if deemed necessary by the Editorial board.

Based on the opinion of the Ministry of Science, Education and Sport of the Republic of Croatia, „Forestry Journal“ is classified as a scientific magazine.

Articles are abstracted by or indexed in: Science Citation Index Expanded, CAB Abstracts, Forestry Abstracts, Agricola, Pascal, Geobase, SCOPUS, Portal of scientific journal of Croatia (Hrčak) et al.

SADRŽAJ

CONTENTS

Izvorni znanstveni članci – Original scientific papers

UDK 630*443 (001) https://doi.org/10.31298/sl.143.3-4.1 Kranjec Orlović J., I. Andrić, I. Bulovec, D. Diminić Mycobiota in the seeds of Narrow-leaved ash (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl) – Vrste gljiva u sjemenu poljskoga jasena (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl)	103
UDK 630* 232.3 (001) https://doi.org/10.31298/sl.143.3-4.2 Katičić Bogdan I., D. Kajba, S. Bogdan Varijabilnost klonova u proizvodnji žira i njezin učinak na efektivne veličine populacija i genetsku raznolikost potomstva u klonskim sjemenskim plantažama hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.) u Hrvatskoj – Variability of clones in acorn production and its effect on effective population sizes and genetic diversity of crops in clonal seed orchards of Pedunculate oak (<i>Quercus robur</i> L.) in Croatia	111
UDK 630* 174 (001) https://doi.org/10.31298/sl.143.3-4.3 Idžočić M., I. Anić, I. Šimić, M. A. Kovačević, I. Poljak Dendrološke značajke arboretuma Trsteno – Dendrological characteristics of the Trsteno arboretum	125

Prethodno priopćenje – Preliminary communication

UDK 630* 419 https://doi.org/10.31298/sl.173.3-4.4 Zadravec M., T. Koren, B. Lauš, I. Burić, B. Horvatić Preliminary data on the beetle (Coleoptera) fauna of Turopoljski lug forest – Preliminarni podaci o fauni korjaša (Coleoptera) Turopoljskog luga	145
UDK 630* 443 https://doi.org/10.31298/sl.143.3-4.5 Zahirović K., T. Treštić, A. Čabaravdić, M. Dautbašić, O. Mujezinović Causitive agents of decay of Norway spruce /<i>Picea abies</i> (L.) Karst./ on the Mountain Zvijezda – Uzročnici truleži drveta obične smreke / <i>Picea abies</i> (L.) Karst./ na planini Zvijezda	155
UDK 630* 561 https://doi.org/10.31298/sl.143.3-4.6 Bobinac M., S. Andrašev, A. Bauer-Živković, N. Šušić Growth elements of the trees and the stand of <i>Gymnocladus dioicus</i> (L.) K. Koch at Fruška gora (Serbia) – Elementi rasta stabala i sastojine <i>Gymnocladus dioicus</i> (L.) K. Koch na Fruškoj gori (Srbija)	161

Pregledni članci – Reviews

UDK 630* 892 https://doi.org/10.31298/sl.143.3-4.7 Zdenko FRANIĆ Apišumarstvo – pčelarstvo i šumarstvo – Apiforestry – beekeeping and forestry	171
--	-----

Zaštita prirode – Nature protection

Arač, K.: Veliki pozviždač (<i>Numenius arquata</i> L.)	179
---	-----

Knjige i časopisi – Books and journals

Pernar, N.:	
Prof. dr. sc. Ivica Tikvić i suradnici	
Branimir Prpić: Ekologija šuma i šumarstvo	180
Kremer, D.:	
Prof. dr. sc. Milan Glavaš	
Enciklopedija domaćeg ljekovitog bilja	181
Kajba, D.:	
Prof. dr. sc. Dalibor Ballian	
Polja i visoravni Bosne i Hercegovine	183

Novi doktori znanosti – New doctors of science

Grubešić, M.:	
Dr. sc. Albert Ofner.....	184

Znanstveni i stručni skupovi – Scientific and professional meetings

Glavaš, M.:	
63. seminar biljne zaštite	187

IZ HŠD-a – From the Croatian forestry association

Jakovac, H.:	
51. efns 2019 Arberland	
Bayerischer Wald	188
Zapisnik 1. elektroničke sjednice Upravnog odbora HŠD-a 2019. godine	192
Zapisnik 1. elektroničke sjednice Skupštine HŠD-a 2019. godine	193

IN MEMORIAM

Ivančević, V.:	
Petar Prpić, dipl. inž. šum.	
(1925.-2017.).....	194

RIJEČ UREDNIŠTVA

OSNIVANJE JOŠ JEDNOG STUDIJA ŠUMARSTVA U HRVATSKOJ

Izgleda da se povijest, kao i moda, periodički ponavlja. Svako toliko pojave se "pametnjakovići", kako bi narod rekao s „morskim idejama“, naravno upitnim i bez razumnih argumenata. Naime, o naslovljenom problemu, aktualiziranome u Glasu Slavonije (14. 2. 2019.), u Šumarskome listu br. 11-12 /2006. u rubrici Izazovi i suprotstavljanja, pisao je prof. dr. sc. Joso Vukelić, komentirajući tada neslužbene inicijative glede odnosnog studija, suprotstavljajući im se argumentiranim činjenicama. Njegovome tekstu nemamo gotovo ništa pridodati, osim da je ovih dana to službena inicijativa jedne lokalne zajednice i da uspješnost ili neuspješnost bolonjskoga procesa sada možemo konkretizirati, s obzirom na vremenski odmak. Sve ostalo bilo bi ponavljanje što ne želimo, ali ćemo samo kratko natuknuti neka pitanja i ukazali na argumente, kako bi Vas ponukali da potražite i pročitate i danas aktualni tekst prof. Vukelića.

Ponajprije autor ukazuje na stihisku pojavu otvaranja sličnih studija s istovrsnim programima izvan postojećih sveučilišta i prijašnjih visokih škola u Republici Hrvatskoj, koja usput rečeno traje i danas, a rezultatima nisu opravdane njihovo ustrojavanje, koje je bilo isključivo političke prirode. Kao krucijalno pitanje postavio je potrebu i opravdanost studija šumarstva uz postojeći na Šumarskome fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, navodeći takšativno činjenice:

- nema zaključnih spoznaja o uspješnosti primjene bolonjskoga procesa (nema ga ni danas – samo djelomično je ostvario očekivanja);
- bolonjski proces ne prate na odgovarajući način ostale promjene u zakonodavno-organizacijskoj sferi u hrvatskome šumarstvu;
- preko 200 inženjera (magistara) šumarstva je prijavljeno na Zavodu za zapošljavanje (i danas ima oko 100 nezaposlenih);
- sve manji je interes za studij klasičnog šumarstva;
- resorno ministarstvo sve manje financira terensku nastavu i režijske troškove postojećeg fakulteta;

- postoji novo-izgrađeni suvremen i dostatan radni prostor, kojega treba i suvremeno opremiti;
- postoji pet međunarodno priznatih nastavnih poligona, međunarodna razmjena studenata i vrsni mladi nastavnici te 108 (danas 120) godišnja visokoškolska tradicija šumarske nastave u Hrvatskoj - četvrta na Sveučilištu u Zagrebu;
- broj diplomiranih studenata je dostatan, da ne kažemo i previelik za potrebe struke.

U nastavku autor se osvrće na potrebe županijskih vlasti, koje su fokusirane na svoj razvoj, a koje se u ovome slučaju krivo usmjeruju na rješavanje lokanih problema. Također navodi i konkretne primjere obrazovanja, potpuno nesvrishodne te skreće pozornost na stručnost kadrova bez pedagoške naobrazbe i iskustva. Umjesto nepotrebnih proširenja sveučilišne nastave šumarstva, predlaže da se posvetimo permanentnom obrazovanju, koje je danas nužnost, a kod nas se provodi tri puta manje nego u EU. Svakako treba težiti ka izvrsnosti, usmjeravajući prema tome cilju stručnjake specijalisti i finansijska sredstva. Nažalost, očito ništa nismo naučili i nismo spremni analizirati negativnosti kao npr. iz srednjoškolskoga šumarskog obrazovanja, utemeljenog upravo na argumentima lokalne a ne nacionalne razine. Programi bi uz specifičnosti trebali biti gotovo jednaki za svih desetak šumarskih škola u Hrvatskoj, a da li možemo među njima usporediti kvalitetu nastave (da li je ona uopće moguća s obzirom na kadrove i opremu) i potrebe struke? Gdje je tu izvrsnost, kojoj i na toj razini treba težiti?

Svakako, o ovoj inicijativi potrebna je argumentirana rasprava na nacionalnoj razini (tko će to provesti kada nažalost resorni ministar ignorira šumarsku struku), bez političkih pritisaka, površnosti i bez privatnih interesa, pa i želja za „tezgarenjem“, kojih nesporno ima.

Uredništvo

EDITORIAL

ESTABLISHING YET ANOTHER STUDY OF FORESTRY IN CROATIA

It seems that history, just like fashion, repeats itself periodically. Every so often there are some “wise guys” with, as folks would say, “outlandish ideas” which are, without exception, highly questionable and almost always groundless. After the idea of establishing a new study of forestry was outlined in the journal of *Glas Slavonije* (Voice of Slavonia) (14 February 2019), Professor Joso Vukelić, PhD, wrote an article for the column Challenges and Confrontations (Forestry Journal 11-12/2006), in which he opposed the then unofficial idea by providing well argued facts. There is almost nothing to add to Professor Vukelić’s text, except that these days the said idea has become an official initiative of a local community and that the success or failure of the Bologna Process can now be viewed objectively given the time passed. Everything else would only be tiresome repetition, which we do not want, but what we would like here is to just hint at some issues and point to arguments in order to encourage you to look for and read the text by professor Vukelić, which is still highly topical.

For a start, the author focuses on the chaotic process of establishing similar studies with identical programmes outside the existing universities and former schools of higher education in the Republic of Croatia, a process which is still going on. The results achieved by the newly opened studies have not justified their establishment, so it is clear that their foundation was of an exclusively political nature. The most important issue that the author questions is the need and adequacy of launching a study of forestry in addition to the existing one at the Faculty of Forestry of the University in Zagreb. He lists the following facts:

- there are no conclusive insights on the success of the application of the Bologna Process (nor are there any today, either - it has met the expectations only partially);
- the Bologna Process is not adequately accompanied by other changes in the legislative-organisational sphere in the Croatian forestry;
- there are over 200 engineers (masters) of forestry registered at the Croatian Employment Service (currently with about 100 unemployed forestry engineers);
- interest in the study of classical forestry is declining;
- the competent ministry allocates less and less money to field training and overhead expenses at the existing faculty;

- there is a newly-built, modern and adequate facility which needs to be furnished with up-to-date equipment;
- there are five internationally recognized teaching polygons, international student exchange and highly educated young teachers, as well as 108 years (at the time of writing the article and 120 years now) of tradition of higher forestry education in Croatia - the fourth study to be launched at the University of Zagreb;
- there are enough graduate students, and maybe even too many for the needs of the profession.

The author continues by discussing the need of county governments to stimulate development, which in this case is mistakenly directed at solving local problems. He cites some concrete examples of education which has not fulfilled its purpose and expresses concern about the teaching staff with little pedagogical training and experience. Instead of expanding the university education of forestry, he proposes to focus on permanent education, which is a necessity today but its implementation is three times lower than in the EU. The crucial goal to aspire towards should be excellence; accordingly, both expert specialists and financial means should be geared towards reaching this goal. Regrettably, we have not learned anything and we are not prepared to analyze the negative sides of, for example, forestry education at the secondary school level, based precisely on the needs at the local communities rather than at the national level. Allowing for some specific aspects, the curricula should be almost uniform in all of some ten forestry schools in Croatia. Can we compare the quality of teaching in these schools (is quality at all possible considering the staff and the equipment) and the needs of the profession? Where is educational excellence which should be aspired to at this level as well?

Definitely, the initiative to establish another study of forestry should be discussed at the national level (but who is going to conduct the discussion when the current competent minister ignores the forestry profession)? There should be no political pressures and superficiality, and all debates should be free of private interests, including a hidden wish to “make some money on the side”.

MYCOBIOTA IN THE SEEDS OF NARROW-LEAVED ASH (*FRAXINUS ANGUSTIFOLIA VAHL*)

VRSTE GLJIVA U SJEMENU POLJSKOGA JASENA (*Fraxinus angustifolia* Vahl)

Jelena KRANJEC ORLOVIĆ*, Ivan ANDRIĆ**, Ida BULOVEC***, Danko DIMINIĆ*

SUMMARY

Narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia*), currently the most damaged forest tree species in the Republic of Croatia, is suffering from dieback primarily caused by pathogenic fungus *Hymenoscyphus fraxineus*. Since health status of seeds is very important for future seedling production, objective of this study was to screen narrow-leaved ash seeds for presence of this main pathogen and other potentially parasitic fungi. Seeds were collected from five locations and analysed using three different methods. Results revealed relatively good health status of inspected seeds, with total of 15 different fungal taxa identified in less than 40% of samples and no confirmation of *Hymenoscyphus fraxineus* presence. Most frequently detected fungi were various species of genus *Alternaria* and species *Sphaerulina berberidis*, while other taxa occurred rarely. Although identified fungal species haven't caused visible symptoms on seeds after one to two months of storage, many of them are known seed pathogens or opportunistic ash (*Fraxinus* spp.) pathogens and could have a negative effect on seeds after longer period of storage or storage in unfavourable conditions.

KEY WORDS: fungal isolation, nested PCR, *Alternaria* sp., *Sphaerulina berberidis*

INTRODUCTION

UVOD

Narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl), ecologically and economically very important species in lowland forests, is currently the most damaged forest tree species in the Republic of Croatia with 75% of trees having significantly defoliated crown according to the ICP Forests program data for 2017 (Potočić *et al.* 2018). Existing research revealed that, among other factors, there are several parasitic fungi involved in the decline in roots and stem collars of affected trees (Kranjec 2017), with pathogenic fungus *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya con-

firmed as the primary causative agent of crown dieback at multiple locations (Diminić 2015, Milotić *et al.* 2016). Presence of this pathogen responsible for large-scale dieback of common (*Fraxinus excelsior* L.) and narrow-leaved ash throughout Europe has been confirmed in roots, stems, branches, shoots, petioles and leaves of both tree species (Kowalski 2006, Gross *et al.* 2014, Chandelier *et al.* 2016), but also in the symptomatic and visually healthy seeds of common ash from Latvia and Sweden (Cleary *et al.* 2013, Hayatgheibi 2013, Marčiulytienė *et al.* 2018).

Yield and health status of narrow-leaved ash seeds are of great importance in the Republic of Croatia, since they are

* Dr. sc. Jelena Kranjec Orlović, jkranjec@sumfak.hr; prof. dr. sc. Danko Diminić, ddiminic@sumfak.hr, University of Zagreb, Faculty of Forestry, Department of Forest Protection and Wildlife Management, Svetosimunska 25, 10002 Zagreb, Republic of Croatia

** Dr. sc. Ivan Andrić, iandric@sumfak.hr, University of Zagreb, Faculty of Forestry, Department of Forest Genetics, Dendrology and Botany, Svetosimunska 25, 10002 Zagreb, Republic of Croatia

*** Ida Bulovec, univ. bacc. ing. silv., Bukovačka cesta 302a, 10000 Zagreb, Republic of Croatia

necessary for nursery production of seedlings, majority of which are further used for forest stand regeneration or afforestation. For this purpose seeds are collected from adult trees in existing natural stands selected and registered as seed sources, forest stands which are phenotypically above average and specially managed for the purpose of seed collection and thus registered as seed stands and seed orchards established also for the purpose of seed collecting, from the genetically superior individual trees (Anon 2009, 2011, 2013, 2014).

Fungal presence in the seeds of forest tree species in general is considered to be a significant cause of shortened seed longevity during storage (Sutherland *et al.* 2002), reduced seed germination due to embryo or endosperm deterioration and potential cause of diseases that affect other developmental stages of plants, such as increased damping-off, shoot dieback, cankers and dieback of older seedlings (Cram 2009), although number of species just act as endophytes or saprotrophs and do not adversely affect the performance of seeds sown in nurseries (Mittal and Wang 1987).

In Croatian narrow-leaved ash forest stands there was a recorded case of seedlings delivered from a nursery Zalužje, Forestry Office (FO) Vinkovci, which expressed symptoms of *Hymenoscyphus fraxineus* dieback approximately one month after being planted in the field, FO Vinkovci, Management Unit (MU) Vrbanske šume, Subcompartment (SC) 91b, although the pathogen wasn't confirmed on older ash trees sampled in the area nearby SC 132a (MU Vrbanske šume) and SC 49a (MU Kusare) (FO Vinkovci) (Anon 2015). This finding raised a question of infection origin and possibility that pathogen spread from seeds into the plant tissue, eventually causing visible dieback symptoms in grown seedlings.

The objective of this research was to screen narrow-leaved ash seeds for the presence of pathogenic fungus *Hymenoscyphus fraxineus* and simultaneously detect other possible seed-borne pathogens in order to estimate the health status and suitability of seeds collected from registered seed sources and seed stands for further nursery seedling production.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Fraxinus angustifolia seeds were collected in period from August to November 2017 from visually healthy trees in four natural forest stands registered as narrow-leaved ash seed sources and one registered narrow-leaved ash seed stand (Table 1). Seeds were examined for fungal presence after one to two months of storage at room temperature, using both classical method of mycelia isolation on artificial media and a nested PCR method to analyse DNA directly from seeds. Seeds were additionally screened for presence of pathogenic fungus *Hymenoscyphus fraxineus* using species specific primers (Johansson *et al.* 2010).

Isolation of fungi from seeds – Izolacija gljiva iz sjemena

Twelve seeds from each of five locations were used for fungal isolation on malt extract agar medium (MEA, Oxoid, Basingstoke, UK) supplemented with streptomycin sulphate (200 mg l⁻¹, Sigma-Aldrich, St. Louis, USA). Seeds were surface sterilized in a solution of sodium hypochlorite (approx. 4% active chlorine) for one minute and then rinsed three times in sterile distilled water. Seeds cut in half were plated on medium in Petri dishes (9 cm diameter) and incubated in dark at 20 °C for four weeks (Bulovec 2018). Petri dishes were checked weekly for fungal growth and emerging mycelia were subcultured to MEA medium. Pure cultures were grouped into morphotypes and at least one isolate of each morphotype group was used for molecular identification. Extraction of DNA was performed according to Allemann *et al.* (1999) with modifications (Kranjec *et al.* 2017) and PCR amplification was conducted with primers ITS 1 and ITS 4 (White *et al.* 1990) in 25 µl reactions containing 200 µM deoxyribonucleoside triphosphates, 0.4 µM of each primer, 0.5 U of Taq DNA polymerase with reaction buffer (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA), 1.5 mM MgCl₂ and 1 µl of 100-fold diluted DNA template. Cycling conditions were as follows: an initial denaturation at 95 °C for 5 min, 35 cycles of denaturation at 95 °C for 30 s, annealing at 50 °C for 45 s, extension at 72 °C for 90 s and a final

Table 1. Locations and dates of narrow-leaved ash seed collection

Tablica 1. Lokacije i datumi sakupljanja sjemena poljskog jasena

Forestry Office	Location	Seed source/stand	Dates of seed collection (year 2017)
Gunja		natural stand HR-FAN-SI-121/011	22 August – 6 September
Lipovljani		seed stand HR-FAN-SS-123/160	21 August – 15 September
Novoselec		natural stand HR-FAN-SI-123/366	25 August – 3 November
Vukovar		natural stand HR-FAN-SI-111/030	23 August – 30 August
Županja		natural stand HR-FAN-SI-121/305	23 August – 6 September

Table 2. Percentage of narrow-leaved ash seeds with detected fungal presence

Tablica 2. Udio sjemena poljskoga jasena u kojem je utvrđena prisutnost gljiva

Location <i>Lokacija</i>	Percentage of seeds with fungal presence detected using nested PCR approach <i>Udio sjemena u kojem su potvrđene gljive korištenjem nested PCR metode</i>	Percentage of seeds with fungal presence detected by isolation on MEA medium <i>Udio sjemena u kojem su potvrđene gljive izolacijom na MEA hranjivu podlogu</i>
Gunja	35%	50%
Lipovljani	55%	50%
Novoselec	20%	25%
Vukovar	30%	58%
Županja	25%	25%

extension step at 72 °C for 5 min. The resulting PCR products were sequenced using primer ITS 4 at the DNA sequencing facility of Macrogen Europe (Amsterdam, Netherlands). After processing raw data using the BioEdit Sequence Alignment Editor v.7.2.5 software (Hall 1999), sequences were identified by comparison with reference sequences in NCBI GenBank using BLAST tool (Altschul *et al.* 1990). Sequences with 98 – 100% similarity were identified to the species level and with 94 – 97% of similarity to the genus level (Bakys *et al.* 2011).

Analysis of DNA from seeds – *Analiza DNA iz sjemena*

Twenty seeds from each of five locations were analyzed for fungal presence using a nested PCR method. After surface disinfection of samaras by immersing them in 35% H₂O₂ for three minutes, seeds were aseptically removed, cut into small pieces (1 – 2 mm long), placed in separate 2 ml centrifuge tubes and freeze-dried for 24 h (Cleary *et al.* 2013). Samples were homogenized in TissueLyser II (Qiagen, Hilden, Germany) at 30 Hz for two minutes. DNA was extracted following the protocol according to Minas *et al.* (2011). First PCR was conducted using the primers ITS1-F (Gardes and Bruns 1993) and ITS 4 (White *et al.* 1990) under the same cycling conditions and with same reagents concentrations as in the described PCR protocol used for DNA analysis of isolated mycelia. The PCR products were size separated by gel electrophoresis on 2% agarose gels stained with GelStar Nucleic Acid Gel Stain (Lonza, Rockland, USA) and visualised under UV light. All bands were aseptically excised from the gel, purified using the Wizard SV Gel and PCR Clean-Up System (Promega, Madison, USA) and re-amplified in a second PCR using the primers ITS 1 and ITS 4 (White *et al.* 1990) under the same cycling conditions and with same reagents concentrations as in the first one. The resulting PCR products were sequenced using primer ITS 4 at the DNA se-

quencing facility of Macrogen Europe (Amsterdam, Netherlands) and identified using NCBI GenBank database as already described in this paper.

Detection of *Hymenoscyphus fraxineus* in seeds – *Utvrđivanje prisutnosti gljive *Hymenoscyphus fraxineus* u sjemenu*

DNA extracted from seeds, as previously described, was additionally checked for the presence of *Hymenoscyphus fraxineus* in a PCR reaction with species specific primers: forward (5'AGCTGGGGAAACCTGACTG) and reverse (5'ACACCGCAAGGACCCTATC) (Johansson *et al.* 2010), and with same reagents concentrations as in previous analysis. The thermal cycling was carried out as follows: an initial denaturation step at 94 °C for 5 min, 35 cycles of denaturation at 94 °C for 30 s, annealing at 62 °C for 60 s, extension at 72 °C for 30 s and a final extension step at 72 °C for 7 min (Hayatgheibi 2013). DNA of confirmed *Hymenoscyphus fraxineus* isolate obtained from earlier research (isolated from *Fraxinus angustifolia* stem collar, Kranjec 2017) was used as a positive control in each PCR reaction. PCR products were run on 1% agarose gels stained with GelStar Nucleic Acid Gel Stain (Lonza, Rockland, USA) and visualised under UV light.

RESULTS

REZULTATI

Analysis of *Fraxinus angustifolia* seeds by mycelia isolation on MEA medium and nested PCR revealed fungal presence in 20 – 58% of screened seeds, depending on the method used and location they originated from (Table 2). Isolation of mycelia on MEA medium resulted in growth of 26 fungal isolates belonging to 15 different taxa, 10 of which were identified to the species level (Table 3). The nested PCR analysis resulted in identification of 19 different fungal taxa, 10 of which were identified to the species level (Table 4).

Most frequently detected taxa were *Sphaerulina berberidis* and *Alternaria* sp. with *Alternaria alternata* and *A. tenuissima* identified to the species level. Among the most frequently detected were also seven sequences obtained in nested PCR which corresponded to Fungal endophyte isolate 4480 according to NCBI GenBank and might be a species of genus *Sphaerulina*, which is next closest match in the given database. Species of *Alternaria* occurred in the seeds from all five locations included in this research and *Sphaerulina berberidis* occurred in seeds from four of those locations (not confirmed only in seeds from stand HR-FAN-SI-111/030 in Vukovar).

Neither of sequences obtained by first two described methods belonged to *Hymenoscyphus fraxineus*. Presence of this pathogenic fungus in seeds was not confirmed by using

Table 3. Identified fungal taxa in narrow-leaved ash seeds by mycelia isolation on MEA medium

Tablica 3. Taksoni gljiva identificirani u sjemenu poljskoga jasena izolacijom micelija na MEA hranjive podloge

Fungal taxa identified according to NCBI GenBank	Accession number in NCBI GenBank	Percentage of <i>Fraxinus angustifolia</i> seeds where fungus is present
<i>Identificirani takson gljive prema NCBI GenBank bazi podataka</i>	<i>Identifikacijski broj sekvence u NCBI GenBank bazi</i>	<i>Udio sjemena poljskoga jasena na kojem je gljiva prisutna</i>
<i>Alternaria</i> sp.	MH137756	13,3%
<i>Alternaria tenuissima</i> (Kunze) Wiltshire	MH137745	3,3%
<i>Cercospora beticola</i> Sacc.	MH137746	
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	MH137755	1,6%
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	MH137753	1,6%
<i>Cladosporium</i> sp.	MH137759	1,6%
<i>Colletotrichum</i> sp.	MH137748	1,6%
<i>Phomopsis velata</i> (Sacc.) Traverso	MH137751	1,6%
<i>Phomopsis cucurbitae</i> McKeen 1957	MH137754	1,6%
<i>Botryosphaeria stevensii</i> Shoemaker	MH137752	1,6%
<i>Fusarium oxysporum</i> Schltdl.	MH137758	1,6%
<i>Lophiostoma</i> sp.	MH137749	1,6%
<i>Penicillium</i> sp.	MH137750	1,6%
<i>Sphaerulina berberidis</i> (Niessl) Quaedvli., Verkley & Crous	MH137760	1,6%
<i>Venturia fraxini</i> Aderh.	MH137747	6,6%
	MH137761	1,6%

species specific primers for PCR amplification either, as there were no visible PCR products on agarose gels besides positive controls included in each reaction.

DISCUSSION

RASPRAVA

With total of 15 different fungal taxa present in less than 40% of samples (in 58 out of 160 in total), narrow-leaved ash seeds revealed relatively good health status in comparison with common ash (*Fraxinus excelsior*) seeds analysed in similar European studies, where larger number of taxa were identified in smaller number of samples and with averagely higher individual presence frequency (Cleary *et al.* 2013, Hayatgheibi 2013).

Species of the most frequently detected genus in this research, *Alternaria* sp., haven't caused visible symptoms on seeds although the identified *Alternaria alternata* and *Alternaria tenuissima* are reported as seed pathogens on *Betula* spp. and *Robinia pseudoacacia* L. (Lilja 1979, Sunita 1998) and causative agents of *Malus* spp. and *Punica granatum* L. fruit rot during storage (Zambounis *et al.* 2015). *Alternaria alternata* has also been found in symptomatic bark, wood and buds of declining *Fraxinus excelsior* (Pukacki and Przybył 2005, Davydenko *et al.* 2013, Kowalski *et al.* 2016), indicating that it can act as an opportunistic pathogen in already declining ash tissue, possibly in the narrow-leaved ash seeds as well if they are under the influence of negative biotic and abiotic factors while on a tree or stored in unfavourable conditions after the harvest. Other frequently de-

tected species, *Sphaerulina berberidis*, has so far been reported only as leaf endophyte of several tree species (Eo *et al.* 2014) and most probably has the same role in the narrow-leaved ash seeds since it hasn't induced any visible symptoms in the analysed samples.

The remainder of identified species in narrow-leaved ash seeds were present in only one to three samples, but included some of the well known tree pathogens such as *Phomopsis velata* (synonym *Diaporthe eres*) and *Botryosphaeria stevensii* (synonym *Diplodia mutila*), which were also found in *Fraxinus excelsior* seeds in Latvia and Sweden (Cleary *et al.* 2013). Former is known for causing stem canker and dieback of several tree species (Quaroni *et al.* 1980, Anagnostakis 2007, Thomidis and Michailides 2009), fruit deterioration (Ristić *et al.* 2016) and being present in necrotic tissue and collar rots of *Fraxinus excelsior* (Kowalski *et al.* 2016, Langer 2017). Latter is known as a parasite involved in bark necrosis, canker formation and dieback of *Fraxinus excelsior* and *Fraxinus ornus* L., *Quercus* spp. and other tree species (Ragazzi *et al.* 1999, Przybył 2002, Sidoti and Grana 2004, Sims *et al.* 2016). Some of identified species are reported to be seed or fruit pathogens on other plant species, like *Fusarium oxysporum* on *Robinia pseudoacacia* seeds (Sunita 1999), *Cladosporium cladosporioides* on tobacco seeds (*Nicotiana tabacum* L.) (Wang *et al.* 2014) and stored hazelnuts (*Corylus avellana* L.) (Moghaddam and Taherzadeh 2007), and *Cladosporium herbarum* on stored figs (*Ficus carica* L.) (Montealegre *et al.* 2000) and *Prunus* spp. fruits (Tonini and Capriotti 1996). *Venturia fraxini*, known primarily as endophyte (Schlegel *et al.* 2016), but

Table 4. Identified fungal taxa in narrow-leaved ash seeds by nested polymerase chain reaction (PCR)

Tablica 4. Taksoni gljiva identificirani u sjemenu poljskoga jasena u ugniježđenoj lančanoj reakciji polimerazom (PCR)

Closest sequence match in NCBI GenBank <i>Sekvencu s najvećom podudarnošću u NCBI GenBank bazi podataka</i>	Fungal taxa identified <i>Identificirani takson gljive</i>	Accession number in NCBI GenBank <i>Identifikacijski broj sekvence u NCBI GenBank bazi</i>	Percentage of <i>Fraxinus angustifolia</i> seeds where fungus is present <i>Udio sjemena poljskoga jasena na kojem je gljiva prisutna</i>
<i>Alternaria alternata</i>	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	MH137762 MH137763 MH137764 MH137765	4%
<i>Alternaria brassicicola/A. alternata</i>	<i>Alternaria</i> sp. FA_N8V7	MH137766 MH137767	2%
<i>Alternaria</i> sp. isolate B6-25	<i>Alternaria</i> sp. FA_L9	MH137768	1%
<i>Alternaria alternata/A. porri/A. gaisen/ A. tenuissima/A. brassicae/A. malii/ A. ochroleuca</i>	<i>Alternaria</i> sp. FA_Z11	MH137769	1%
<i>Alternaria</i> sp./ <i>Phoma</i> sp./ <i>Talaromyces</i> sp.	<i>Ascomycota</i> sp. FA_L18	MH137770	1%
<i>Aspergillus ruber</i>	<i>Aspergillus ruber</i> (Jos. König, Speck. & W. Bremer) Thom & Church	MH137771	1%
<i>Cladosporium</i> sp. A144	<i>Cladosporium</i> sp. FA_V9	MH137772	1%
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	MH137773	1%
<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	MH137774	1%
<i>Cryptococcus tephrensis</i>	<i>Vishniacozyma tephrensis</i> Vishniac ex Xin Zhan Liu, F.Y. Bai, M. Groenew. & Boekhout	MH137775	1%
<i>Diaporthe eres</i>	<i>Phomopsis velata</i> (Sacc.) Traverso	MH137776	1%
<i>Didymella heteroderae</i>	<i>Didymella heteroderae</i> (Sen Y. Chen, D.W. Dicks. & Kimbr.) Qian Chen & L. Cai	MH137777	1%
<i>Diplodia mutila</i>	<i>Botryosphaeria stevensii</i> Shoemaker	MH137778 MH137779	2%
<i>Mycosphaerella coacervata</i>	<i>Mycosphaerella coacervata</i> Syd.	MH137780 MH137781 MH137782 MH137783	1%
<i>Fungal endophyte</i> isolate 4480	<i>Fungal endophyte</i> FA_2017	MH137784 MH137785 MH137786 MH137787	7%
<i>Uncultured Ascomycota</i> isolate FL7.5	<i>Ascomycota</i> sp. FA_Z19	MH137788	1%
<i>Phoma</i> sp. ZP-40	<i>Phoma</i> sp. FA_G14	MH137789	1%
<i>Phomopsis</i> sp. RJ-2015 isolate 310Jb14	<i>Phomopsis</i> sp. FA_N6	MH137790 MH137791	1%
<i>Sphaerulina berberidis</i>	<i>Sphaerulina berberidis</i> (Niessl) Quaedvl., Verkley & Crous	MH137792 MH137793 MH137794	4%

also confirmed in leaf blotches and other necrotic tissue on *Fraxinus* spp. (Anselmi 2001, Bakys *et al.* 2009), is first time reported in ash seeds. For the rest of the identified species there is no documented evidence of their presence in trees. Instead they are known for being pathogens of agricultural plants (*Cercospora beticola*, *Phomopsis cucurbitae*) (Bertetti *et al.* 2012, Vaghefi *et al.* 2017), pathogens of stored *Pisum sativum* L. seeds (*Aspergillus ruber*) (Harman *et al.* 1972), saprotrophs in forest soil (*Vishniacozyma tephrensis*) (Mašínová *et al.* 2017), parasites of nematodes (*Didymella*

heteroderae) (Chen *et al.* 1996) and leaf spot causing agents on *Coprosma robusta* Raoul (*Mycosphaerella coacervata*) (Hood 1985). Since most of the described species were present at low frequencies their effect on general health status of seeds cannot be very significant, but ability of those known as potential parasites to induce symptoms and decline of seeds and later seedlings under the unfavourable conditions remains possible.

Hymenoscyphus fraxineus was not found in the seeds of *Fraxinus angustifolia* analysed in this research performed

by applied methodology, thus not supporting the hypothesis that fungus has spread from infected seeds to seedlings planted in the field from the local nursery. Still, these findings do not exclude the possibility that the fungus could be present and thus spread on the surface of samaras, since this aspect of transmission was not investigated. The fact that this pathogen has been confirmed in both symptomatic and visually healthy seeds from trees of various levels of susceptibility to the fungus in similar research conducted on *Fraxinus excelsior* (Cleary *et al.* 2013, Hayatgheibi 2013, Marčiulynienė *et al.* 2018) and not in the *Fraxinus angustifolia* seeds analysed in this research, could be due to high summer temperatures (July and August 2017 maximum > 35 °C) (DHMZ 2017b, a) characteristic for the narrow-leaved ash distribution area in the Republic of Croatia, which seems to be a limiting factor for the spread of pathogen (Hauptman *et al.* 2013, Grosdidier *et al.* 2018) or due to seed collection method, where only seeds from visually healthy narrow-leaved ash trees from registered seed stands and natural stands registered as seed sources are collected for further purpose of nursery seedling production. In addition, recent surveys conducted by Marčiulynienė *et al.* (2018) found no evidence of fungus being able to spread from infected seeds to grown plants, which still doesn't exclude this possibility in the opinion of authors.

CONCLUSION ZAKLJUČAK

Analysed narrow-leaved ash seeds collected from visually healthy trees from registered seed sources and seed stand revealed relatively low level fungal presence in comparison to other similar studies, indicating good health status and usability for further nursery seedling production regarding this particular aspect. Identified fungal species haven't caused visible symptoms on seeds after one to two months of storage, not excluding their possible negative effect on seeds after longer period of storage or storage in unfavourable conditions, since some of them are known as seed pathogens and some are reported as opportunistic parasites in necrotic tissues of *Fraxinus* spp. Presence of pathogenic fungus *Hymenoscyphus fraxineus* in seeds was not confirmed, so it can be concluded that potential dieback of seedlings caused by this pathogen in nurseries or in the field is a consequence of infections from affected narrow-leaved ash stands in the vicinity rather than spread of fungus from infected seeds.

ACKNOWLEDGEMENT ZAHVALA

This research was carried out with the financial support of the Croatian Science Foundation under the project „The

role of biotic agents on vitality of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl) in Croatian floodplain forests“ – FRAXINPRO (IP-11-2013). We thank Croatian Forests Ltd. for providing samples for this research and Mirjana Grahovac-Tremski for kindly providing all the necessary information regarding seed origin, collection and storage.

REFERENCES LITERATURA

- Allemann C., P. Hoegger, U. Heiniger and D. Rigling, 1999: Genetic variation of *Cryphonectria* hypoviruses (CHV1) in Europe, assessed using restriction fragment length polymorphism (RFLP) markers, *Molecular Ecology*, 8 (5): 843-854.
- Altschul, S. F., W. Gish, W. Miller, E. W. Myers and D. J. Lipman, 1990: Basic local alignment search tool, *Journal of Molecular Biology*, 215 (3): 403-10.
- Anagnostakis, S. L., 2007: *Diaporthe eres* (*Phomopsis oblonga*) as a pathogen of butternut (*Juglans cinerea*) in Connecticut, *Plant Disease*, 91 (9): 1198-1198.
- Anon., 2009: Law on forest reproduction material (Zakon o šumskom reproduksijskom materijalu). Narodne novine 75/2009, Zagreb, Croatia, 30 June 2009.
- Anon., 2011: Law on changes and amendments of law on forest reproduction material (Zakon o izmjenama i dopunama zakona o šumskom reproduksijskom materijalu). Narodne novine 61/2011, Zagreb, Croatia, 3 June 2011.
- Anon., 2013: Law on changes and amendments of law on forest reproduction material (Zakon o izmjenama i dopunama zakona o šumskom reproduksijskom materijalu). Narodne novine 56/2013, Zagreb, Croatia, 10 May 2013.
- Anon., 2014: Law on change of law on forest reproduction material (Zakon o izmjeni zakona o šumskom reproduksijskom materijalu). Narodne novine 14/2014, Zagreb, Croatia, 5 February 2014.
- Anon., 2015: Project *The role of biotic agents on vitality of narrow-leaved ash (Fraxinus angustifolia Vahl.) in Croatian floodplain forests* report for period from June 13th 2014 to June 12th 2015, University of Zagreb, Faculty of Forestry.
- Anselmi, N., 2001: Main diseases of high quality timber broad-leaves, *Annali-Accademia Italiana di Scienze Forestali*: 79-99.
- Bakys, R., A. Vasiliauskas, K. Ihrmark, J. Stenlid, A. Menkis and R. Vasaitis, 2011: Root rot, associated fungi and their impact on health condition of declining *Fraxinus excelsior* stands in Lithuania, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26 (2): 128-135.
- Bakys, R., R. Vasaitis, P. Barklund, K. Ihrmark and J. Stenlid, 2009: Investigations concerning the role of *Chalara fraxinea* in declining *Fraxinus excelsior*, *Plant Pathology*, 58: 284-292.
- Bertetti, D., M. T. Amatulli, J. Cardinale, M. L. Gullino and A. Garibaldi, 2012: *Phomopsis cucurbitae* and *Lasiodiplodia theobromae*, new pathogens of melons and avocados marketed in Italy, *Protezione delle Colture*, (2): 29-29.
- Bulovec, I., 2018: Gljive i štetnici sjemena poljskoga jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl), Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet.
- Chandelier, A., F. Gerarts, G. San Martin, M. Herman and L. Delahaye, 2016: Temporal evolution of collar lesions associated

- with ash dieback and the occurrence of *Armillaria* in Belgian forests, *Forest Pathology*, 46 (4): 289-297.
- Chen, S. Y., D. W. Dickson and J. W. Kimbrough, 1996: *Phoma heteroderae* sp. nov. isolated from eggs of *Heterodera glycines*, *Mycologia*, 88 (6): 885-891.
 - Cleary, M. R., N. Arhipova, T. Gaitnieks, J. Stenlid and R. Vasaitis, 2013: Natural infection of *Fraxinus excelsior* seeds by *Chalara fraxinea*, *Forest Pathology*, 43 (1): 83-85.
 - Cram, M. M., 2009: Seed Diseases and Seedborne Pathogens of North America, *Tree planters' notes*, 53 (2): 35-44.
 - Davydenko, K., R. Vasaitis, J. Stenlid and A. Menkis, 2013: Fungi in foliage and shoots of *Fraxinus excelsior* in eastern Ukraine: a first report on *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, *Forest Pathology*, 43 (6): 462-467.
 - Diminić, D., 2015: Nova bolest jasena (*Fraxinus spp.*) u Hrvatskoj, In: S. Matić, F. Tomić and I. Anić (ed), *Proizvodnja hrane i šumarstvo - temelj razvoja istočne Hrvatske*, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti (HAZU), 363-373.
 - Eo, J. K., B. H. Lee and A. H. Eom, 2014: Four Species of Endophytic Fungi Isolated from Leaves of Woody Plants in Mt. Hambaek, *The Korean Journal of Mycology*, 42 (3): 239-242.
 - Gardes, M., T. D. Bruns, 1993: ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes-application to the identification of mycorrhizae and rusts, *Molecular ecology*, 2 (2): 113-118.
 - Grosdidier, M., R. Ioos and B. Marçais, 2018: Do higher summer temperatures restrict the dissemination of *Hymenoscyphus fraxineus* in France?, *Forest Pathology*, e12426: 1-8.
 - Gross, A., O. Holdenrieder, M. Pautasso, V. Queloz and T. N. Sieber, 2014: *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal agent of European ash dieback, *Molecular Plant Pathology*, 15 (1): 5-21.
 - Hall, T. A., 1999: BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT, *Nucleic Acids Symposium Series*, 41: 95-98.
 - Harman, G. E., A. L. Granett and G. Nash, 1972: Seed deterioration by storage fungi, *New York's Food and Life Sciences Quarterly*, 5 (2): 19-22.
 - Hauptman, T., B. Piškur, M. Groot, N. Ogris, M. Ferlan, D. Jurc and O. Holdenrieder, 2013: Temperature effect on *Chalara fraxinea*: heat treatment of saplings as a possible disease control method, *Forest Pathology*, 43 (5): 360-370.
 - Hayatgeibi, H., 2013: Studies on the microflora associated with the seeds of European ash (*Fraxinus excelsior*) and the infection biology of the pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus* causing ash dieback, Master Thesis, Swedish University of Agriculture Sciences, Faculty of Natural Resources and Agricultural Science.
 - Hood, I. A., 1985: Algal and fungal leaf spots of native plants, *Forest Pathology* in New Zealand, Forest Research Institute, New Zealand, (12): 8-8.
 - Johansson, S. B. K., R. Vasaitis, K. Ihrmark, P. Barklund and J. Stenlid, 2010: Detection of *Chalara fraxinea* from tissue of *Fraxinus excelsior* using species-specific ITS primers, *Forest Pathology*, 40 (2): 111-115.
 - Kowalski, T., 2006: *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland, *Forest Pathology*, 36 (4): 264-270.
 - Kowalski, T., W. Kraj and B. Bednarz, 2016: Fungi on stems and twigs in initial and advanced stages of dieback of European ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland, *European Journal of Forest Research*, 135 (3): 565-579.
 - Kranjec, J., 2017: Uloga gljiva i gljivama sličnih organizama u odumiranju poljskoga jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u posavskim nizinskim šumama u Republici Hrvatskoj, University of Zagreb, Faculty of Forestry.
 - Kranjec, J., M. Milotić, M. Hegol and D. Diminić, 2017: Gljivama slični organizmi u tlu odumirućih sastojina poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl), *Šumarski List*, (3-4): 115-122.
 - Langer, G., 2017: Collar rots in forests of Northwest Germany affected by ash dieback, *Baltic Forestry*, 23 (1): 4-19.
 - Marciulynienė, D., K. Davydenko, J. Stenlid, D. Shabunin and M. Cleary, 2018: *Fraxinus excelsior* seed is not a probable introduction pathway for *Hymenoscyphus fraxineus*, *Forest Pathology*, 48 (1): 1-3.
 - Mašínová, T., B. D. Bahnmann, T. Větrovský, M. Tomšovský, K. Merunková and P. Baldrian, 2017: Drivers of yeast community composition in the litter and soil of a temperate forest, *FEMS Microbiology Ecology*, 93 (2): fiw223-fiw223.
 - Milotić, M., J. Kranjec and D. Diminić, 2016: Current status of ash dieback disease *Hymenoscyphus fraxineus* in Croatia, In: (ed), *Natural resources, green technology & sustainable development - GREEN/2*, 124-124.
 - Minas, K., N. R. McEwan, C. J. Newbold and K. P. Scott, 2011: Optimization of a high-throughput CTAB-based protocol for the extraction of qPCR-grade DNA from rumen fluid, plant and bacterial pure cultures, *FEMS microbiology letters*, 325 (2): 162-169.
 - Mittal, R., B. Wang, 1987: Fungi associated with seeds of eastern white pine and white spruce during cone processing and seed extraction, *Canadian Journal of Forest Research*, 17 (9): 1026-1034.
 - Montealegre, J., J. Oyarzún, R. Herrera, H. Berger and L. Galletti, 2000: Fungi producing postharvest decay on brevas and fig fruits, *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 26 (3): 439-443.
 - Przybył, K., 2002: Fungi associated with necrotic apical parts of *Fraxinus excelsior* shoots, *Forest Pathology*, 32 (6): 387-394.
 - Pukacki, P. M., K. Przybył, 2005: Frost Injury as a Possible Inciting Factor in Bud and Shoot Necroses of *Fraxinus excelsior* L, *Journal of Phytopathology*, 153 (9): 512-516.
 - Quaroni, S., P. Sardi and R. Locci, 1980: Apical diebacks in *Acer pseudoplatanus* associated with *Diaporthe eres* Nits. (*Phomopsis acerina* Pir. & Car.), *Rivista di Patologia Vegetale*, IV, 16 (3/4): 109-115.
 - Ragazzi, A., S. Moricca and I. Dellavalle, 1999: Water stress and the development of cankers by *Diplodia mutila* on *Quercus robur*, *Journal of Phytopathology*, 147 (7/8): 425-428.
 - Ristić, D., M. Stevanović, S. Stošić, I. Vučurović, K. Gašić, V. Gavrilović and S. Zivković, 2016: *Diaporthe eres* as a pathogen of quince fruit (*Cidonia oblonga*) in Serbia, In: D. Kovačević (ed), VII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2016", 6-9 October 2016, Jahorina, Bosnia and Herzegovina. Proceedings, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, 1270-1275.
 - Schlegel, M., V. Dubach, L. v. Buol and T. N. Sieber, 2016: Effects of endophytic fungi on the ash dieback pathogen, *FEMS Microbiology Ecology*, 92 (9): 142-142.
 - Sidoti, A., G. Granata, 2004: Manna ash (*Fraxinus ornus*): a new host of *Diplodia mutila*, *Informatore Fitopatologico*, 54 (2): 49-51.

- Sims, L., D. Schmidt, M. Garbelotto, M. Uhler and J. Dahl, 2016: First report of bristlecone fir branch canker in California caused by *Diplodia mutila*, Plant Disease, 100 (12): 2534-2534.
- Sunita, S., 1998: Seed mycoflora of *Robinia pseudoacacia* Linn. and its control, Indian Forester, 124 (5): 347-350.
- Sunita, S., 1999: Evaluation of *Robinia pseudoacacia* Linn. seeds against fusarial wilt, Indian Journal of Forestry, 22 (1/2): 70-72.
- Sutherland, J. R., M. Diekmann and P. Berjak, 2002: Forest tree seed health for germplasm conservation, IPGRI.
- Thomidis, T., T. J. Michailides, 2009: Studies on *Diaporthe eres* as a new pathogen of peach trees in Greece, Plant Disease, 93 (12): 1293-1297.
- Tonini, G., M. Capriotti, 1996: Postharvest damage to stone fruits and its prevention, Informatore Agrario Supplemento, 52 (15): 32-45.
- Vaghefi, N., S. C. Nelson, J. R. Kikkert and S. J. Pethybridge, 2017: Genetic structure of *Cercospora beticola* populations on *Beta vulgaris* in New York and Hawaii, Scientific Reports, 7: 1726.
- Wang, H. C., J. Wang, W. H. Li, Y. F. Huang, H. Q. Xia, M. S. Wang, N. Lu, Y. S. Guo and C. Q. Zhang, 2014: *Cladosporium cladosporioides* identified in China on tobacco seeds, Plant Disease, 98 (7): 1002-1002.
- White, T. J., T. Bruns, S. Lee and J. W. Taylor, 1990: Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics, PCR protocols: A Guide to Methods and Applications, Academic Press Inc., 315-322.
- Zambounis, A., A. Xanthopoulou, G. Karaoglanidis, A. Tsafaris and P. Madesis, 2015: A new accurate genotyping HRM method for *Alternaria* species related to fruit rot diseases of apple and pomegranate, International Journal of Phytopathology, 4 (3): 159-165.

SAŽETAK

Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) je u Republici Hrvatskoj trenutno najoštećenija šumska vrsta drveća, sa 75 % stabala značajno osute krošnje prema podacima međunarodnog programa ICP Forests iz 2017. godine. Dosadašnja su istraživanja potvrđila patogenu gljivu *Hymenoscyphus fraxineus* kao primarnog uzročnika odumiranja krošanja poljskoga jasena na više lokacija te utvrdila njenu prisutnost u listovima, izbojcima, granama, bazi debla te korijenu stabala. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati prisutnost navedenog patogena u sjemenu poljskoga jasena, a također i identificirati ostale vrste potencijalno parazitskih gljiva, kako bi se s navedenog aspekta moglo procijeniti zdravstveno stanje i uporabljivost sjemena u rasadničkoj proizvodnji poljskoga jasena za obnovu sastojina i pošumljavanje. Sjeme je prikupljeno na pet lokacija u sastojinama kategoriziranim kao sjemenski izvor ili sjemenska sastojina na području šumarija Novoselec, Lipovljani, Gunja, Županja i Vukovar. Za analizu sjemena skladištenog jedan do dva mjeseca korištene su tri različite metode, uključujući klasičnu metodu izolacije gljiva iz tkiva na hranjive podloge te molekularne metode izolacije ukupne stanične DNK iz sjemena i umnažanja ciljanih sekvenci u lančanoj reakciji polimerazom korištenjem univerzalnih početnica (ITS 1, ITS 1 – F, ITS 4) i početnica specifičnih za gljivu *Hymenoscyphus fraxineus*.

Analizom je utvrđeno ukupno 15 različitih taksona gljiva u manje od 40 % ispitivanog sjemena, ukazujući na njegovo relativno dobro zdravstveno stanje. Najčešće su identificirani pripadnici roda *Alternaria*, od kojih su *A. alternata* i *A. tenuissima* identificirane do razine vrste, te vrsta *Sphaerulina berberidis*. Ostali identificirani taksoni zabilježeni su na svega jednoj do tri sjemenke. Iako utvrđeni taksoni gljiva nisu uzrokovali vidljive simptome ili propadanje sjemena nakon jednog do dva mjeseca skladištenja, velik broj njih se u literaturi navode kao patogeni sjemena i plodova različitih vrsta drveća, a dio i kao oportunistički paraziti prisutni u nekrotičnom tkivu jasena (*Fraxinus spp.*), zbog čega se ne može u potpunosti isključiti njihov negativan utjecaj na sjeme tijekom duljih perioda skladištenja ili izlaganja nepovoljnim uvjetima. Vrsta *Hymenoscyphus fraxineus* niti jednom korištenom metodom nije utvrđena u analiziranom sjemenu, te nije dokazana mogućnost njena širenja na uzgojene sadnice ovim putem. Time nije isključena mogućnost njene prisutnosti na površini plodova, tj. perutki, koje su u ovom istraživanju površinski sterilizirane kako bi se smanjio utjecaj uobičajeno prisutnih epifitnih gljiva na rezultate.

KLJUČNE RIJEČI: izolacija gljiva, ugniježđeni PCR, *Alternaria* sp., *Sphaerulina berberidis*

VARIJABILNOST KLONOVA U PROIZVODNJI ŽIRA I NJEZIN UČINAK NA EFEKTIVNE VELIČINE POPULACIJA I GENETSKE RAZNOLIKOST POTOMSTVA U KLONSKIM SJEMENSKIM PLANTAŽAMA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur L.*) U HRVATSKOJ

VARIABILITY OF CLONES IN ACORN PRODUCTION AND ITS EFFECT ON EFFECTIVE POPULATION SIZES AND GENETIC DIVERSITY OF CROPS IN CLONAL SEED ORCHARDS OF PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur L.*) IN CROATIA

Ida KATIČIĆ BOGDAN¹, Davorin KAJBA¹, Saša BOGDAN¹

SAŽETAK

U ovom radu željeli smo ispitati različite parametre koji nam daju informaciju o učinkovitosti plantaža u proizvodnji genetski raznolikog potomstva. Koristili smo raspoložive inventurne podatke tvrtke "Hrvatske šume" d.o.o. o brojnom stanju i starosti rameta, te zabilježenim urodima u dvije klonske sjemenske plantaže hrasta lužnjaka; KSP "Plešćice" i KSP "Petkovac".

U slučaju KSP „Plešćice“ korišteni su inventurni podaci, te podaci o urodu za 2003., 2006., 2007., 2008., 2009. i 2010. godinu. Nakon 2010. godine zbog organizacijskih se razloga prestalo pratiti urod po klonovima i prešlo se na evidentiranje ukupnog uroda na plantaži, pa je za period 2010.-2017. godine nemoguće procjeniti genetsku raznolikost uroda.

U slučaju KSP „Petkovac“ korišteni su inventurni podaci, te podaci o urodu za 2003., 2004., 2005., 2006., 2008., 2009. i 2010. godinu. U slučaju KSP „Petkovac“ također se nakon 2010. godine napustilo evidentiranje uroda po klonovima. Količine i varijabilnost uroda žira po godinama, kao i projekcije uroda za 2018. i 2019. godinu na temelju polinomijalnih regresijskih krivulja izračunali smo za sve godine evidentiranog uroda za cijelo razdoblje 2003. – 2017. godina. Rezultati su prikazani u tablici 1 i na slikama 1 i 2. Sve druge analize bile su moguće samo za godine kada se sakupljanje žira u plantažama provodilo odvojeno po klonovima. Korelaciona po metodama Pearsona i Spearmana usporedili smo raspodjelu uroda žira između parova istraživanih godina po klonovima, odnosno poredak udjela klonova u urodima žira između istraživanih godina. Obje korelacije bile su većinom statistički značajne između parova godina, sa ponekim iznimkama (tablica 2).

Ravnoteža uroda klonova po godinama, opisana kumulativnim krivuljama proizvodnje žira po godinama, po postocima rodnih klonova, prikazana je na slikama 3 i 4. Krivulje ravnoteže uroda klonova za obje plantaže prikazuju izrazito neravnomjernu raspodjelu uroda po klonova, što znači da je manjina klonova u istraživanim godinama

¹Doc. dr. sc. Ida Katičić Bogdan, e-mail: ikaticic@sumfak.hr, prof. dr. sc. Davorin Kajba, e-mail: dkajba@sumfak.hr, prof. dr. sc. Saša Bogdan, e-mail: sbogdan@sumfak.hr. Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku, Svetosimunska 25, 10000 Zagreb

doprinosila većinskom količinom uroda. U uvjetima jednake plodnosti i sinkroniziranosti klonova doprinos u urodu bio bi razmjeran zastupljenosti klonova (clone size) tj. klonovi s većim brojem rameta značajnije bi doprinosili urodu. Iz tablice 3. može se primjetiti da je u slučaju KSP „Plešćice“ ova korelacija bila slabija nego kod KSP „Petkovac“. Dapače, u tri od šest promatralih godina ona uopće nije bila značajna. U slučaju KSP „Petkovac“ korelacija je bila značajna u svim promatralim godinama

Procjena efektivnih veličina populacije i genetske raznolikosti potomstva po godinama prikazani su u tablici 4. isključivo za žensku plodnost klonova. Prilikom izračuna doprinosa oba roditelja muška plodnost procijenjena je pomoću tri scenarija koja obuhvaćaju raznolik raspon potencijalnog muškog doprinosa u efektivnoj veličini populacije. Rezultati su prikazani u tablici 5. Usporedbom tri scenarija muškog doprinosa ukupnom efektivnom tj. statusnom broju (N_p) vidljivo je da su vrijednosti za prvi, gdje je muški doprinos razmjeran udjelu rameta datog klonu u ukupnom broju rameta, intermedijarne u odnosu na druga dva scenarija. Najniži efektivni brojevi roditelja (N_p), a time i najniži relativni efektivni brojevi (N_r), te najviše vrijednosti koeficijenta grupnog srodstva (Θ) dobivene su za drugi scenarij u kojem je muški doprinos jednak ženskome. Te su vrijednosti identične vrijednostima za samo žensku plodnost.

Najviši su efektivni brojevi i analogno druge vrijednosti dobivene za treći scenarij u kojem se prepostavlja jednak muški doprinos svih klonova.

Za obje plantaže korelacija poretka ženskih efektivnih brojeva klonova za pojedine godine uroda, sa poretkom za količine uroda tih godina (po metodi Spearmana) je statistički značajna na razini $p < 0,05$.

Za primjenu mjera procjene genetske raznolikosti proizvedena u klonskim sjemenskim plantažama potrebna su suksesivna višegodišnja praćenja cvjetanja/uroda, kao i saznanja o genetskoj dobiti dobivena testiranjem potomstva i uzgojne vrijednosti klonova u nedavno postavljenim testovima potomstva iz plantaže. Zbog svega toga je apsolutno preporučljivo da se daljnje sakupljanje uroda u ovim klonskim sjemenskim plantažama obavlja odvojeno po klonovima, jer se jedino na taj način, bez skupih molekularnih analiza, može doći do relevantnih informacija o doprinisu pojedinih klonova genetskoj raznolikosti potomstva.

KLJUČNE RIJEČI: Hrast lužnjak, klonske sjemenske plantaže, varijabilnost uroda po godinama, genetska raznolikost uroda, ravnoteža uroda klonova,

UVOD INTRODUCTION

U Republici Hrvatskoj hrast lužnjak (*Quercus robur L.*) zauzima znatne površine, a ekološki i gospodarski predstavlja jednu od najvažnijih vrsta šumskog drveća.. Zbog pojave nepravilnosti periodiciteta uroda sjemena hrasta lužnjaka posljednjih desetljeća, pospješivanja otežane obnove sastojina, te povećanja genetske kvalitete sjemena, započeti su radovi na osnivanju klonskih sjemenskih plantaža (VIDAKOVIĆ 1996) i prvih testova potomstva plus stabala iz slobodnog oprasivanja (BOGDAN i dr. 2008, 2004, KAJBA i dr. 2011). U sadašnjoj sjemenskoj zoni Posavine, srednje Hrvatske i Podkuplja, te sjemenskoj zoni Podravine i Podunavlja selekcionirana su plus stabala s obzirom na deset ocjenjivanih svojstava, a nakon heterovegetativnog razmnožavanja osnovane su proizvodne klonske sjemenske plantaže (KSP) na području Uprave šuma Podružnice Vinkovci (KSP „Petkovac“), Bjelovar (KSP „Plešćice“) i Našice (KSP „Kosovac“). Razmaci sadnje i način orezivanja koji se redovno primjenjuje u plantažama, sa ciljem postizanja optimalnog uzgojnog oblika i poboljšanja rodnosti rameta, opisan je u KAJBA i dr. 2007.

Jedna od važnijih uloga klonskih sjemenskih plantaža je i očuvanje genetske raznolikosti. Istraživanja su pokazala da

genetska raznolikost prisutna u prirodnim populacijama može biti očuvana, čak i uvećana selekcijom određene skupine roditeljskih stabala u prvoj generaciji klonskih sjemenskih plantaža. Međutim, primjećeno je opadanje raznolikosti u potomstvu iz plantaže druge generacije, nakon smanjenja broja selekcioniranih klonova na osnovu rezultata iz testova potomstava ili klonskih testova (EL-KASSABY 2000). To ukazuje na posebnu važnost plantaže prve generacije za očuvanje genetske raznolikosti, čak i nakon završetka njihove proizvodne funkcije. Takve se plantaže nazivaju konzervacijskim plantažama i predstavljaju zasebnu kategoriju u očuvanju genetske raznolikosti (SKRØPPA 2005).

Osnovni cilj dobrog genetičkog dizajna klonske sjemenske plantaže je postizanje maksimalne genetske dobiti, uz zadržavanje zadovoljavajuće genetske raznolikosti dobivenog potomstva (WHITE i dr. 2007). Prvi korak u tom procesu je određivanje optimalnog broja klonova. U pravilu, u plantaže prve generacije koje se osnivaju s klonovima još netestiranim plus stabala, preporuča se uključiti relativno visok broj klonova (oko 60). S obzirom da će se na osnovu genetičkih testova izdvajati klonovi slabije kvalitete, naknadno ih se može isključiti, kako bi se poboljšala genetska dobit. Bez obzira što je u tako uspostavljenim sjemenskim

plantažama obuhvaćena značajna genetska raznolikost, one svakako sadrže ograničen broj genotipova u usporedbi sa sjemenskim sastojinama. S obzirom da je potomstvo proizvedeno u njima namjenjeno uporabi na širokom području, velika se pažnja mora posvetiti procjeni stvarne genetske raznolikosti tako proizvedenog potomstva (GÖMÖRY i dr. 2008.)

Idealna sjemenska plantaža trebala bi funkcionirati kao Mendelijanska populacija sa nasumičnom oplodnjom u kojoj je vjerojatnost oplodnje između bilo koja dva genotipa u populaciji jednakata i neovisna o samim genotipovima (dakle, pretpostavlja se jednaka plodnost svih genotipova i nedostatak specifične sklonosti oplodnje između određenih genotipova). Dodatni preduvjet idealne plantaže je i jednak vitalitet svog proizvedenog potomstva. Svi ti preduvjeti često nisu zadovoljeni u sjemenskim plantažama, poglavito klonskim.

Klonske sjemenske plantaže prve generacije uobičajeno se postavljaju bez prethodnih saznanja o plodnosti i uzgojnoj vrijednosti pojedinih klonova, te je u takvim uvjetima logično težiti tome da svi klonovi selekcioniranih plus staba budu predstavljeni sa podjednakim brojem rameta. Međutim, iz različitih razloga taj je uvjet često narušen. Kao što navode KANG i dr. 2001a, u opsežnom istraživanju varijabilnosti efektivnog broja klonova u klonskim sjemenskim plantažama nekoliko vrsta u različitim zemljama, neki od razloga su: dostupnost materijala tj. različit uspjeh cijepljenja, razlike u kvaliteti cijepljenja ovisno o osobama koje cijepe, razlike u otpornosti na biotske i abioticske čimbenike nakon sadnje, razlike u kompatibilnosti sa podlogom, pogreške u označavanju rameta klonova, administrativne i finansijske zapreke u nadopunjavanju itd. Sukladno tome, kao i stvarnim razlikama u plodnosti klonova, fenološkoj inkompatibilnosti između određenih parova, te genetske inkompatibilnosti (uključujući i samo-inkompatibilnost) koja dovodi do slabijeg vitaliteta određenog potomstva, može se očekivati gubitak genetske raznolikosti u potomstvu iz plantaže.

Uzimajući u obzir različite parametre koji utječu na stvaran broj roditelja koji će sudjelovati u genetskoj raznolikosti plantažnog potomstva, jasno je da sam ukupni broj klonova koji su uključeni u plantažu (tzv. Census number) ne daje ni približno dostatnu informaciju o funkcionalnosti konkretnе plantaže u proizvodnji genetski raznolikog sjemena. Veliki utjecaj na stvarni efektivni broj roditelja ima već i utjecaj neravnopravne zastupljenosti različitih klonova u plantaži, ne uzimajući u obzir utjecaj plodnosti, fenologije i sličnih čimbenika po kojima se klonovi, a i same ramete, međusobno razlikuju.

Najveći doprinos razumijevanju procesa oplodnje u plantažama dala je primjena molekularno-genetičkih metoda, ponajviše jezgrinih mikrosatelitskih biljega u roditeljskoj analizi uzoraka potomstva iz plantaže. Pomoću

takvih metoda može se dobiti jasan uvid u genetsku konstituciju potomstva iz plantaže, odstupanja od panmixije, stupanj kontaminacije stranim peludom, udio pojedinih roditelja u potomstvu tj. efektivnu veličinu plantažne populacije itd. Međutim, takve su metode obično preskupe, da bi se rutinski provodile za dobivanje informacija o genetskoj raznolikosti potomstva za potrebe redovnog gospodarenja plantažama. Zbog toga se za procjenu genetske raznolikosti potomstva najčešće koriste različiti procjenitelji efektivne veličine populacije, čija preciznost ovisi o podacima s kojima se raspolaže.

LINDGREN i dr. 1996 uvode tzv. Statusni (efektivni) broj, (Status (effective) number), koji je povezan sa konceptom Grupnog srodstva (Group coancestry (Θ)), tj. vjerojatnošću da su dva gena nasumično uzorkovana iz nekog genetskog izvora jednakog podrijetla. Statusni broj je definiran kao polovica recipročne vrijednosti Grupnog srodstva ($N_s = 0,5/\Theta$). On se može definirati kao "broj međusobno nesrodnih i jednakih fertilnih genotipova u hipotetskoj idealnoj plantaži koji bi, nakon slobodnog opršivanja među potomstvom tih genotipova, rezultirao jednakom količinom inbreedinga, kakvom će rezultirati slobodno opršivanje među postojećim, stvarnim potomstvom genotipova iz određene plantaže."

GÖMÖRY i dr. 2008 na primjeru dvije starije i jedne mlađe sjemenske plantaže običnog bora (*Pinus sylvestris L.*) prikazuju utjecaj različitih, lakše ili teže mjerljivih čimbenika na procjenu Statusnog broja, te ga uspoređuju sa jednostavnijim procjeniteljima efektivne veličine populacije. Naime, autori ispituju da li je Efektivan broj klonova (N_e) (dakle, broj koji ovisi isključivo o broju rameta pojedinih klonova, podrazumjevajući njihovu jednaku plodnost, te slobodno opršivanje) dobar pokazatelj stvarnog stanja očekivane genetske raznolikosti potomstva iz plantaže ili utjecaj čimbenika dodanih u izračun kompleksnijeg procjenitelja, Statusnog broja (N_s), dovodi do značajnih odstupanja od tog jednostavnog procjenitelja. Ispitivani čimbenici su: opažanja ženske i muške plodnosti, fenološka opažanja, točan raspored i položaj rameta u plantaži tj. njegov utjecaj na vjerojatnost opršivanja s obzirom na udaljenost među klonovima. U tom i prethodnom radu iste grupe autora (GÖMÖRY i dr. 2000) navedene su formule i detaljno opisani izračuni Statusnog broja i utjecaj navedenih čimbenika. Autori su došli do zaključka da utjecaj pojedinih čimbenika opada sa starošću plantaže. Naime, kod dvije starije plantaže, koje su već postigle puno plodonošenje, Efektivan broj klonova (N_e) pokazao se prilično dobrim procjeniteljem genetske raznolikosti plantažnih potomstava, (što znači da se dobiveni Statusni brojevi (N_s) nisu uvelike razlikovali od njega). To ne znači da između klonova nisu postojale razlike u ženskoj, a poglavito muškoj plodnosti, ali one nisu značajno utjecale na smanjenje Statusnog broja. Dodavanje fenoloških razlika, te razlika u vjerojatnosti opršivanja, s obzirom na udaljenost, nisu imale osobit utjecaj na smanjenje Statusnog broja.

Dapače, u slučaju jedne od starijih plantaža fenološke razlike čak su dovele do učinka uravnopravnjavanja, jer je fenološka nesinkroniziranost nekih obilno cvjetajućih klonova sa ostatkom plantaže, povećala Statusni broj, smanjujući potencijalni udio tih roditeljskih genotipova u potomstvu.

Međutim, kod najmlađe plantaže situacija je drugačija. Efektivna veličina plantažne populacije primjetno se smanjuje uključenjem svakog novog čimbenika, pri čemu je Statusni broj u svakom od modela značajno manji od Efektivnog broja klonova. Takav rezultat je i očekivan kod mlađih plantaža gdje možemo očekivati veće razlike i nepravilnosti u cvatnji i plodonošenju, uvezši u obzir učinak razlike u dobi rameta, koji se postepeno gubi sa starošću plantaže. U dugogodišnjem istraživanju sjemenske plantaže običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) u Danskoj, KJÆR i WELLENDORF (1998) također primjećuju postepenu promjenu Relativnog statusnog broja sa 29% na 81% u periodu od 20 godina.

MATERIJAL

MATERIAL

U sklopu redovnog gospodarenja proizvodnim klonskim sjemenskim plantažama hrasta lužnjaka „Plešćice” i „Petkovac” provode se godišnje inventure brojnog stanja, sadnje novih, te odumiranja starih rameta.

U godinama kada su izvršene berbe žira zabilježen je urod žira ukupno po klonovima (ukupan urod svih rameta pojedinog klonova) ili ukupan urod u cijeloj plantaži.

U slučaju KSP „Plešćice” korišteni su inventurni podaci, te podaci o urodu za 2003., 2006., 2007., 2008., 2009. i 2010. godinu. 2004. i 2005. godine, po navodu nadležnih djelatnika tvrtke „Hrvatske šume” d.o.o., urod je bio zanemariv, pa stoga nije evidentiran. Nakon 2010. godine zbog organizacijskih se razloga prestalo pratiti urod po klonovima i prešlo se na evidentiranje ukupnog uroda na plantaži, pa je za period 2010.-2017. godine nemoguće procjeniti genetsku raznolikost uroda.

U slučaju KSP „Petkovac” korišteni su inventurni podaci, te podaci o urodu za 2003., 2004., 2005., 2006., 2008., 2009. i 2010. godinu. Za 2007. godinu postojao je samo podatak o ukupnoj masi uroda, koji je te godine bio vrlo nizak. U slučaju KSP „Petkovac” također se nakon 2010. godine napustilo evidentiranje uroda po klonovima i do 2017. godine nisu zabilježeni značajni urodi u plantaži.

METODE

METHODS

Količine i varijabilnost uroda žira po godinama – Amounts and variability of acorn crops in different years

Količine uroda izmjerene su u kg žira, osim 2003. godine za KSP „Petkovac”, kad je zabilježen broj sakupljenih žireva.

Uziman je i uzorak žira po klonovima, te je na osnovu mase i broja žireva u uzorku izračunata prosječna masa žira po pojedinom klonu, s obzirom da je masa i veličina žira povezana s majčinskim stablom tj. genotipom (IVANKOVIĆ i dr. 2011). Na osnovu tog podatka, te mase uroda po klonu za pojedinačne godine uroda, izračunat je urod u broju žireva po klonu, s obzirom da upravo taj podatak predstavlja broj potencijalnih potomaka iz uroda pojedinačnog klonova. Statističke analize u nastavku provedene su po metodama opisanim u KANG i dr. (2010) i ERTEKIN (2010), u programu SAS Release 8.02 (SAS Institute, 2004). Za svaku godinu su izračunati brojevi žireva po klonu zbrojeni u ukupan broj žireva po plantaži. Potom je taj broj podijeljen sa ukupnim brojem klonova u plantaži i prikazan kao prosječan broj žireva po klonu. Za prikaz proizvodnje žireva kroz vrijeme, kao i projekcije budućih uroda, izrađene su polinomijalne regresijske krivulje, na osnovu prosječnih brojeva žireva po klonu, po godinama. Izračunat je koeficijent varijabilnosti (CV) po godinama, po formuli:

$$CV = \frac{sd}{M}$$

gdje je: sd standardna devijacija, a M prosječni broj žireva po klonu.

Za urode u KSP „Plešćice” i „KSP „Petkovac”, u periodu 2011.-2017, kada se bilježio samo ukupni urod, broj žireva po klonu procijenjen je iz ukupne težine uroda sa prosječnom težinom žira svih klonova iz date plantaže, kako bi se na grafikonu prikazao trend plodonošenja u plantažama.

Korelacija godina uroda – Correlation of crops of different years

Korelacijske analize između uroda po godinama, po metodom Spermana i Pearsona (Pearson's product-moment i Spearman's rank correlations) izrađene su pomoću proc corr funkcije u sklopu programa SAS Release 8.02 (SAS Institute, 2004). Pearsonovom metodom uspoređuje se raspodjela uroda žira po klonovima između parova istraživanih godina, a Spearmanovom metodom uspoređuje se poređak udjela klonova u urodimu žiru između istraživanih godina.

Ravnoteža uroda klonova – Clone fructification balance

Ravnoteža uroda klonova je prikazana pomoću kumulativnih krivulja proizvodnje žira, koristeći metodu autora GRIFFIN (1982). Proizvodnja žira po klonu je rangirana uzlazno po količini i kumulativni postotci po klonovima su procijenjeni i stavljeni u odnos sa brojem klonova. Urod po klonovima u pojedinim godinama uspoređen je korelacijskom analizom po Pearsonu sa ukupnim brojem reproduktivno sposobnih rameta klonova. Na osnovu zapažanja zaposlenika na plantaži, kao reproduktivno sposobne, tj. redovito cvatuće, ocijenjene su ramete koje minimalno tri

godine rastu u plantaži. Njihov broj po klonovima uzet je iz redovitih godišnjih inventura u plantažama. Korelacijska analiza izrađene su pomoću proc corr funkcije u sklopu programa SAS Release 8.02 (SAS Institute, 2004)

Procjena efektivnih veličina populacije i genetske raznolikosti potomstva po godinama – *Estimations of effective populations sizes and genetic diversity of crops in different years*

Plodnost klonova definirana je kao potencijalni reproduktivni kapacitet klona i uvjetovana je genetskim i okolišnim čimbenicima. Ženska plodnost u ovom slučaju procijenjena je na osnovu broja proizvedenih žireva po klonu, a muška plodnost pomoću tri potencijalna scenarija, kao u KANG i dr. (2010). Za procjenu efektivnih veličina populacija korišteni su izračuni efektivnih brojeva roditelja.

Ženski efektivni broj roditelja izračunat je na osnovu varijacija u plodnosti klonova (udjela pojedinačnih klonova u broju ukupno proizvedenih žireva), po formuli:

$$N_f = \left(\sum_{i=1}^N f_i^2 \right)^{-1}$$

gdje je,

N – ukupni broj klonova (Census number of clones)

f_i – udio i -tog klona u ukupnoj količini proizvedenog žira

Muška plodnost procijenjena je pomoću tri scenarija koja obuhvaćaju raznolik raspon potencijalnog muškog dopri-nosa u efektivnoj veličini populacije. Te su mogućnosti uvrštene u izračun ukupnog efektivnog broja roditelja N_p , koji se također može nazvati i terminom „Statusni broj“.

Scenarij 1: Pretpostavka: Udio klona u ukupnoj muškoj plodnosti proporcionalan je udjelu broja rameta klona u ukupnom broju rameta u plantaži (tzv. veličini klona).

Pri izračunu veličine klona uzete su u obzir samo ramete dovoljno stare za cvatnju. Broj rameta pojedinog klona po godinama izračunat je na osnovu redovnih godišnjih inventura, uz oduzimanje procijenjenog broja rameta koje u dатој godini nisu bile zrele za cvatnju. Za godine 2003., 2004., 2005. i 2006. u KSP „Petkovac“ podaci inventura nisu bili dostupni, ali je zabilježen točan broj rameta koje su rodile sa bilo kojom količinom žira. Taj je broj rameta korišten za izračun udjela potencijalnih muških roditelja, neovisno o konkretnom udjelu samog uroda tih rameta. Dakle, tako izračunat efektivni muški broj nije jednak ženskom, ali uzima u obzir samo ramete i klonove koji su rodili. Efektivni broj roditelja N_p izračunat je po formuli:

$$N_p = \left(\sum_{i=1}^N p_i^2 \right)^{-1} = 1 / \sum_{i=1}^N \left(\frac{f_i + r_i}{2} \right)^2$$

gdje je,

p_i – ukupni roditeljski doprinos klona, izračunat kao sredina udjela klona u broju žira f_i (ženski udio) i udjela klona u broju potencijalno cvjetajućih rameta r_i (muški udio).

Scenarij 2: Pretpostavka - Udio klona u ukupnoj muškoj plodnosti proporcionalan je udjelu klona u urodu (ženskoj plodnosti) tj. postoji potpuna spolna simetrija. Efektivni broj roditelja N_p izračunat je po formuli:

$$N_p = \left(\sum_{i=1}^N p_i^2 \right)^{-1} = 1 / \sum_{i=1}^N \left(\frac{f_i + f_i}{2} \right)^2 = N_f$$

Scenarij 3: Pretpostavka - Udio klona u ukupnoj muškoj plodnosti jednak je za sve klonove i stoga iznosi $1/N$, gdje je N ukupni broj klonova u plantaži. Efektivni broj roditelja N_p izračunat je po formuli:

$$N_p = \left(\sum_{i=1}^N p_i^2 \right)^{-1} = 1 / \sum_{i=1}^N \left(\frac{f_i + 1/N}{2} \right)^2$$

Pod pretpostavkom da klonovi nisu međusobno srodni, grupno srodstvo Θ (group co-ancestry) izračunato je po formuli:

$$\Theta = 0,5 \sum p_i^2 \quad \text{tj.} \quad \Theta = \frac{1}{2N_p}$$

a očekivana genetska raznolikost uroda sjemena kao:

$$GD = 1 - \Theta$$

Relativni efektivni populacijski brojevi N_r izračunati su kao:

$$N_r = \frac{N_p}{N}$$

Pored ženskih efektivnih brojeva uspoređen je sa poretkom ukupnih količina uroda korelacijom po Spearmanu pomoću proc corr funkcije u sklopu programa SAS Release 8.02 (SAS Institute, 2004)

REZULTATI

RESULTS

Količine i varijabilnost uroda žira po godinama – *Amounts and variability of acorn crops in different years*

U tablici 1. prikazana je evidencija uroda po godinama u KSP „Plešćice“ i KSP „Petkovac“. Urod je u obje plantaže oscilirao po godinama, sa trendom povećanja ukupnih količina uroda, uz prisustvo lošijih godina kada je urod znatno opadao. U tablicu su uključene samo godine kada je u plantažama žir sakupljan po klonovima, tako da nisu prikazani urodi od 2011. – 2017. godine u KSP „Plešćice“ kada je evidentiran samo ukupan urod u plantaži. Najveći urod sakupljen po klonovima u obje plantaže zabilježen je 2010. go-

dine sa prosječnim urodima po klonu $8752,3 \pm 12339,3$ žireva za KSP „Plešćice“, te $4336,7 \pm 6227,5$ žireva za KSP „Petkovac“. 2010. godine je ujedno u KSP „Plešćice“ rodilo i najviše klonova (53/53), dok je u KSP „Petkovac“ najviše klonova rodilo 2008. godine (55/56). Svaki od klonova u obje plantaže rodio je barem jednom u istraživanom razdoblju. Pritom je urod bio prilično neujednačen po klonovima, što se vidi i iz visokih vrijednosti koeficijenata varijabilnosti (CV). Koeficijenti varijabilnosti su obično manji kod obilnijih uroda, što znači da je ujednačenost doprinosa klonova veća. Kod obje plantaže može se primjetiti trend većeg CV kod manjih uroda, premda koeficijenti nisu strogo rangirani kao i količine uroda. Najniža vrijednost CV za KSP „Plešćice“ bio je u 2010. godini, kada je plantaža

i najbolje urodila. Kod KSP „Petkovac“ najniži CV bio je u 2006. godini.

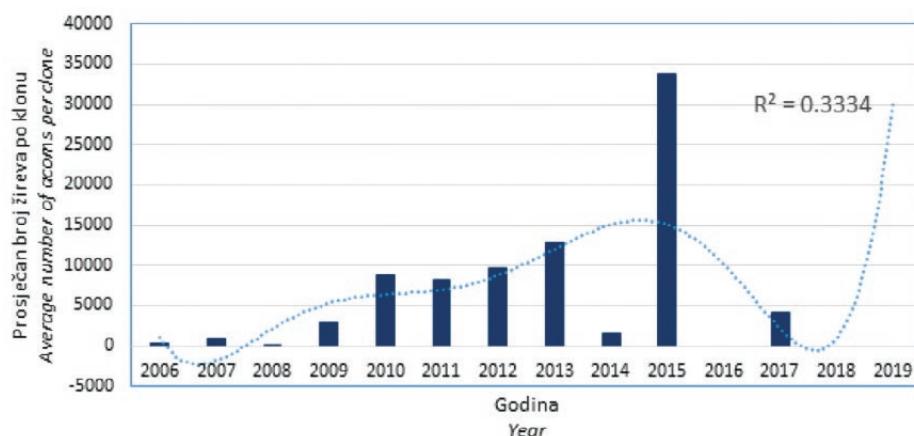
Kod KSP „Plešćice“ nisu zabilježeni urodi za 2004. i 2005. godinu, ali iz osobne komunikacije sa nadležnim osobama iz tvrtke „Hrvatske šume“ d.o.o. doznaće se da je tih godina urod bio zanemariv. Sličan je slučaj za 2007. godinu u KSP „Petkovac“ gdje ne postoji evidencija uroda po klonovima, ali se ukupan urod procjenjuje na cca 15 kg (kao i npr. u 2004. godini).

Na slikama 1. i 2. prikazane su prosječne proizvodnje žira po klonu po godinama za KSP „Plešćice“ odnosno „Petkovac“ za razdoblje 2006.–2017. odnosno 2003.–2017. godine. Najveći ukupni urod od 8190 kg, odnosno cca 33733 žira

Tablica 1. Evidencija uroda u KSP „Plešćice“ i KSP „Petkovac“ po godinama za koje postoje podaci o urodimu po klonovima. Nrk – broj svih klonova koji su rodili bilo kojom količinom uroda, Ukupno žireva – ukupan urod na plantaži, iskazan u broju žireva, Prosjek – Ukupno žireva podijeljeno s ukupnim brojem klonova u plantaži (53-Plešćice, 56-Petkovac). SD – standardna devijacija uroda žira. CV – koeficijent varijabilnosti uroda žira

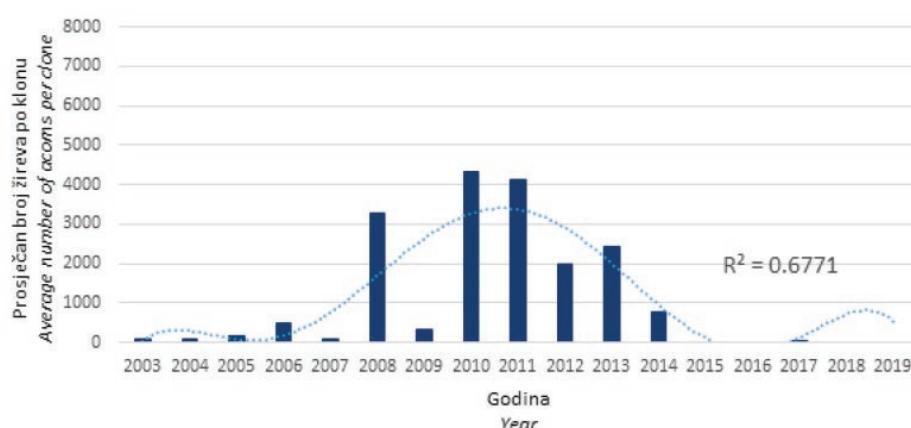
Table 1. Crop records in different years when acorns were collected per clone. Nrk – Number of clones that fructified that year, Acorns total – average number of acorns in the entire crop of that year, Average – Acorns total divided by the overall number of clones in the orchard (53-Plešćice, 56-Petkovac), SD – standard deviation of the crops, CV – coefficient of variability of the crops

KSP „Plešćice“ / CSO „Plešćice“							
Godina / Year	2003	2006	2007	2008	2009	2010	
Nrk/ Nfc	31	38	42	33	52	53	
Ukupno žireva/ Acorns total	3165	18991	46062	4623	152506	463874	
Prosjek (žir/klon)/ Average (acorns/clone)	59,7	358,3	869,1	87,2	2877,5	8752,3	
SD	151,5	1017,2	1472,7	182,7	5840,3	12339,3	
CV	2,538	2,839	1,694	2,095	2,030	1,410	
KSP „Petkovac“ / CSO „Petkovac“							
Godina / Year	2003	2004	2005	2006	2008	2009	2010
Nrk/ Nfc	41	44	40	52	55	53	53
Ukupno žireva/ Acorns total	5524	4580	9087	26359	184547	17228	242857
Prosjek (žir/klon)/ Average (acorns/clone)	98,6	81,8	162,3	470,7	3295,5	307,6	4336,7
SD	313,8	218,6	432,1	478,7	4341,4	413,5	6227,5
CV	3,181	2,673	2,663	1,017	1,317	1,344	1,436



Slika 1. Grafički prikaz prosječne proizvodnje žira po klonu za KSP „Plešćice“, razdoblje 2006.–2017. godina. Dinamika uroda je aproksimirana polinomskom regresijskom krivuljom, s trendom za 2018. i 2019. godinu

Figure 1. Average production of acorns per clone in CSO „Plešćice“ in the period of 2006. – 2017. Crop dynamics is approximated with a polynomial regression curve, including the trend for years 2018 and 2019



Slika 2. Grafički prikaz prosječne proizvodnje žira po klonu za KSP "Petkovac", razdoblje 2003.-2017. godina. Dinamika uroda je aproksimirana polinomskom regresijskom krivuljom, s trendom za 2018. i 2019. godinu

Figure 2.. Average production of acorns per clone in CSO „Petkovac“ in the period of 2003. – 2017. Crop dynamics is approximated with a polynomial regression curve, including the trend for years 2018 and 2019

po klonu zabilježen je u KSP „Plešćice“ 2015. godine. U slučaju KSP „Petkovac“ najveći dosad evidentirani urod ostaje onaj iz 2010. godine. 2015. i 2016. godine urodi su bili slabici nisu bili evidentirani.

Dinamiku uroda kroz godine najbolje opisuje polinomska regresijska krivulja (R^2 vrijednosti prikazane na grafonima), pri čemu treba napomenuti da su obje plantaže još uvijek u uspostavljanju i vjerojatno je još uvijek prerano da bi pravi trend periodiciteta uroda bio vidljiv. Kod plantaže „Plešćice“ bi se na osnovu modela polinomske regresije mo-

glo očekivati relativno loš urod u 2018. godini, a porast uroda u 2019. godini, a kod KSP „Petkovac“ slabiji urodi u obje projicirane godine, ali bolji od zadnjeg uroda. Međutim, treba napomenuti da takva predviđanja nisu pouzdana, jer na količine uroda utječe brojni čimbenici.

Korelacija godina uroda – *Correlation of crops of different years*

U tablici 2. prikazani su Pearsonovi i Spearmanovi koeficijenti korelacije između godina uroda za koje postoje podaci

Tablica 2. Pearsonovi (zeleno) i Spearmanovi (crno) koeficijenti korelacije između godina uroda za KSP "Plešćice" i KSP "Petkovac". Crticama su označene godine za koje ne postoje dostatni podaci. *** označava značajno pri $P < 0.001$; ** značajno pri $P < 0.01$; * značajno pri $P < 0.05$; bez označke – nije značajno.

Table 2. Pearson (green) and Spearman (black) coefficients of correlation among crop years in CSO „Plešćice“ and CSO „Petkovac“. Hyphens mark the years without sufficient data. *** significance of $P < 0.001$; ** significance of $P < 0.01$; * significance of $P < 0.05$; no mark – not significant.

KSP „Plešćice“								
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2003		–	–	0.798***	0.655***	0,091	0,153	0.352**
2004	–		–	–	–	–	–	–
2005	–	–		–	–	–	–	–
2006	0.567***	–	–		0.612***	0,104	0,182	0,270
2007	0.317*	–	–	0.530***		0.569***	0.573***	0.511***
2008	0,263	–	–	0.383**	0.674***		0.709***	0.386**
2009	0,265	–	–	0.497***	0.659***	0.795***		0.505***
2010	0.398**	–	–	0.567***	0.735***	0.722***	0.745***	
KSP „Petkovac“								
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2003		0.580***	0.907***	0,086	–	0.428**	0,046	0.488***
2004	0.749***		0.867***	0,121	–	0.500***	0.379**	0.482**
2005	0.727***	0.764***		0,115	–	0.525***	0,224	0.539***
2006	0.355**	0,165	0,249		–	0,095	0,114	0,019
2007	–	–	–	–		–	–	–
2008	0.472**	0.626***	0.635***	0,163	–		0.529***	0.470**
2009	0.490***	0.503***	0.555***	0.290*	–	0.636***		0.388**
2010	0.559***	0.643***	0.595***	0,085	–	0.724***	0.609***	

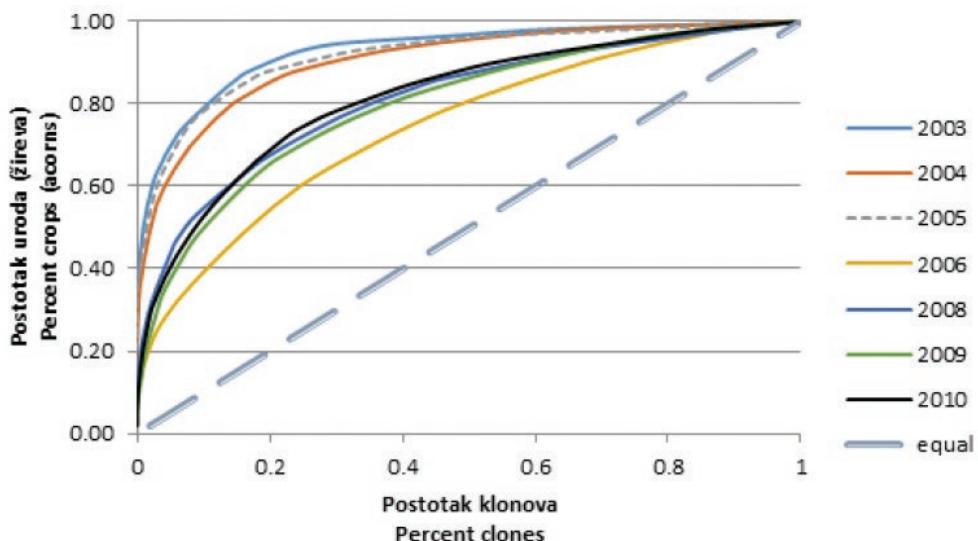
uroda po klonovima, izračunati pomoću postotaka udjela pojedinih klonova u ukupnim urodima po godinama

Signifikantne vrijednosti Pearsonovih koeficijenata korelacije upućuju na to da je raspodjela količine uroda žira po klonovima gotovo svih istraživanih godina visoko korelirana sa raspodjelom uroda drugih godina, uz određene iznimke. Kod obje plantaže, a osobito kod KSP "Petkovac", 2006. godina ističe se kao neovisna, budući da je te godine raspodjela uroda po klonovima očigledno bila različitija od ostalih. Kod obje plantaže te je godine zabilježen dosta slab urod, premda ne i najslabiji. S obzirom da su neke godine slabijih uroda bile u puno boljoj korelaciji sa godinama najboljih uroda, na korelaciju nisu najviše utjecale razlike u količini ukupnog uroda.

Signifikantne vrijednosti Spearmanovih koeficijenata korelacije upućuju na to da je poredak klonova po udjelu u urodu gotovo svih godina također pod velikim utjecajem poredaka drugih godina. U ovom se slučaju kod KSP "Petkovac" ponovo ističe 2006. godina kao različitija od ostalih, dok je kod KSP "Plešćice" najveća razlika u odnosu na druge godine prisutna kod 2003. godine.

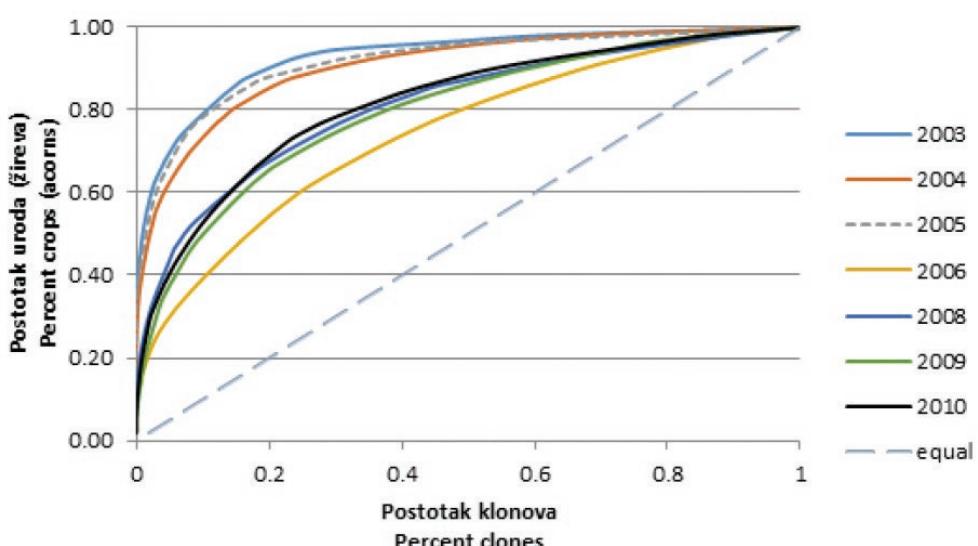
Ravnoteža uroda klonova – *Clone fructification balance*

Na slikama 3. i 4. prikazane su krivulje kumulativne proizvodnje žira po godinama, po postocima rodnih klonova. Ravna linija predstavlja idealnu situaciju u kojoj svi klonovi jednakost doprinose urodu. Kut odstupanja krivulja od ravne



Slika 3. Krivulje kumulativne proizvodnje žira različitih godina u KSP "Plešćice"

Figure 3. Cumulative acorn production curves of different years in CSO „Plešćice”



Slika 4. Krivulje kumulativne proizvodnje žira različitih godina u KSP "Petkovac"

Figure 4. Cumulative acorn production curves of different years in CSO „Petkovac”

Tablica 3. Koeficijenti korelacije između udjela klonova u količini uroda i udjela klonova u broju rameta po godinama**Table 3.** Coefficients of correlation between clone contribution in the amount of crops and clone contribution in the number of ramets in different years

God. / Year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
KSP/CSO "Plešćice"	0,420*	-	-	0,218	0,345*	0,277	0,282	0,343*
KSP/CSO "Petkovac"	0,504***	0,785***	0,498***	0,345*	-	0,460**	0,485***	0,500***

linije prikazuje koliko je u kojoj godini raspodjela uroda po klonovima odudarala od idealne situacije.

Krivulje ravnoteže uroda klonova za obje plantaže prikazuju izrazito neravnomernu raspodjelu uroda po klonova, što znači da manjina klonova doprinosi većinskom količinom uroda.

U slučaju KSP "Plešćice" blizina krivulje idealnoj situaciji ovisila je o ukupnoj količini uroda; što je urod bio manji, to je situacija više odudarala od idealne. Pritom su krivulje donekle ravnomjerno razmaknute jedna od druge. Kod KSP "Petkovac" ne primjećuje se takva pravilnost. Tri najslabija, te tri najbolja uroda grupirala su se u odvojene, skupine krivulja, a specifična 2006. godina, bez obzira na relativno slab tj. osrednji urod, najviše se približila idealnoj situaciji jednakog doprinosa svih klonova.

U uvjetima jednakih plodnosti i sinkroniziranosti klonova doprinos u urodu bio bi razmjeran zastupljenosti klonova (clone size) tj. klonovi s većim brojem rameta značajnije bi doprinosili urodu. U tablici 3. navedeni su koeficijenti korelacije između udjela klonova u urodu (broju žireva) i udjela klonova u broju procijenjeno reproduktivno sposobnih rameta.

Iz tablice 3. može se primjetiti da je u slučaju KSP "Plešćice" ova korelacija bila slabija nego kod KSP "Petkovac". Dapače, u tri od šest promatranih godina ona uopće nije bila značajna. U slučaju KSP "Petkovac" korelacija je bila značajna u svim promatranim godinama, s tim da je najslabija bila upravo u 2006. godini, kad su se udjeli u urodu najviše približili idealnoj situaciji.

Procjena efektivnih veličina populacije i genetske raznolikosti potomstva po godinama – *Estimations of effective populations sizes and genetic diversity of crops in different years*

U tablici 4. navedeni su slijedeći parametri: koeficijent grupnog srodstva (Θ), genetska raznolikost potomstva (GD), ženski efektivni (ili statusni) broj roditelja (Nf), te relativni efektivni broj roditelja (Nr), izračunati isključivo iz podataka o urodu za KSP "Plešćice" i KSP "Petkovac". Ovi se parametri odnose samo na žensku plodnost klonova.

U tablici 5. parametri su izračunati za doprinos obaju roditelja, s tim da se muški doprinos promatra kroz tri teoretska scenarija, opisana u poglavljju Materijal i metode.

Korelacija poretka ženskih efektivnih brojeva klonova za pojedine godine uroda, sa poretkom za količine uroda tih godina (po metodi Spearmana) pokazuje da najveći efektivni brojevi nisu nužno vezani za visoke količine uroda, ali definitivno postoji takva tendencija, s obzirom na visoku korelaciju tih poredaka (KSP "Plešćice" $R = 0,77$, KSP "Petkovac" $R = 0,72$). Za obje plantaže korelacija je statistički značajna na razini $p < 0,05$. (rezultati nisu tablično prikazani).

Kod KSP "Plešćice" najviši relativni ženski efektivni broj (Nrf) bio je u godini najvećeg uroda 2010. i iznosio je 0,34, dok se kod KSP "Petkovac" opet ističe 2006. godina, bez obzira na manju količinu uroda, sa Nrf od 0,52. U godini najvećeg uroda (2010.) u KSP "Petkovac" taj je broj iznosio 0,39.

Najviša genetska raznolikost potomstva (GD), pod pretpostavkom da klonovi nisu međusobno srođni, kod KSP "Plešćice" je u godini 2006. i iznosi 0,9820, dok je kod KSP "Petkovac" u godini 2007. i iznosi 0,9759.

Tablica 4. koeficijent grupnog srodstva (Θ), genetska raznolikost potomstva (GD), ženski efektivni (ili statusni) broj roditelja (Nf), te relativni efektivni broj roditelja (Nr) za ♀ plodnost (proizvodnju žira)**Table 4.** group coancestry (Θ), genetic diversity of crops (GD), female effective (status) number of parents (Nf) and relative effective number of parents (Nrf) for female fecundity (acorn production).

KSP "Plešćice" / CSO "Plešćice"									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	ukupno
Θ	0,0690	–	–	0,0840	0,0360	0,0501	0,0476	0,0278	0,0262
GD	0,9310	–	–	0,9160	0,9640	0,9499	0,9524	0,9722	0,9737
Nf	7,24	–	–	5,95	13,88	9,99	10,51	17,97	19,04
Nrf	0,14	–	–	0,11	0,26	0,19	0,20	0,34	0,36
KSP "Petkovac" / CSO "Petkovac"									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	ukupno
Θ	0,0977	0,0716	0,0711	0,0180	–	0,0241	0,0248	0,0270	0,0203
GD	0,9023	0,9284	0,9289	0,9820	–	0,9759	0,9752	0,9730	0,9797
Nf	5,12	6,99	7,03	27,78	–	20,71	20,19	18,51	24,66
Nrf	0,10	0,13	0,13	0,52	–	0,39	0,38	0,35	0,47

Tablica 5. koeficijent grupnog srodstva (Θ), efektivni (ili statusni) broj roditelja (Np), te relativni efektivni broj roditelja (Nr) za ukupni roditeljski doprinos, izračunat pomoću tri scenarija za ♂ plodnost

Table 5. group coancestry (Θ), effective (status) number of parents (Np) and relative effective number of parents (Nr) for overall parental contribution, based on three scenarios for male fecundity.

KSP "Plešćice" / CSO "Plešćice"									
	Scenarij 1 / Scenario 1			Scenarij 2 / Scenario 2			Scenarij 3 / Scenario 3		
	Θ	Np	Nr	Θ	Np	Nr	Θ	Np	Nr
2003	0,0294	16,98	0,32	0,0690	7,24	0,14	0,0243	20,54	0,39
2006	0,0294	17,03	0,32	0,0840	5,95	0,11	0,0281	17,80	0,34
2007	0,0172	29,08	0,55	0,0360	13,88	0,26	0,0161	31,10	0,59
2008	0,0207	24,20	0,46	0,0501	9,99	0,19	0,0196	25,52	0,48
2009	0,0203	24,59	0,46	0,0476	10,51	0,20	0,0190	26,36	0,50
2010	0,0153	32,77	0,62	0,0278	17,97	0,34	0,0140	35,63	0,67

KSP "Petkovac" / CSO "Petkovac"									
	Scenarij 1 / Scenario 1			Scenarij 2 / Scenario 2			Scenarij 3 / Scenario 3		
	Θ	Np	Nr	Θ	Np	Nr	Θ	Np	Nr
2003	0,0432	11,57	0,22	0,0977	5,12	0,10	0,0316	15,81	0,30
2004	0,0393	12,72	0,24	0,0716	6,99	0,13	0,0251	19,92	0,38
2005	0,0316	15,82	0,30	0,0711	7,03	0,13	0,0250	20,01	0,38
2006	0,0128	39,13	0,74	0,0180	27,78	0,52	0,0117	42,70	0,81
2008	0,0140	35,64	0,67	0,0241	20,71	0,39	0,0132	37,75	0,71
2009	0,0144	34,62	0,65	0,0248	20,19	0,38	0,0134	37,31	0,70
2010	0,0147	34,05	0,64	0,0270	18,51	0,35	0,0140	35,81	0,68

šćice" procijenjena je za godinu najvećeg uroda 2010. i iznosi je $GD = 0,9722$, dok je kod KSP "Petkovac" najviša bila u 2006. godini; $GD = 0,9820$. S obzirom da je ona usko vezana uz koncept efektivnog tj. statusnog broja, smanjuje se sa njegovim smanjenjem.

Usporedbom tri scenarija muškog doprinosa ukupnom efektivnom tj. statusnom broju (Np) vidljivo je da su vrijednosti za prvi, gdje je muški doprinos razmjeran udjelu rameta datog klonu u ukupnom broju rameta, intermedijarne u odnosu na druga dva scenarija. Najniži efektivni brojevi roditelja (Np), a time i najniži relativni efektivni brojevi (Nr), te najviše vrijednosti koeficijenta grupnog srodstva (Θ) dobivene su za drugi scenarij u kojem je muški doprinos jednak ženskome. Te su vrijednosti identične vrijednostima za samo žensku plodnost. Najviši su efektivni brojevi i analogno druge vrijednosti dobivene za treći scenarij u kojem se pretpostavlja jednak muški doprinos svih klonova.

RASPRAVA DISCUSSION

Oplemenjivanje šumskog drveća pomoću tri osnovna koraka; križanja, testiranja i selekcije, nastoji izdvojiti elitne jedinke za uspostavu proizvodnih populacija odnosno sjemenskih plantaža. Takve plantaže u proizvodnji reproduktivskog materijala za podizanje budućih sastojina nastoje obuhvatiti genetsku dobit postignutu oplemenjivanjem, te zadržati zadovoljavajuću razinu genetske raznolikosti (EL – KASSABY 2000). Od sjemenskih plantaža se očekuje da djeluju kao zatvorene, savršene populacije u Hardy-Weinbergo-

voj ravnoteži, kako bi alelne i genotipske frekvencije potomstva dobro predstavljale odabrane roditeljske populacije. U te svrhe nastoji se postići maksimalna jednakost reproduktivnog uspjeha klonova, njihova fenološka sinkroniziranost, te minimalni inbriding i kontaminacija stranom peludi. Idealni uvjeti gotovo nikad nisu postignuti, međutim uspjeh sjemenskih plantaža u očuvanju genetske raznolikosti i ostvarenju genetske dobiti često su zadovoljavajući, usprkos odstupanjima od idealnog modela (XIANG i dr. 2003.)

Poznavanje varijabilnosti plodnosti klonova svakako je ključan čimbenik za gospodarenje sjemenskim plantažama; pogotovo za točan uvid u uspjeh sjemenske proizvodnje, te za predviđanje genetske raznolikosti uroda (KANG i dr. 2001a, 2001b). Postoje razne metode za praćenje ženske i muške plodnosti, koje se temelje na praćenju npr. cvatnje ili uroda, pri čemu je praćenje ženske plodnosti sigurnije i isplativije iz više razloga; 1) Sjeme je glavni izvor prihoda iz sjemenskih plantaža, 2) mnogo peludi dolazi iz vanjskih izvora (kontaminacija), dok se za sjeme pouzdano zna da potječe iz plantaže, 3) sjeme se može sabrati sa poznate majke i prebrojiti, te time dobiti pouzdan podatak o broju uspješnih gameta datog roditelja. Za razliku od navedenog, teže je procijeniti muški doprinos samo praćenjem količine proizvedenog peluda (PRESCHER i dr. 2007). Međutim, FUNDA i dr. (2009) navode brojne studije koje ukazuju na slabu korelaciju muške i ženske plodnosti unutar raznih plantaža, te ističu važnost spoznaja i o muškoj plodnosti za razvijanje točnijih matematičkih modela za optimizaciju genetske dobiti i genetske raznolikosti u potomstvu iz sjemenskih plantaža.

Dvije klomske sjemenske plantaže u ovom istraživanju još su relativno mlade, jer se i dalje nadopunjaju rametama. Stoga ne ispunjavaju u potpunosti svoju funkciju, niti količinama uroda, niti proizvedenom genetskom raznolikošću. Kod mlađih plantaža puno je vidljiviji i jači utjecaj pojedinačnih odstupanja od idealne populacije u kojoj potomstvo nastaje slobodnim oprašivanjem klonova, kao što su nejednakost u plodnosti, fenološka nesinkroniziranost i slično (GÖMÖRY i dr. 2008). Nepovoljni utjecaji najčešće su vidljiviji i u godinama lošeg uroda, što je uglavnom potvrđeno i u ovom istraživanju (tablica 4, slike 3., 4.). Ta se tendencija dobro vidi na podacima iz KSP „Plešćice“, a pokazuje neka odstupanja za KSP „Petkovac“, gdje se 2006. godina izdvaja po najboljim vrijednostima svih traženih parametara, bez obzira što količina uroda nije bila najveća te godine. Na njenu specifičnost dodatno upućuje činjenica da su genetska raznolikost potomstva i statusni brojevi povoljniji čak i od istih parametara za ukupno promatrano razdoblje (tablica 4). Uobičajen je slučaj, a to je potvrđeno i u KSP „Plešćice“, kao i u ostalim godinama uroda iz KSP „Petkovac“, da su procjene tih parametara za metapopulaciju potomstva u svim godinama više od pojedinačnih godina, zbog čega se ponekad preporuča korištenje šumskog reproduksijskog materijala iz više uroda, radi povećanja genetske raznolikosti budućih sastojina (ERTEKIN, 2010).

Za točniju interpretaciju podataka o urodu neophodna su daljnja praćenja, podržana snimanjem meteoroloških uvjeta na samim plantažama, te sustavnim praćenjem djelovanja štetnika i elementarnih nepogoda. Od velike bi koristi bilo i provođenje DNK analize potomstva iz plantaže, radi jasne slike o obrascu oplodnje unutar plantaže, postotku kontaminacije, te mogućnosti procjene točnosti podataka o genetskoj raznolikosti potomstva, dobivenih jednostavnijim metodama praćenja cvjetanja i uroda. FUNDA i dr. (2011), na primjeru plantaže četinjača, usporedbom rezultata DNK analize genetske raznolikosti potomstva pomoću jezgrinih mikrosatelita i procjene raznolikosti jednostavnijim i jeftinijim metodama praćenja cvjetanja i uroda, dolaze do zaključka da su potonje dovoljno precizne u procjeni prave raznolikosti. Pri tome ustanovljuju koje metode procjene efektivnog i statusnog broja, te genetske raznolikosti su najtočnije. Na sličan način bilo bi dobro usporediti i procjene dobivene ovim istraživanjem.

Što se tiče različitih scenarija muškog doprinosa u plantažama (tablica 5), jasno je da oni predstavljaju samo grubu teoretsku prepostavku stvarnog doprinosa, koja pritom i ne uzima u obzir doprinos kontaminacije stranom peludi. KANG i dr. (2010) primjenjuju iste scenarije za plantažu hrasta *Quercus acutissima* i na temelju osobnog promatranja zaključuju da je prvi scenarij, u kojem je muški doprinos razmjeran broju rameta, najrealniji. Na

tom tragu su i okvirne informacije dobivene sa terena za KSP „Petkovac“. Naime, navodno se na većini reproduktivno sposobnih rameta mogu pronaći muški cvjetovi, ali ne postoje podaci o njihovoj obilnosti na konkretnim rametama/klonovima. S obzirom da se inače muški doprinos ne može potpuno jasno odrediti, jer se bez DNK analize ne može točno potvrditi koji je broj gameta rezultirao plodovima, već samo procijeniti na temelju obilnosti praćenog cvjetanja, pretpostaviti će se da je i u slučaju ovih plantaže procjena ukupnog efektivnog broja najrealnija za prvi scenarij. Za točniju procjenu potrebno je provesti sistematsko praćenje muškog cvjetanja, te potvrditi njegovu učinkovitost provedbom DNK analize (KANG i dr. 2010).

Rezultati za žensku plodnost (tablica 4) ukazuju na loše stanje jednakosti reproduktivnog uspjeha u plantažama, ali postoji tendencija poboljšanja sa povećanjem količine uroda. S obzirom da se sjemenske plantaže još uvijek nadopunjavaju i da su klonovi neravnomjerno zastupljeni rametama zbog različite uspješnosti primitka i osjetljivosti pojedinih klonova, jednak doprinos još ne može biti postignut. U ovoj dobi plantaže, efektivni broj klonova još je pod velikim utjecajem odstupanja uvjeta u plantaži od uvjeta idealne populacije. Sa starošću plantaže klonovi se sve više ujednačavaju i utjecaj pojedinačnih čimbenika, kao što je fenološka nesinkroniziranost, postaje manji. Npr. u ove dvije plantaže klonovi pokazuju fenološku nesinkroniziranost (FRANJIĆ i dr. 2011, 2009), međutim teoretski izračuni ukazuju na to da glavni utjecaj na genetsku kompoziciju potomstva iz zrelijih plantaže ima obilnost, a ne vrijeme cvjetanja pojedinih klonova (GÖMÖRY i dr. 2008, PRESCHER i dr. 2007). Kod sjemenskih plantaže prve generacije, gdje roditelji nisu u međusobnom srodstvu, glavni uzrok genetske erozije potomstva upravo je razlika u plodnosti klonova, a ne samooplodnja (KANG i dr. 2010). Stoga poseban naglasak treba staviti upravo na postizanje što ravnopravnije zastupljenosti klonova primjenom različitih mjera, kao što su genetski utemeljene prorede ili selektivno sabiranje sjemena (FUNDA i dr. 2009). Autori također navode da je plodnost klonova u pravilu varijabilna tijekom godina i da modeli sabiranja uroda i postizanja maksimalne genetske raznolikosti i dobiti u potomstvu treba primjenjivati na osnovu konkretnih uroda date godine. S većom starošću plantaže očekuje se obilnije i genetski uravnoteženije urode i tada je moguće primjeniti odgovarajuće modele selektivnog sabiranja sjemena (FUNDA i dr. 2009), kako bi se postigla maksimalna dobit i zadovoljavajuća genetska raznolikost šumskog reproduksijskog materijala.

Dakako, za primjenu tih mjera potrebna su sukcesivna višegodišnja praćenja cvjetanja/uroda, kao i saznanja o genetskoj dobiti dobivena testiranjem potomstva i uzgajne vrijednosti klonova. Zbog svega toga je apsolutno

preporučljivo da se daljnje sakupljanje uroda u ovim klon-skim sjemenskim plantaža obavlja odvojeno po klonovima, jer se jedino na taj način može doći do relevantnih informacija o doprinosu pojedinih klonova genetskoj raznolikosti potomstva.

LITERATURA

REFERENCES

- BOGDAN, S., D. BEDENIKOVIĆ, M. IVANKOVIĆ, 2008: Rezultati genetičkog testa s familijama dobivenim slobodnim opršivanjem plus stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) iz sjemenske regije Srednja Podravina, Radovi, 43 (2): 93–114, Jastrebarsko
- BOGDAN, S., D. KAJBA, I. KATIČIĆ, 2004: Genetic Variation in Growth Traits in a *Quercus robur L.* Open-Pollinated Progeny Test of the Slavonian Provenance. *Silvae Genet.*, 53 (5–6): 198–201, Frankfurt
- EL-KASSABY, Y.A., 2000: Effect of forest tree domestication on gene pools. U: A.YOUNG, D. BOSHIER, T. BOYLE, (ur.) *Forest Conservation Genetics: Principles and Practice*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). CSIRO Publishing-CABI Publishing, 13: 197–213, Canberra
- ERIKSSON, G., I. EKBERG, 2001: An Introduction to Forest Genetics. Chapter 6: 60–61 SLU, Uppsala.
- ERTEKIN M., 2010: Clone Fertility and Genetic Diversity in a Black Pine Seed Orchard. *Silvae Genet* 59 (4): 145–151, Frankfurt
- FRANJIĆ J., K. SEVER, S. BOGDAN, Ž. ŠKVORC, D. KRSTONOŠIĆ, I. ALEŠKOVIĆ, 2011: Phenological Asynchronization as a Restrictive Factor of Efficient Pollination in Clonal Seed Orchards of Pedunculate Oak (*Quercus robur L.*). *CROJFE*, 32 (1): 141–156, Zagreb
- FRANJIĆ J., S. BOGDAN, Ž. ŠKVORC, K. SEVER, D. KRSTONOŠIĆ., 2009: Phenological synchronisation of pedunculate oak clones from clonal seed orchards in Croatia. U: Matić S & Anić I (ur.), Zbornik radova sa znanstvenog skupa: Šume hrasta lužnjaka u promjenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima HAZU- Centar za znanstveni rad Vinkovci: 153–168, Vinkovci - Zagreb
- FUNDA T., C. LIEWLAKSANEEYANAWIN, I. FUNDOVA, B.S.K. LAI, C. WALSH, i dr., 2011: Congruence between clonal reproductive investment and success as revealed by DNA-based pedigree reconstruction in seed orchards of lodgepole pine, Douglas-fir, and western larch, *Can J Forest Res.*, 41: 380–389, Ottawa
- FUNDA T., M. LSTIBURAK, P. LACHOUT, J. KLAPSTE, Y.A. EI-KASSABY, 2009: Optimization of combined genetic gain and diversity for collection and deployment of seed orchard crops. *Tree Genet Genom* 5(4): 583–593, Heidelberg
- GÖMÖRY, D., R. BRUCHÁNIK, L. PAULE, 2000: Effective population number estimation of three Scots pine (*Pinus sylvestris L.*) seed orchards based on an integrated assessment of flowering, floral phenology, and seed orchard design. *Forest Genetics* 7(1): 65–75, Zvolen
- GÖMÖRY D., R. LONGAUER, L. PAULE, R. BRUCHÁNIK, 2008: Factors affecting effective population size estimation in a seed orchard: a case study of *Pinus sylvestris*, U: LINDGREN D (ur.) *Seed Orchard Conference*, Umeå, Sweden, 26–28 September 2007: 242–254, Umeå
- GRIFFIN A.R., 1982: Clonal variation in radiata pine seed orchards. I. Some flowering, cone and seed production traits. *Aust For Res* 12: 295–302, Canberra
- IVANKOVIĆ, M., M. POPOVIĆ, S. BOGDAN, 2011: Varijabilnost morfometrijskih svojstava žireva i visina sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) iz sjemenskih sastojina u Hrvatskoj. *Sumar List* 135(13): 46–57, Zagreb
- KAJBA D., I. KATIČIĆ, S. BOGDAN, 2011: Estimation of Genetic Parameters in Open Pollinated Progeny Trials from Plus Trees of Pedunculate Oak (*Quercus robur L.*) Selected in Posavina and Podravina and Podunavlje Seed Zones *CROJFE*, 32 (1): 177–192, Zagreb
- KAJBA, D., N. PAVIČIĆ, S. BOGDAN, I. KATIČIĆ, 2007: Pomotehnički zahvati u klonskim sjemenskim plantažama listača. *Sumar List*, 131 (11-12): 523–528, Zagreb
- KANG, K. S., A. M. HARJU, D. LINDGREN, T. NIKKANEN, C. ALMKVIST, G. U. SUH, 2001a: Variation in effective number of clones in seed orchards. *New For.* 21: 17–33, Berlin
- KANG, K. S., D. LINDGREN, T. J. MULLIN, 2001b: Prediction of genetic gain and gene diversity in seed orchard crops under alternative management strategies. *Theor Appl Genet* 103: 1099–1107, Berlin
- KANG, K.S., C.S. KIM, Y.A. EL-KASSABY, 2010: Clonal variation in acorn production and its effect on effective population size in a *Quercus acutissima* seed orchard. *Silvae Genet* 59 (4): 170–175, Frankfurt
- KJÆR, E.D., H. WELLENDORF, 1998: Studies on the effect of unequal flowering on the effective population number in Danish seed orchard crops. *Forest Tree Improvement* 26(5): 1–9, Copenhagen
- LINDGREN, D., L.D. GEA, P.A. JEFFERSON, 1996: Loss of genetic diversity monitored by status number. *Silvae Genet* 45:52–59, Frankfurt
- PRESCHER F., D. LINDGREN, C. ALMQVIST, J. KROON, T. A. LESTANDER, T. J. MULLIN, 2007: Female fertility variation in mature *Pinus sylvestris* clonal seed orchards. *Scand J For Res* 22(4): 280–289, Stockholm
- SAS Institute, 2004: SAS/STAT® 9.1 User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SKRØPPA T., 2005: Ex situ conservation methods. U: Th. Guberek, J. Turok (ur.), *Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe*. Arbora, 567–581, Zvolen
- VIDAKOVIĆ, M., 1996: Podizanje klonske sjemenske plantaže hrasta lužnjaka. U: KLEPAC, D. (ur.) *Hrast lužnjak (*Quercus robur L.*) u Hrvatskoj*. HAZU, Centar za znanstveni rad Vinkovci i "Hrvatske šume" d.o.o. 1996 : 127 – 138., Vinkovci – Zagreb
- VIDAKOVIĆ, M., D. KAJBA, S. BOGDAN, V. PODNAR, J. BEĆAREVIĆ 2000: Estimation of genetic gain in a progeny trial of pedunculate oak (*Quercus robur L.*). *Glas Šum Pokuse*, 37: 375–381, Zagreb
- WHITE, T. L., W. T. ADAMS, D. B. NEALE. 2007: *Forest Genetics*. CABI International, 682 str., London
- XIANG, B., B. LI, S. E. MCKEAND, 2003: Genetic gain and selection efficiency of loblolly pine in three geographic regions. *For. Sci.* 49: 196–208, Bethesda

SUMMARY

In this study we wanted to investigate different parameters providing informations about the efficassy of orchards in producing genetically diverse progeny. We used available inventory data from the company „Croatian Forest“ ltd. about the numbers and the age of ramets, as well as evidenced crops in two clonal seed orchards (CSOs) of pedunculate oak : CSO „Plešćice“ and CSO „Petkovac“.

For CSO „Plešćice“ we used inventory data on ramets and crops for the years 2003, 2006, 2007, 2008, 2009 and 2010. and for CSO „Petkovac“ for the years 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009 and 2010. After 2010 the collection of crops per clone was abandoned in both orchards and we only have data for overall crops in the orchards, until the year 2017.

We calculated the amounts and variability of acorn crops in different years, as well as projections of crops for years 2018 and 2019 based on polynomial regression curves, for all years of evidenced crops between years 2003 and 2017. Results are shown in Table 1 and Figures 1 and 2. All other analysis were possible only for years in which crops were collected separately by clones.

We used Pearson's product-moment and Spearman's rank correlations to compare distributions of crops per clones between pairs of investigated years, ie. rank of clones in crops production between investigated years. Both correlations were mostly statistically significant with some exceptions (Table 2)

Clone fructification balance described by cummulative curves of acorn production in different years, per percentage of fructifying clones is shown in Figures 3 and 4. Clone balance curves in both orchards show irregular distribution of crops per clones, meaning that in investigated years minority of clones contributed to majority of crops. In conditions of equal clone fertility and maximal sincronicity of clones, clone's contribution to crops would be in concordance with the number of its ramets (clone size). Table 3 shows that in CSO Plešćice this correlation was weaker then in CSO Petkovac and, unlike in CSO Petkovac, not significant in all years.

Estimations of effective population sizes and genetic diversity of crops in different years is shown for female clone fertility in Table 4. For calculations of biparental contribution of clones, we used three scenarios encompassing various versions of potential male contribution in effective population sizes. Results are shown in Table 5. The values of effective (status) number of parents (N_p) for the first scenario, where male contribution is proportionate to the percentage of clone's ramets in the overall number of ramets of all clones, is intermediate between the other two scenarios. Lowest effective (status) number of parents (N_p) and highest values of group ancestry coefficients (Θ) result from the second scenario where male contribution is equal to female. The highest effective numbers are gained for third scenario where equal male contribution of all clones is presumed.

In both CSOs, Spearman rank correlation between female effective numbers (N_p) and overall crops in different investigated years is statistically significant at $p < 0,05$ level.

These two CSOs are still filled with new ramets and are still relatively young. With increasing age and ramets' tree sizes better results in crops and its genetic diversity are expected. For implementation of measures of crops genetic diversity estimations, it is necessary to monitor successively flowering and fructification in the CSOs through the years. The monitoring can then be combined with knowledge on genetic gain and clones' breeding values obtained through recently established CSOs progeny trials. Therefore, we recommend collection of CSOs' crops separately by clones, because without expensive molecular analysis it is the only way to get relevant information of individual clones contribution to genetic diversity of crops produced in the CSOs.

KEY WORDS: Pedunculate oak, clonal seed orchards, variability of the amounts of crops in different years, genetic diversity of crops, clone fructification balance



Originalni STIHL lanci za pile: vrhunska kvaliteta i pouzdanost

STIHL kvaliteta razvoja: STIHL je jedini proizvođač motornih pila u svijetu koji je sam razvio svoje lance i vodilice. Na taj način se osigurava savršena usklađenost svih triju komponenti prilikom rada- pile, lanca i vodilice.

STIHL proizvodna kvaliteta: STIHL lanci izrađeni su " Švicarskom preciznošću " u STIHL tvornici u Wilu (Švicarska). Proizvode se na specijalnim strojevima koje su također razvijeni i proizvedeni od strane firme STIHL.

Vrhunska rezna učinkovitost: STIHL- ovi lanci za pile neće svoju kvalitetu i preciznost u rezanju pokazati samo na STIHL motornim pilama, nego i na pilama drugih proizvođača.

DENDROLOŠKE ZNAČAJKE ARBORETUMA TRSTENO

DENDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE TRSTENO ARBORETUM

Marilena IDŽOJTIĆ¹, Igor ANIĆ^{1*}, Ivan ŠIMIĆ², Maja Anastazija KOVAČEVIĆ³, Igor POLJAK¹

SAŽETAK

Arboretum Trsteno je povijesni ladanjski posjed s perivojima, starim maslinicima i prirodnom vegetacijom, kojim upravlja Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti. Povijest ladanjske cjeline može se pratiti od 1494. godine, a Arboretum površine 28 ha osnovan je 1948. godine. Radi utvrđivanja sadašnjega bogatstva drvenastih svojti, biljke su determinirane tijekom 2017. i 2018. godine. Napravljena je dendrološka analiza te je učinjena usporedba sadašnjega bogatstva dendroflore u odnosu na literaturne podatke dostupne iz sredine i kraja prošloga, kao i početka ovoga stoljeća. U Arboretumu Trsteno sada raste 317 drvenastih svojti, od čega je 233 vrsta, 8 podvrsta, 2 varijeteta, 10 križanaca i 64 kultivara. Svojte pripadaju u 179 različitih rodova iz 82 porodice. Golosjemenjača je 19 svojti, a kritosjemenjača 298 svojti. Svojti autohtonih u Hrvatskoj je 84, odnosno 26 %, a među njima prevladavaju mediteranske biljke. Od egzotičnih vrsta i podvrsta, odnosno onih koje rastu isključivo izvan europskoga kontinenta, najviše je azijskih vrsta (64), zatim slijede vrste s područja Amerike (45 vrsta), Afrike (14 vrsta) i Australije (6 vrsta). Jedinstvene ili vrlo rijetko prisutne svojte u Hrvatskoj su npr. *Acacia cyclops* A. Cunn. ex G. Don, *A. karoo* Hayne, *Albizia amara* (Roxb.) B. Boivin, *Callitris preissii* Miq., *Casuarina cunninghamiana* Miq., *Persea indica* (L.) Spreng., *Retama sphaerocarpa* Raf., *Schinus weinmannifolius* Engl. i *Vitex negundo* var. *heterophylla* (Franch.) Rehder. Od prvog popisa biljaka prije 65 godina do danas u Arboretum su unošene nove svojte. Ukupan broj svojti povećan je s 226 na 317. Tome je znantno pridonijelo obogaćanje zbirk pojedinih rodova, ali također i revizije prijašnjih determinacija koje su donijele na svjetlo brojne stare kultivare, kao npr. rodova *Olea*, *Citrus*, *Aloe*, *Pelargonium* i dr. Svojti koje su se od popisa 1953. godine do danas zadržale u Arboretumu je 148, što znači da je od današnjih 317 svojti nešto manje od pola bilo u Arboretumu i prije 65 godina. To je posljedica djelovanja niza čimbenika, uključujući klimu, uvjete uzgoja, požare, ali i bolesti i štetnike. Egzotične biljke toplih područja drugih kontinenata uglavnom su dobro prilagođene na stanišne uvjete u Arboretumu, međutim, povremeno stradaju od ekstremno niskih temperatura koje traju više dana. Arboretum Trsteno jedini je naš arboretum koji je pod upravom znanstvene institucije – Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti te ispunjava zadatke postavljene pred povijesni arboretum u suvremenom svijetu.

KLJUČNE RIJEČI: Arboretum Trsteno, Hrvatska, Mediteran, drveće, grmlje, polugrmovi, dendrološka analiza

UVOD

INTRODUCTION

Arboretum Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Trstenom ili kraće Arboretum Trsteno, naziv je za arhitektonsku cjelinu povijesnoga ladanjskog posjeda s perivojima,

starim maslinicima i površinama pod prirodnom vegetacijom. Perivoj u Trstenom je 1948. godine proglašen zaštićenom prirodnom rijetkošću. Iste godine je osnovan Arboretum – stanica za introdukciju stranih vrsta drveća i grmlja u sastavu Ministarstva šumarstva FNRJ. Arboretum je 1951.

¹ Prof. dr. sc. Marilena Idžožić, midzotic@sumfak.hr; akademik Igor Anić, ianic@sumfak.hr; doc. dr. sc. Igor Poljak, ipoljak@sumfak.hr; Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Svetosimunska 23, 10000 Zagreb

² Dr. sc. Ivan Šimić, arbor@hazu.hr; Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Arboretum Trsteno, Potok 20, Trsteno, 20235 Zaton Veliki

³ Dr. sc. Maja Anastazija Kovačević, canosana@yahoo.com, Potok 15, Trsteno, 20235 Zaton Veliki

* Korespondencija: akademik Igor Anić, ianic@sumfak.hr

godine predan Jugoslavenskoj akademiji znanosti i umjetnosti u Zagrebu (danasm HAZU). Od 1962. godine Arboretum Trsteno ima svojstvo zaštićenog objekta prirode kao spomenik prirode/spomenik vrtne arhitekture – arboretum, te je upisan u registar zaštićenih objekata prirode. Godine 1967. utvrđuje se da ljetnikovac Gučetić – Gozze u Trstenom ima svojstvo spomenika kulture te se upisuje u registar nepokretnih spomenika kulture. U članku 235. Zakona o zaštiti prirode (NN 80/13) piše da zaštitu i upravljanje Arboretumom Trsteno nastavlja provoditi Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti sukladno Zakonu o Hrvatskoj akademiji znanosti i umjetnosti (NN 65/09), uz odgovarajući primjenu ovoga Zakona. Uprava za zaštitu kulturne baštine Ministarstva kulture Republike Hrvatske 2017. godine donijela je Rješenje kojim Ladanjska cjelina obitelji Gozze i Arboretum Trsteno imaju svojstvo kulturnog dobra, a sve prema Zakonu o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (NN 44/17).

Povijest ladanjske cjeline u Trstenome počinje izgradnjom perivoja Gučetićeva ljetnikovca u razdoblju od 1494. do 1502. godine. Njegovo značenje Šćitaroci i Kovačević (2014) opisuju činjenicom kako je to "jedini sačuvani dubrovački perivoj čiji je razvoj u pet proteklih stoljeća tekao evolucijskim rastom tijekom stilskih etapa i prostornoga širenja na veću površinu. Od jednostavne, ranorenansne kompozicije dubrovačkoga perivoja u kasnorenansnoj i baroknoj etapi razvija se izrazita jednoosna konцепцијa, koja se kao prepoznatljiva osobujnost zadržala do danas." Istraživanjima je utvrđen vremenski slijed njegovih vlasnika od početka izgradnje 1494. godine do danas, koji je pokazao izmjenu 14 vlasnika Gučetića do današnjega vlasnika Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Ladanjski posjed Gozze neposredno nakon Drugog svjetskog rata je prešao iz privatnog u državno vlasništvo eksproprijacijom. Nakon stavljanja pod upravu današnje Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu, ladanjska cjelina se prenamjenjuje. Osniva se Arboretum, perivoj i ljetnikovac se otvaraju posjetiteljima, a na dijelu poljodjelskih površina počinju znanstvena istraživanja poljoprivrede i šumarstva. Akademija za prvič voditelja Arboretuma Trsteno imenuje šumarskoga stručnjaka, akademika Aleksandra Ugrenovića, koji 1953. godine izdaje monografiju pod naslovom "Trsteno – Arboretum i stanica Instituta za eksperimentalno šumarstvo Jugoslavenske akademije" u kojoj su opisani njegova povijest, osnivanje, trenutno stanje i budući zadaci. Pojam i zadatak arboretuma prema Ugrenoviću (1953) "shvaćen je na način i po opsegu, kako se to čini na Zapadu, a posebice u anglo-saksonskim zemljama. U najširem značenju arboretum je ili samostalni prostor ili dio botaničkog vrta, u kojem se drveće i grmlje uzgajaju u znanstvene, ornamentalne i uzgojne svrhe. U užem značenju od arboretuma se traži da ima znanstveni, ekonomski i kulturni aspekt u područjima botanike, šumarstva, poljoprivrede i hortikulture."

Tijekom vojnog napada na Dubrovačko primorje i Trsteno 2. listopada 1991. godine, kada je zapaljivom municijom izazvan požar velikih razmjera, izgorjela je sva priobalna vegetacija Dubrovačkog primorja i 80 % površine Arboretuma. Sačuvana je samo površina povijesnih perivoja, ali također mjestimice spaljena. Tijekom vojne okupacije od 7. studenoga 1991. do 25. svibnja 1992. godine Arboretum je bio poprište ratnih aktivnosti, razaranja i pljačke. U požaru je izgorjela stara šuma alepskog bora i čempresa, makija, maslinici, rasadnik, staklenik te djelomično parteri ispred i uz ljetnikovac. Nakon napada i uništenja vegetacije požarom do daljnih šteta na kultiviranoj vegetaciji perivoja došlo je tijekom sedmomjesecne okupacije zbog povremene nedostatka vode te odsutnosti redovnog održavanja, njege i zaštite. To se najviše odrazilo na mladim biljkama u uzgoju te je izgubljeno 48 novih svojti planiranih za obogaćenje dendrološke zbirke (Kovačević 1993, 1999). Stari i jedinstveni primjeri povijesnih nasada preživjeli su nepovoljno razdoblje, ali poneki uz trajna oštećenja.

U monografiji Ugrenović (1953) objavljeni su rezultati prvog florističkog istraživanja u Arboretumu koje je obavio akademik Ivo Pevalek u svom "Pregledu drveća, grmlja i ostalog bilja, koje se nalazi u Trstenom, prikazan po familijama" gdje navodi preko 200 vrsta, od čega 68 spontanih. Sljedeća istraživanja kultivirane i autohtone flore napravila je Kovačević u razdoblju od 1995. do 1998. godine, kada je utvrđeno 400 kultiviranih i 528 autohtonih svojti (Kovačević 1998c). Posljednja inventura postojećeg stanja zbirke kultiviranih vrsta koju su obavili Kovačević i Šimić (2007) pokazala je broj od 465 svojti vaskularnih biljaka. Taksonomskom analizom dobila se podjela na 111 porodica, 265 rodova, 377 vrsta, 6 podvrsta i 98 varijeteta, formi i kultivara. U sva tri prethodno navedena popisa svojti osim drvenastih biljaka nalaze se i trajnice, jednoljetnice i dvoljetnice. U ovome radu analiza je napravljena samo za drvenaste biljke. Arboretum je ponajprije zbirka drvenastih svojti, pa je cilj ovoga rada bio prikaz i analiza drveća, grmlja i polugrmova prisutnih u Arboretumu Trsteno. Utvrđivanju sadašnjega bogatstva biljaka u Arboretumu pristupilo se radi skorašnje izrade smjernica za buduće, dugoročno gospodarenje biljkama u Arboretumu, kao i planirane izrade tiskanih materijala za turiste. Popis svojti od prije 65 godina (Ugrenović 1953) jedini je objavljen i javno dostupan popis biljaka u Arboretumu Trsteno. Popis svojti od prije 20 godina (Kovačević 1998c) je interni, nerecenzirani rukopis, a popis od prije 11 godina (Kovačević i Šimić 2007) je interna, nerecenzirana studija. Dodatni razlog inventure biljaka bila je ekstremno niska temperatura u siječnju 2017. godine koja je trajala više dana i uzrokovala smrzavanje nekih osjetljivih biljaka. Također, u Arboretumu je bilo nedeterminiranih svojti, kao i svojti za koje je trebalo ispraviti pogrešnu determinaciju. Od prethodnih popisa važeći znanstveni nazivi dijela biljaka su se promijenili, što je također trebalo uskladiti.

MATERIJAL I METODE

MATERIAL AND METHODS

Područje istraživanja – Research area

Arboretum Trsteno se nalazi u mjestu Trsteno, u Dubrovačkom primorju, 25 km zapadno od Dubrovnika. Prostire se na površini od 28 hektara. Proteže se u dužini od 1 km, u smjeru istok – zapad, između mora i Jadranske turističke ceste, na obronku južne izloženosti, u rasponu nadmorskih visina od 0 do 80 m.

Matičnu geološku podlogu čine gornjotrijaski, donjojurski i gornjokredni vodopropusni vapnenci te mjestimice vodo-nepropusne, klastične, gornjoeocenske flišne naslage (Herak 1991). Tektonsko obilježje terena pokazuje visoki stupanj razlomljenosti, a osnovna značajka su rasjednute bore, što području daje obilježje "ljuskave strukturne građe". Takve strukturno-tektonske značajke imaju odlučujuću ulogu u razvoju i prisutnosti hidrogeoloških pojava. Vodonepropusne klastične naslage fliša s hidrogeološkom funkcijom potpune barijere omogućile su formiranje jednog većeg, stalnog i nekoliko manjih periodičnih izvora vode (Buljan i Miklin 2004). U pedološkoj studiji Arboretuma Trsteno, Gračanin (1952) izdvaja četiri vrste tala: smeđa karbonatna tla, humizirane crvenice, crnice i apsolutno skeletna salinizirana tla.

Područje Arboretuma obilježava tipična klima sredozemnih obala, podtip po Köppenu *Csa*. Njena su obilježja blaga zima te vruće, suho i vedro ljeto s tri puta manjom količinom oborine u najsušem ljetnom mjesecu nego u najkišovitijem zimskom mjesecu (Penzar i Penzar 2000). U razdoblju od 1970. do 1991. godine u Arboretumu je postojala meteorološka stanica za svakodnevno motrenje meteoroloških, klimatoloških i agrometeoroloških čimbenika, kao službena postaja Državnoga hidrometeorološkog zavoda u Zagrebu. Motrenje je prekinuto početkom listopada 1991. godine zbog vojnog napada i okupacije Trstenoga i šireg dubrovačkog područja, kada je meteorološka stanica potpuno uništena. Slijedom podataka dvadesetogodišnjih mjerenja, dobivene su prosječne vrijednosti i prikazane klima dijagramom (Kovačević 1998a). Srednja godišnja temperatura zraka za navedeno razdoblje iznosila je 15,5 °C, a srednja količina oborina 1284 mm. Temperaturni srednjak za razdoblje proljeće – ljeto iznosio je 18,2 °C, a pratio ga je 482 mm oborina, dok je za razdoblje jesen – zima srednjak iznosio 12,7 °C uz količinu od 811 mm oborina. Srednja godišnja vlažnost zraka iznosila je 67 % i nije pokazivala veće razlike između toplog i hladnog razdoblja godine (Kovačević 1998a, 2012).

Biljnogeografski, Trsteno leži na južnom području eume-diteranske vegetacijske zone, mediteransko-litoralnog vegetacijskog pojasa, mediteranske vegetacijske regije. Na tom se području razvija mješovita šuma hrasta crnike i crnoga jasena, *Fraxino ornii-Quercetum ilicis* Horvatić /1956/1958

(Trnajstić 2011). Prva vegetacijska i sistematska istraživanja kultivirane i autohtone flore u Arboretumu obavila je Kovačević od 1995. do 2000. godine (HAZU 1999, 2000), a nakon kasnije revizije od 2006. do 2007. godine prikazani su rezultati u Studiji postojećeg stanja (Kovačević i Šimić 2007). Istaknuta je značajna bioraznolikost koja se očituje utvrđenom prisutnošću 9 biljnih zajednica veće pokrovnosti uz tri fragmentarno razvijene zajednice.

Metode istraživanja – Research methods

Radi utvrđivanja sadašnjega bogatstva drvenastih svojti u Arboretumu Trsteno, biljke su determinirane u razdoblju od proljeća 2017. do proljeća 2018. godine, jer je za točno određivanje pojedinih svojti bilo potrebno obuhvatiti i vegetativnu i generativnu fazu. Osim dostupnog dijela Arboretuma, tijekom terenskog rada na popisivanju biljaka vizualno su s krajnje dostupnih točaka i s ceste uz more u južnom dijelu Arboretuma, pregledani i nepristupačni dijelovi na strminim liticama na kojima uglavnom rastu autohtone biljke. Budući da je pristup tome dijelu Arboretuma opasan i zatvoren, popisane su vidljive biljke. Za potvrdu determinacije pojedinih svojti korištena je sljedeća literatura: Bärtles i Schmidt (2014), Boland i dr. (2006), Brickell (2003), Dirr (2011), Fitschen (2007), Idžojojić (2005, 2009, 2013), Krüssmann (1972, 1976), Orchard i Wilson (2001), Roloff i Bärtels (2008) i Roloff i dr. (1994–2017). Prema prikupljenim podacima napravljena je dendrološka analiza drvenastih biljaka u Arboretumu, a analizirani su sljedeći podaci: brojnost pojedinih svojti (vrsta, podvrsta, varijeteta, križanaca i kultivara), pripadnost porodici, areal, broj autohtonih svojti, broj alohtonih svojti s pojedinih kontinenata, jedinstvene ili rijetko prisutne svojte u Hrvatskoj. Iz literature su korišteni popisi drvenastih svojti prisutnih u Arboretumu Trsteno prije 65 godina (Ugrenović 1953), prije 20 godina (Kovačević 1998c) i prije 11 godina (Kovačević i Šimić 2007). Temeljem prethodnoga, učinjena je usporedba sadašnjega bogatstva dendroflore u odnosu na podatke dostupne iz sredine i kraja prošloga, kao i početka ovoga stoljeća te su navedeni neki poznati razlozi koji su doveli do razlike u brojnosti biljaka u prošlosti i danas. Za biljke koje su se u siječnju 2017. godine smrzle, ali su ipak ponovo potjerale nove stablike, nije bilo moguće provjeriti determinaciju, već je pretvodna determinacija preuzeta kao točna.

Znanstveni nazivi svojti navedeni su prema Erhardt i dr. (2014) i International Plant Names Index (IPNI), sukladno International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Turland i dr. 2018). Imena autora znanstvenih naziva standardizirana su prema Brummit i Powell (1992). Nazivi kultivara navedeni su prema Hoffman (2016), sukladno International Code of Nomenclature for Cultivated Plants (Brickell i dr. 2016). Pripadnost porodici navedena je prema Cronquist (1981), Dahlgren i dr. (1985), Kramer i Green (1990) i Farjon (2010).

REZULTATI

RESULTS

U Arboretumu Trsteno sada raste 317 drvenastih svojti, od čega je 233 vrsta, 8 podvrsta, 2 varijeteta, 10 križanaca i 64 kultivara (Tablica 1). Svoje pripadaju u 179 različitih rodova iz 82 porodice. Golosjemenjače su značajno manje zastupljene, sa samo 19 svojti, a ostalo su kritosjemenjače (298 svojti). Svojti autohtonih u Hrvatskoj je 84, što je malo više od četvrtine, a među njima prevladavaju mediteranske biljke. Od egzotičnih vrsta i podvrsta, odnosno onih koje rastu isključivo izvan europskoga kontinenta, najviše je azijskih vrsta (64), zatim slijede vrste s područja Amerike (45 vrsta), Afrike (14 vrsta) i Australije (6 vrsta). Dvije vrste rastu i u Africi i u Aziji.

Zamjetan je broj posebno vrijednih svojti, jedinstvenih ili vrlo rijetko prisutnih u Hrvatskoj, kao što su npr. *Acacia cyclops* A. Cunn. ex G. Don, *A. karoo* Hayne, *Albizia amara* (Roxb.) B. Boivin, *Callitris preisii* Miq., *Casuarina cunninghamiana* Miq., *Persea indica* (L.) Spreng., *Retama sphaerocarpa* Raf., *Schinus weinmannifolius* Engl., *Vitex negundo* var. *heterophylla* (Franch.) Rehder i dr. Arboretum se osim posebno vrijednim pojedinačnim primjercima nekih vrsta ističe i zbirkama u kojima su prisutne vrste, križanci i kultivari pojedinih rodova, kao što su zbirke različitih kultivara maslina, agruma, kultivara vinove loze, palmi, kaktusa, juka, aloja, drvenastih pelargonija i bambusa.

Ugrenović (1953) u svojoj monografiji navodi 226 drvenastih svojti tada prisutnih u Arboretumu Trsteno. Usporednom toga popisa dendroflore od prije 65 godina i sadašnjega popisa (Tablica 1) uočljiva je razmjerno velika razlika, kako u ukupnom broju drvenastih svojti, tako u njihovom sastavu. Ukupan je broj svojti tijekom 65 godina povećan s 226 na 317. Svojti koje su se tijekom toga razdoblja do danas zadržale u Arboretumu je 148, što znači da je od današnjih 317 svojti nešto manje od pola bilo u Arboretumu i prije 65 godina. Od 226 svojti prisutnih 1953. godine danas u Arboretumu nema 74 svojte, a možemo ih podijeliti u tri skupine: 1) u nas često prisutne strane vrste: *Abies cephalonica* Loudon, *A. concolor* (Gordon et Glend.) Lindl. ex Hildebr., *A. pinsapo* Boiss., *Acacia dealbata* Link, *Acer negundo* L., *Albizia julibrissin* Durazz., *Buddleja davidii* Franch., *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière, *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L. f.) D. Don, *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook., *Diospyros kaki* L. f., *Elaeagnus angustifolia* L., *Ligustrum ovalifolium* Hassk., *Malus domestica* Borkh., *Morus nigra* L. *Musa basjoo* Siebold et Zucc., *Pinus brutia* Ten., *P. pinaster* Aiton, *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Populus nigra* 'Italica', *Prunus armeniaca* L., *P. avium* (L.) L., *P. domestica* L., *P. dulcis* (Mill.) D.A. Webb, *P. lusitanica* L., *Pyrus communis* L., *Ricinus communis* L., *Solanum pseudocapsicum* L., *Spiraea thunbergii* Siebold ex Blume, *Symporicarpos albus* (L.) S.F. Blake, *Zi-*

ziphus jujuba Mill. i dr.; 2) autohtone vrste u Hrvatskoj: *Arceuthobium oxycedri* (DC.) M. Bieb., *Capparis spinosa* L., *Dorycnium hirsutum* (L.) Ser., *Erica arborea* L., *Juniperus oxycedrus* L., *Lonicera etrusca* Santi, *Ruta graveolens* L., *Staphylea pinnata* L. i *Teucrium montanum* L.; 3) u Hrvatskoj rijetko prisutne ili jedinstvene vrste: *Acacia retinoides* Schlehd., *Bupleurum fruticosum* L., *Butia capitata* (Mart.) Becc., *Caesalpinia decapetala* (Roth) Alston var. *decapetala*, *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, *Cephalotaxus fortunei* Hook., *Cinnamomum tamala* (Buch.-Ham.) Nees et C.H. Eberm., *Gomphocarpus fruticosus* (L.) W.T. Aiton, *Livistona australis* (R. Br.) Mart., *Phoenix sylvestris* (L.) Roxb., *Salvia fulgens* Cav., *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, *Toona sinensis* (A. Juss.) M. Roem., *Vernicia cordata* (Thunb.) Airy Shaw, *V. fordii* (Hemsl.) Airy Shaw i dr.

U Tablici 1 prikazana je i brojnost drvenastih svojti u Arboretumu Trsteno 1998. (Kovačević 1998c) i 2007. godine (Kovačević i Šimić 2007). U navedenim radovima popis je sadržavao i nedrvenaste biljke, koje su izostavljene u ovome radu. Kovačević (1998c) navodi 317, a Kovačević i Šimić (2007) 321 drvenastu svojtu. Prema broju svojti i njihovu popisu, vidljivo je da se većina promjena koje su nastupile u Arboretumu od 1953. godine do danas već dogodila do 1998. godine. Razlike od prije 20 i prije 11 godina do danas nisu značajne ako se gleda ukupan broj svojti, ali su dijelom zastupljene različite svojte, a te su razlike rezultat propadanja nekih biljaka iz različitih razloga, sadnje novih biljaka, a katkada i pogrešne determinacije. U odnosu na popise svojti iz 1998. i 2007. godine (tablica 1) ispravljena je pogrešna determinacija sljedećih svojti (u zagradama su navedene prethodno pogrešno determinirane svojte): *Acer opalus* subsp. *obtusatum* (Willd.) Gams (*A. platanoides* L.), *Campsip × tagliabuana* 'Mme Galen' (*C. radicans* (L.) Seem.), *Casuarina cunninghamiana* (*C. equisetifolia* L.), *Kerria japonica* 'Pleniflora' (*K. japonica* (L.) DC.), *Pinus brutia* Ten. × *P. halepensis* Mill. (*P. brutia* Ten.), *Populus alba* L. (*P. tremula* L.), *Schinus weinmannifolius* (*S. terebinthifolia* Raddi), *Styphnolobium japonicum* (L.) Schott (*Sophora davidi* (Franch.) Pavol.). Sljedeće svojte nisu bile determinirane 1998. i 2007. godine, a determinirane su 2018. godine (tablica 1): *Abelia × grandiflora* (Rovelli ex André) Rehder, *Albizia amara*, *Celtis sinensis* Pers., *Fumana thymifolia* (L.) Spach ex Webb, *Lavandula lanata* Boiss., *Ligustrum delavayanum* Har., *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour., *Phillyrea angustifolia* L., *Prunus persica* (L.) Batsch, *Pyracantha angustifolia* (Franch.) C.K. Schneid., *Retama sphaerocarpa*, *Rosa banksiae* 'Alba', *Salix babylonica* 'Tortuosa' i *Westringia fruticosa* (Willd.) Druce.

Egzotične biljke toplih područja drugih kontinenata uglavnom su dobro prilagođene na stanišne uvjete u Arboretumu, međutim, povremeno stradaju od ekstremno niskih temperatura koje traju više dana, što se dogodilo u siječnju 2017. godine. Tada se na parteru ispred ljetnikovca smrznuo

i više se nije oporavio *Schinus molle* L., primjerak južnoameričke vazdazelene vrste drveća, kao i eukalipti (*Eucalyptus cosmophylla* F. Muell. i *E. sideroxyylon* A. Cunn. ex Wolls). Bilje porijeklom iz Australije, Afrike, Azije, Južne Amerike ili Kanarskog otočja i Madeire koje su se tada također smrzle, kasnije su potjerale nove stabljike i polako se

oporavljuju su: *Acacia cyclops*, *A. karoo*, sve zasađene vrste i križanci iz roda *Aloe*, te *Bauchinia acuminata* L., *Casuarina cunninghamiana*, vrste i kultivari iz roda *Citrus*, *Erythrina crista-galli* L., sve svojte iz roda *Pelargonium*, *Persea indica*, *Pinus canariensis* C. Sm., kao i većina palmi čije se lišće smrzlo, ali se poslije razvilo novo.

Tablica 1. Popis drvenastih svojstava u Arboretumu Trsteno: prije 65 godina (Ugrenović 1953), prije 20 godina (Kovačević 1998c), prije 11 godina (Kovačević i Šimić 2007) i sadašnje stanje (2018. godine).

Kratice i simboli: Areal: Afr = Afrika, Az = Azija, Aus = Australija, Eu = Europa, Hr = Hrvatska, J Am = Južna Amerika, Medit = Mediteran, NZ = Novi Zeland, Sj Am = Sjeverna Amerika, Sr Am = Srednja Amerika.

Prisutnost svojstava: ● = svojta prisutna, – = svojta nije prisutna, * = na popisu 1953., 1998. i 2007. godine svojta zabilježena pod nazivom: *1 *Acer platanoides*, *2 *Bougainvillea spectabilis*, *5 *Campsis radicans*, *6 *Casuarina equisetifolia*, *18 *Jasminum nudiflorum*, *19 *Kerria japonica*, *20 *Ligustrum japonicum*, *21 *Latania lantarooides*, *36 *Pinus brutia*, *37 *Populus tremula*, *38 *Rosa banksiae*, *39 *Schinus terebinthifolia*, *40 *Sophora davidii*, *41 *Tamarix africana*, *42 *Tilia tomentosa*, *43 *Viburnum opulus*, *44 – *45 *Vitis vinifera*; *4 – *5, *7 – *17, *22 – *35, *46 svojta nije bila determinirana.

Table 1 List of woody taxa in Trsteno Arboretum: 65 years ago (Ugrenović 1953), 20 years ago (Kovačević 1998c), 11 years ago (Kovačević i Šimić 2007) and the present state (2018).

Abbreviations and Symbols: Distribution: Afr = Africa, Az = Asia, Aus = Australia, Eu = Europe, Hr = Croatia, J Am = South America, Medit = Mediterranean, NZ = New Zealand, Sj Am = North America, Sr Am = Central America; križanac = hybrid, kultivar = cultivar.

The presence of taxa: ● = taxon present, – = taxon not present, * = in the list 1953, 1998 and 2007 taxon recorded under the name: *1 *Acer platanoides*, *2 *Bougainvillea spectabilis*, *5 *Campsis radicans*, *6 *Casuarina equisetifolia*, *18 *Jasminum nudiflorum*, *19 *Kerria japonica*, *20 *Ligustrum japonicum*, *21 *Latania lantarooides*, *36 *Pinus brutia*, *37 *Populus tremula*, *38 *Rosa banksiae*, *39 *Schinus terebinthifolia*, *40 *Sophora davidii*, *41 *Tamarix africana*, *42 *Tilia tomentosa*, *43 *Viburnum opulus*, *44 – *45 *Vitis vinifera*; *4 – *5, *7 – *17, *22 – *35, *46 taxon was not determined.

Svojstva Taxon	Areal Distribution	1953.	1998.	2007.	2018.
<i>Abelia chinensis</i> R. Br.	Az	–	●	●	●
<i>Abelia × grandiflora</i> (Rovelli ex André) Rehder (= <i>A. chinensis</i> R. Br. × <i>A. uniflora</i> R. Br. ex Wall.)	križanac hybrid	–	–	–	●
<i>Abies cephalonica</i> Loudon	Eu	●	●	–	–
<i>Abies concolor</i> (Gordon et Glend.) Lindl. ex Hildebr.	Sj Am	●	–	–	–
<i>Abies pinsapo</i> Boiss.	Eu	●	–	–	–
<i>Acacia cyclops</i> A. Cunn. ex G. Don	Aus	–	●	●	●
<i>Acacia dealbata</i> Link	Aus	●	●	–	–
<i>Acacia karoo</i> Hayne	Afr	–	●	●	●
<i>Acacia retinoides</i> Schlehd.	Aus	●	●	–	–
<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	J Am	–	●	●	●
<i>Acer campestre</i> L.	Eu, Az, Afr	●	●	●	●
<i>Acer monspessulanum</i> L.	Eu, Az, Afr	●	●	●	–
<i>Acer negundo</i> L.	Sj Am	●	–	–	–
<i>Acer opalus</i> subsp. <i>obtusatum</i> (Willd.) Gams	Eu	–	*1	*1	●
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Eu	●	●	●	●
<i>Aesculus × carnea</i> Hayne (= <i>A. hippocastanum</i> L. × <i>A. pavia</i> L.)	križanac hybrid	–	–	●	●
<i>Aesculus pavia</i> L.	Sj Am	●	–	–	–
<i>Agave americana</i> L.	Sj Am, Meksiko	●	●	●	●
<i>Agave americana</i> 'Marginata'	kultivar	●	●	●	●
<i>Agave salmiana</i> var. <i>ferox</i> (K. Koch) A.H. Gentry (= <i>A. ferox</i> K. Koch)	Meksiko	–	●	●	–
<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck var. <i>salmiana</i>	Meksiko	–	●	●	–
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Az	●	●	●	●
<i>Albizia amara</i> (Roxb.) B. Boivin	Afr, Az	–	–	–	●
<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	Az	●	–	–	–
<i>Aloe arborescens</i> Mill.	Afr	–	●	●	●

Svojta Taxon	Areal Distribution	1953.	1998.	2007.	2018.
<i>Aloe ciliaris</i> Haw.	Afr	—	●	●	●
<i>Aloe × delaetii</i> Radl. (= <i>A. ciliaris</i> Haw. × <i>A. succotrina</i> Lam.)	križanac <i>hybrid</i>	—	—	●	●
<i>Aloe ferox</i> Mill.	Afr	—	●	●	—
<i>Aloe maculata</i> All. (= <i>A. saponaria</i> (Aiton) Haw.)	Afr	—	●	●	●
<i>Aloe saponaria</i> (Aiton) Haw. × <i>A. striata</i> Haw.	križanac <i>hybrid</i>	—	●	●	●
<i>Aloe × spinosissima</i> hort. ex Jahand. (= <i>A. arborescens</i> Mill. × <i>A. humilis</i> (L.) Mill.)	križanac <i>hybrid</i>	—	●	●	●
<i>Aloe striata</i> Haw.	Afr	—	●	●	●
<i>Aloysia citriodora</i> Paláu	J Am	—	●	●	●
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	Sj Am	—	●	●	●
<i>Ampelopsis aconitifolia</i> Bunge	Az	—	●	●	●
<i>Anthyllis barba-jovis</i> L.	Medit	—	●	●	●
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	J Am	—	●	●	—
<i>Araujia sericifera</i> Brot.	J Am	—	●	—	—
<i>Arbutus unedo</i> L.	Medit, Eu	●	●	●	●
<i>Arceuthobium oxycedri</i> (DC.) M. Bieb.	Eu, Az	●	—	—	—
<i>Argyranthemum frutescens</i> (L.) Sch. Bip.	Kanarsko otoče	—	●	—	—
<i>Artemisia arborescens</i> L.	Medit	—	●	●	—
<i>Artemisia abrotanum</i> L.	Eu, Az	—	●	—	—
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Aucuba japonica</i> 'Variegata'	kultivar	—	●	●	●
<i>Bauchinia acuminata</i> L.	Az	—	●	●	●
<i>Beaucarnea recurvata</i> Lem. (= <i>Nolina recurvata</i> (Lem.) Hemsl.)	Sr Am	—	●	—	—
<i>Berberis julianae</i> C.K. Schneid.	Az	—	●	●	●
<i>Berberis thunbergii</i> DC.	Az	—	—	●	●
<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea'	kultivar	—	●	—	—
<i>Beschorneria yuccoides</i> K. Koch	Meksiko	—	●	●	●
<i>Bougainvillea × buttiana</i> 'Crimson Lake'	kultivar	—	●	—	—
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	J Am	*2	●	●	●
<i>Bougainvillea glabra</i> 'Sanderiana'	kultivar	—	●	●	●
<i>Brachychiton acerifolius</i> (A. Cunn. ex G. Don) F. Muell.	Aus	—	●	●	—
<i>Brachychiton populneus</i> (Schott et Endl.) R. Br.	Aus	—	●	—	—
<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) Vent.	Az	●	●	●	●
<i>Buddleja davidi</i> Franch.	Az	●	—	●	—
<i>Bupleurum fruticosum</i> L.	Medit	●	●	—	—
<i>Butia capitata</i> (Mart.) Becc.	J Am	●	—	—	—
<i>Buxus balearica</i> Lam.	Medit	—	●	●	●
<i>Buxus sempervirens</i> L.	Eu, Afr, Az	●	●	●	●
<i>Buxus sempervirens</i> 'Pendula'	kultivar	*3	●	●	●
<i>Buxus sempervirens</i> 'Suffruticosa'	kultivar	*4	●	●	●
<i>Caesalpinia gilliesii</i> (Wall. ex Hook.) Benth.	J Am	●	●	●	●
<i>Caesalpinia decapetala</i> (Roth) Alston var. <i>decapetala</i> (= <i>C. sepiaria</i> Roxb.)	Az	●	—	—	—
<i>Calicotome spinosa</i> subsp. <i>villosa</i> (Poir.) Rouy et Foucaud	Medit	●	●	●	●
<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels	Aus	—	●	●	●
<i>Callitris preissii</i> Miq.	Aus	—	●	●	●
<i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin	Sj Am	—	●	●	●

Svojstva Taxon	Areal Distribution	1953.	1998.	2007.	2018.
<i>Calycanthus occidentalis</i> Hook. et Arn.	Sj Am	—	●	●	●
<i>Camellia japonica</i> L.	Az	—	●	●	●
<i>Campsis × tagliabuana</i> 'Mme Galen'	kultivar	*5	*5	*5	●
<i>Capparis spinosa</i> L.	Medit, Az	●	—	—	—
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	Eu, Az	●	●	●	●
<i>Carpobrotus acinaciformis</i> (L.) L. Bolus	Afr	—	●	●	●
<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E. Br.	Afr	—	●	●	●
<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.	Aus	*6	*6	*6	●
<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don (= <i>Vinca rosea</i> L.)	Afr	●	—	—	—
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carrière	Afr	●	—	—	—
<i>Cedrus brevifolia</i> (Hook. f.) A. Henry	Cipar	—	●	●	—
<i>Cedrus libani</i> A. Rich.	Az	●	●	●	●
<i>Celastrus scandens</i> L.	Sj Am	●	—	—	—
<i>Celtis australis</i> L.	Eu, Afr, Az	●	●	●	●
<i>Celtis sinensis</i> Pers.	Az	—	—	—	●
<i>Cephalotaxus fortunei</i> Hook.	Az	●	—	—	—
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Ceratonia siliqua</i> 'Kalabreški' (= 'Šuškavac')	kultivar	*7	*7	●	●
<i>Ceratonia siliqua</i> 'Šipanjac'	kultivar	*8	*8	●	●
<i>Ceratozamia mexicana</i> Brongn.	Meksiko	—	●	—	—
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach	Az	●	●	●	●
<i>Chamaecyparis formosensis</i> Matsum.	Az	—	●	—	—
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murray bis) Parl.	Sj Am	—	●	●	—
<i>Chamaerops humilis</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Chimonanthus praecox</i> (L.) Link	Az	●	●	●	●
<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl	Az	●	●	●	●
<i>Cinnamomum tamala</i> (Buch.-Ham.) Nees et C.H. Eberm.	Az	●	—	—	—
<i>Citrus aurantium</i> L.	Az	●	●	●	●
<i>Citrus limon</i> 'Lisbon'	kultivar	—	●	●	●
<i>Citrus limon</i> 'Mjesečar'	kultivar	—	—	●	●
<i>Citrus medica</i> L.	Az	●	●	●	●
<i>Citrus medica</i> 'Domaći Kalabreški'	kultivar	—	●	—	—
<i>Citrus medica</i> 'Korsikanski'	kultivar	—	—	●	●
<i>Citrus nobilis</i> Lour.	Az	●	—	—	—
<i>Citrus paradisi</i> 'Duncan'	kultivar	—	●	●	●
<i>Citrus paradisi</i> 'Natzumikan'	kultivar	—	—	●	●
<i>Citrus reticulata</i> 'Clementina'	kultivar	—	●	●	●
<i>Citrus reticulata</i> 'Havana'	kultivar	—	●	●	●
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Az	●	●	●	●
<i>Citrus sinensis</i> 'Kuparka'	kultivar	—	*9	●	●
<i>Citrus sinensis</i> 'Malteška'	kultivar	—	*10	●	●
<i>Citrus sinensis</i> 'Napolitanska Crvena'	kultivar	—	*11	●	●
<i>Citrus sinensis</i> 'Portugalska'	kultivar	—	*12	●	●
<i>Citrus sinensis</i> 'Provansalska'	kultivar	—	*13	●	●
<i>Citrus sinensis</i> 'Thompson Navel'	kultivar	—	*14	*14	●
<i>Citrus sinensis</i> 'Washington Navel'	kultivar	—	*15	●	●
<i>Citrus unshiu</i> (Swingle) Marcow	Az	—	●	●	●

Svojta Taxon	Areal Distribution	1953.	1998.	2007.	2018.
<i>Clematis flammula</i> L.	Medit, Az	•	•	•	•
<i>Clematis vitalba</i> L.	Eu, Az	•	•	•	•
<i>Cocculus laurifolius</i> (Roxb.) DC.	Az	—	•	•	•
<i>Cordyline australis</i> (G. Forst.) Endl.	NZ	—	•	—	—
<i>Cornus mas</i> L.	Eu, Az	•	•	•	•
<i>Cornus sanguinea</i> L.	Eu	—	—	•	•
<i>Coronilla valentina</i> L.	Medit	—	•	•	•
<i>Corylus avellana</i> L.	Eu, Az	•	•	•	•
<i>Corylus maxima</i> Mill.	Eu	•	—	—	—
<i>Cotinus coggygria</i> Scop.	Eu, Az	•	•	•	•
<i>Cotoneaster franchetii</i> Bois	Az	—	•	•	—
<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L. f.) D. Don	Az	•	—	—	—
<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	Az	•	—	—	—
<i>Cupressus arizonica</i> Greene	Sj Am	—	•	•	•
<i>Cupressus goveniana</i> Gordon ex Lindl.	Sj Am		•	•	•
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Meksiko, Sr Am	—	•	•	•
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Eu, Az, Afr	•	•	•	•
<i>Cupressus torulosa</i> D. Don ex Lamb.	Az	•	•	•	•
<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	Az	•	•	•	•
<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Az	•	•	•	•
<i>Dasyliion longissimum</i> Lem.	Meksiko	—	•	•	•
<i>Dasyliion serratifolium</i> (Karw. ex Schult. et Schult. f.) Zucc.	Meksiko	•	•	•	•
<i>Diospyros kaki</i> L. f.	Az	•	—	—	—
<i>Diospyros lotus</i> L.	Az	•	—	—	—
<i>Diospyros virginiana</i> L.	Sj Am	* ¹⁶	•	•	•
<i>Dorycnium hirsutum</i> (L.) Ser.	Medit	•	—	—	—
<i>Dracaena draco</i> (L.) L.	Afr, Kanarsko otoče, Madeira, Zelenortske otoci	—	•	—	•
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Az	•	—	—	—
<i>Elaeagnus pungens</i> Thunb.	Az	—	•	•	•
<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.	Az	—	—	•	—
<i>Emerus major</i> Mill. (= <i>Coronilla emerus</i> L.)	Eu	•	•	•	•
<i>Ephedra foeminea</i> Forssk.	Medit	•	•	•	•
<i>Erica arborea</i> L.	Medit, Afr	•	—	—	—
<i>Erica manipuliflora</i> Salisb.	Medit	•	•	•	•
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Az	•	•	•	•
<i>Erythrina crista-galli</i> L.	J Am	—	•	•	•
<i>Eucalyptus albens</i> Benth.	Aus	—	•	—	—
<i>Eucalyptus behriana</i> F. Muell.	Aus	—	•	—	—
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. (= <i>E. rostrata</i> Schlechl.)	Aus	•	•	—	—
<i>Eucalyptus cosmophylla</i> F. Muell.	Aus	—	—	•	—
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Aus	•	—	—	—
<i>Eucalyptus sideroxylon</i> A. Cunn. ex Woolls	Aus	—	•	•	—
<i>Eucalyptus sieberi</i> L.A.S. Johnson	Aus	—	•	—	—
<i>Eucalyptus viminalis</i> Labill.	Aus	•	•	•	•
<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	Az	•	•	•	•

Svojstva Taxon	Areal Distribution	1953.	1998.	2007.	2018.
<i>Euonymus japonicus</i> 'Aurea'	kultivar	—	—	●	●
<i>Euphorbia characias</i> subsp. <i>wulfenii</i> (Hoppe ex W.D.J. Koch) Radcl.-Sm. (= <i>E. wulfenii</i> Hoppe ex W.D.J. Koch)	Medit	●	●	●	●
<i>Euphorbia dendroides</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Euphorbia spinosa</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Fallopia baldschuanica</i> (Regel) Holub	Az	—	●	●	●
<i>Fatsia japonica</i> (Thunb.) Decne. et Planch.	Az	—	●	●	●
<i>Ficus carica</i> L.	Az	●	●	●	●
<i>Ficus carica</i> 'Sušelica'	kultivar	*17	●	●	●
<i>Ficus pumila</i> L.	Az	●	—	—	—
<i>Firmiana simplex</i> (L.) W. Wight	Az	—	●	●	●
<i>Fontanesia phillyreoides</i> Labill.	Az	—	●	●	—
<i>Forsythia suspensa</i> (Thunb.) Vahl	Az	—	●	●	—
<i>Forsythia viridissima</i> Lindl.	Az	●	—	—	—
<i>Fortunella japonica</i> (Thunb.) Swingle	Az	—	●	—	—
<i>Fortunella margarita</i> (Lour.) Swingle	Az	—	—	●	●
<i>Frangula rupestris</i> (Scop.) Schur	Eu	●	●	●	●
<i>Fraxinus ornus</i> L.	Eu, Az	●	●	●	●
<i>Fumana ericifolia</i> Wallr. (= <i>F. ericoides</i> subsp. <i>montana</i> (Pomel) Güemes et Muñoz-Garm.)	Medit	●	●	●	●
<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Spach ex Webb	Medit	—	—	—	●
<i>Ginkgo biloba</i> L.	Az	●	●	●	●
<i>Gleditschia triacanthos</i> L.	Sj Am	●	●	●	●
<i>Gomphocarpus fruticosus</i> (L.) W.T. Aiton (= <i>Asclepias fruticosa</i> L.)	Afr	●	●	—	—
<i>Hedera algeriensis</i> 'Gloire de Marengo'	kultivar	—	●	—	—
<i>Hedera helix</i> L.	Eu, Afr, Az	●	●	●	●
<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don	Medit	●	●	●	●
<i>Hibiscus syriacus</i> L.	Az	●	●	●	●
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Az	—	●	●	●
<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb. ex Murray) Ser.	Az	—	●	●	●
<i>Iberis semperflorens</i> L.	Medit	—	●	●	●
<i>Iberis sempervirens</i> L.	Medit	—	●	●	●
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	J Am	—	●	●	●
<i>Jasminum fruticans</i> L.	Medit, Az	●	—	—	—
<i>Jasminum humile</i> L.	Az	—	●	●	●
<i>Jasminum mesnyi</i> Hance	Az	*18	●	●	●
<i>Jasminum officinale</i> L.	Az	●	●	—	—
<i>Jasminum polyanthum</i> Franch.	Az	—	●	●	●
<i>Juglans regia</i> L.	Az	●	—	●	●
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>macrocarpa</i> (Sibth. et Sm.) Ball	Medit	●	●	—	—
<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i>	Medit	●	—	—	—
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Justicia brandegeana</i> Wassh. et L.B. Sm.	Meksiko	—	●	●	●
<i>Kerria japonica</i> 'Pleniflora'	kultivar	—	*19	*19	●
<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	Eu	—	●	●	●
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Az	●	●	●	●
<i>Lantana camara</i> L.	Sr Am, J Am	●	●	●	●

Svojta Taxon	Areal Distribution	1953.	1998.	2007.	2018.
<i>Lantana camara</i> 'Nivea'	kultivar	—	●	—	—
<i>Lantana montevidensis</i> (Spreng.) Briq.	J Am	—	●	●	●
<i>Laurus nobilis</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Medit	●	●	●	●
<i>Lavandula dentata</i> L.	Medit	—	●	●	●
<i>Lavandula lanata</i> Boiss.	Medit	—	—	—	●
<i>Lavandula latifolia</i> Medik.	Medit	●	—	—	—
<i>Lavatera arborea</i> L.	Medit, Kanarsko otočje, Eu	●	●	—	●
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Meksiko, Sr Am	—	●	●	●
<i>Ligustrum delavayanum</i> Har.	Az	—	—	—	●
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	Az	* ²⁰	●	●	●
<i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk.	Az	●	—	—	—
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Eu, Az, Afr	●	●	—	●
<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Sj Am	●	●	●	—
<i>Livistona australis</i> (R. Br.) Mart.	Aus	●	—	—	—
<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R. Br. ex Mart.	Az	* ²¹	●	●	●
<i>Lonicera etrusca</i> Santi	Medit	●	—	—	—
<i>Lonicera implexa</i> Aiton	Medit	●	●	●	●
<i>Lonicera maackii</i> (Rupr.) Maxim.	Az	—	●	●	●
<i>Lonicera pileata</i> Oliv.	Az	—	●	●	●
<i>Lycianthes rantonnetii</i> (Carrière) Bitter	J Am	—	●	●	●
<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A.H. Gentry	Sr Am, J Am	—	●	—	—
<i>Maclura pomifera</i> (Raf.) C.K. Schneid.	Sj Am	●	●	●	●
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Sj Am	●	●	●	●
<i>Malus domestica</i> Borkh.	u uzgoju	●	—	—	—
<i>Medicago arborea</i> L.	Medit	—	●	—	—
<i>Melia azedarach</i> L.	Az	●	●	●	●
<i>Micromeria juliana</i> Benth.	Medit	●	●	●	●
<i>Mimosa polycarpa</i> var. <i>spiegazzinii</i> (Pirotta) Burkart	J Am	—	●	—	—
<i>Morus alba</i> L.	Az	●	●	●	●
<i>Morus nigra</i> L.	Az	●	—	—	—
<i>Musa basjoo</i> Siebold et Zucc.	Az	●	—	—	—
<i>Musa × paradisiaca</i> L. (= <i>M. acuminata</i> Colla × <i>M. balbisiana</i> Colla)	križanac hybrid	—	●	—	—
<i>Myrtus communis</i> L. subsp. <i>communis</i>	Medit	●	●	●	●
<i>Myrtus communis</i> subsp. <i>tarentina</i> (L.) Nyman	Medit	●	●	●	●
<i>Nerium oleander</i> L.	Eu, Afr, Az	●	●	●	●
<i>Nerium oleander</i> 'Album'	kultivar	* ²²	●	●	●
<i>Nerium oleandrum</i> 'Album Plenum'	kultivar	* ²³	●	●	●
<i>Nerium oleandrum</i> 'Roseum'	kultivar	* ²⁴	●	●	●
<i>Nerium oleandrum</i> 'Roseum Plenum'	kultivar	* ²⁵	●	●	●
<i>Nerium oleandrum</i> 'Rubrum'	kultivar	* ²⁶	●	●	●
<i>Nolina longifolia</i> (Karw. ex Schult. et Schult. f.) Hemsl.	Meksiko	—	●	●	●
<i>Olea europaea</i> L. subsp. <i>europaea</i>	u uzgoju	●	●	●	●
<i>Olea europaea</i> subsp. <i>sylvestris</i> (Mill.) Rouy	Medit	●	●	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Bjelica'	kultivar	* ²⁷	* ²⁷	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Brindičanka'	kultivar	* ²⁸	* ²⁸	●	●

Svojstva Taxon	Areal <i>Distribution</i>	1953.	1998.	2007.	2018.
<i>Olea europaea</i> 'Crnica'	kultivar	—	—	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Dužica'	kultivar	—	—	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Grozdača'	kultivar	—	—	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Jeruzalemka'	kultivar	—	—	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Kosmača'	kultivar	—	—	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Mezanica'	kultivar	*29	*29	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Mrčakinja'	kultivar	*30	*30	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Murgulja'	kultivar	—	—	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Oblica'	kultivar	*31	*31	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Piculja'	kultivar	*32	*32	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Uljarica'	kultivar	*33	*33	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Velika Lastovka'	kultivar	—	—	●	●
<i>Olea europaea</i> 'Žabarka'	kultivar	—	—	●	●
<i>Opuntia cylindrica</i> (Lam.) DC.	J Am	—	●	—	—
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Meksiko	●	●	●	●
<i>Opuntia leucotricha</i> DC.	Meksiko	*34	●	●	●
<i>Opuntia microdasys</i> (Lehm.) Pfeiff.	Meksiko	—	●	—	—
<i>Opuntia robusta</i> H.L. Wendl. et Pfeiff.	Meksiko	*35	*35	●	●
<i>Osmanthus fragrans</i> (Thunb.) Lour.	Az	●	—	—	●
<i>Osteospermum barberiae</i> (Harv.) Norl.	Afr	—	—	●	●
<i>Osteospermum ecklonis</i> (DC.) Norl.	Afr	—	●	●	●
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	Eur, Az	●	●	●	●
<i>Osyris alba</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Paeonia × suffruticosa</i> Andrews	križanac hybrid	●	●	●	●
<i>Paliurus spina-christi</i> Mill.	Eu, Az	●	●	●	●
<i>Paraserianthes lophantha</i> (Willd.) I.C. Nielsen (= <i>Albizia lophantha</i> (Willd.) Benth.)	Aus	—	●	—	—
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Sj Am	●	●	●	●
<i>Passiflora caerulea</i> L.	Sr Am, J Am	●	●	●	●
<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud.	Az	●	●	●	●
<i>Pelargonium × fragrans</i> (Poir.) Willd. (= <i>P. exstipulatum</i> (Cav.) L'Hér. × <i>P. odoratissimum</i> (L.) L'Hér.)	križanac hybrid	—	●	●	●
<i>Pelargonium grandiflorum</i> (Andrews) Willd.	Afr	—	●	●	●
<i>Pelargonium peltatum</i> (L.) L'Hér.	Afr	—	●	●	●
<i>Pelargonium radens</i> H.E. Moore	Afr	—	●	●	●
<i>Pelargonium zonale</i> (L.) L'Hér.	Afr	—	●	●	●
<i>Periploca graeca</i> L.	Medit	—	●	●	●
<i>Persea indica</i> (L.) Spreng.	Kanarsko otočje, Madeira	—	●	●	●
<i>Petteria ramentacea</i> (Sieber) C. Presl	Medit	●	●	●	—
<i>Philadelphus coronarius</i> L.	Eu	●	●	●	●
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	Medit	—	—	—	●
<i>Phillyrea latifolia</i> var. <i>media</i> (L.) C.K. Schneid.	Medit	●	●	●	●
<i>Phlomis fruticosa</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud	Kanarsko otočje	●	●	●	●
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Afr, Az	●	●	●	●
<i>Phoenix sylvestris</i> (L.) Roxb.	Az	●	—	—	—
<i>Photinia serratifolia</i> (Desf.) Kalkman	Az	●	●	●	●

Svojstva Taxon	Areal Distribution	1953.	1998.	2007.	2018.
<i>Phyllostachys aurea</i> Carrière ex Rivière et C. Rivière	Az	●	●	●	●
<i>Phyllostachys nigra</i> (Lodd. ex Lindl.) Munro	Az	●	●	●	●
<i>Phyllostachys viridiglaucescens</i> (Carrière) Rivière et C. Rivière	Az	—	●	●	●
<i>Phytolacca dioica</i> L.	J Am	—	●	—	—
<i>Pinus brutia</i> Ten.	Medit	●	—	—	—
<i>Pinus brutia</i> Ten. × <i>P. halepensis</i> Mill.	križanac <i>hybrid</i>	—	—	*36	●
<i>Pinus canariensis</i> C. Sm.	Kanarsko otočje	—	●	●	●
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Medit	●	●	●	●
<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold	Eu, Afr, Az	●	●	●	●
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	Medit	●	—	—	—
<i>Pinus pinea</i> L.	Medit	●	—	●	●
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Pistacia vera</i> L.	Az	●	—	—	—
<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T. Aiton	Az	●	●	●	●
<i>Pittosporum tobira</i> 'Nana'	kultivar	—	—	●	●
<i>Pittosporum tobira</i> 'Variegata'	kultivar	—	●	●	●
<i>Platanus × hispanica</i> Münchh. (= <i>P. occidentalis</i> L. × <i>P. orientalis</i> L.)	križanac <i>hybrid</i>	—	●	●	●
<i>Platanus orientalis</i> L.	Eu, Az	●	●	●	●
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco (= <i>Thuja orientalis</i> L.)	Az	●	●	—	—
<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.	Az	●	●	●	●
<i>Populus alba</i> L.	Eu, Az, Afr	●	*37	*37	●
<i>Populus nigra</i> L.	Eu, Az, Afr	—	●	—	—
<i>Populus nigra</i> 'Italica'	kultivar	●	—	—	—
<i>Prasium majus</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Prunus armeniaca</i> L.	Az	●	—	—	—
<i>Prunus avium</i> (L.) L.	Eu, Az, Afr	●	—	—	—
<i>Prunus domestica</i> L.	? križanac ? <i>hybrid</i>	●	—	—	—
<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A. Webb	Az	●	—	—	—
<i>Prunus laurocerasus</i> L.	Eu, Az	●	●	●	●
<i>Prunus lusitanica</i> L.	Medit	●	—	—	—
<i>Prunus mahaleb</i> L.	Eu, Az, Afr	●	●	●	●
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Az	●	—	—	●
<i>Prunus serrulata</i> 'Kanzan'	kultivar	—	●	●	●
<i>Pseudosasa japonica</i> (Siebold et Zucc. ex Steud.) Makino ex Nakai	Az	—	●	●	●
<i>Ptelea trifoliata</i> L.	Sj Am	—	●	●	●
<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi	Az	●	●	●	●
<i>Punica granatum</i> L.	Eu, Az	●	●	●	●
<i>Punica granatum</i> 'Legrelleae'	kultivar	—	●	●	●
<i>Putoria calabrica</i> (L. f.) DC.	Medit	●	●	●	●
<i>Puya chilensis</i> Molina	J Am	—	●	●	—
<i>Pyracantha angustifolia</i> (Franch.) C.K. Schneid.	Az	—	—	—	●
<i>Pyracantha coccinea</i> M. Roem.	Eu, Az	●	●	●	●
<i>Pyrus communis</i> L.	u uzgoju	●	—	—	—
<i>Quercus faginea</i> Lam.	Medit	—	●	●	●
<i>Quercus ilex</i> L.	Medit	●	●	●	●

Svojstva Taxon	Areal Distribution	1953.	1998.	2007.	2018.
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	Eu, Az	•	•	•	•
<i>Quercus suber</i> L.	Medit	—	•	•	•
<i>Quercus trojana</i> Webb	Eu, Az	—	•	•	•
<i>Retama monosperma</i> (L.) Boiss.	Medit	—	•	•	—
<i>Retama sphaerocarpa</i> Raf.	Medit	—	—	—	•
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Medit	•	•	•	•
<i>Rhaphiolepis umbellata</i> (Thunb.) Makino	Az	—	•	•	—
<i>Ricinus communis</i> L.	Afr	•	—	—	—
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Sj Am	•	•	•	•
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Unifoliola'	kultivar	—	•	•	•
<i>Roldana petasitis</i> (Sims) H.Rob. et Brettell (= <i>Senecio petasitis</i> (Sims) DC.)	Meksiko, Sr Am	•	•	•	•
<i>Rosa banksiae</i> 'Alba'	kultivar	—	—	—	•
<i>Rosa banksiae</i> 'Lutea'	kultivar	*38	•	•	•
<i>Rosa canina</i> L.	Eu, Az, Afr	—	•	•	•
<i>Rosa chinensis</i> 'Minima'	kultivar	—	•	•	•
<i>Rosa chinensis</i> 'Semperflorens'	kultivar	—	•	•	•
<i>Rosa sempervirens</i> L.	Medit	•	•	•	•
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Medit	•	•	•	•
<i>Rosmarinus officinalis</i> 'Alba'	kultivar	—	—	•	•
<i>Rosmarinus officinalis</i> 'Prostratus'	kultivar	—	—	•	•
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Eu, Medit	•	•	•	•
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Eu, Az, Afr	•	•	•	•
<i>Ruscus hypoglossum</i> L.	Eu	—	•	•	•
<i>Russelia equisetiformis</i> Schltdl. et Cham.	Sr Am	—	•	•	•
<i>Ruta graveolens</i> L.	Medit	•	—	—	—
<i>Sabal minor</i> (Jacq.) Pers.	Sj Am, Meksiko	—	•	•	•
<i>Sabal uresana</i> Trel.	Meksiko	—	•	•	•
<i>Salix babylonica</i> L.	Az	•	—	—	—
<i>Salix babylonica</i> 'Tortuosa'	kultivar	—	—	—	•
<i>Salvia coccinea</i> Buc'hoz ex Etl.	Sj Am, Sr Am	—	•	•	•
<i>Salvia fulgens</i> Cav.	Meksiko	•	—	—	—
<i>Salvia leucantha</i> Sav.	Meksiko	—	•	—	—
<i>Salvia officinalis</i> L.	Medit	•	•	•	•
<i>Sambucus nigra</i> L.	Eu, Az, Afr	•	•	•	•
<i>Santolina chamaecyparissus</i> L.	Medit	•	•	•	•
<i>Santolina rosmarinifolia</i> L.	Medit	—	•	•	•
<i>Santolina × lindavica</i> Sünd. (= <i>S. chamaecyparissus</i> L. × <i>S. pinnata</i> subsp. <i>neapolitana</i> (Jord. et Fourr.) Guinea ex C. Jeffrey)	krizanac hybrid	—	•	—	—
<i>Satureja montana</i> L.	Eu, Az	•	•	•	•
<i>Schinus molle</i> L.	J Am	•	•	•	—
<i>Schinus Weinmannifolius</i> Engl. (= <i>S. lentiscifolius</i> Marchand)	J Am	—	*39	*39	•
<i>Senecio cineraria</i> DC.	Medit	•	•	•	•
<i>Smilax aspera</i> L.	Medit	•	•	•	•
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	Sr Am, J Am	•	—	—	—
<i>Sorbus domestica</i> L.	Eu, Az, Afr	•	•	•	•
<i>Spartium junceum</i> L.	Medit	•	•	•	•
<i>Spiraea cantoniensis</i> Lour.	Az	—	—	•	•
<i>Spiraea thunbergii</i> Siebold ex Blume	Az	•	—	—	—

Svojta Taxon	Areal Distribution	1953.	1998.	2007.	2018.
<i>Spiraea × vanhouttei</i> (Briot) Zabel (= <i>S. cantoniensis</i> Lour. × <i>S. trilobata</i> L.)	križanac <i>hybrid</i>	●	●	●	●
<i>Staphylea pinnata</i> L.	Eu, Az	●	—	—	—
<i>Styphnolobium japonicum</i> (L.) Schott (= <i>Sophora japonica</i> L.)	Az	—	*40	*40	●
<i>Styrax officinalis</i> L.	Medit	—	●	●	●
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) S.F. Blake	Sj Am	●	—	—	—
<i>Syringa vulgaris</i> L.	Eu	●	●	●	●
<i>Tamarix parviflora</i> DC.	Eu, Az	●	*41	●	●
<i>Taxus baccata</i> L.	Eu, Az, Afr	●	●	●	●
<i>Taxus baccata</i> 'Fastigiata'	kultivar	●	●	●	●
<i>Tecoma capensis</i> (Thunb.) Lindl. (= <i>Tecomaria capensis</i> (Thunb.) Spach)	Afr	—	●	●	●
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Sj Am, Sr Am, J Am	●	—	—	—
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	Eu	●	●	●	●
<i>Teucrium fruticans</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Teucrium montanum</i> L.	Eu, Az	●	—	—	—
<i>Teucrium polium</i> L.	Medit, Az	●	●	●	●
<i>Thymbra capitata</i> (L.) Cav. (= <i>Coridothymus capitatus</i> (L.) Rchb.f.)	Medit	—	●	—	—
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Eu	●	●	●	●
<i>Tilia americana</i> L.	Sj Am	*42	●	●	●
<i>Toona sinensis</i> (A. Juss.) M. Roem. (= <i>Cedrela sinensis</i> A. Juss.)	Az	●	—	—	—
<i>Trachelospermum jasminoides</i> (Lindl.) Lem.	Az	●	●	●	●
<i>Trachycarpus fortunei</i> (Hook.) H. Wendl.	Az	●	●	●	●
<i>Ulmus minor</i> Mill.	Eu, Az, Afr	●	●	●	●
<i>Vernicia cordata</i> (Thunb.) Airy Shaw (= <i>Aleurites cordata</i> (Thunb.) R. Br. ex Steud.)	Az	●	●	—	—
<i>Vernicia fordii</i> (Hemsl.) Airy Shaw (= <i>Aleurites fordii</i> Hemsl.)	Az	●	—	—	—
<i>Viburnum opulus</i> 'Roseum'	kultivar	*43	●	●	●
<i>Viburnum tinus</i> L.	Medit	●	●	●	●
<i>Vinca difformis</i> Pourr.	Medit	—	●	●	●
<i>Vinca major</i> L.	Eu, Az	●	●	●	●
<i>Vinca major</i> 'Variegata'	kultivar	—	●	●	●
<i>Vinca minor</i> L.	Eu, Az	●	●	●	●
<i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i> (Franch.) Rehder	Az	—	●	●	●
<i>Vitex agnus-castus</i> L.	Eu, Az	●	—	●	●
<i>Vitis vinifera</i> 'Amerikanica'	kultivar	—	●	●	●
<i>Vitis vinifera</i> 'Illinka'	kultivar	*44	●	●	●
<i>Vitis vinifera</i> 'Izabela'	kultivar	—	—	●	●
<i>Vitis vinifera</i> 'Lopukha'	kultivar	*45	●	●	●
<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> (C.C. Gmel.) Hegi	Eu, Az, Afr	—	●	●	●
<i>Washingtonia filifera</i> (Linden ex André) H. Wendl.	Sj Am	●	●	●	●
<i>Washingtonia robusta</i> H. Wendl.	Sj Am	*46	●	●	●
<i>Westringia fruticosa</i> (Willd.) Druce	Aus	—	—	—	●
<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet	Az	●	●	●	●
<i>Yucca aloifolia</i> L.	Sj Am, Meksiko	—	●	●	●
<i>Yucca filamentosa</i> L.	Sj Am	●	●	●	●
<i>Yucca gloriosa</i> L.	Sj Am	●	●	●	●
<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.	Az	●	—	—	—

RASPRAVA DISCUSSION

Od 1953. godine do danas iz Arboretuma su izgubljene 74 vrste, što je vjerojatno posljedica djelovanja niza čimbenika, uključujući klimu, uvjete uzgoja, požare, ali i bolesti i štetnike. Nema točne evidencije kada je i zbog čega pojedina od tih vrsta nestala iz Arboretuma. Međutim, tijekom dalnjeg razvoja Arboretuma, a posebno pri izradi smjernica za buduće dugoročno gospodarenje biljkama, treba posvetiti posebnu pozornost biljkama za koje se zna da su u prošlosti bile sastavni dio biljnoga bogatstva Arboretuma Trsteno. Treba razmotriti mogućnost da se prije unošenja novih svojti prednost da ponovnom unošenju nestalih vrsta, posebno 15 vrsta s popisa koje su u Hrvatskoj rijetko prisutne ili jedinstvene. Naravno, slijede i ostale autohtone i alohtone vrste s popisa ranije prisutnih vrsta, ali treba voditi računa o specifičnostima svake od njih, kao npr. činjenici da je negundovac invazivna vrsta u drugim dijelovima Hrvatske ili da je *Acacia retinoides* Schleld. zabilježena kao invazivna vrsta u nekim mediteranskim područjima. Važno je da se posebno razmotri unošenje svake ranije prisutne ili potpuno nove vrste te da se osim potencijalnih negativnih učinaka poput invazivnosti vodi računa i o ekološkim zahtijevima. Na popisu autohtonih biljaka koje su 1953. godine zabilježene u Arboretumu, a u ostalim popisima, uključujući i 2018. godinu više nisu prisutne, nalaze se i neke česte vrste u mediteranskom području, npr. veliki vries, šmrika, orlovi nokti i dlakava bjeloglavica.

Povijesno vrijedan popis u kojem je naveden dio sadnica sađenih u Perivoju Gučetić tijekom 19. stoljeća dala je Kovačević (1978). U popisu je navedeno 66 drvenastih svojti, od kojih je njih 29 i danas prisutno u Arboretumu, iako neki sadašnji primjeri tih svojti nisu primjeri iz 19. stoljeća. Za ostalih 37 biljaka s popisa, kojih danas nema u Arboretumu, nije navedeno kada i kako su nestale, a o tome nema ni drugih literaturnih podataka ili izvora u samome Arboretumu. Za te biljke također treba razmotriti mogućnost ponovnog unošenja, kao i za prethodno navedene 74 vrste s popisa Ugrenovića (1953), kojih više nema u Arboretumu.

Đurasović (1997) navodi 11 vrsta egzotičnog drveća i grmlja koje su uzgojene iz sjemena i 1994. posađene u Arboretumu. Danas su u Arboretumu od tih 11 vrsta prisutne dvije akacije: *Acacia cyclops* i *A. karoo*. Nije navedeno što je bilo s ostalim biljkama kojih danas više nema u Arboretumu, a o tome nema ni drugih pisanih podataka. Nadalje, Đurasović (1997) navodi da je krajem 1994. godine u Arboretumu Trsteno zabilježeno oko 300 vrsta egzotičnog drveća i grmlja, a u popisu navodi 97 svojti, od kojih su neke europske, odnosno pojam "egzotični" nije strogo korišten. Od tih 97 svojti danas se u Arboretumu nalazi 61 svojta.

Budući da zbog opsežnosti problematike cilj ovoga rada nije bila izrada smjernica za buduće gospodarenje biljkama u Arboretumu, već je ovaj rad neophodna podloga za definiranje tih smjernica, u radu nije naveden osvrт na biljnu komponentu Arboretuma Trsteno u budućnosti. Prioritet pri unošenju novih svojti ili ponovnom unošenju u prošlosti prisutnih svojti također treba definirati u budućim smjernicama.

U vremenskom razdoblju od prvog popisa flore do danas u Arboretum su unošene nove svojte po čemu je u brojnosti i raznolikosti sada bogatiji nego prije 65 godina. Tome je znatno pridonijelo obogaćenje zbirk i pojedinih rodova, ali također i revizije prijašnjih determinacija koje su donijele na svjetlo brojne stare sorte, kao na primjer u rodu *Olea*, *Citrus*, *Aloe*, *Pelargonium* i dr. Rod *Olea* predstavljen je zbirkom od 15 starih autohtonih dubrovačkih sorti maslina, a rod *Citrus* s 10 autohtonih i 8 novijih sorti agruma, što je vrijedan doprinos očuvanju genofonda hrvatskih povijesnih autohtonih sorti.

Kovačević (1978) daje povijesni pregled unošenja i korištenja ukrasnih vrsta na područje Sredozemlja i dubrovačko područje s drugih kontinenata, ali i popis domaćih biljaka koje se sade u sredozemnim vrtovima. Autorica navodi da se u 19. stoljeću perivoj u Trstenom obogatio velikim brojem novih vrsta, koje su "definitivno izbrisale karakter njegove prvobitne koncepcije". Sadnice su bile naručene iz rasadnika u Genovi, Milanu, Padovi, Veneciji, Grazu i Nizozemskoj, posađene u starom i novoizgrađenom dijelu perivoja, a one kojima su odgovarali životni uvjeti "dan su stabla koja čine osnovnu vrijednost biljnoga inventara Arboretuma Trsteno". Osam najstarijih živućih stabla u Arboretumu posađeno je u razdoblju od 1858. do 1871. godine (Kovačević 1998b), o čemu svjedoče arhivski zapisi i planovi sadnje: *Ginkgo biloba* L. (1858. godine), *Tilia americana* L. (1858. godine), *Taxus baccata* L. (1859. godine), *Diospyros virginiana* L. (1859. godine), *Wisteria sinensis* (1861. godine), *Ginkgo biloba* (1861. godine), *Platanus orientalis* L. (1868. godine) i *Cedrus libani* A. Rich. (1871. godine).

Dvije poznate, stare azijske platane (*Platanus orientalis*) u Trstenom zakonom su zaštićene od 1951. godine u kategoriji spomenika parkovne arhitekture – pojedinačno stablo i nalaze se izvan granica Arboretuma. Ugrenović (1953) ih spominje, navodeći približnu starost od 400 godina. Njihove sadašnje dimenzije (Miljas 2014) su: a) platana 1, prsni promjer 4,08 m, visina 41 m, promjer krošnje 45 m; b) platana 2, prsni promjer 3,85 m, visina 33,30 m, promjer krošnje 45 m. Treba imati na umu da se pri spominjanju starih platana u Trstenom uvijek misli na ta dva stabla uz Jadransku magistralu, malo sjevernije od samoga Arboretuma. Azijiska platana unutar granica Arboretuma posađena je 1868. godine i nalazi se malo južnije od dviju

spomenutih starijih platana. Njen prsnii promjer je 1,80 m (Kovačević i Šimić 2007). Isti autori kao najviša stabla u Arboretumu navode piridalni čempres (*Cupressus sempervirens* 'Stricta') i alepski bor (*Pinus halepensis* Mill.), visine 36 m, a američku lipu (*Tilia americana*) navode kao jedno od najvećih i najstarijih stabala, prsnog promjera 1,1 m i visine 35,5 m. Ugrenović (1953) ističe i 600 godina staro stablo hrasta medunca (*Quercus pubescens* Willd.), koje se do 1956. godine nalazilo iza ljetnikovca, s tadašnjim prsnim promjerom od 1,78 m i visinom od 22 m. Osim hrasta, sva navedena stabla i sada svojom ljestpotom i dimenzijsama privlače pažnju posjetitelja.

Tijekom prirodne obnove vegetacije izgorjele u vrijeme okupacije 1991. i 1992. godine, na površinama povijesnih perivoja i njihove bliže okolice pojavilo se invazivno širenje nekoliko drvenastih vrsta: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Robinia pseudoacacia* L., *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi, *Wisteria sinensis* i *Phyllostachys aurea* Carrière ex Rivière et C. Rivière (Kovačević 2004). Od tada je u poslove daljnog održavanja Arboretuma uvršteno redovito uklanjanje mladih vegetativnih izbojaka i novih biljaka invazivnih vrsta te neprekidno nadgledanje površina.

Arboretum je s 84 drvenaste autohtone, većinom mediteranske vrste i podvrste, značajna zbirka koja čuva i predstavlja našu dendrofloru te uz ulogu u očuvanju bioraznolikosti ima važnu obrazovnu i znanstvenu ulogu za hrvatske i strane posjetitelje. Arboretum Trsteno, jedini naš primorski arboretum, jedinstven je u Hrvatskoj ne samo po bogatstvu mediteranskih i egzotičnih biljaka, već i po svojoj kulturnoj i povijesnoj vrijednosti. Ostala dva naša arboretuma, Opeka i Lisičine, kontinentalni su arboretumi te se značajno razlikuju po sastavu biljnoga fonda. Razlike se ističu i prema načinu postanka, dok su Arboretum Trsteno i Arboretum Opeka prvotno utemeljeni kao povijesni, privatni perivoji uz vile, Trsteno 1494., a Opeka 1860. godine te proglašeni arboretumima 1947./48., Arboretum Lisičine osnovan je 1979. godine sa svrhom osnivanja zbirke drvenastih biljaka s područja Europe, Azije i Amerike, kao i ukrasnih kultivara. Arboretum Opeka ima oko 180 drvenastih svojti, ali nažalost za taj arboretum nema potpunog i točnog popisa drveća i grmlja. Arboretum Lisičine, prema Idžojoćić i dr. (2013), ima 512 svojti, čime je drvenastim svojstama naš najbogatiji arboretum. Za sva tri naša arboretuma treba imati na umu da su arboretumi zbirke živih, označenih drvenastih biljaka, da ponajprije imaju znanstvenu i obrazovnu funkciju i da su većinom dio znanstvenih institucija ili barem pod njihovim stručnim nadzorom. Arboretum Trsteno jedini je naš arboretum koji je pod upravom znanstvene institucije – Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Prema usuglašenim međunarodnim konvencijama, organizacija Botanic Gardens Conservation International (www.bgci.org) u brojnim je dokumentima objavila smjernice i okvir za razvojnu stra-

tegiju i zaštitu te direktive za osnovne zadatke suvremenog arboretuma: 1. zaštita biljnih vrsta, 2. edukacija stručnjaka i javnosti, 3. restauracija krajolika i staništa, 4. obnova vrsta koristeći metode obnove i zaštite, 5. znanstvena istraživanja, 6. promicanje botaničkih vrtova i arboretuma kao turističkih odredišta. U Akcijskom planu za botaničke vrtote u Europskoj uniji (Cheney i dr. 2000) posebno je istaknuto vođenje povijesnih arboretuma: "Povijesni arboretum mora biti tretiran kao spomenik perivojne arhitekture i on je dio europskog kulturnog nasljeđa. U tom smjeru trebaju ići istraživanja i na taj način treba arboretum prezentirati posjetiteljima. Zaštita povijesne strukture mora se provoditi na dinamički način bez radikalnih promjena, strogo respektirajući povijesnu vrtnu podlogu. S botaničkoga gledišta vrt može i mora imati znanstvenu ulogu. Zbirke moraju biti birane na osnovi proučenih planova, a u skladu s tradicijom vrta te današnjim prioritetom konzervacije biološke raznolikosti." Na temelju navedenih europskih konvencija i direktiva postavljene su smjernice za razvojnu strategiju, a na temelju provedenih istraživanja Arboretuma Trsteno i dodatnih analiza (Kovačević i Šimić 2007) utvrđen je predložak prostornoga plana razvoja arboretuma (Kovačević 2012).

ZAKLJUČAK CONCLUSION

U ovome radu utvrđeno je bogatstvo drveća, grmlja i polugrmova u Arboretumu Trsteno 2018. godine, kao i razlike u brojnosti i sastavu biljaka u odnosu na sredinu i kraj prošloga te početka ovoga stoljeća. Nakon determinacije sada prisutnih drvenastih svojti, u okviru dendrološke analize utvrđena je brojnost vrsta, podvrsta, varijeteta, križanaca i kultivara, pripadnost porodicu, areal, broj autohtonih svojti, broj alohtonih svojti s pojedinim kontinenata, kao i jedinstvene ili rijetko prisutne svojte u Hrvatskoj. Determinirane su do sada nedeterminirane svojte, ispravljene dosadašnje pogreške u determinaciji, a znanstveni nazivi iz prijašnjih inventura usklađeni su s važećom nomenklaturom, kako bi usporedba i analiza bili mogući. Ovim radom napravljena je podloga za izradu smjernica za buduće, dugoročno gospodarenje biljkama u Arboretumu. Uvidom u prijašnje i sadašnje bogatstvo biljaka omogućeno je i buduće određivanje prioriteta pri unošenju novih svojti i ponovnom unošenju u prošlosti prisutnih svojti. Za biljke koje su sredinom prošloga stoljeća bile prisutne, a više ih nema u Arboretumu, uglavnom nema podataka kada su točno i zašto nestale, ali je njihov nestanak vjerojatno posljedica djelovanja niza čimbenika, uključujući klimu, uvjete uzgoja, požare, ali i bolesti i štetnike.

Arboretum Trsteno naš je najstariji arboretum, jedini u mediteranskom podneblju i jedini pod upravom neke znanstvene institucije. U Arboretumu je potrebno stalno una-

pređivanje svih aktivnosti, poboljšano održavanje i briga o biljkama, kao i njihovo sustavno označavanje. Uz planski razvoj u budućnosti će Arboretum Trsteno i dalje biti nezaobilazno odredište turistima te još prepoznatljiviji znanstvenicima i stručnjacima zainteresiranim za našu i egzotičnu dendrofloru.

LITERATURA

REFERENCES

- Bärtles, A., P. A. Schmidt, 2014: Enzyklopädie der Gartengehölze. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 888 pp.
- Boland, D. J., M. I. H. Brooker, G. M. Chippendale, N. Hall, B. P. M. Hyland, R. D. Johnston, D. A. Kleinig, M. W. McDonald, J. D. Turner, 2006: Forest trees of Australia. CSIRO Publishing, Collingwood, 736 pp.
- Botanic Gardens Conservation International. www.bgci.org
- Brickell, C. (Ed.), 2003: RHS A-Z encyclopedia of garden plants, Vol. I-II. Dorling Kindersley, London.
- Brickell, C. D., C. Alexander, J. J. Cubey, J. C. David, M. H. A. Hoffman, A. C. Leslie, V. Malécot, W. L. A. Hetterscheid, X. Jin (Eds.), 2016: International Code of Nomenclature for Cultivated Plants (ICNCP). Ninth Edition. Scripta Horticulturae Number 18, ISHS, 190 pp.
- Brummitt, R. K., C. E. Powell, 1992: Authors of plant names. Royal Botanic Gardens, Kew, 732 pp.
- Buljan, R., Ž. Miklin, 2004: Arboretum Trsteno. Hidrološke i inženjerskogeološke značajke. Studija, Institut za geološka istraživanja, Zagreb.
- Cheney, J., J. Navarro, P. W. Jackson (Eds.), 2000: Action plan for botanic gardens in the European Union. Scripta Botanica Belgica 19: 1–68.
- Cronquist, A., 1981: An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ. Press., New York, 1262 pp.
- Dahlgren, R. M. T., H. T. Clifford, P. F. Yeo, 1985: The families of monocotyledons. Structure, evolution and taxonomy. Springer Verlag, Berlin, 520 pp.
- Dirr, M. A., 2011: Dirr's encyclopedia of trees and shrubs. Timber Press, 952 pp.
- Đurasović, P., 1997: Unošenje egzotičnog drveća i grmlja na dubrovačko područje. Šumarski list 121 (5–6): 227–289.
- Erhardt, W., E. Götz, N. Bödeker, S. Seybold, 2014: Zander – Handwörterbuch der Pflanzennamen. 19. Auflage. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 903 pp.
- Farjon, A., 2010: A handbook of the world's conifers. Vol. I-II. Brill, Leiden.
- Fitschen, J., 2007: Gehölzflora. Quelle und Meyer Verlag, Wiebelsheim, 915 pp.
- Gračanin, M., 1952: Pedološka studija Arboretuma Trsteno. Prirodoslovna istraživanja, JAZU 25: 227–267.
- HAZU, 1999: Arboretum Trsteno. Znanstvenoistraživačka djelatnost. Ljetopis HAZU za godinu 1999. Knjiga 103, Zagreb, 2000, 319.
- HAZU, 2000: Arboretum Trsteno. Znanstvenoistraživačka djelatnost. Ljetopis HAZU za godinu 2000. Knjiga 104, Zagreb, 2001, 386.
- Herak, M., 1991: Dinaridi – Mobilistički osrvrt na genezu i strukturu. Acta geologica, 21/2, Prirodoslovna istraživanja 63, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 35–117 pp.
- Hoffman, M. H. A., 2016: List of names of woody plants. International standard ENA 2016–2020. Naktuinbow, Roelofarendsveen, 1080 pp.
- Idžoitić, M., 2005: Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 256 pp.
- Idžoitić, M., 2009: Dendrologija: list. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 904 pp.
- Idžoitić, M., 2013: Dendrologija: cvijet, češer, plod, sjeme. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 672 pp.
- Idžoitić, M., I. Poljak, M. Zebeć, 2013: Determinacija drveća i grmlja u Arboretumu Lisičine u okviru projekta obnove – 2. dio. Šumarski list 137 (5–6): 325–333.
- International Plant Name Index. <http://www.ipni.org/>
- Kovačević, M., 1978: Pregled razvoja obogaćivanja hortikултурne flore Sredozemlja kao prijedlog obnavljanja botaničke komponente pet stoljeća starog Perivoja Gučetić. Rad JAZU, Knjiga 379, Razred za likovne umjetnosti VII: 231–237.
- Kovačević, M., 1993: Arboretum Trsteno. Ratna stradanja kulturne i prirodne baštine. Zbornik Dubrovačkog primorja i otoka IV: 145–156.
- Kovačević, M., 1998a: The significance of the spontaneous vegetation in the old garden of the Arboretum Trsteno. Acta Bot. Croat. 55/56: 29–40.
- Kovačević, M., 1998b: Nasljeđe 19. stoljeća u Gučetićevom vrtu u Arboretumu Trsteno. U: D. Grgurević (ur.), Povjesni vrtovi, perivoji i parkovi primorske Hrvatske, 161–169, Split.
- Kovačević, M., 1998c: Flora i vegetacija Arboretuma Trsteno. Rukopis.
- Kovačević, M., 1999: Prirodna obnova šume i makije na požarištima u Arboretumu Trsteno. Šumarski list 123 (3–4): 109–118.
- Kovačević, M., 2004: Invazivne vrste u Arboretumu Trsteno. U: Mitić, B. i R. Šoštaric (ur.), Prvi hrvatski botanički simpozij s međunarodnim sudjelovanjem, Zagreb, 30. 9. – 2. 10. 2004. Knjiga sažetaka. Hrvatsko botaničko društvo, 83–84, Zagreb.
- Kovačević, M. A., 2012: Perivoj Gučetićeva ljetnikovca u Trstenom – od renesansnog perivoja do Arboretuma Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti: preobrazbe autohtonoga renesansnog predloška i njegov utjecaj na ladanjske perivoje dubrovačkog područja. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu Arhitektonski fakultet, 486 pp.
- Kovačević, M., I. Šimić, 2007: Studija postojećeg stanja Arboretuma Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Trstenom. Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost i Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb.
- Kramer, K. U., P. S. Green (Eds.), 1990: Pteridophytes and gymnosperms. U: Kubitzki, K. (Ed.), The families and genera of vascular plants. Vol I. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 404 pp.
- Krüssmann, G., 1972: Handbuch der Nadelgehölze. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. 366 pp.

- Krüssmann, G., 1976: Handbuch der Laubgehölze. Band I-III. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Miljas, M. (ur.), 2014: Vodič kroz zaštićene dijelove prirode u području Dubrovačko-neretvanske županije. Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području Dubrovačko-neretvanske županije, Dubrovnik, 144 pp.
- Orchard, A. E., A. J. G. Wilson (Eds.), 2001: Flora of Australia. Vol. 11A: Mimosaceae, Acacia part 1. ABRS/CSIRO Publishing, Melbourne.
- Penzar, I., B. Penzar, 2000: Agrometeorologija. Školska knjiga, Zagreb, 153–156 pp.
- Roloff, A., A. Bärtels, 2008: Flora der Gehölze. Bestimmung, Eigenschaften und Verwendung. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 853 pp.
- Roloff, A., H. Weisgerber, U. M. Lang, B. Stimm (Eds.), 1994–2017: Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. Wiley–VCH.
- Šćitaroci, M., M. A. Kovačević, 2014: Arboretum Trsteno – perivoj renesansnoga ljetnikovca. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Art bulletin 64: 101–132.
- Trinajstić, I., 2011: Fitogeografska raščlanjenost biljnog pokrova. U: S. Matić (ur.), Šume hrvatskoga Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 182–187 pp.
- Turland, N. J., J. H. Wiersema, F. R. Barrie, W. Greuter, D. L. Hawksworth, P. S. Herendeen, S. Knapp, W.-H. Kusber, D.-Z. Li, K. Marhold, T. W. May, J. McNeill, A. M. Monro, J. Prado, M. J. Price, G. F. Smith (Eds.), 2018: International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Regnum Vegetabile 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. <https://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php/>
- Ugrenović, A., 1953: Trsteno – Arboretum i stanica Instituta za eksperimentalno šumarstvo Jugoslavenske akademije. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 215 pp.

SUMMARY

The Trsteno Arboretum, managed by the Croatian Academy of Sciences and Arts, is a former land estate with gardens, old olive groves and natural vegetation. It is a protected site of natural and cultural goods of the Republic of Croatia. The history of its land estate can be traced back to the year 1494, while the Arboretum itself was established in 1948 over 28 ha. It has been 65 years since the first list of plants in the Arboretum was drawn up. In order to determine the current wealth of woody taxa, the plants were documented during 2017 and 2018. A dendrological analysis was made and the present richness of the woody plants was compared to the literary data from the middle and the end of the 20th century and the beginning of the 21st century. Currently, the Arboretum contains 317 woody taxa, of which 233 are species, 8 subspecies, 2 varieties, 10 hybrids and 64 cultivars (Table 1). The taxa belong to 179 different genera from 82 families. The gymnosperms are considerably less represented with 19 taxa, and the rest are angiosperms (298 taxa). Slightly more than a quarter of the species and subspecies are autochthonous in Croatia and are predominantly Mediterranean species. The Trsteno Arboretum is the only littoral arboretum in Croatia which supports important collections that preserve and represent the Croatian dendroflora. As a guardian of biodiversity, the Arboretum has an important educational and scientific role for both Croatian and foreign visitors. The majority of the exotic species and subspecies, that is, those which occur exclusively outside the European continent, are of Asian origin (64 species), followed by the species from the area of America (45 species), Africa (14 species) and Australia (6 species). There is a large number of particularly valuable taxa that are unique to or rarely present in Croatia, such as *Acacia cyclops* A. Cunn. ex G. Don, *A. karoo* Hayne, *Albizia amara* (Roxb.) B. Boivin, *Callitris preissii* Miq., *Casuarina cunninghamiana* Miq., *Persea indica* (L.) Spreng., *Retama sphaerocarpa* Raf., *Schinus weinmannifolius* Engl. and *Vitex negundo* var. *heterophylla* (Franch.) Rehder. Besides the particularly valuable individual examples of some species, the Arboretum also boasts collections that include species, hybrids and cultivars of various genera. Since the first plant list was drawn up, new taxa have continuously been introduced into the Arboretum, making it wealthier and more diverse in species than 65 years ago. This was achieved by enriching the collections of particular genera, but also by revising previous documentation, which brought to light numerous old cultivars, such as those in the genera *Olea*, *Citrus*, *Aloe*, *Pelargonium* and others. The genus *Olea* is represented by a collection of 15 old autochthonous olive cultivars from the area of Dubrovnik, and the genus *Citrus* with 10 autochthonous and 8 more recent citrus cultivars. This is a valuable contribution to the preservation of the genofund of historical autochthonous Croatian cultivars. Over the past 65 years, the total number of taxa has increased from 226 to 317. The number of taxa which have survived in the Arboretum until the present day is 148, meaning that of the present 317 taxa, slightly less than half were in the Arboretum 65 years ago. Of the 226 taxa present in 1953, 74 taxa have disappeared from the Arboretum as a result of a number of different factors, including the climate, growing conditions, fires, but also diseases and pests. The majority of the changes occurring

in the Arboretum since 1953 took place before 1998. For future maintenance and development of the Arboretum in the sense of regenerating the taxa that have disappeared or introducing new taxa, the facts mentioned above should be of particular concern. Exotic plants from warm regions of other continents are generally well adapted to the site conditions in the Arboretum, but they sometimes perish owing to extremely low temperatures lasting for several days. The eight oldest living trees in the Arboretum were planted in the period between 1858 and 1871: *Ginkgo biloba* L. (1858), *Tilia americana* L. (1858), *Taxus baccata* L. (1859), *Diospyros virginiana* L. (1859), *Wisteria sinensis* (Sims) Sweet (1861), *Ginkgo biloba* L. (1861), *Platanus orientalis* L. (1868) and *Cedrus libani* A. Rich. (1871). The Trsteno Arboretum is the only Croatian arboretum that is managed by a scientific institution - the Croatian Academy of Sciences and Arts, and it fulfils all the requirements set before a historical arboretum in the modern world.

KEY WORDS: Trsteno Arboretum, Croatia, Mediterranean, trees, shrubs, half-shrubs, dendrological analysis



Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije (*Croatian Chamber of Forestry and Wood Technology Engineers*) osnovana je na temelju Zakona o Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije (NN 22/06).

Komora je samostalna i neovisna strukovna organizacija koja obavlja povjerene joj javne ovlasti, čuva ugled, čast i prava svojih članova, skrbi da ovlašteni inženjeri obavljaju svoje poslove savjesno i u skladu sa zakonom te promiče, zastupa i uskladjuje njihove interese pred državnim i drugim tijelima u zemlji i inozemstvu.

Članovi Komore:

- inženjeri šumarstva i drvne tehnologije koji obavljaju stručne poslove iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije.

Stručni poslovi (Zakon o HKIŠDT, članak 1):

- projektiranje, izrada, procjena, izvođenje i nadzor radova iz područja uzgajanja, uređivanja, iskorištavanja i otvaranja šuma, lovstva, zaštite šuma, hortikulture, rasadničarske proizvodnje, savjetovanja, ispitivanja kvalitete proizvoda, sudskoga vještačenja, izrade i revizije stručnih studija i planova, kontrola projekata i stručne dokumentacije, izgradnja uređaja, izbor opreme, objekata, procesa i sustava, stručno osposobljavanje i licenciranje radova u šumarstvu, lovstvu i preradi drva.

Javne ovlasti Komore:

- vodi imenik ovlaštenih inženjera šumarstva i drvne tehnologije,
- daje, obnavљa i oduzima licencije (odobrenja) pravnim i fizičkim osobama za obavljanje radova iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije,
- utvrđuje profesionalne obveze članova i njihovo obavljanje u skladu s kodeksom strukovne etike,
- provodi stručne ispite za ovlaštene inženjere,
- drugi poslovi koji su utvrđeni kao javne ovlasti.

Akti koje Komora izdaje u obavljanju javnih ovlasti, javne su isprave.

Ostali poslovi koje obavlja Komora:

- promiče razvoj struke i skrbi o stručnom usavršavanju članova,
- potiče donošenje propisa kojima se utvrđuju javne ovlasti Komore u skladu s kriterijima europske i svjetske prakse,
- zastupa interes svojih članova,
- daje stručna mišljenja kod pripreme propisa iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije,
- organizira stručno usavršavanje svojih članova,
- izdaje glasilo Komore te druge stručne publikacije.

Članovima Komore izdaje se rješenje, pečat i iskaznica ovlaštenoga inženjera. Za uspješno obavljanje zadataka te posizvanje ciljeva ravnopravnog i jednakovrijednoga zastupanja struka udruženih u Komoru, članovi Komore organizirani su u strukovne razrede:

- Razred inženjera šumarstva,
- Razred inženjera drvne tehnologije.

Članovi Komore imaju odgovornosti u obavljanju stručnih poslova sukladno zakonskim i podzakonskim aktima te Kodeksu strukovne etike.

PRELIMINARY DATA ON THE BEETLE (COLEOPTERA) FAUNA OF TUROPOLOJSKI LUG FOREST

PRELIMINARNI PODACI O FAUNI KORNJAŠA (Coleoptera) TUROPOLOJSKOG LUGA

Mladen ZADRavec*, Toni KOREN¹, Boris LAUŠ¹, Ivona BURIĆ¹, Barbara HORVATIĆ¹

SUMMARY

Wetlands provide many important ecosystem services, e.g. serving as natural retention areas to prevent flooding and they can be recreational areas for the general public. They also represent vital habitats for many animal species and many are protected nature areas. In spite of this, the fauna of many wetlands in Croatia is still mostly unknown, especially when it comes to beetles. Not knowing the fauna of a particular habitat hinders management efforts. One such location is Turopoljski Lug forest, south-east from the capital Zagreb. The fieldwork was done from March till September 2017, utilising four methods: sweep netting, baited traps on tree trunks, light trapping with UV light traps at night, and collecting by hand. Additionally, several records from earlier visits are included. The total number of currently known species for the forest is raised from 51 to 133. A total of nine species are near threatened (NT), seven of which are saproxylic. Three species listed in Annexes II and IV of the Habitats Directive occur in the area, of which only *Cerambyx cerdo* had been recorded. Additionally, a neglected literature record of a fourth, *Phryganophilus ruficollis*, has been discovered. Current management practices for the forest should be re-evaluated and modified if necessary. Future research targeting specific beetle groups should yield further increases in the number of species known for the area, while a targeted mapping of the distribution of species listed on the Annexes should yield much-needed conservation information.

KEY WORDS: flooded forest, Natura 2000 Ecological Network, *Cerambyx cerdo*, *Phryganophilus ruficollis*, *Trox perrisi*, nature protection areas

INTRODUCTION UVOD

Wetlands represent important habitats for many animal species, as a suitable home for them and as a source of food and water (Junk et al., 2013). Many are globally protected through the Ramsar Convention (Anonymous, 2008) and through local/national legislation, e.g. as national and nature parks and through ecological networks such as Natura 2000 (Anonymous, 1979, 1992). Examples of such wetlands

in Croatia are the Kopački Rit and Lonjsko Polje Nature Parks and Natura 2000 sites, and Turopoljski Lug in Turopolje.

Turopolje is a region located between the right bank of the Sava River to the north-east and the Vukomeričke Gorice to the south-west, south-east of Zagreb and Velika Gorica, north-west of Sisak (Lazowski, 1910). One of its defining features is the Turopoljski Lug forest, covering an area of 33.44 km². The area changed a lot in the last 200-odd years,

* Mladen Zadravec mag. biol. exp., Dr. sc. Toni Koren, Boris Lauš, Ivona Burić mag. oecol. et prot. nat., Barbara Horvatić mag. biol. exp., Association Hyla, Lipovac I no. 7, 10000 Zagreb, Croatia, E-mail: mladen.zadravec@hhdhyla.hr, toni.koren@hhdhyla.hr, boris.laus@hhdhyla.hr, ivona.buric@hhdhyla.hr, barbara.horvatic@hhdhyla.hr

mainly due to the shift from an acorn-harvesting to a lumber-harvesting attitude by the people from the area and the expansion of the villages (Tvrtković, 1997a). This is evident in the reduction of the Turopoljski Lug forest's surface area, as is evident comparing the First Military Survey maps created during the Habsburg Monarchy (Biszak et al., 2014) with modern sources (e.g. Google Earth). While the reduction in the number of bogs and other wetlands was evident by the beginning of the 20th century (Lazowski, 1910), one of the major changes when it comes to the water regime and wetland habitats was when the Sava-Odra canal was dug in 1965, to divert excess water from the Sava River away from Zagreb, as a flood prevention measure (Tvrtković, 1997a). This, and other flood prevention measures implemented throughout the years, caused a shift in the groundwater levels (Tvrtković, 1997a). Additionally, the wet grassland habitats are either drying out, or disappearing due to overgrowing. Despite this, Turopoljski Lug is still considered to be one of the most important wetland habitats in Croatia, and as such is covered by the Natura 2000 site Odransko Polje (HR2000415) (Anonymous, 2015), and the Significant Landscapes Turopoljski Lug and Odransko Polje (Anonymous, 2003).

There are only four literature sources covering the beetle fauna of Turopoljski Lug, listing a total of 51 species (Anonymous, 2015; Mikšić, 1963; Schlosser, 1878; Vujčić-

Karlo and Klipa, 1998). Of those, 44 are of the Carabidae family – a result of the only as of yet systematic beetle inventory work carried out there (Vujčić-Karlo and Klipa, 1998). Based on this, it can be said that the beetle fauna of Turopolje is very poorly known. Since conservation and management should be evidence-based (Sutherland et al., 2004), and since beetles are an important component of many habitat communities as herbivores, predators and decomposers (Cálix et al., 2018; Petersen and Luxton, 1982), this lack of basic data of an important lowland forest represents a critical gap in the foundation for future actions.

To partly fill this gap and provide additional information useful for conservation and management actions in the future, we present an overview of the currently known beetle species for Turopoljski Lug, based on literature and newly collected field data.

MATERIALS AND METHODS MATERIJALI I METODE

To perform a broad screening of the beetle fauna of Turopoljski lug, 15 locations were visited from March till September 2017 (Figures 1 & 2, Table 1). Baited traps were made from plastic 1.5 l bottles by cutting off the top part of the bottles, inverting it and inserting them back into the

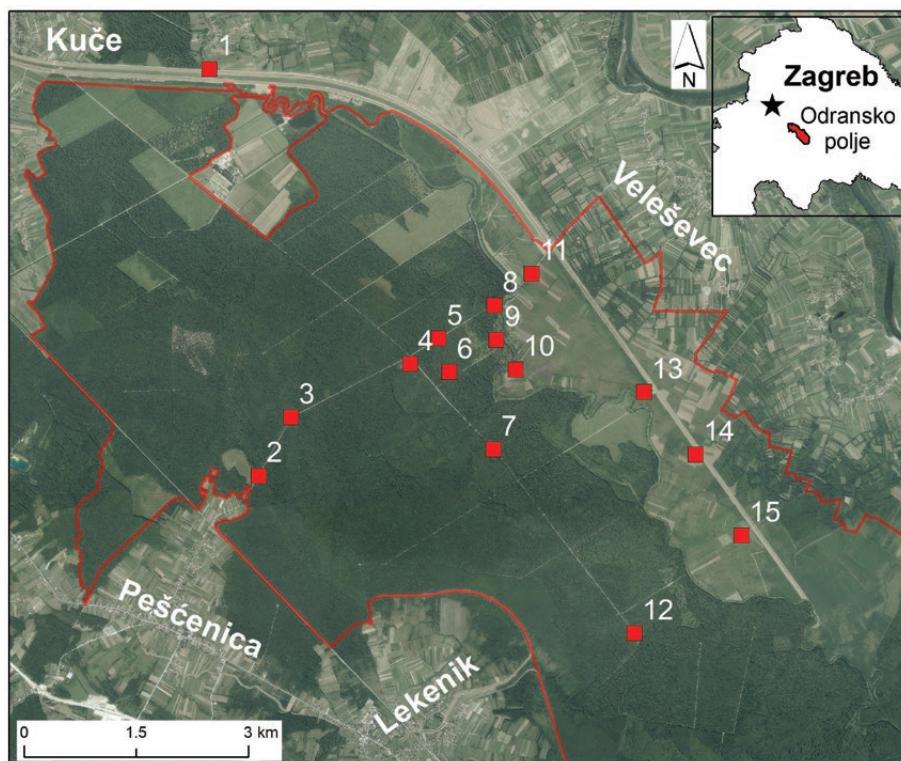


Figure 1. – Map of Turopoljski Lug showing the research locations. Location numbers correspond to those in Table 1. The border of the north-western part of the Natura 2000 site Odransko Polje is also shown.

Slika 1. – Karta Turopoljskog luga s naznačenim istraživačkim lokacijama. Brojevi lokacija odgovaraju onima u Tablici 1. Granica sjeverozapadnog dijela Natura 2000 područja Odransko polje također je označena.



Figure 2. – A part of the Turopoljski Lug forest (photo by Vesna Zadravec).
Slika 2. – Dio Turopoljskog luga (fotografija: Vesna Zadravec).

body of the bottles. This was secured using small pieces of metal wire. A mixture of white and red wine (1 : 1), with a few pieces of banana, was poured inside as bait. The traps were setup in three sets of five. The first two sets were set up on 13 June 2017 at locations 5 and 7, while the third set was set up on 13 July at location 4, to provide additional screening during the peak of the activity of some saproxylic species. All three were removed on 28 September. They were emptied once a month. In order to survey nocturnal beetles, four to eight UV light traps were used three times to collect beetles at location 11, in May, July and September. Sweep netting was performed by sweeping herbaceous and low woody vegetation on all locations, on 9 April, 14 & 29 May, 13 June, and 13 July 2017 to find beetles hiding and/or feeding within that vegetation layer, especially on flowers. Collecting by hand was carried out on all locations and represents random non-specific collecting.

Additionally, several beetle records from UV light trapping in April and September 2015 from locations 3 and 5, with some random sampling methods from March 2015 on location 4, are also included in the results.

Specimens of species which could be reliably identified in the field were examined macroscopically and/or by using handheld magnifiers (10× magnification). Those that could not be identified were collected using ethyl acetate and brought back to the lab, examined under a 1MISTBMS143T stereo microscope and their genitalia were isolated when needed for identification purposes. The usual keys were used for identification, both in the field, and in the lab (Ballerio et al., 2010; Bense, 1995; Bordy et al., 2012; Curletti et al., 2003; Freude, 1971; Lalbner, 2000; Lompe, 2009; Mikšić, 1965, 1958; Nedvěd, 2015; Novák, 2014; Sama, 2002; Šustek, 1981; Trautner and Geigenmüller, 1987; Turin et al., 2003; Warchałowski, 2010, 2003). All collected specimens are deposited in the Coleoptera collection of Association Hyla. The identification of members of the Elateridae family was additionally checked by Tamás Németh from the Hungarian Natural History Museum (NHMUS). The nomenclature follows Fauna Europaea (de Jong et al., 2014).

RESULTS

REZULTATI

During the field work, and including the authors' personal records from 2015, a total of 89 beetle species were recorded, seven of which are already known from the literature. Thus, the total number of beetle species currently known for Turopoljski Lug is raised to 133 (Appendix 1). Only one of those is listed in Annexes II and IV of the Habitats Di-

Table 1. List of researched localities with their corresponding geographic coordinates (decimal degrees in the WGS84 coordinate system).
Tablica 1. – Popis istraživanih lokacija s pripadajućim geografskim koordinatama (decimalni stupnjevi, WGS84 koordinatni sustav).

No. Br.	Location description Opis lokacije	Coordinates / Koordinate	
		N	E
1.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, settlement Poljana Čička, Odra River's connection to the Sava-Odra canal	45.669305	16.176613
2.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, settlement Kuče, Gornjak, canal by the macadam road from the cross towards Peščenica	45.620348	16.185326
3.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, settlement Kuče, Gornjak, canal by the macadam road from the cross towards Peščenica	45.627673	16.192087
4.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, Vratovo Foresthouse	45.633887	16.211279
5.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, settlement Kuče, Rastine, side road before the cross	45.636975	16.216163
6.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, settlement Kuče, second macadam road to the left, south-east of the Vratovo Foresthouse, towards the Odra River	45.632954	16.218006
7.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, Ostrovje	45.623654	16.225611
8.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, settlement Kuče, forest around the bridge over the Odra River	45.640965	16.225734
9.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, Orle, settlement Veleševac, surroundings of the Selce Village	45.636828	16.226077
10.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, Orle, settlement Veleševac, surroundings of the Selce Village	45.633276	16.229382
11.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, Orle, settlement Veleševac, surroundings of the Selce Village, Gmajna	45.644800	16.232100
12.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, settlement Kuče, 3.5 km north-east from Lekenik	45.601562	16.249953
13.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, Peščenka, shores of the Odra River	45.630611	16.251439
14.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, 2 km SW from the settlement Suša, Gmajne area, central meadows	45.623111	16.260333
15.	Velika Gorica, Turopoljski Lug, 2 km SW from the settlement Suša, Gmajne area	45.613375	16.268278

Appendix 1. – List of beetle species currently known for Turopoljski Lug. Location numbers correspond to those in Table 1. IUCN statuses according to Vujčić-Karlo et al. (2007) for Carabidae, and Nieto & Alexander (2010) for the rest. LC – Least Concern, NT – Near Threatened. * – saproxylic species.

Dodatak 1. – Popis trenutačno poznatih vrsta kornjaša za Turopoljski lug. Brojevi lokacija odgovaraju onima u Tablici 1. IUCN statusi dani su prema Vujčić-Karlo i sur. (2007) za porodicu Carabidae te Nieto i Alexander (2010) za preostale. LC – najmanje zabrinjavajuća vrsta, NT – gotovo ugrožena vrsta. * – saproksilna vrsta.

No. Br.	Species Vrsta	Literature Literatura	This research Ovo istraživanje	IUCN status
Buprestidae				
1.	<i>Anthaxia fulgurans</i> (Schrank, 1789) *		13	
2.	<i>Anthaxia nitidula</i> (Linnaeus, 1758) *		1, 13	
3.	<i>Anthaxia salicis</i> (Fabricius, 1776) *		1, 8	
Carabidae				
4.	<i>Abax carinatus</i> (Duftschmid, 1812)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
5.	<i>Abax parallelus</i> (Duftschmid, 1812)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
6.	<i>Abax parallelepipedus</i> (Piller & Mitterpacher, 1783)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
7.	<i>Agonum viduum</i> (Panzer, 1796)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
8.	<i>Amara</i> sp.	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
9.	<i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppidan, 1763)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
10.	<i>Badister dilatatus</i> Chaudoir, 1837	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
11.	<i>Badister dorsiger</i> (Duftschmid, 1812)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
12.	<i>Brachinus crepitans</i> (Linne, 1758)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
13.	<i>Calosoma inquisitor</i> (Linne, 1758)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
14.	<i>Carabus nemoralis</i> O.F. Muller, 1764	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)	3	
15.	<i>Carabus granulatus</i> Linne, 1758	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)	5, 8	
16.	<i>Carabus ullrichii</i> Germar, 1824	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)	4, 5	
17.	<i>Carabus violaceus</i> Linne, 1758	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
18.	<i>Carabus coriaceus</i> Linne, 1758	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		LC
19.	<i>Carabus cancellatus</i> Illiger, 1798	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)	4, 5	LC
20.	<i>Cryptophonus tenebrosus</i> (Dejean, 1829)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
21.	<i>Diachromus germanus</i> (Linnaeus, 1758)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)	2, 11, 13, 14, 15	
22.	<i>Dyschirius digitatus</i> (Dejean, 1825)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		NT
23.	<i>Elaphrus cupreus</i> Duftschmid, 1812	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		LC
24.	<i>Harpalus distinguendus</i> (Duftschmid, 1812)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
25.	<i>Harpalus latus</i> (Linne, 1758)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
26.	<i>Leistus piceus</i> Frölich, 1799	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
27.	<i>Limodromus assimilis</i> (Paykull, 1790)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
28.	<i>Limodromus longiventris</i> (Mannerheim, 1825)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
29.	<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		LC
30.	<i>Metallina lampros</i> (Herbst, 1784)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
31.	<i>Metallina properans</i> (Stephens, 1828)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
32.	<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
33.	<i>Panagaeus cruxmajor</i> (Linne, 1758)		11	NT
34.	<i>Pangus scaritides</i> (Sturm, 1818)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
35.	<i>Patrobus</i> sp.	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
36.	<i>Philochthus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
37.	<i>Platynus livens</i> (Gyllenhal, 1810)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
38.	<i>Poecilus cupreus</i> (Linne, 1758)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
39.	<i>Pseudoophonus griseus</i> (Panzer, 1796)		11	
40.	<i>Pseudoophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)	11	
41.	<i>Pterostichus pumilio</i> (Dejean, 1828)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
42.	<i>Pterostichus ovoideus</i> (Sturm, 1824)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
43.	<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1796)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
44.	<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
45.	<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1790)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
46.	<i>Stomis pumicatus</i> (Panzer, 1796)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		LC

No. Br.	Species Vrsta	Literature Literatura	This research Ovo istraživanje	IUCN status
47.	<i>Syntomus obscuroguttatus</i> (Duftschmid, 1812)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
48.	<i>Thalassophilus longicornis</i> (Sturm, 1825)	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
49.	<i>Trechus</i> sp.	Vujčić-Karlo & Klipa (1998)		
Cerambycidae				
50.	<i>Aegomorphus clavipes</i> (Schrank, 1781) *	Mikšić (1963)		
51.	<i>Aegosoma scabricorne</i> (Scopoli, 1763) *		11	LC
52.	<i>Agapanthia cardui</i> (Linnaeus, 1767) *		11	
53.	<i>Agapanthia villosoviridescens</i> (De Geer, 1775) *		11	
54.	<i>Aromia moschata</i> (Linnaeus, 1758) *		4, 5	LC
55.	<i>Calamobius filum</i> (Rossi, 1790) *		11	
56.	<i>Cerambyx cerdo</i> Linnaeus, 1758 *	Anonymous (2015)	4	NT
57.	<i>Cerambyx scopolii</i> Fuessly, 1775 *		6, 7, 8, 13	LC
58.	<i>Chlorophorus sartor</i> (Muller, 1766) *		13	LC
59.	<i>Leptura quadrifasciata</i> Linnaeus, 1758 *		5	
60.	<i>Pseudovadonia livida</i> (Fabricius, 1776) *		7	
61.	<i>Rhagium mordax</i> (De Geer 1775) *		5	
62.	<i>Rhagium sycophanta</i> (Schrank 1781) *		5	
63.	<i>Rutpela maculata</i> (Poda, 1761) *		7	
64.	<i>Stenurella nigra</i> (Linnaeus, 1758) *	Mikšić (1963)		
Chrysomelidae				
65.	<i>Aphthona nonstriata</i> Goeze, 1777		10	
66.	<i>Cassida murraea</i> Linnaeus, 1767		10, 13	
67.	<i>Chrysochus asclepiadeus</i> (Pallas, 1773)		13	
68.	<i>Chrysolina fastuosa</i> (Scopoli, 1763)		1, 4, 7	
69.	<i>Chrysomela populi</i> Linnaeus, 1758		2	
70.	<i>Crepidodera aurata</i> (Marsham, 1802)		8, 11	
71.	<i>Crepidodera plutia</i> (Latreille, 1804)		8	
72.	<i>Cryptocephalus anticus</i> Suffrian, 1848		13	
73.	<i>Diabrotica virgifera</i> LeConte, 1858		11	
74.	<i>Donacia bicolora</i> Zschach, 1788		1, 8	
75.	<i>Donacia dentata</i> Hoppe, 1795		10	
76.	<i>Donacia simplex</i> Fabricius, 1775		1	
77.	<i>Gastrophysa viridula</i> (De Geer, 1775)		8	
78.	<i>Phaedon cochleariae</i> (Fabricius, 1792)		10	
79.	<i>Smaragdina salicina</i> (Scopoli, 1763)		10	
Coccinellidae				
80.	<i>Calvia decemguttata</i> (Linnaeus, 1758)		11	
81.	<i>Calvia quatuordecimguttata</i> Linnaeus, 1758		8	
82.	<i>Calvia quindecimguttata</i> (Fabricius, 1777)		11	
83.	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758		8, 10, 11, 14, 15	
84.	<i>Harmonia axyridis</i> Pallas, 1773		5, 8, 11, 13, 15	
85.	<i>Hippodamia tredecimpunctata</i> Linnaeus, 1758		15	
86.	<i>Hippodamia variegata</i> Goeze, 1777		15	
87.	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)		10, 13	
88.	<i>Psylllobora vigintiduopunctata</i> (Linnaeus, 1758)		8, 11	
89.	<i>Subcoccinella vigintiquatuorpunctata</i> Linnaeus, 1758		10	
90.	<i>Vibidia duodecimguttata</i> (Poda, 1761)		11	
Cantharidae				
91.	<i>Rhagonycha fulva</i> (Scopoli, 1763)		11	
Elateridae				
92.	<i>Agriotes sputator</i> (Linnaeus, 1758) *		11	

No. Br.	Species Vrsta	Literature Literatura	This research Ovo istraživanje	IUCN status
93.	<i>Ampedus glycereus</i> (Herbst, 1784) *		9	NT
94.	<i>Ampedus sanguinolentus</i> (Schrank, 1776) *		8, 9	LC
95.	<i>Athous haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1801) *		8, 9, 11	
96.	<i>Calambus bipustulatus</i> (Linnaeus, 1767) *		5	LC
97.	<i>Cidnopus pilosus</i> (Leske, 1785) *		11, 14	
98.	<i>Elathous impressifrons</i> (Hampe, 1866) *	Schlosser (1878)		
99.	<i>Melanotus crassicollis</i> (Erichson, 1841) *		11	
100.	<i>Stenagostus rhombeus</i> (Olivier, 1790) *		11	LC
101.	<i>Synaptus filiformis</i> (Fabricius, 1781) *		8, 11	
Histeridae				
102.	<i>Hololepta plana</i> (Sulzer, 1776) *		8	
Hydrophilidae				
103.	<i>Hydrophilus piceus</i> (Linnaeus, 1758)		11	
Cetoniidae				
104.	<i>Cetonia aurata</i> (Linnaeus, 1761) *		4, 5, 8, 11, 13	
105.	<i>Gnorimus nobilis</i> (Linnaeus, 1758) *		7, 8	LC
106.	<i>Gnorimus variabilis</i> (Linnaeus, 1758) *		4	NT
107.	<i>Oxythyrea funesta</i> (Poda, 1761) *		8	
108.	<i>Protaetia aeruginosa</i> (Linnaeus, 1767) *		7	NT
109.	<i>Protaetia fieberi</i> (Kraatz, 1880) *		5	NT
110.	<i>Tropinota hirta</i> (Poda, 1761) *		8	
111.	<i>Valgus hemipterus</i> (Linnaeus, 1758) *		15	LC
Lucanidae				
112.	<i>Dorcus parallelipedus</i> (Linnaeus, 1785) *		5, 7	LC
113.	<i>Lucanus cervus</i> (Linnaeus, 1758) *	Anonymous (2015)		NT
Melolonthidae				
114.	<i>Melolontha hippocastani</i> Fabricius, 1801 *		5	
115.	<i>Melolontha melolontha</i> (Linnaeus, 1758) *		5	
116.	<i>Serica brunnea</i> (Linnaeus, 1758) *		11	
Trogidae				
117.	<i>Trox perrisi</i> Fairmaire, 1868		11	
118.	<i>Trox scaber</i> (Linnaeus, 1767)		11	
Silphidae				
119.	<i>Dendroxena quadrimaculata</i> (Scopoli, 1772)		3	
120.	<i>Necrodes littoralis</i> (Linnaeus, 1758)		11	
121.	<i>Nicrophorus vespillo</i> (Linnaeus, 1758)		7, 11	
122.	<i>Oiceoptoma thoracicum</i> (Linnaeus, 1758)		7	
123.	<i>Phosphuga atrata</i> (Linnaeus, 1758)		3, 4, 11	
124.	<i>Thanatophilus rugosus</i> (Linnaeus, 1758)		7	
Melandryidae				
125.	<i>Hypulus quercinus</i> (Quensel, 1790) *	Schlosser (1878)		
126.	<i>Phryganophilus ruficollis</i> (Fabricius, 1798) *	Schlosser (1878)		NT
Oedemeridae				
127.	<i>Oedemera femorata</i> (Scopoli, 1763)		15	
Pyrochroidae				
128.	<i>Pyrochroa serraticornis</i> (Scopoli, 1763) *		5	
129.	<i>Schizotus pectinicornis</i> (Linnaeus, 1758) *		12	
Tenebrionidae				
130.	<i>Allecula morio</i> (Fabricius, 1787) *		11	
131.	<i>Diaperis boleti</i> (Linnaeus, 1758) *		3, 5	
132.	<i>Enoplotus dentipes</i> (Rossi, 1790) *		3, 5	
Zopheridae				
133.	<i>Colydium elongatum</i> (Fabricius, 1787) *		8	

rective – *Cerambyx cerdo* Linnaeus, 1758. Twenty-four species have an IUCN Red List status – 15 are Least Concern (LC), while nine are Near Threatened (NT). Of those two categories, ten and seven are saproxylic, respectively, i.e. in some way dependant and/or connected to the decay of wood at least during a part of their life cycle.

DISCUSSION RASPRAVA

With little-to-no data published for other wetlands in Croatia, it is almost impossible to put our results in any meaningful perspective. Tallósi (2008) lists 173 species of Carabidae along the Drava river and in Baranja, including a part of Kopački Rit. Kopački Rit by itself has a total of 275 beetle species, of which 155 are Carabidae (Krčmar, 2014; Kulundžić et al., 2014). Both areas are larger than Turopoljski Lug and contain more habitat types, and were researched more, so their larger number of species is not surprising. Nevertheless, future beetle research in Turopoljski Lug is expected to yield many more additions to the current species list.

Three Natura 2000 species are listed for the site Odransko Polje: *Lucanus cervus* (Linnaeus, 1758), *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774), and *C. cerdo*, of which we only found the latter. This could be because the forest itself periodically floods, which is not a favourable condition for the larvae of *L. cervus*. This species probably prefers more elevated and/or drier locations, possibly outside of the Turopoljski Lug forest. Future research should investigate in more detail its occurrence in and around the forest. The second species, *G. bilineatus*, is an aquatic beetle living in mostly stagnant permanent waters (Cuppen et al., 2006; Temunović and Turić, 2015). It is fairly rare in Croatia, and the best chance of finding it is by placing funnel traps in suitable aquatic habitats (Temunović and Turić, 2015; Volkova et al., 2013). Since we did not employ this methodology, it is not surprising that we did not find this species. A literature record was found for a fourth Natura 2000 species from Turopoljski Lug – *Phryganophilus ruficollis* (Fabricius, 1798) (Schlosser, 1878). This species has not been listed on the reference list for Croatia due to a complete lack of recent records since no one looked for it since and there is no monitoring protocol. Therefore, it would be recommendable to invest in targeted research actions to ascertain if *P. ruficollis* is still present in Turopoljski Lug and assess its status if it is.

Although the European Red List of Saproxylic Beetles covers many beetle species at the European level (Nieto and Alexander, 2010), there are still many taxa that are not evaluated at the European level. In Croatia, only the Red List of Carabidae exists, with all other beetle taxa not being evaluated as of yet (Vujčić-Karlo et al., 2007). Due to damaged, sick and rotting trees not being viewed as valuable from the lumber industry's standpoint, they are often removed from

forests. However, those trees are of vital importance from a biodiversity standpoint, because one such tree can serve as a home to whole communities of organisms, including saproxylic beetles, for decades. Their removal has been shown to be the gravest threat to both threatened and non-threatened saproxylic beetles in all of Europe (Nieto and Alexander, 2010). Therefore it is certainly recommended to modify current practices and leave old trees, tree stumps and logs in all parts of the forest, as it is already mandated by the Forestry Act (Anonymous, 2005), so some suitable habitat would still remain to ensure the long-term survival of such species (Tvrtković, 1997b). Additionally, Red Listing of other beetle groups should be carried out at the earliest possible convenience, both at the Croatian and European levels, to facilitate better nature conservation practices.

Three of the recorded species can be characterised as rare in Croatia: *Trox perrisi* Fairmaire, 1868, *Gnorimus variabilis* (Linnaeus, 1758), and *Elathous impressifrons* (Hampe, 1866). The first one has only recently been discovered for Croatia, on Ivanščica Mt. and on the Istria peninsula (Koren, 2015; Ziani et al., 2015). This is the third record for this species in Croatia. *G. variabilis* is rare in Europe and has a fragmented population throughout its range. Declines are reported from a number of states (Mannerkoski et al., 2010). Even though there are several literature records for Croatia (Koča, 1905; Mikšić, 1965; Müller, 1902; Novak, 1952; Schlosser, 1878), there were no recent records till 2015 (Šag, 2015). We found remains of an adult beetle while examining red rotten oak tree trunk in Turopoljski lug in March 2015.

Elater impressifrons is a poorly known beetle. It was described from the vicinity of Zagreb (Hampe, 1866). Schlosser (1878) mentions that the Croatian entomologist Julija Stiegler collected it in Turopoljski Lug forest in wood mould of oak tree hollows. This is so far the only precise known locality for this species. A female specimen of this species from Croatia, without any other collecting details, is deposited in the Coleoptera collection of the Hungarian Natural History Museum (Tamás Németh, personal communication). The species wasn't recorded during this research, suggesting more focused surveys are required in the future.

Two of the recorded species are alien – *Harmonia axyridis* Pallas, 1773 and *Diabrotica virgifera* LeConte, 1858. The former, an invasive species that is now widespread in Europe, had first been recorded in Croatia in 2008 (Mičetić Stanković et al., 2010). It is known to have a negative influence on the native coccinellid fauna (Roy and Wajnberg, 2008). Since no previous published records exist for Coccinellidae of Turopoljski Lug, it will be impossible to know the changes in the fauna from before the arrival of *H. axyridis*. The current situation should be investigated in more

detail to at least have a baseline to compare future changes, since the 11 coccinellid species recorded for Turopoljski Lug represent only 14% of the currently known Croatian ladybug fauna (Koren et al., 2012). The second alien species, *D. virgifera*, is a notable agricultural pest on maize crops. The first records of this species in Croatia were in 1995, near the border with Serbia (Igrc Barčić and Maceljski, 1997). Its expansion westwards was methodically tracked, and it reached the surroundings of Zagreb by 2003 (Igrc Barčić et al., 2003). Since corn is planted on some of the fields around Turopoljski Lug (the authors' personal observation), its occurrence here is not surprising. However, it is unknown to us if it causes extensive damage to crops in the area.

To conserve the remaining wet grasslands within the study area, and all species depending on them, regular mowing and/or grazing should be re-established (Tvrtković, 1997b). This is needed to curb the advance of woody vegetation, especially the invasive *Amorpha fruticosa* L. However, this should be conducted in a manner that will not be so intense that it proves detrimental to the survival of herbaceous and flowering plants on which many beetle species depend. Additionally, it is possible that the water management measures implemented throughout the years could have, or have already had, a negative impact on aquatic beetles, especially *G. bilineatus*, due to the disappearance of suitable habitats (see Introduction and Lazowski, 1910). Further research should be conducted in this regard and, if necessary, modify and/or replace existing water management measures with more appropriate ones.

CONCLUSIONS

ZAKLJUČCI

With this the Natura 2000 site Odransko Polje, which covers Turopoljski Lug, became one of only several Croatian Natura 2000 sites with a list of known beetle species. Future research, targeting specific Coleoptera groups, should add many more species, especially those that are saproxylic, to the list. A systematic mapping of the Natura 2000 species known from the area would yield much needed conservation data. Current management practices and their effect on the biodiversity of Turopoljski Lug should be evaluated and steps taken to ensure its continued survival and vitality.

ACKNOWLEDGMENTS

ZAHVALE

We would like to thank the City of Velika Gorica for their support for the implementation of the project "BioOdra 2017", under which this research was carried out. Our thanks also go to Vesna Zadravec, for her photo of the forest. Permits for the work were obtained from the Ministry of the

Environment and Energy (Class: UP/I-612-07/17-48/78, Permit No.: 517-07-1-1-17-7). Special thanks go to Tamás Németh from the Hungarian Natural History Museum (NHMUS), for checking our Elateridae identifications.

REFERENCES

LITERATURA

- Anonymous, 1979: Council Directive 79/409/EEC of 2 April 1979 on the conservation of wild birds, Official Journal of the European Communities L: 1–18.
- Anonymous, 1992: Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora, Official Journal of the European Communities L: 7–50.
- Anonymous, 2003: Odluka o proglašenju Turopoljskog luga i vlažnih livada uz rijeku Odru zaštićenim krajolikom, Glasnik Zagrebačke županije 9: 21–21.
- Anonymous, 2005: Zakon o šumama. Narodne novine 2005.
- Anonymous, 2008: Strategic Framework and guidelines for the future development of the List of Wetlands of International Importance of the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971), Third edition, as adopted by Resolution VII.11 (COP7, 1999) and amended by Resolutions VII.13 (1999), VIII.11 and VIII.33 (COP8, 2002), IX.1 Annexes A and B (COP9, 2005), and X.20 (COP10, 2008).
- Anonymous, 2015: Natura 2000 Standard Data Form. HR2000415 Odransko polje.
- Ballerio, A., Rey, A., Uliana, M., Rastelli, M., Rastelli, S., Romano, M., Colacurcio, L., 2010. Coleotteri Scarabeoidei d'Italia. CD-ROM.
- Bense, U., 1995. Bockkäfer : illustrierter Schlüssel zu den Cerambyciden und Vesperiden Europas = Longhorn beetles. Margraf Verlag, Weikersheim.
- Biszak, E., Kulovits, H., Biszak, S., Timár, G., Molnár, G., Székely, B., Jankó, A., Kenyeres, I., 2014. Cartographic heritage of the Habsburg Empire on the web: the MAPIRE initiative. Presented at the 9th International Workshop on Digital Approaches to Cartographic Heritage, ICA Commission on Digital Technologies in Cartographic Heritage, Eötvös Loránd University, Budapest, p. 6.
- Bordy, B., Doguet, S., Debreuil, M., 2012. Les Donaciinae de France (Coleoptera, Chrysomelidae). Rutilans & Magellanes, Vil-lelongue-dels-Monts.
- Cálix, M., Alexander, K.N.A., Nieto, A., Dodelin, B., Soldati, F., Telnov, D., Vazquez-Albalate, X., Aleksandrowicz, O., Audisio, P., Istrate, P., Jansson, N., Legakis, A., Liberto, A., Makris, C., Merkl, O., Mugerwa Pettersson, R., Schlaghamersky, J., Bologna, M.A., Brustel, H., Buse, J., Novák, V., Purchart, L., 2018. European Red List of Saproxylic Beetles. IUCN, Brussels.
- Cuppen, J., Koese, B., Sierdsema, H., 2006. Distribution and habitat of *Graphoderus bilineatus* in the Netherlands (Coleoptera: Dytiscidae). Nederlandse Faunistische Mededelingen 24, 29–40.
- Curletti, G., Rastelli, M., Rastelli, S., Tassi, F., 2003. Coleotteri Buprestidi d'Italia. CD-ROM.
- de Jong, Y., Verbeek, M., Michelsen, V., Bjørn, P. de P., Los, W., Steeman, F., Bailly, N., Basire, C., Chylarecki, P., Stloukal, E., Hagedorn, G., Wetzel, F., Glöckler, F., Kroupa, A., Korb, G., Hoffmann, A., Häuser, C., Kohlbecker, A., Müller, A., Güntsch, A., Stoev, P., Penev, L., 2014. Fauna Europaea – all European animal

- species on the web. Biodiversity Data Journal 2, 1–35. <https://doi.org/10.3897/BDJ.2.e4034>
- Freude, H., 1971. 12. Familie: Silphidae (Aaskäfer), in: Freude, H., Harde, K.W., Lohse, G.A. (Eds.), Die Käfer Mitteleuropas. Goecke & Evers Verlag, Krefeld, pp. 190–201.
 - Hampe, C., 1866. Beschreibung einiger neuen Käfer. Berliner entomologische Zeitschrift 10, 371–375. <https://doi.org/10.1002/mmnd.18660100407>
 - Igrc Barčić, J., Maceljski, M., 1997. Kukuruzna zlatica (Diabrotica virgifera virgifera LeConte - Col.:Chrysomelidae) - novi štetnik u Hrvatskom podunavlju. Agronomski glasnik 59, 429–443.
 - Igrc Barčić, J., Bažok, R., Maceljski, M., 2003. Research on the western corn rootworm (Diabrotica virgifera virgifera LeConte, Coleoptera: Chrysomelidae) in Croatia (1994–2003). Entomologia Croatica 7, 63–83.
 - Junk, W.J., An, S., Finlayson, C.M., Gopal, B., Květ, J., Mitchell, S.A., Mitsch, W.J., Robarts, R.D., 2013. Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. Aquatic Sciences 75, 151–167. <https://doi.org/10.1007/s00027-012-0278-z>
 - Koča, G., 1905. Popis tvrdokrilaca (kornjaša) vinkovačke okolice. Glasnik Hrvatskoga Naravoslovnoga Društva 17, 119–212.
 - Koren, T., Hlavati, D., Rojko, I., Zadravec, M., 2012. First checklist of ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) of Croatia along with new faunistical records. Acta entomologica serbica 17, 107–122.
 - Koren, T., 2015. The first record of *Trox perrisii* Fairmaire, 1868 in Croatia. Entomologia Croatica 19, 31–35.
 - Krčmar, S., 2014. List of insect fauna (Insecta) of Kopački Rit Nature Park (NE Croatia). Türk. entomol. bült. 4, 15–39.
 - Kulundžić, K., Turić, N., Vignjević, G., Merdić, E., 2014. Research into scarab beetles (Scarabaeoidea) in Kopački Rit Nature Park. Entomologia Croatica 18, 37–47.
 - Laibner, S., 2000. Elateridae of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín.
 - Lazowski, E., 1910. Povijest plemenite općine Turopolja nekoć zvane Zagrebačko polje. Antun Scholz, Zagreb.
 - Lompe, A., 2009. Hololepta [WWW Document]. Käfer Europas. URL <http://www.coleo-net.de/coleo/texte/hololepta.htm> (accessed 11.29.17).
 - Mannerkoski, I., Hyvärrinen, E., Campanaro, A., Alexander, K., Büche, B., Dodelin, B., Mason, F., Pettersson, R., Mico, E., Méndez, M., 2010. *Gnorimus variabilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T157887A5166091. International Union for Conservation of Nature.
 - Mičetić Stanković, V., Koren, T., Stanković, I., 2010. The Harlequin ladybird continues to invade southeastern Europe. Biological Invasions 13, 1711–1716.
 - Mikšić, R., 1958. Scarabaeidae Jugoslavije I. dio. Naučno društvo NR Bosne i Hercegovine, Knjiga VI, Sarajevo.
 - Mikšić, R., 1963. Prilog poznавању фауне стрзивуба (Carabidae) Jugoslavije. Acta biologica 3, 55–188.
 - Mikšić, R., 1965. Scarabaeidae Jugoslavije III. dio. Naučno društvo Bosne i Hercegovine, Knjiga XXV, Sarajevo.
 - Müller, J., 1902. Lucanidae et Scarabaeidae Dalmatiae. Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins in Wien 52, 438–466.
 - Nedvěd, O., 2015. Brouci čeledi slunéčkovití (Coccinellidae) střední Evropy = Ladybird beetles (Coccinellidae) of Central Europe. Academic Press, Prague.
 - Nieto, A., Alexander, K.N.A., 2010. European Red List of Saproxyllic Beetles. IUCN ; Publications Office of the European Union, [Gland] : Luxembourg.
 - Novak, P., 1952. Kornjaši jadranskog primorja. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb.
 - Novák, V., 2014. Brouci čeledi potemníkovití (Tenebrionidae) střední Evropy = Beetles of the family Tenebrionidae of Central Europe, Vydání první. ed, Zoologické klíče = Zoological keys. Academia, Praha.
 - Petersen, H., Luxton, M., 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition. Oikos 39, 288–388.
 - Roy, H., Wajnberg, E., 2008. From biological control to invasion: the ladybird *Harmonia axyridis* as a model species. BioControl 53, 1–4. <https://doi.org/10.1007/s10526-007-9127-8>
 - Šag, M., 2015. Saproksilni kornjaši kao indikatori očuvanosti šumskih ekosustava (master thesis). Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Odjel za biologiju, Osijek.
 - Sama, G., 2002. Northern, Western, Central and Eastern Europe, British Isles and continental Europe from France (excl. Corsica) to Scandinavia and Urals, Atlas of the Cerambycidae of Europe and the Mediterranean area. Kabourek, Zlín.
 - Schlosser, J.K., 1878. Fauna kornjaša Trojedne kraljevine. Svezak drugi. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb.
 - Šustek, Z., 1981. Mrchožroutovití Československa (Coleoptera, Silphidae) = Key to identification of insects: Carrion beetles of Czechoslovakia (Coleoptera, Silphidae), Moravské tiskařské závody, n.p. Olomouc, závod 19. ed. Zprávy Československé Společnosti Entomologické při ČSAV, Klíče k určování hmyzu, Opava.
 - Sutherland, W.J., Pullin, A.S., Dolman, P.M., Knight, T.M., 2004. The need for evidence-based conservation. Trends in Ecology & Evolution 19, 305–308. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.03.018>
 - Tallósi, B., 2008. Population-level baseline surveying and preparative investigations for the monitoring of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in areas along the Drava river and in Baranja (Croatia), in: Purger, J.J. (Ed.), Biodiversity Studies along the Drava River. University of Pécs, pp. 165–220.
 - Temunović, M., Turić, N., 2015. Nacionalni programi za praćenje stanja očuvanosti vrsta u Hrvatskoj. Dvoprugasti kozak *Graphoderus bilineatus*.
 - Trautner, J., Geigenmüller, K., 1987. Tiger Beetles, Ground Beetles: Illustrated key to the Cicindelidae and Carabidae of Europe. Druckerei Fritz Steinmeier, Nördlingen.
 - Turin, H., Penev, L., Casale, A. (Eds.), 2003. The Genus *Carabus* in Europe: a synthesis, Fauna Europaea vertebrata. Pensoft Publishers ; European Invertebrate Survey, Sofia ; Moscow : Leiden.
 - Tvrtković, N., 1997a. Karakteristike istraživanog područja, in: Zaštita staništa i biološke raznolikosti na području Turopolja (Rezultati prve godine istraživanja, ožujak - studeni 1997.). Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb, p. 88.
 - Tvrtković, N., 1997b. Zaštita staništa i biološke raznolikosti na području Turopolja (Rezultati prve godine istraživanja, ožujak - studeni 1997.) (Elaborat). Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.

- Volkova, P., Dzhafarova, A., Fedorova, D., Gladchenko, M., Karayeva, A., Pozdnyakov, O., Slobodkina, Y., Tilipman, D., Petrov, P., 2013. Effect of two types and different quantities of bait on the efficiency of funnel traps for diving beetles (Coleoptera: Dytiscidae), with special emphasis on *Graphoderus bilineatus* DeGeer, 1774. *Latvijas Entomologs* 52, 119–129.
- Vujčić-Karlo, S., Brigić, A., Šerić Jelaska, L., Kokan, B., Hrašovec, B., 2007. Crveni popis ugroženih vrsta trčaka (Coleoptera, Carabidae) u Hrvatskoj.
- Vujčić-Karlo, S., Klipa, M., 1998. 2.2. Fauna trčaka Turopoljskog luga, in: Tvrković, N. (Ed.), Rezultati druge godine bioloških is- traživanja (1998) uz preporuku za zaštitu i korištenje u poučne i turističke svrhe. Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb, pp. 83–99.
- Warchałowski, A., 2003. Chrysomelidae: the leaf-beetles of Europe and the Mediterranean area. Natura Optima dux Foundation, Warszawa.
- Warchałowski, A., 2010. The Palearctic Chrysomelidae. Identification keys. Natura Optima Dux Foundation, Warszawa.
- Ziani, S., Bezděk, A., Branco, T., Hillert, O., Jákl, S., Král, D., Mantič, M., Rößner, E., Sehnal, R., 2015. New country records of Scarabaeoidea (Coleoptera) from the Palearctic Region. *Insecta Mundi* 0409, 1–36.

SAŽETAK

Vlažna staništa pružaju mnoge usluge ekosustava, npr. služe kao prirodne retencije poplavnih voda, a mogu biti i područja za rekreaciju šire javnosti. Predstavljaju i životno važna staništa za brojne životinjske vrste, stoga su mnoga vlažna staništa pod nekim stupnjem zaštite. Unatoč tomu, fauna mnogih vlažnih staništa i dalje je većinom nepoznata, posebice po pitanju kornjaša. Nepoznavanje faune određenog područja otežava upravljanje istim. Jedna takva lokacija je šuma Turopoljski lug, smještena jugoistočno od glavnog grada Zagreba. Terensko istraživanje provedeno je od ožujka do rujna 2017. Koristile su se četiri metode: kečiranje, zamke s mamacima na stablima, svjetlosne zamke s UV žaruljama po noći i sakupljanje rukom. Rezultatima je pridodano i nekoliko nalaza od ranije. Ukupan broj poznatih vrsta kornjaša za Turopoljski lug podignut je s 51 na 133. Devet vrsta imaju gotovo ugrožen IUCN status ugroženosti, od kojih je sedam saproksilnog načina života. Iz područja su poznate tri vrste navedene u Dodacima II i IV Direktive o staništima, od kojih smo zabilježili samo *Cerambyx cerdo*. Također, pronađen je zanemaren nalaz iz literature za četvrtu – *Phryganophilus ruficollis*. Potrebno je preispitati i, po potrebi, izmijeniti dosadašnji način upravljanja šumom. Buduća usmjerena istraživanja određenih skupina kornjaša trebala bi urođiti dodatnim povećanjem broja vrsta poznatih za lug, dok bi ciljano kartiranje prisutnosti vrsta s Dodatka iznjedrilo prijeko potrebne podatke za zaštitu prirode.

KLJUČNE RIJEČI: poplavna šuma, Ekološka mreža Natura 2000, *Cerambyx cerdo*, *Phryganophilus ruficollis*, *Trox perrisi*, zaštićena područja

CAUSITIVE AGENTS OF DECAY OF NORWAY SPRUCE /*PICEA ABIES* (L.) KARST./ ON THE MOUNTAIN ZVIJEZDA

UZROČNICI TRULEŽI DRVETA OBIČNE SMREKE /*PICEA ABIES* (L.) KARST./ NA PLANINI ZVIJEZDA

Kenan ZAHIROVIĆ¹, Tarik TREŠTIĆ², Azra ČABARAVDIĆ³, Mirza DAUTBAŠIĆ³ i Osman MUJEZINOVIĆ³

SUMMARY

Wood decay fungi reduce the vitality of infected trees, predispose the surrounding trees to be attacked from other harmful agents and damage the most valued part of the stem. Because of these multiple influences it is necessary to explore the presence of these fungi in the forests of Bosnia and Herzegovina, in order to be able to prevent and reduce the damage they cause. Norway spruce in Bosnia and Herzegovina represents one of economically important trees. Because of that, this research is focused on role and implementation of molecular methods and determination of wood decaying fungi on Norway spruce from the genera *Heterobasidion* and *Armillaria* on mountain Zvijezda. The reliable identification of species of genus *Heterobasidion* can be made by analyzing the differences in the structure of the ITS region of rDNA. The reliable identification of species of genus *Armillaria* can be done by analyzing the differences in the structure of the ITS region of rDNA (genus level), or IGS rDNA regions (inter-species diversity). Inside the object of research were found 9 trees with fungus *Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen, 1 tree with a fungus *Armillaria cepistipes* Velenovský, 2 trees with the fungus *Armillaria ostoyae* (Romagnesi) Herink, and 17 trees whose decay was caused by other decaying fungi. *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. was identified from decaying wood of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.).

KEY WORDS: *Heterobasidion*, *Armillaria*, decaying fungi, DNA analysis, primers, Bosnia and Herzegovina.

INTRODUCTION UVOD

Forests have a special role in life of people because of their polyvalent functions and from economic point of view. Norway spruce in Bosnia and Herzegovina is one of the economically most important tree species. The share of Norway spruce in the total stock of all available forests is about 12% (Lojo *et al.*, 2011). However, a variety of negative phenomena such as: wood decay, forest fires, various pests,

strong winds, and most recently changes of climate conditions, increase the need to improve its health status and quality.

Detection and accurate identification of plant pathogens is one of the most important tasks of monitoring the occurrence of plant diseases and the implementation of preventive and repressive measures. Because of their infectious potential, an early detection of the fungi is very important in aim to prevent their further spread to healthy trees. That

¹ Dr. sc. Kenan Zahirović, JP Šumsko-privredno društvo Zeničko-dobojskog kantona d.o.o Zavidovići, Alije Izetbegovića 25, 72220 Zavidovići, Bosna i Hercegovina, e-mail: zahirovic_kenan@yahoo.com

² Prof. dr. sc. Tarik Treštić, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Katedra za zaštitu šuma, urbanog zelenila i lovog gospodarenja, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina, e-mail: t.trestic@sfsa.unsa.ba

³ Prof. dr. sc. Azra Čabaravdić, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Katedra za uređivanje šuma i urbanog zelenila, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina.

is why we need a fast and accurate method for identification of pathogens. Techniques used to identify fungal organisms based on morphological approach are time consuming and require a lot of knowledge of the taxonomy of the pathogen. Other limitations include the difficulty of some species to be grown *in vitro* (Goud and Termorshuizen, 2003). All limitations and disadvantages of morphological techniques have led to the development of molecular methods for pathogen identification.

The advantage of molecular analysis is that wood decay can be detected in the early stages of development (Tomikawa *et al.*, 1990; Mattheck and Breloer, 1993; Habermehl *et al.*, 1999). Different molecular methods for the detection, identification and quantification of plant pathogenic fungi, are much faster, more accurate and more sensitive. This is one of the reasons why molecular methods are used in our research. Detection of fungal organisms by analysis of DNA isolated directly from the wood were used by other authors too (Nowakowska *et al.*, 2013; Nicolotti *et al.*, 2009; Hantula *et al.*, 1999 and 2003; Guglielmo *et al.*, 2007 and 2009; Škipars *et al.*, 2011).

Decaying fungi reduce the vitality of infested trees and damage the best part of the tree that is used in the production of timber. Because of this multiple influence it is necessary to explore the infectious potential of these fungi in the forests of Bosnia and Herzegovina, in order to be able to prevent and reduce the damage they cause. Spruce in Bosnia and Herzegovina represent one of economically most important trees. Because of that, this research is focused on role and importance of spruce wood rot fungi.

Research Area and Methods – *Područje i metode istraživanja*

The research was carried out in the stands of Norway spruce in the area of the mountain Zvijezda, the forest management area "Gornjebosansko", Vareš municipality (Table 1). The object of research was department 65 of economic unit "Gornja Stavnja", where secondary forest of fir and Norway spruce exists on predominantly deep distric cambisole, luvisols, pseudogleys and podsols on silicate and silicate-carbonate sedimentary substrates and acidic volcanic stones. A total area of department 65 is 39.38 ha. Determining the presence of decay was done on harvested trees of Norway spruce in a systematic network of 100 m x 100 m. Near the intersection points in the network, Norway spruce tree with specific symptoms of decay fungi (decayed wood, fruiting bodies, mycelium, and rhizomorphs) was selected.

The selected trees were harvested and then a sample of wood decay was taken. The samples were collected from three sites of the part of the stem that was affected by the process of decay (base, middle and peak zone of decay). At the sampling points the discs of wood thickness of 5 cm

were cut. Then from each disc the three samples of wood decay were taken (a total of 9 samples per tree). The wood samples were packed in separate bags with data/information on: number of the tree, the part of the stem affected by the decay, as well as the number of the sample.

Probes for DNA isolation were prepared according to the methodology of Tel-Zur *et al.* (1999). The DNA probe weight was weighed by Sartorius BP 410 with accuracy of 0.01 grams. The DNA probe consisted of a mixture of wood mass of 10-20 mg. From the three samples of wood obtained from the same disk, a unique probe for DNA isolation was prepared. During the preparation of wood mass for isolation of DNA grinding of wood probes by grinder (TissueLyser, Qiagen) served as good solution for avoiding cross-contamination of samples. Besides the wood samples, fruiting bodies of species of the genus *Heterobasidion* were collected from locality Igman (Table 1). Isolation of DNA from fruiting bodies enables reliable testing of the specificity of the primers used for identification of species of the genus *Heterobasidion*. Presence of the species *Heterobasidion annosum* was confirmed on a sample of decayed wood from the Scots pine that was collected in the vicinity of Travnik because it is one of most important decaying fungi on this tree species (Table 1).

Table 1. Locations on which were collected samples of wood decay and fruiting bodies

Tablica 1. Lokacije na kojima je vršeno prikupljanje uzoraka truleži drveta i plodonosnih tijela

Datum – Date	Lokalitet – Locality	Koordinate – Coordinates
29.03.–01.04.2015.	Vareš	44°09'51"N; 18°21'06"E
15.07.2015.	Igman	43°44'44"N; 18°15'41"E
12.09.2015.	Travnik	44°18'24"N; 17°42'02"E

The analyses of samples were carried out in the laboratory of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo. Amplification of the target segments of DNA was performed in the tubes with prepared reagents (ReadyToGo PCR beads, Amersham Bioscience). The tubes supplemented to 25 µl contained: 1.5 units of Taq DNA polymerase, 10 mM Tris-HCl (pH 9.0 at ambient temperature), 50 mM KCL, 1.5 mM MgCl₂, 200 uM dNTPs and 200 uM stabilizer.

The most frequently used amounts of primers for the ITS region, water and extract DNA in micro tubes for PCR of *Heterobasidion* spp. were: 1 µl of primer MJ-F, 1 µl of primer MJ-R, 1 µl of primer KJ-F, 1 µl of primer KJ-R, 8 µl of extract DNA and 13 µl of distilled water. This protocol was used by Hantula and Vainio (2003). PCR reactions consisted of an initial denaturation at 95°C for 10 minutes, 40 cycles of amplification, and a final extension at 72°C for 7 minutes; each cycle of amplification consisted of denaturation at 95°C

for 30 seconds, annealing for 35 seconds at 67°C, and extension at 72°C for 1 minute.

The most frequently used amount of primers, water and extract DNA in micro tubes for PCR for *Armillaria* spp. (White *et al.*, 1990; Treštić, 2006; Coetzee *et al.*, 2005) were: a) ITS region - 1 µl of primer ITS-1, 1 µl of primer ITS-4, 8 µl of extract DNA and 15 µl of distilled water; b) IGS region - 1 µl of primer LR12, 1 µl of primer O-1, 8 µl of extract DNA and 15 µl of distilled water. Amplification of ITS region of the species *Armillaria* were performed by PCR reactions consisting of an initial denaturation at 95°C for 2 minutes and 30 seconds, 30 cycles of amplification (each cycle consisted of denaturation at 95°C for 30 seconds, annealing for 30 seconds at 55°C, and extension at 72°C for 30 seconds), and a final extension at 72°C for 5 minutes. Amplification of IGS region of the species *Armillaria* were performed by PCR reactions consisting of an initial denaturation at 95°C for 1 minutes and 35 seconds, 30 cycles of amplification (each cycle consisted of denaturation at 95°C for 30 seconds, annealing for 40 seconds at 60°C, and extension at 72°C for 2 minutes), and a final extension at 72°C for 10 minutes. PCR products were separated by electrophoresis in 2% (wt/vol) agarose gels in 1X TBE (89 mM Tris-borate, 89 mM boric acid, 2 mM EDTA) with ethidium bromide (EtBr) at 100 ng/ml in the gel and running buffer. DNA bands were visualized by the fluorescence of the intercalated EtBr under UV light and photographed.

PCR products of amplification of IGS region for *Armillaria* were digested by endonuclease *Alu*I (Amersham Bioscience) in thermocycler. The mixture in tubes for this reaction was prepared by adding the following components: 0.5 µl of the corresponding enzyme-endonuclease, 2.0 µl of the supporting buffer to enzyme, 8.0 µl of PCR product, 9.5 µl of distilled water (dH₂O) and then incubated for 6 h at 37°C. Restriction fragments were separated by electrophoresis in 2% (wt/vol) agarose gels in 1X TBE (89 mM Tris-borate, 89 mM boric acid, 2 mM EDTA) with ethidium bromide (EtBr) at 100 ng/ml in the gel and running buffer. DNA bands were visualized by the fluorescence of the intercalated EtBr under UV light and photographed.

More reliable interpretation of the profiles on the agarose gel was achieved by adding marker in the two outer lanes. In this study the marker 100 bp DNA Ladder (Carl Roth GmbH + Co. Kg) was used.

REZULTATI

RESULTS

In order to identify *Heterobasidion* by PCR amplification of ITS region using total DNA isolated from colonized Norway spruce wood we surveyed 37 samples. The size of segments of ITS region of fungus after amplification are shown in Table 2 and Figure 1. The lanes on the scheme are marked with the first letters of the scientific name (e.g. *H. parviporum* – *H.p.*), whereby the first and last lanes labelled “M” represent 100 bp DNA Ladder.

PCR amplification of ITS region of *Armillaria* spp. DNA resulted in 820-860 bp DNA fragments. These DNA fra-

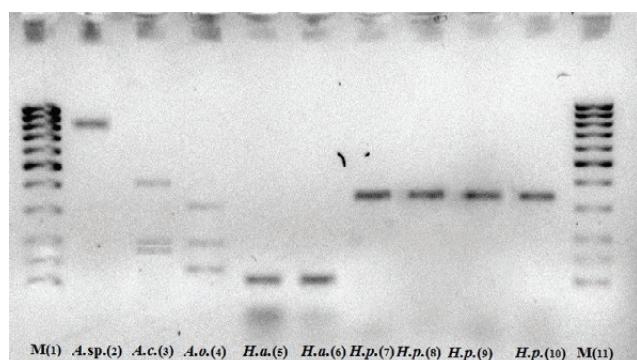


Figure 1. DNA fragments of ITS or IGS profiles of *Heterobasidion* and *Armillaria* species

/1:11-markers; 2 – ITS profile of *Armillaria* group (850 bp); 3 – *A. cepistipes* profile after digestion of IGS region with *Alu*I (399; 200; 183 bp); 4 – *A. ostoyae* profile after digestion of IGS region with *Alu*I (310; 200; 135 bp); 5 and 6 – ITS profile of *H. annosum* (100 bp); 7 – ITS profile of *H. parviporum*, DNA isolated from fruiting bodies (350 bp), 8, 9 and 10 - ITS profile of *H. parviporum*, DNA isolated from wood (350 bp)/

Slika 1. DNK segmenti ITS i IGS profila za vrste roda *Heterobasidion* i *Armillaria*

/1:11-makreri; 2 – ITS profil roda *Armillaria* (850 bp); 3 – *A. cepistipes* profil nakon razgradnje IGS regiona sa *Alu*I (399; 200; 183 bp); 4 – *A. ostoyae* profil nakon razgradnje IGS regiona sa *Alu*I (310; 200; 135 bp); 5 i 6 – ITS profil *H. annosum* (100 bp); 7 – ITS profil *H. parviporum*, DNK ekstrahiran iz plodista (350 bp), 8, 9 i 10 - ITS profil *H. parviporum*, DNK ekstrahiran iz drveta (350 bp)/

Table 2. Size of the PCR amplification products of ITS region of *Heterobasidion* species

Tablica 2. Veličina PCR segmenata ITS regije za vrste roda *Heterobasidion*

<i>Heterobasidion</i> species	Primer 1	Primer 2	ITS region (bp)
<i>H. annosum</i>	MJ-F (GGTCCTGTCTGGCCTTG)	MJ-R (CTGAAGCACACCTTGC)	100
<i>H. parviporum</i>	KJ-F (CCATTAACGGAACCGACGTG)	KJ-R (GTGCGGCTCATCTACGCTATC)	350

Table 3. Size of PCR amplification products of IGS region of *Armillaria* species after digestion with *Alu*I

Tablica 3. Veličina PCR segmenata IGS regije za vrste roda *Armillaria* nakon razgradnje enzimom *Alu*I

<i>Armillaria</i> species	Primer 1	Primer 2	Digested IGS region (bp)
<i>A. ostoyae</i>	LR12 (GACTTAGAGGCAGTCAG)	O-1 (CCGCCAGCGTTCATCCTGAGC)	310;200;135
<i>A. cepistipes</i>	LR12 (GACTTAGAGGCAGTCAG)	O-1 (CCGCCAGCGTTCATCCTGAGC)	399;200;183

Table 4. Causitive agents of wood decay of Norway spruce within the observed stand

Tablica 4. Uzročnici truleži drveta obične smreke u istraživanoj sastojini

Fungal species	Number of trees
<i>Heterobasidion parviporum</i>	9
<i>Armillaria ostoyae</i>	2
<i>Armillaria cepistipes</i>	1
Other decay fungi	17
No fungal DNA isolation	8
Total	37

gments did not allow adequate differentiation of *Armillaria* species. For identification of species of *Armillaria* group digestion of IGS region with *AluI* was used (Table 3). According to this results *A. ostoyae* and *A. cepistipes* were identified as wood rot fungi of Norway spruce.

Among 37 analysed samples, 28 resulted in successful fungal DNA isolation. Twelve DNA isolates were identified as species of *Heterobasidion* or *Armillaria*. Other causitive agents of wood decay, according to size of DNA fragments of ITS region, belonged to group of other fungi. Identification of species of this group is not done yet (Table 4).

DISCUSSION RASPRAVA

DNA of wood decay fungi was isolated directly from infected wood. In most cases, enough quantity of DNA was obtained from decayed wood mass of 10–20 mg, but in several samples DNA wasn't isolated because of small quantity of fungal tissue in the wood. Identification of *Heterobasidion* species was carried out using species specific primers. Specificity of primers MJ-F and MJ-R for identification of *H. annosum* (100 bp fragment) and primers KJ-F and KJ-R for identification of *H. parviporum* (350 bp fragment) was confirmed for use in Bosnia and Herzegovina. Previously, specificity of these primers was confirmed by Hantula and Vainio (2003) for use in the Scandinavian region.

Nine of 37 DNA samples isolated from decayed wood of Norway spruce (Table 3) were identified as *H. parviporum*, which was expected, since this species most commonly occurs on Norway spruce (Łakomy and Werner, 2003; Niemelä and Korhonen, 1998; Korhonen *et al.*, 1997). According to Lockman *et al.* (2016) fungi of the genus *Heterobasidion* in mixed stands of conifers are causative agents of wood decay on about 9% of the trees, while in the stands of Norway spruce they cause rot on about 14% of the trees. Lehtijarvi *et al.* (2012) found in *Abies nordmanniana* ssp. *bornmuelleriana* that 33% of the decay on the trees was caused by fungi of the genus *Heterobasidion*. *H. annosum* was not detected within the object of research, as it occurs most frequently on Scots pine (Łakomy and Werner, 2003; Niemelä and Korhonen, 1998; Korhonen *et al.*, 1997). Specificity of the primers for this species was tested on DNA isolated from

the decayed wood of Scots pine, collected from the site near Travnik (Table 2, Figure 1).

In case of *Armillaria* species, there are numerous methods of identifying these species using the techniques of PCR and AFLP or RFLP. ITS region is less used in studies of the genus *Armillaria* because it is more uniform and requires the application of a large number of enzymes for its digestion. More recently, for the identification of species of this genus IGS-1 region of DNA is used. PCR amplification of this region is achieved with primers LR12R and O-1 (Duchesne and Anderson, 1990). The best results in the digestion of IGS region are obtained with *AluI*. Treštić (2006) performed the reliable identification of fungi of the genus *Armillaria* by analysis of differences in the structure of the ITS and IGS regions of rDNA which was previously obtained from rhizomorphs. In the identification process, the following endonuclease were used: *AluI*, *TaqI* and *HinfI*. Three species were identified: *A. cepistipes*, *A. gallica* and *A. ostoyae*. In the research of Keća *et al.* (2006), in Serbia, *A. cepistipes*, *A. ostoyae*, *A. mellea*, *A. gallica* and *A. tabescens* were identified by analysing IGS region of their DNA.

For the purposes of this research, *Armillaria* fungi were determined, in the first step, according to the size of the ITS region obtained by using primers ITS1 and ITS4. DNA fragments were 820–860 bp. Reliable identification of *A. ostoyae* and *A. cepistipes* was carried out by digestion of the IGS region with endonuclease *AluI* (a second step).

Both species appear on conifers, but *A. cepistipes* is more characteristic for Norway spruce. The results obtained in this research are not sufficient for detailed studies of the structure of the populations of the present species of fungi of the genera *Heterobasidion* and *Armillaria*, but they provide basic data for future research in terms of optimizing the process of identifying fungi species of these two genera. PCR amplification of the ITS region of numerus isolates of DNA resulted in products of 630–650 bp. Determination of the species of fungi from this group would require significant material costs and therefore was not carried out. Out of 37 analysed samples 17 belong to this group (Table 4). According to Jasalavich *et al.* (2000), which conducted research using primers ITS-1F and ITS-4B, it was found that these primers can detect many fungi that cause white and brown rot. The extraction of the DNA was unsuccessful on 8 samples. It was not clear which group of microorganisms cause decay of wood on these samples. It is possible that they are decayed by bacteria or that the fungal DNA is significantly damaged and decomposed by their activity, which prevented its extraction.

CONCLUSIONS ZAKLJUČCI

According to the results of this research, the reliable identification of species of genus *Heterobasidion* can be made by

analysing the differences in the structure of the ITS region of rDNA isolated directly from the wood of Norway spruce and Scots pine or fruiting bodies of fungi. The specificity of the primers KJ-F and KJ-R for the fungus *H. parviporum* and primers MJ-F and MJ-R for the fungus *H. annosum* in Bosnia and Herzegovina is confirmed. *H. parviporum* was identified on 9 from 37 analysed wood samples.

The reliable identification of species of genus *Armillaria* can be performed by analysing the differences in the structure of the ITS region of rDNA (genus level), or IGS rDNA regions (interspecies diversity) isolated from Norway spruce wood. By digestion of IGS region with endonuclease *AluI* *A. ostoyae* and *A. cepistipes* on Norway spruce were identified. These fungi were on 3 from 37 analysed wood samples.

Molecular analyses did not reveal any cases in which on the investigated decayed wood of Norway spruce simultaneously occur *H. parviporum* and *Armillaria* species or in a combination with other decay fungi. This indicates a significant infectious potential of these fungi and probably also their mutual antagonistic relationship.

In the coming period, continue research of population structure *Heterobasidion* and *Armillaria* species in Bosnia and Herzegovina is needed and additional efforts in the identification of other fungi species that cause wood decay. That would be one of the positive developments in forestry science and profession in the coming period because without a detailed knowledge about species of harmful agents it is impossible to plan or implement effective measures with aim of their control and suppression.

REFERENCES

LITERATURA

- Coetzee, M.P.A., B.D. Wingfield, P. Bloomer, M.J. Wingfield, 2005: Phylogenetic analyses of DNA sequences reveal species partitions amongst isolates of *Armillaria* from Africa. *Mycologia* 109. pp. 1-12.
- Duchesne, L.C., J.B. Anderson, 1990: Location and direction of transcription of the 5S rRNA gene in *Armillaria*. *Mycological research* 94(2). pp. 266-268.
- Goud, J.C., A.J. Termorshuizen, 2003: Quality of methods to quantify microsclerotia of *Verticillium dahliae* in soil. *European Journal of Plant Pathology*. Vol.109. No.6. pp. 523-534. ISSN 0929-1873.
- Guglielmo, F., S.E. Bergmann, P. Gonthier, G. Nicolotti, M. Garbelotto, 2007: A multiplex PCR-based method for the detection and early identification of wood rotting fungi in standing trees. *J Appl Microbiol.* 103(5). pp.1490-1507.
- Guglielmo, F., P. Gonthier, G. Nicolotti, M. Garbelotto, 2009: Optimization of sampling procedures for DNA-based diagnosis of wood decay fungi in standing trees. *Journal compilation. The Society for Applied Microbiology*.
- Habermehl, A., H.W. Ridder, P. Seidl, 1999: Computerized tomographic systems as tools for diagnosing urban tree health. *Acta Horticultura* 496. pp. 261-268.
- Hantula, J., E. Vainio, 1999: Variation of RAMS markers within the intersterility groups of *Heterobasidion annosum* in Europe. *European Journal of Forest Pathology* Volume 29. Issue 3. pp. 231-246.
- Hantula, J., E. Vainio, 2003: Specific primers for differentiation of *Heterobasidion annosum* and *H. parviporum* infected stumps in Northern Europe. *Silva Fennica* 37(2). pp. 181-187.
- Jasalavich, C.A., A. Ostrofsky, J. Jellison, 2000: Detection and Identification of Decay Fungi in Norway spruce Wood by Restriction Fragment Length Polymorphism Analysis of Amplified Genes Encoding rRNA. *Applied and Environmental Microbiology*. pp. 4725-4734.
- Keča, N., W.J.A. Bodles, S. Woodward, D. Karadžić, S. Bojović, 2006: Molecular-based identification and phylogeny of *Armillaria* species from Serbia and Montenegro. *For. Pathol.* 36. pp. 41-57.
- Korhonen, K., N.I. Fedorov, N.L. Porta, N.P. Kovbasa, 1997: *Abies sibirica* in the Ural region is attacked by the S type of *Heterobasidion annosum*. In *Heterobasidion annosum: biology, ecology, impact and control*. Wallingford. UK. Edited by S. Woodward, J. Stenlid, R. Karjalainen and A. Hütermann. CAB International. Wallingford. UK. pp. 35-70; 94-104.
- Łakomy P., A. Werner, 2003: Distribution of *Heterobasidion annosum* intersterility groups in Poland. *For. Path.* 33. pp. 1-8.
- Lehtijarvi, A., H.T.D. Lehtijarvi, S. Ünal, M. Karadeniz, A.G.A. Kaya, F. Oskay, 2012: *Heterobasidion* Infection in *Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* Stands in Kastamonu Province. *Kastamonu Üni. Orman Fakültesi Dergisi, Özel Sayı*: pp. 271-274.
- Lockman, I. B., S.J. Holly, 2016: Forest root diseases across the United States. *Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-342*. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture. Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 55 p.
- Lojo, A., B. Balić, T. Treštić, S. Vojniković, Č. Višnjić, A. Čabaravdić, S. Delić, J. Mušić, 2011: Druga inventura šuma na velikim površinama u Bosni i Hercegovini (preliminarni podaci).
- Mattheck, C., H. Breloer, 1993: Feldaleitung fur Baumkontrolle mit VTA Gartenamt 42. pp. 110-116.
- Nicolotti, G., P. Gonthier, F. Guglielmo, M. Garbelotto, 2009: A biomolecular method for the detection of wood decay fungi: a focus on tree stability assessment. *Arboriculture and Urban Forestry*. ISA. pp. 14-18.
- Škipars, V., D. Rungis, 2011: Detection of *Heterobasidion annosum* on Scots pine trees using a polymerase chain reaction based method. Issued by the Institute of Forestry. Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry. pp. 1-11.
- Tel-Zur, N., S. Abbo, D. Myslabodski, Y. Mizrahi, 1999: Modified CTAB procedure for DNA isolation from epiphytic cacti of genera *Hylocereus* and *Selenicereus* (Cactaceae). *Plant Molecular Biology Reporter* 17. pp. 249-254.
- Treštić, T., 2006: Gljive roda *Armillaria* prašumskih i gospodarskih šuma bulke i jele sa smrćom u centralnoj Bosni. Univerzitet u Sarajevu. Šumarski fakultet. pp. 48-57.
- Tomikawa, Y., Y. Iwase, K. Arita, H. Yamada, 1990: Non destructive inspection of wooden poles using ultrasonic computed tomography. *IEEE Transac UFFC* 33. pp. 354-358.
- White, T.J., T. Bruns, S. Lee, J.W. Taylor, 1990: Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MS. Gelfand DH (eds) *PCR protocols: a guide to methods and applications*. City Publisher. pp. 322-615.

SAŽETAK

Utjecaj gljiva truležnica roda *Heterobasidion* i *Armillaria* na pojavu truleži na stablima obične smreke provedeno je na Šumskogospodarskom području "Gornjebosansko", gospodarska jedinica "Gornja Stavnja", odjeljenje 65. Utvrđivanje prisutnosti truleži vršeno je na srušenim stablima obične smreke na premjernim površinama koje su raspoređene u sistematski postavljenoj mreži 100 m x 100 m. Uzorci su prikupljeni sa tri mjesta na dijelu debla zahvaćenom procesom truleži (početak zone truleži, sredina i vršna zona truleži). Na mjestima uzorkovanja uzimani su kolutovi drva debljine 5 cm. Analize uzoraka su provedene u laboratorijima Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. Za izravnu izolaciju gljivične DNA su pripremljeni uzroci drva mase 10-20 mg. Za amplifikaciju ciljanog segmenta DNK korištene su tubice s pripremljenim reagensima, proizvod ReadyToGo PCR beads tvrtke Amersham, Bioscience. Za amplifikaciju ciljanog segmenta ITS regije za rod *Heterobasidion* su korišteni početnice MJ-F, MJ-R, KJ-F i KJ-R, pomoću kojih je utvrđena međuvrsna raznolikost (tablica 2). Za amplifikaciju ciljanog segmenta ITS regiona za rod *Armillaria* su korišteni početnice ITS-1 i ITS-4, pomoću kojih je utvrđena samo pripadnost rodu. Za međuvrsnu raznolikost je vršena amplifikacija ciljanog segmenta IGS regiona za rod *Armillaria* pomoću početnice LR12 i O-1, te razgradnja endonukleazom *AluI* (tablica 3). Uspješnost amplifikacije je provjerena elektroforezom na agaroznom gelu. Interpretacija profila je izvršena pomoću molekularnog markera poznate veličine (100 bp) (slika 1).

Na osnovi provedenih istraživanja unutar istraživane sastojine utvrđeno je 9 stabala s gljivom *H. parviporum*, 2 stabla s gljivom *A. ostoyae*, 1 stablo s gljivom *A. cepistipes*, te 17 stabala čiju trulež su uzrokovale ostale gljive truležnice (tablica 4). Gljiva *H. annosum* je uspješno identificirana iz plodišta. Na osnovi svega navedenog, može se zaključiti da je molekularnim analizama moguće utvrđivati međuvrsnu raznolikost gljiva ova dva roda iz uzoraka drveta sa truleži i plodišta gljiva.

KLJUČNE RIJEČI: *Heterobasidion*, *Armillaria*, gljive truležnice, molekularne analize, početnice, Bosna i Hercegovina.

GROWTH ELEMENTS OF THE TREES AND THE STAND OF *Gymnocladus dioicus* (L.) K. Koch AT FRUŠKA GORA (SERBIA)

ELEMENTI RASTA STABALA I SASTOJINE *Gymnocladus dioicus* (L.) K. Koch NA FRUŠKOJ GORI (SRBIJA)

Martin BOBINAC¹ Siniša ANDRAŠEV² Andrijana BAUER-ŽIVKOVIC³ Nikola ŠUŠIĆ⁴

SUMMARY

The species *Gymnocladus dioicus* (L.) K. Koch has been present in the territory of Serbia for over 150 years, and is most commonly cultivated in the form of decorative single trees or in small groups. The largest heterogeneous group of trees is situated at Fruška Gora on the site of pedunculate oak and hornbeam. The growth elements of trees and the group (stand) are presented in this paper. The spacing between the trees in the stand was $3 \times 3\text{ m}$. The growth elements of the trees and the stand are shown for 75, 80 and 85 years of culture ages, for all trees and collectives of trees that were developed under the influence of different growing space. The productivity of the stand is high. At the age of 85 years, 502 trees per hectare were determined with quadratic mean diameter (d_g) of 39.6 cm , dominant diameter (D_{100}) 51.5 cm , Lorey's mean height (h_L) 33.0 m , dominant height (H_{100}) 35.0 m , basal area $61.74\text{ m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ and volume of $918.23\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$.

KEY WORDS: *Gymnocladus dioicus* (L.) K. Koch, introduction, culture, growth elements, growing conditions, Serbia

INTRODUCTION

UVOD

The genus *Gymnocladus* (Fabaceae=Leguminosae) consists of five species (Roskov *et al.*, 2005). One species (*G. dioicus* (L.) K. Koch) is endemic in the eastern part of north America, and four species (*G. angustifolius* (Gagnep.) J.E. Vidal, *G. chinensis* Baill., *G. assamicus* Kanjilal ex P.C. Kanjilal i *G. burmanicus* Parkinson) are endemic in eastern Asia (Lee, 1976). In Europe, *G. dioicus* is a widespread tree species in parks and avenues (2018). The Kentucky coffeetree is native to North America with a range that includes southern Ontario, then east to central New York, southwestward to Oklahoma, and north to southern Minnesota (Harlow *et al.*, 1996). The trees grow up to about 30 m in height and up to

about 1.2 m in diameter (Werthner *et al.*, 1935). According to Petrović (1951), in the area of Lake Michigan and Huron it grows up to 33 m in height and up to 100 cm in diameter and in old growth forests it branches close to the ground. In nature, it builds communities with many tree species and some of the most important associates of the Kentucky coffeetree are *Juglans nigra* L., *Celtis occidentalis* L., *Ulmus americana* L., *Quercus rubra* L., *Acer saccharum* Marsh. (McClain and Jackson, 1980). The root system is deep, widespread, the tree is considered to be wind-firm (Van Dersal, 1938). The species has the ability to withstand very low temperatures up to -34°C (Elias, 1980). The wood has a wide use and the seeds were used as a coffee substitute so the tree got its name "coffeetree" (Alden, 1995). Although

¹ Dr. Martin Bobinac, full professor, Faculty of Forestry University of Belgrade, Kneza Višeslava 1, Beograd, Serbia (martin.bobinac@sfb.bg.ac.rs)

² Dr. Siniša Andrašev, senior research associate, Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova Street 13d, 21000 Novi Sad, Serbia (andrasev@uns.ac.rs)

³ Andrijana Bauer-Živković, PhD student, Faculty of Forestry University of Belgrade, Kneza Višeslava 1, Beograd, Serbia (student.andrijanabauerzivkovic.13@sfb.bg.ac.rs)

⁴ Nikola Šušić, Research Treince, University of Belgrade, Institut for Multidisciplinary Research, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd, Serbia, nikola.susic@imsi.sr

the Kentucky coffeetree natural range is wide, it is nowhere abundant and it can be found at the edges of woods and along streams (Werthner *et al.*, 1935). It is typically distributed as widely separated single trees or small groups that are presumably clonal and is the result of root suckering (McClain and Jackson, 1980). On natural sites of Kentucky coffeetree, there are no special means of dispersal of the fruit, so the natural distribution of the fruit is scanty. Even a strong wind cannot carry the pods far and it is not known that the rodents are storing them for food (Werthner *et al.*, 1935). It is hypothesized that the Kentucky coffeetree is an ecological anachronism, sinking to extinction in the wild because nothing animate appears to be its primary or secondary dispersal agent in natural and semi-natural habitats in North America (Zaya and Howe, 2009). The leaves and the fruit are poisonous (Pammel, 1911), so the species is generally resistant to herbivory (Janzen, 1976). Thanks to the Native American ethno-botanical practices, the current range of the species is, to a certain extent, shaped by human influence which is suggested by the strong correlation between current stands of Kentucky coffeetree and former Native American settlements (VanNatta, 2009). The problem of poor natural regeneration of this dioecious species is even more difficult having in mind that there are populations with sexual structure that consists only of single-sex individuals (Environment Canada, 2014).

In the territory of Serbia, the species *G. dioicus* has been present for over 150 years, and it was most commonly cultivated in the form of decorative single trees or small groups of trees in the parks and estates of former noblemen in Vojvodina and one site was registered in Topčider in the territory of Belgrade (Petrović, 1951; Bobinac *et al.*, 2017). The largest, heterogeneous group of trees is at Fruška Gora on the site of pedunculate oak and hornbeam. The data about the growth elements of this group of trees (culture) are presented at the age of 17 years (Petrović, 1951) and at the age of 75 years (Bobinac and Stojadinović, 2007; Bobinac *et al.*, 2008). According to these authors, Kentucky coffeetree has potentially high productive possibilities and can be considered as a fast growing tree species which makes it economically interesting on this site. The justification of cultivation of the species is confirmed by anatomical research which pointed out that *G. dioicus* has good wood properties, and is especially recommended for recultivation of degraded sites (Vilotić *et al.*, 2011; Jokanović *et al.*, 2015). The research and observations in the cultures in Serbia have pointed out the limited ability of spontaneous expansion of *G. dioicus* as well as some biological traits that could be useful in the control of spontaneous expansion in the cultures (Bobinac *et al.*, 2017; Bobinac *et al.*, 2018).

The aim of this paper is to point out the growth elements of trees and the stand of *G. dioicus* at Fruška Gora (Serbia) and consider their values depending on different growing space in the culture.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Research object – *Objekt istraživanja*

The culture of *G. dioicus* is situated in the western part of National park "Fruška Gora" (in the territory of forest administration Erdevik, $\varphi=45^{\circ}07'N$, $\lambda=19^{\circ}21'E$), in a wide stream valley 120 m above sea level. The culture was raised on a pedunculate oak-hornbeam site (*Carpino betuli-Quercetum roboris* /Anić 59/ Rauš 1971.) (Tomić, 2013).

Regarding the geographical position, this area is under the influence of humid continental climate. Based on the data from the weather station Sremska Mitrovica ($\varphi=45^{\circ}06'N$, $\lambda=19^{\circ}33'E$, elevation=82 m above sea level), the mean annual air temperature is 11.3 °C. The absolute maximal temperature of 43.6 °C was measured in July and the absolute minimal temperature of -29.5 °C was measured in January. The mean annual rainfall is 614.2 mm with 60% falling during the growing season (data from the Republic Hydrometeorological Service of Serbia for the closest weather station for the period 1981–2010).

The culture is established in the spring of 1932 with seedlings 2.5 m tall, with 3 × 3 m spacing (1111 trees per hectare) in a triangular pattern. The seedlings were produced in Ilok (Croatia) in the nursery of the landowner Odeskalski who owned the culture at the time. At the end of 1948 (17 years after the establishment) 70 trees were measured (833 trees per hectare) with a quadratic mean diameter (d_g) of 12.4 cm, Lorey's mean height (h_L) 10.5 m, basal area 10.11 $m^2 \cdot ha^{-1}$ and estimated volume of 68.30 $m^3 \cdot ha^{-1}$ (Petrović, 1951).

The establishment of *G. dioicus* culture at Fruška Gora is the result of individual collector activity, directed to the expansion of the floristic diversity of the area with the main purpose of using it as hunting grounds for big game.

Because of its botanical peculiarity for the territory of Serbia, the culture was put under special protection in the National park in 1978 in the category Natural monument (1981). Later, the change in attitude towards allochthonous species that took place in the National park caused the cancellation of the protection (2004) and the culture was left to spontaneous development as it was the case before protection.

The researched *G. dioicus* culture is in the surrounding of other tree species of similar age and is partially formed in the irregular geometric shape. The crowns of the trees on the edge of the stand were under the influence of approximately double the growing space compared to the space between the rows in the stand (3 m).

In order to define the total area covered by the stand, and the growing space of the trees in it, every tree was set in the local coordinate system of the stand. In this local coordinate system, the border of the experimental plot was defined by



Figure 1. The appearance of 75 years old *G. dioicus* culture at Fruška Gora (Photo: N. Stanković).

Slika 1. Izgled kulture *G. dioicus* na Fruškoj gori u starosti 75 godina (Foto: N. Stanković).

the middle of the distance between the trees on the edge of the stand that belong to it and the neighbouring trees outside the stand. Based on the coordinates of every indi-

vidual tree in the space defined in the previously mentioned way, the so called "Voronoi" polygons were constructed (Okabe *et al.*, 2000) which were used to present the growing space of the trees in the stand above ground. "Voronoi" polygons were defined using the deldir package in R environment (Turner, 2016). Using the mentioned procedure, the total area of the stand was defined (0.0976 ha) and that is the growing space of the preserved homogenous group of trees at the age of 75 years with the initial growing space of $3 \times 3 \text{ m}$ (Figure 1).

The use of "Voronoi" polygons enabled the segregation of different collectives of trees that were under the different influence of neighbouring trees, i.e. the segregation of the collective of inner trees (A) and the edge trees (B) with their respective growing space (Figures 2 and 3).

Measurement and data analysis of growth elements – Premjer i analiza podataka o elementima rasta

At the age of 75 years, all the living trees that could have been linked to the trees from 1932, i.e. 1948 in the culture were permanently marked and periodically measured in the coming period. At the ages of 75, 80 and 85 years, two cross diameters with precision of 1 mm were measured as well as the tree heights using the Vertex III hypsometer with precision of 0.1 m . The thin trees that were present in the stand as a result of spontaneous expansion caused by the decomposition of the stand were not included in this research.

On the area of 0.0976 ha at the age of 75 years, there were 54 trees in total, and at the age of 85 years (in 2017) 49 trees were still in the culture. These trees were the available sample that was used for the presentation of the growth elements of the trees and the stand per hectare.

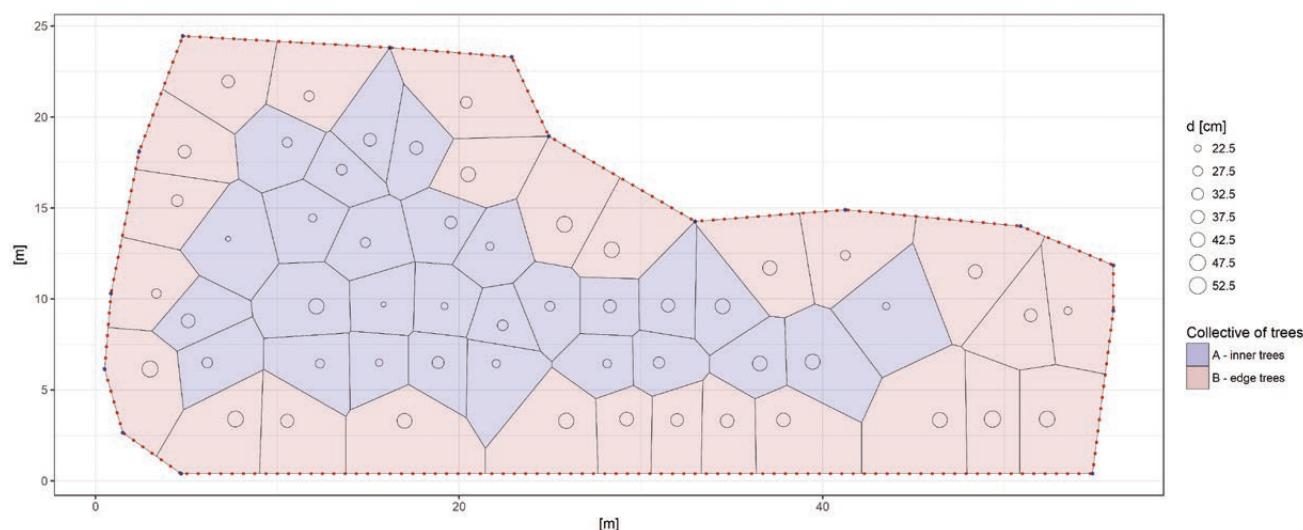


Figure 2. The spatial distribution of the trees in the culture and their available area defined by "Voronoi" polygons.

Slika 2. Prostorni raspored stabala u kulturi i njihova stajališna površina definirana "Voronoi" poligonima.



Figure 3. The habit of 85 years old *G. dioicus* trees on the edge of the culture at Fruška Gora (Photo: M. Bobinac).

Slika 3. Habitus rubnih stabala *G. dioicus* u kulturi na Fruškoj Gori, u starosti 85 godina (Foto: M. Bobinac).

For the construction of the height curves, the Richards function (Richards, 1959) was used. It served well for the obtaining the heights of the standing trees that couldn't have been measured since they were damaged or had irregular crowns.

The volume was determined using the volumetric tables of total volume down to 3 cm for narrow-leaved ash (Pantić, 1997).

Table 1. The growth elements of trees and the stand.

Tablica 1. Elementi rasta stabala i sastojine.

Stand age Starost sastojine	d_g	D_{100}	h_L	H_{100}	h_L/d_g	H_{100}/D_{100}	N	G	I_G	V	I_V
[years] [godina]	[cm]		[m]				[ha ⁻¹]	[m ² ·ha ⁻¹]	[m ² ·ha ⁻¹ ·year ⁻¹]	[m ³ ·ha ⁻¹]	[m ³ ·ha ⁻¹ ·year ⁻¹]
75	35.9	46.6	31.2	32.7	87	70	553	55.92	—	791,42	—
80	37.8	49.2	32.1	34.0	85	69	512	57.34	1.04	832,64	18,80
85	39.6	51.5	33.0	35.0	83	68	502	61.74	0.97	918,23	18.27

Legend: d_g – quadratic mean diameter; D_{100} – quadratic dominant diameter based on the basal area of 100 thickest trees per hectare; h_L – Lorey's mean height; H_{100} – dominant height; N – number of trees per hectare; G – basal area per hectare; V – volume per hectare; I_G – annual basal area increment per hectare; I_V – annual volume increment per hectare; h_L/d_g – slenderness index of the mean tree; H_{100}/D_{100} – slenderness index of the dominant tree.

Legenda: d_g – srednji promjer po temeljnici; D_{100} – srednji promjer po površini presjeka 100 najdebljih stabala po hektaru; h_L – srednja visina po Loraju; H_{100} – dominantna visina; N – broj stabala po hektaru; G – temeljnica po hektaru; V – volumen po hektaru; I_G – tečajni prirast temeljnica po hektaru; I_V – tečajni prirast volumena po hektaru; h_L/d_g – stupanj vitkosti srednjeg stabla; H_{100}/D_{100} – stupanj vitkosti dominantnog stabla.

The mean and dominant quadratic diameters (d_g i D_{100}) and the Lorey's mean and dominant height (h_L i H_{100}) were calculated. For the presentation of the diameter and height distribution of the trees, the following numerical parameters were used: arithmetic mean (x_s), standard deviation (s_d), coefficient of variation ($c_v\%$), minimum (x_{\min}), maximum (x_{\max}), range (r), skewness (skew) and kurtosis (kurt).

The current diameter (i_d), height (i_h), basal area (i_g) and volume (i_v) increment of the mean tree were shown for the same, i.e. comparable collective of trees in the observed five year periods.

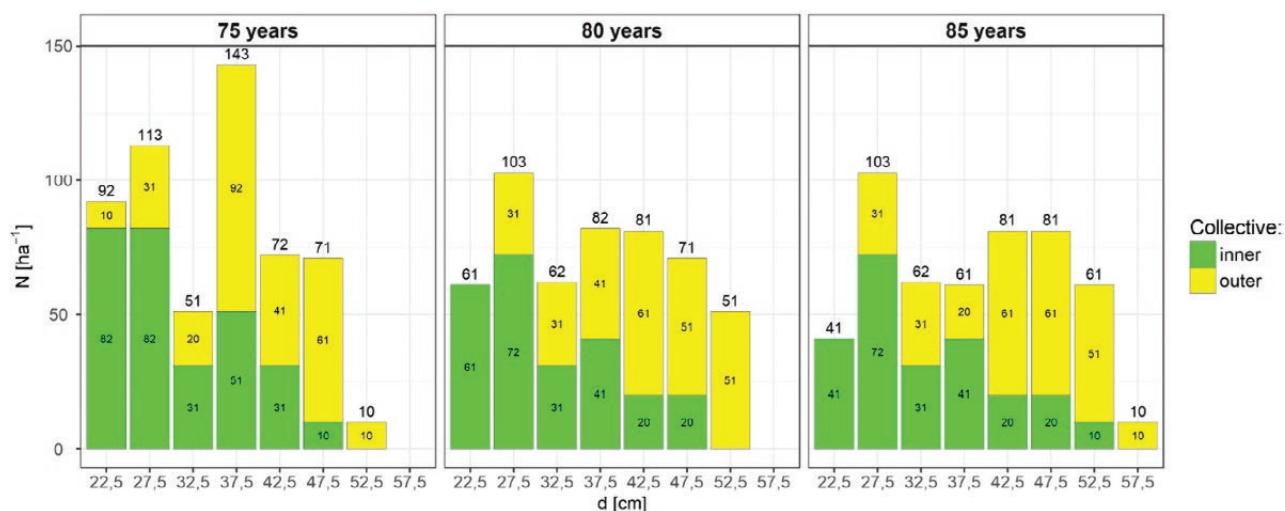
The differences between the current increments of different collectives of trees in the stand were tested using the t-test.

RESEARCH RESULTS

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Stand structure elements – *Elementi strukture sastojine*

At the stand age of 75 years, 533 trees per hectare were registered with basal area of $55.92 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ and the volume of $791.42 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. The quadratic mean diameter (d_g) was 35.9 cm and the diameter of dominant trees (D_{100}) was 46.6 cm. The Lorey's mean height was 31.2 m and the dominant height (H_{100}) 32.7 m. Due to mortality and windthrow, the number of trees was reduced, so at the age of 80 years, 512 trees per hectare remained in the culture. At the age of 85 years, 502 trees per hectare remained in the stand, so in the observed 10-year period the number of trees was reduced by 9.2%. The current basal area and volume increment of the remained collective of trees in the period of 76-80 years of stand age was $1.04 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ and $18.80 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$, while in the period of 81-85 years of stand age, it was $0.97 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ and $18.27 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$.

**Graph 1.** The diameter distribution of the trees in the stand.

Grafikon 1. Debljinska struktura stabala u sastojini.

Table 2. The descriptive statistics of the diameter distribution of the trees in the stand.

Tablica 2. Deskriptivna statistika debljinske strukture stabala u sastojini.

Age Starost	n	d_a	d_{\min}	d_{\max}	s_d	c_v	skew	kurt
[years] [godina]	[trees] [stabala]		[cm]			[%]		
75	54	34.9	20.7	50.3	8.480	24.3	0.040	-1.179
80	50	36.6	21.3	52.9	9.230	25.2	0.048	-1.187
85	49	38.4	21.6	55.3	9.760	25.4	0.026	-1.180

Legend: n – number of measured trees; d_a – arithmetic mean diameter; d_{\min} – minimal diameter; d_{\max} – maximal diameter; s_d – standard deviation; c_v – coefficient of variation; skew – distribution skewness; kurt – distribution kurtosis.

Legenda: n – broj mjerjenih stabala; d_a – aritmetički srednji promjer; d_{\min} – minimalni promjer; d_{\max} – maksimalni promjer; s_d – standardna devijacija; c_v – koeficijent varijacije; skew – asimetrija debljinske strukture; kurt – spljoštenost debljinske strukture.

Table 3. The descriptive statistics of the height distribution of the trees in the stand.

Tablica 3. Deskriptivna statistika visinske strukture stabala u sastojini.

Age Starost	n	h_a	h_{\min}	h_{\max}	s_d	c_v	skew	kurt
[years] [godina]	[trees] [stabala]		[m]			[%]		
75	54	29.7	17.9	35.5	4.510	15.2	-1.021	0.189
80	50	30.5	18.3	36.5	4.810	15.8	-0.995	0.028
85	49	31.3	18.8	37.3	4.970	15.9	-1.041	0.117

Legend: n – number of measured trees; h_a – arithmetic mean height; h_{\min} – minimal height; h_{\max} – maximal height; s_d – standard deviation; c_v – coefficient of variation; skew – distribution skewness; kurt – distribution kurtosis.

Legenda: n – broj mjerjenih stabala; h_a – aritmetički srednja visina; h_{\min} – minimalna visina; h_{\max} – maksimalna visina; s_d – standardna devijacija; c_v – koeficijent varijacije; skew – asimetrija visinske strukture; kurt – spljoštenost visinske strukture.

At the stand age of 85 years, the basal area was $61.74 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ and the volume $918.23 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. The slenderness index (h/dbh ratio) at the age of 75 years was 87 and was gradually reduced until the age of 85 years when it reached 83. The slenderness index of the dominant trees at the age of 75 years was 70 and was gradually reduced until the age of 85 years, when it reached 68 (Table 1).

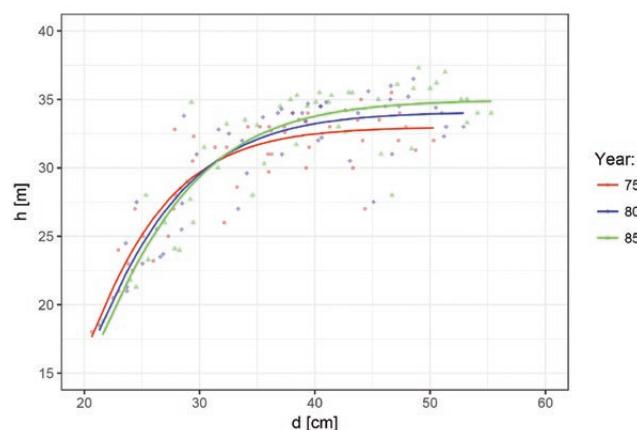
The diameter distribution of the stand at the ages of 75, 80 and 85 years showed bimodality, with the range of diameter

classes from 22.5 cm to 52.5 cm, and 57.5 cm, respectively (Graph 1).

The diameter distribution of trees is approximately symmetrical and platykurtic while the variability of diameter at breast height is 24.3-25.4% (Table 2).

The height distribution of trees is characterized by left asymmetry and mesocurtic distribution while the height variability of the trees is 15.2-15.9% (Table 3).

The positions of height curves constructed for the stand ages of 75, 80 and 85 years are pointing to the usual dynamics of height curves moving with age in regular stands. The small value of height increment and the superiority of diameter growth compared to height growth in thinner trees caused the small moving of height curves towards greater heights compared to the age of 75 years (Graph 2).



Graph 2. The height curves at stand ages of 75, 80 and 85 years.
Grafikon 2. Visinske krivulje u starosti sastojine 75, 80 i 85 godina.

The elements of estimation of the height curve smoothing show a good fit compared to measured values with the coefficient of determination 0.76-0.79 (Table 4).

Table 4. The parameters and elements of the model estimation for the dependence of heights from their breast height diameters.
Tablica 4. Parametri i elementi ocjene modela ovisnosti visina stabala od njihovih prsnih promjera.

Age [years] Starost [godina]	Model: $h = a \cdot (1 - e^{-b \cdot DBH})^c$			Elements of the model estimation Elementi ocjene modela		
	a	b	c	n	r^2	s_e
75	31.68559	0.191191814	33.9723176	50	0.7891	1.9636
80	32.79534	0.171076281	25.1987287	48	0.7776	2.1427
85	33.66993	0.160764572	22.6041835	47	0.7637	2.2751

Legend: a, b, c – model parameters; n – number of measured trees; r^2 – coefficient of determination; s_e – standard error of regression.

Legenda: a, b, c – parametri modela; n – broj mjerjenih stabala; r^2 – koeficijent determinacije; s_e – standardna greška regresije.

Table 5. The growth elements of trees and the stand in the collectives that grew in different growing space.
Tablica 5. Elementi rasta stabala i sastojine kod kolektiva u različitim uvjetima za rast.

Collective of trees with their total area Kolektiv stabala sa pripadajućom površinom	Age Starost	d_g	D_{100}	h_L	H_{100}	h_L / d_g	H_{100} / D_{100}	N	G	V
								[ha ⁻¹]	[m ² .ha ⁻¹]	[m ³ .ha ⁻¹]
A (P = 0.0409 ha)	75	31.9	43.4	30.0	32.3	94	74	685	54.82	765,56
	80	32.6	43.8	30.7	33.5	94	76	587	48.89	700,43
	85	34.1	45.7	31.6	34.2	93	75	563	51.30	753,69
B (P = 0.0568 ha)	75	39.7	47.7	32.0	33.0	81	69	458	56.70	810,03
	80	42.0	50.4	32.9	33.9	78	67	458	63.41	927,82
	85	43.9	52.9	33.7	34.8	77	66	458	69.21	1036,7

In previously mentioned relations, the collective B with 33.3% smaller number of trees at the age of 75 years has higher basal area and volume per hectare compared to the collective A for around 3% and 6%, respectively. At the age of 80 years, the smaller number of trees for 22% in collective B has higher basal area and volume per hectare for 30-32%, and at the stand age of 85 years, the 19% smaller number of trees in collective B has higher basal area and volume per hectare for 35-37% compared to the collective A (Table 5).

In observed ages, the variability of diameters at breast height in collective A (24.7-25.6%) is higher compared to the collective B (18.9-19.5%). The diameter distribution of the trees in the collective A is characterized by right asymmetry and platykurtic distribution while in the collective B the

left asymmetry and platykurtic distribution were registered (Table 6).

In observed ages, the variability of heights of trees in collective A (18.3-19.8%) is higher compared to the collective B (9.8-10.4%). The height distribution of trees in collective A is characterized by left asymmetry and platykurtic distribution, while in collective B a strong left asymmetry and leptocurtic distribution was registered (Table 7).

The current diameter and height increment in the collective B is higher by 90% and 32%, compared to the collective A, respectively. The differences are significant ($p < 0.05$). The current basal area and volume increment in the collective B is 2.19-2.34 times higher compared to the collective A and the differences are highly significant ($p < 0.001$) (Table 8).

Table 6. The descriptive statistics of the diameter distribution of the trees in the collectives that grew in different growing space.

Tablica 6. Deskriptivna statistika debljinske strukture stabala kod kolektiva u različitim uvjetima za rast.

Collective of trees <i>Kolektiv stabala</i>	Age <i>Starost</i>		n	d_a [cm]	d_{min} [cm]	d_{max} [cm]	s_d [cm]	c_v [%]	skew	kurt
	[years] [godina]	[trees] [stabala]								
A	75	28	31.0	20.7	46.1	7.660	24.70	0.525	-0.864	
	80	24	31.6	21.3	48.1	7.920	25.00	0.597	-0.709	
	85	23	33.1	21.6	50.6	8.470	25.60	0.570	-0.710	
B	75	26	39.0	23.8	50.3	7.380	18.90	-0.385	-0.701	
	80	26	41.3	26.6	52.9	7.940	19.20	-0.362	-0.857	
	85	26	43.1	27.7	55.3	8.410	19.50	-0.354	-0.912	

Table 7. The descriptive statistics of the height distribution of the trees in the collectives that grew in different growing space.

Tablica 7. Deskriptivna statistika visinske strukture stabala kod kolektiva u različitim uvjetima za rast.

Collective of trees <i>Kolektiv stabala</i>	Age <i>Starost</i>		n	h_a [m]	h_{min} [m]	h_{max} [m]	s_d [%]	c_v [%]	skew	kurt
	[years] [godina]	[trees] [stabala]								
A	75	28	28.2	17.9	34.5	5.15	18.30	-0.57	-0.83	
	80	24	28.7	18.3	35.6	5.62	19.60	-0.45	-1.10	
	85	23	29.5	18.8	36.2	5.83	19.80	-0.52	-1.07	
B	75	26	31.2	23.0	35.5	3.07	9.80	-1.20	1.10	
	80	26	32.1	23.5	36.5	3.25	10.10	-1.20	0.96	
	85	26	32.9	24.0	37.3	3.43	10.40	-1.18	0.79	

Table 8. The annual (mean periodic) increments of the diameter, height, basal area and volume of trees that grew in different growing space.

Tablica 8. Tečajni prirast prečnika, visine, temeljnica i volumena stabala u različitim uslovima za rast.

Collective of trees <i>Kolektiv stabala</i>	Age <i>Starost</i>		n	i_d [cm · tree ⁻¹ · y ⁻¹]	i_{hl} [m · tree ⁻¹ · y ⁻¹]	i_g [cm ² · tree ⁻¹ · y ⁻¹]	i_v [dm ³ · tree ⁻¹ · y ⁻¹]	skew	kurt
	[years] [godina]	[trees] [stabala]							
A	76-85	23	0.21	0.13	11.7	22.6			
B	76-85	26	0.40	0.17	27.3	49.5			
t-test ¹			-5.07	-2.66	-4.81	-4.70			
p value			<0.0001	0.0106	<0.0001	<0.0001			

¹ The results of the t-test comparison of collectives of trees in different growing conditions in the stand.

Legend: i_d – annual diameter increment; i_{hl} – annual height increment; i_g – annual basal area increment; i_v – annual volume increment.

Legenda: i_d – tečajni prirast prečnika; i_{hl} – tečajni prirast visine; i_g – tečajni prirast temeljnica; i_v – tečajni prirast volumena.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

The species *Gymnocladus dioicus* (L.) K. Koch has been present in the territory of Serbia for over 150 years and it is one of the earliest introduced species (Bobinac *et al.*, 2017). Usually, the tree was used decoratively, in the form of single trees or in small groups in parks and estates of the former nobleman in Vojvodina. The species regenerates well from seed and root suckers, but it doesn't show invasiveness (Bobinac *et al.*, 2017). That is the reason why the species is mostly present only in locations where it was introduced until the first half of the 20th century having in mind that in the later period, only single trees and small groups were planted. In the current reviews of exotic species in Serbia (Perović and Cvjetićanin, 2005) *G. dioicus* is not identified as the species that is important for a broader use in silviculture.

The largest and the best preserved heterogeneous group (culture) of trees of *G. dioicus* in Serbia is at Fruška Gora on the site of pedunculate oak and hornbeam. In the researched culture at Fruška Gora, the growth elements of the trees of *G. dioicus* (in the first place, the dominant height of 35 m and Lorey's mean height of 33 m) at the age of 85 years from the establishment are pointing out the productive potential of the pedunculate oak site for the silvicultural cultivation of *G. dioicus*. According to Halaj *et al.* (1987) and Jović *et al.* (1989-90), pedunculate oak reaches above mentioned heights on best sites. In the researched stand, the highest recorded height of *G. dioicus* tree at the age of 85 years was 37 m.

The growth elements are pointing out the high productivity of the culture in the observed ages. At the age of 85 years from the establishment, 502 trees per hectare were registered with quadratic mean diameter (d_g) of 39.6 cm, dominant diameter (D_{100}) 51.5 cm, Lorey's mean height (h_L) 33.0 m, dominant height (H_{100}) 35.0 m, basal area $61.74 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ and volume $918.23 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. The current volume increment was $18.80 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ in the age period 76–80 years and $18.27 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ in the age period 81–85 years (Table 1).

The variability of height distribution of the trees in the stand is significantly smaller compared to the variability of the diameter distribution and that is the characteristic of stands consist of trees with the same age (Andrašev, 2008). The conducted analysis showed that the structural characteristics and the growth elements of the stand are defined by the growing space of the trees so the two different collectives of trees were separated in the stand.

The collective of inner trees (A) is falling behind in diameter and height growth, compared to the collective of edge trees (B), that is shown by the achieved mean and dominant diameters and heights (Table 5), as well as the significant differences between the current diameter, height, basal area and volume increments (Table 8). In the collective A, in the observed 10-year period, the processes of a strong differentiation between the trees occurred. That is presented by higher

values of coefficients of variation of diameter and height distribution compared to the collective B (Tables 6 and 7). That resulted in the reduction of the number of trees, due to mortality, wind breakage and windthrow compared to the initial state at the age of 75 years.

The above shown relations in the structure and the value of increment of different collectives of trees in the stand are pointing out the strong reaction of edge trees, i.e. the trees that grew in more favourable conditions at the same age. This implies the need for application of tending measures in order to maintain the optimal levels of increment. The trees in the stand are characterized by straight stem, well cleaned from branches. The slenderness index, as an indicator of the stem form (Pretzsch, 2009), is 93 in the collective A and 21% higher compared to the collective of edge trees (B) where it amounts 77. Besides the high productivity of dendromass, the mentioned indicators are pointing out that this species can be directed to the production of technical assortments of good quality. The species has quality wood, but is prone to rough branching (Petrović, 1951) so it would be important to investigate the optimal value of the growing space for the trees in the process of establishing cultures and project-



Figure 4. The wind break of *G. dioicus* tree caused by the presence of the butt rot fungi (*Ganoderma* sp.) in the stand at Fruška Gora at the age of 80 years (Photo: M. Bobinac).

Slika 4. Vjetrolom stabla *G. dioicus* uzrokovano prisutnošću truležnice (*Ganoderma* sp.) u sastojini na Fruškoj Gori, u dobi 80 godina (Foto: M. Bobinac).



Figure 5. The “ideal” tree phenotype of *G. dioicus* in the stand at Fruška Gora at the age of 85 years (Photo: M. Bobinac).

Slika 5. “Idealni” fenotip stabla *G. dioicus* u sastojini na Fruškoj Gori, u starnosti 85 godina (Foto: M. Bobinac).

ing the tending measures, as well in the case of establishing the cultures with secondary tree species.

The absence of tending measures in the researched culture, due to mentioned conservation approach and the lack of knowledge about growth characteristics of this rare species in Serbia contributed to the decrease of the species perspective and sustainability. From the total number of trees per hectare at the age of 75 years, 34% trees were registered in the understory and 80% of the trees had significantly reduced crowns (Bobinac *et al.*, 2008). In the period of 75-85 years of the stand age, at the butt of the trees, the wood decaying fungi carpophores were registered and the windbreakages are present as well (Figure 4).

Because of the absence of the tending measures in this unique culture of *G. dioicus* in Serbia, the knowledge about characteristics of growth of trees in “optimal” growing space conditions has been denied. Having in mind all the restrictions that limited the generalization of the conclusions based on this small sample in the stand, it can still be concluded that the dominant trees with well developed crown are representing the achieved phenotype that is interesting for the production of technical assortments (Figure 5).

Besides the decorative role and resilience to disease and pests (Carter, 1966); with poisonous leaves that made it generally resistant to herbivores (Janzen, 1976); with relative resistance to damage caused by ice and wind (Carter, 1966) and limited ability for subsponatneous expansion (Bobinac *et al.*,

2017; 2018), *G. dioicus* has a range of positive characteristics that are pointing to the possibility of a wider use of this species in forestry.

ACKNOWLEDGEMENT

ZAHVALA

This paper was realized in the scope of project “Forest plantations in order to increase forestation of Serbia” (31041), the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia for the period 2011-2018.

REFERENCES

LITERATURA

- Alden, H.A., 1995: Hardwoods of North America. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-83. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory: pp. 136
- Andrašev, S., 2008: Razvojno proizvodne karakteristike selekcionisanih klonova crnih topola (sekcija Aigeiros Duby) u gornjem i srednjem Podunavlju., Disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet: s. 427, Beograd [Developmental and productive characteristics of selected black poplar clones (section Aigeiros Duby) in upper and middle Danube area. PhD thesis. University of Belgrade, Faculty of forestry. pp. 427, Belgrade] (in Serbian with English abstract)
- Bobinac, M., T. Stojadinović, 2007: State and development of Kentucky coffee-tree (*Gymnocladus canadensis* Lam.) plantations on Fruška Gora, International Symposium: Sustainable Forestry-Problems and challenges, Perspectives and challenges in Wood Technology, Faculty of Forestry, Skopje, Proceedings, 34-38., Skopje
- Bobinac, M., T. Stojadinović, N. Stanković 2008: *Gymnocladus canadensis* Lam. - rare allochthonous woody species on Mt. Fruška Gora (in Serbian with English summary), Proceeding of 9th Symposium on the flora of Southeastern Serbia and Neighbouring regions, Niš, 2007: 205-210., Niš
- Bobinac, M., S. Andrašev, N. Šušić, A. Bauer-Živković, 2017: Characteristics of subsppontaneous dispersal of Kentucky coffretree (*Gymnocladus dioicus* (L.) K.Koch.) in Topčider, Bulletin of the Faculty of Forestry, University of Belgrade, 116: 09-28., Belgrade
- Bobinac, M., M. Šijačić-Nikolić, N. Šušić, A. Bauer-Živković, 2018: Finding of parthenocarpic fruit in *Gymnocladus dioicus* (L.) K. Koch in a plantation at Fruška Gora (Serbia), 3rd International Conference on Plant Biology (22nd SPPS Meeting), Book of Abstracts, (158–159) Belgrade
- Carter, C. J. (1966). Illinois trees: selection, planting, and care. Illinois Natural History Survey Circular; no. 51., pp. 123
- Elias, T.S., 1980: The Complete Trees of North America. Field Guide and Natural History. Van Nostrand Reinhold Co.: pp. 948
- Environment Canada. 2014: Recovery Strategy for the Kentucky Coffee-tree (*Gymnocladus dioicus*) in Canada. Species at Risk Act Recovery Strategy Series. Environment Canada, Ottawa. vi + 36 pp.
- Halaj J., J. Grék, F. Pánek, R. Petrás, J. Řehák, 1986: Percentá prebierok pre hlavne dreviny, Lesnické studie 40, Vyskumny ustav lesheho hospodarstva vo Zvolene, Priroda: s. 98, Bratislava
- Harlow, W., E. Harrar, J. Hardin, F. White, 1996: Textbook of Dendrology, McGraw-Hill Series in Forest Resources: pp. 534, New York

- Janzen, D.H., 1976: Effect of defoliation on fruit-bearing branches of the Kentucky coffee tree, *Gymnocladus dioica* (Leguminosae), Am Midl Nat 95: 474-478
- Jokanović, D., D. Vilotić, S. Mitrović, D. Miljković, M. Rebić, D. Stanković, V. Nikolić, 2015: Correlations between the anatomical traits of *Gymnocladus canadensis* Lam. in heartwood and sapwood of early- and latewood zones of growth rings, Arch. Biol. Sci., 67 (4): 1399-1404, Belgrade
- Jović, N., D. Jović, B. Jovanović, Z. Tomić, 1989-90: Types of pedunculate oak forests in Srem and their main characteristics. Bulletin of the Faculty of Forestry (In Serbian)-71-72: 19-41, Belgrade
- Lee, Y.T., 1976: The genus *Gymnocladus* and its tropical affinity, J Arnold Arbor 57 (1): 91–112.
- McClain, M.L., M.T. Jackson, 1980: Vegetational associates and site characteristics of Kentucky coffeetree, *Gymnocladus dioicus* (L.) K. Koch, Proc Central Hardwoods For Conf 3: 239-256.
- Okabe, A., B. Boots, K. Sugihara, S.N. Chiu, 2000: Spatial Tessellations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams, Second Edition. John Wiley & Sons, LTD, ISBN: 978-0-471-98635-5, United Kingdom
- Pammel, L.H., 1911: A Manual of Poisonous Plants, Part II. The Torch Press, Cedar rapids: pp. 977, Iowa
- Pantić, D., 1997: Volume tables for narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) in the forests of Ravnji Srem (In Serbian with English summary), Šumarstvo, XLIX (4-5): 58-62., Belgrade
- Perović, M., R. Cvjetičanin, 2015: North american species in forest plantations in Serbia (In Serbian with English summary), Šumarstvo, LXVII (3): 75-88, Belgrade
- Petrović, D., 1951: Exotic tree species in Serbia (In Serbian with German summary). SANU, Special editions, CLXXXII. Institute of Physiology of Development, genetics and selection, Book 1., pp. 180., Belgrade
- Pretzsch, H., 2009: Forest dynamics, growth, and yield. In Forest Dynamics, Growth and Yield, Springer: pp. 1-39, Berlin, Heidelberg.
- Richards F.J. (1959): A flexible growth function for empirical use. J. Exp. Bot. 10: 290-300.
- Roskov, Y.R., F.A. Bisby, J. L. Zarucchi, B.D. Schrire, R. J. White, 2005: ILDIS World Database of Legumes: draft checklist, version 10, ILDIS, University of Reading, Reading, UK.
- Tomić, Z. (2013): Natural forest communities of Fruška Gora national park in light of the latest syntaxonomical and ecosystem principles. Hrvatska misao, Br. 1 (61), nova serija sv. 46. Matica Hrvatska Sarajevo: 25-42, Sarajevo.
- Turner, R., 2016: deldir: Delaunay Triangulation and Dirichlet (Voronoi) Tessellation. R package version 0.1-12. <https://CRAN.R-project.org/package=deldir>
- Van Dersal, W.R., 1938: Native Woody Plants of the United States, Their Erosion-Control and Wildlife Values, Government Printing Office: pp. 362, Washington, United States
- Van Natta, A.R., 2009: Ecological importance of Native Americans culture to the Kentucky coffeetree, University of Wisconsin, Stevens Point: pp. 21, Wisconsin
- Vilotić, D., M. Šijačić-Nikolić, D. Miljković, M. Ocokoljić, M. Rebić, 2011: Comparative analysis of the anatomical structure of heartwood and sapwood selected *Gymnocladus canadensis* Lam. trees in Srpska Crnja. Arch. Biol. Sci., 63(3): 831-836, Belgrade
- Werthner, B. W., E. H. Werthner, A. R. Kienholz, 1935: Some American Trees; an intimate study of native Ohio trees, The Macmillian Company, New York, 398 pp.
- Zaya D.N., H.F. Howe (2009), The anomalous Kentucky coffee-tree: megafaunal fruit sinking to extinction?, Oecologia 161, Concepts, Reviews and Syntheses, 221-226
- ... (1981): Regional Spatial Plan of Fruška Gora till year 2000., Zavod za urbanizam Vojvodine, Novi Sad (in Serbian)
- ... (2004): Regional Spatial Plan of Fruška Gora till year 2022., Zavod za urbanizam Vojvodine, Novi Sad (in Serbian)
- ... (2017): Republički hidrometeorološki zavod Srbije: http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/stanica_sr.php?moss_id=13274
- ... (2018): Monumental trees. <https://www.monumentaltrees.com/en/trees/gymnocladusdioicus/records/>

SAŽETAK

Istraživanje je provedeno u kulturi alohtone vrste *Gymnocladus dioicus* (L.) K. Koch na Fruškoj gori, osnovanoj 1932. godine s razmakom sadnje 3×3 m, na staništu lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris* /Anić 59/ Rauš 1971.), na nadmorskoj visini 120 m.

Elementi rasta stabala i sastojine u dobi od 75, 80 i 85 godina ukazuju na visoku proizvodnost kulture. U 85 godina od sadnje zabilježeno je 502 stabla po hektaru s prosječnim promjerom od 39,6 cm (d_g), dominantnim promjerom (D_{100}) 51,5 cm, srednjom visinom 33,0 m, dominantnom visinom (H_{100}) 35,0 m, s temeljnicom $61,74 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ i volumenom od $918,23 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Tečajni prirast volumena bio je u razdoblju od 76 do 80. godine $18,80 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, a u razdoblju 81-85. godine $18,27 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tablica 1). Provedena analiza pokazala je da struktorna svojstva i veličine elemenata rasta sastojine definira prostor za rast stabala u kulturi. Skupina unutarnjih stabala u kulturi (A) zaostaje u debljinskom i visinskom rastu u odnosu na skupinu rubnih stabala (B), što pokazuju postignuti srednji i dominantni promjeri i visine (Tablica 5), kao i značajne razlike između tečajnog prirasta promjera, visine, temeljnica i volumena (Tablica 8).

Uz sva ograničenja za generalizaciju zaključaka, zbog malog uzorka stabala u kulturi, može se ipak zaključiti da stabla dominantnog položaja i pravilno razvijenih kruna predstavljaju realizirani fenotip zanimljiv za proizvodnju tehničkih sortimenata (slika 5).

KLJUČNE RIJEČI: *Gymnocladus dioicus* (L.) K. Koch, introdukcija, kultura, elementi rasta, uvjeti za rast, Srbija

APIŠUMARSTVO – PČELARSTVO I ŠUMARSTVO

APIFORESTRY – BEEKEEPING AND FORESTRY

Zdenko FRANIĆ*

SAŽETAK

U radu je kroz pregled znanstvene i stručne literature prikazana povijest interakcije pčelarstva i šumarstva (apišumarstva) u Hrvatskoj. Sistematisirane su najvažnije preporuke i zaključci. Gotovo svi autori kao preduvjet naprednog pčelarenja i umanjivanja negativnog utjecaja klimatskih promjena na pčele preporučuju sadnju medonosnog bilja bogatog nektarom i peludom. Prilikom obnove i sadnje šuma od medonosnog drveća posebice se preporučuje sadnja bagrema, lipe i kestena. Korist od pčela vezana uz opršivanje i održavanje bioraznolikosti, a koja je na razini EU procijenjena na oko 1280 € po pčelinjoj zajednici, višestruko nadmašuje neposrednu korist od meda i ostalih pčelinjih proizvoda. U Hrvatskoj apišumarstvo, posebice u kestenovim šumama, pruža priliku za razvoj inovativnih aktivnosti i usluga koje se zasnivaju na pčelarstvu. Primjer jest apiterapija kao zdravstveni segment pčelarskog turizma. Problematika apišumarstva i dalje treba biti predmet multidisciplinarnih istraživanja, a koordinaciju i suradnju između sektora šumarstva i pčelarstva treba neprestano poboljšavati.

KLJUČNE RIJEČI: šumarstvo, pčelarstvo, medonosno bilje, opršivanje, bioraznolikost

UVOD INTRODUCTION

Još u nedavnoj prošlosti, šume i prašume bile su, a u nekim krajevima još su uvijek prirodno obitavalište pčela. Cvjetovi i lišće šumskog drveća osiguravaju medonosnim pčelama hranu (cvjetne sokove – nektar i lisne sokove), a stabla osiguravaju pčelinjim društvima (*pčelcima*) pogodni fizički zaklon. Pčelarstvo na šumskim područjima stoga pruža mogućnost jednostavnog i brzog stvaranja dodane vrijednosti, odnosno ekonomski dobiti i iskorjenjivanja siromaštva s fokusom na zapošljavanje i samozapošljavanje (Bradbear, 2009; Hill i Webster, 1995; Keča i sur., 2017). Zanimljivo je da se u međunarodnoj literaturi ističe kako su na globalnom planu sustavni podaci i znanstvena istraživanja o međusobnoj interakciji šumarstva i pčelarstva prilično oskudni, iako šumarstvo i pčelarstvo imaju dugu zajedničku povijest (Hill i Webster, 1995). Također se ističe da je uloga pčela u održavanju šuma i životinja ovisnih o šumama slabo poznata i nedovoljno uvažavana (Bradbear 2009). Ne čudi stoga da

interakcija pčelarstva i šumarstva, za koju se smatra da ima velik potencijal u osiguravanju sigurne opskrbe hranom, sprječavanju deforestacije, reduciranje erozije i klizišta te poticanje reforestacije i aforestacije odnedavna ima zaseban termin: apišumarstvo, engl.: *apiforestry* (Ingram, 2014).

Posljednjih godina se na globalnom planu pojavila kriza opršivanja koja ugrožava održivost poljoprivredne proizvodnje i bioraznolikost općenito, a potrebe za opršivanjem rastu puno brže nego što se povećava broj pčelinjih zajednica (Aizen i Harder, 2009). Štoviše, sektor pčelarstva je unatrag nekoliko desetljeća sve više ugrožen pojavom značajnog broja novih uzročnika različitih bolesti pčela, posebice invazijom grinje *Varroa destructor* te širokom upotrebom pesticida. Također, na zdravlje i opstojnost pčela sve je izraženiji nepovoljni utjecaj klimatskih promjena. Sve to rezultira velikim gubitcima pčelinjih zajednica, posebice zimi. Neke države, primjerice SAD, izdale su specijalne priručnike za gospodarenje zemljишtem i šumama kako bi se stimuliralo i opršivače (U. S. Department of Agriculture i

U. S. Department of Interior, 2015). U tom se dokumentu naglašava da kod upravljanja šumama, prioritet se treba dati sjemenu i biljnim vrstama koje pogoduju opršivačima. Naime, pčelama je potrebno ne samo bilje koje proizvodi nektar i mednu rosu, nego i ono koje obiluje peludom bez kojega nema razvoja jakoga legla.

Europski parlament je pak donio Rezoluciju Europskog parlamenta od 1. ožujka 2018. o mogućnostima i izazovima za pčelarski sektor EU-a, u kojoj upozorava na nestajanje opršivača koji su (posebice pčele) ujedno važan pokazatelj kvalitete okoliša. U rezoluciji se Europskoj komisiji predlaže niz hitnih mjeru za unapređivanje pčelarskog sektora, a koje uključuju potrebu da se među poljoprivrednicima i pčelarima, šumarima, znanstvenicima i veterinarima promiče veća suradnja i razmjena znanja i informacija, uključujući napredne i uzajamne sustave ranog upozoravanja o razdobljima prskanja i drugim primjenama insekticida, preventiji i kontroli bolesti, tehnologijama koje ne štete pčelama te metodama za zaštitu biljaka koje najmanje uzrokuju smrtnost opršivača (Europski parlament, 2018).

U domaćoj literaturi, posebice starijoj, ima dosta bibliografskih jedinica koje se bave interakcijom šumarstva i pčelarstva, ali one su ili zaboravljene ili zbog različitih razloga nedostupne kako široj javnosti, tako i znanstveno-akademskoj zajednici. Valja napomenuti da je pčelarstvo u šumskom okruženju i zanimljiva tema etnografskih istraživanja. Primjerice, u slavenskim krajevima jugoistočne Europe se šumsko pčelarstvo ili „slavensko pčelarstvo“ odnosilo na danas već skoro sasvim zaboravljeni tip pčelarstva kod kojega se pčele drže u šumi u umjetno načinjenim dupljama u životom drveću. (Domačinović, 1980; 1989; 1999).

Što se tiče situacije u Hrvatskoj, Roša i suradnici procjenjuju da čak 50 - 70% proizvedenog meda u Republici Hrvatskoj dolazi sa šumskih staništa (Tomić, 2005; Roša i sur., 2006), a takav med, budući da se u zaštiti šuma manje koriste pesticidi te su šume i šumske biljke manje izloženi zagađenju, ima izuzetnu vrijednost (Roša i sur., 2006), što uključuje i potencijal certificiranja ekološke proizvodnje. Naime, prema podacima trgovackog društva „Hrvatske šume d.o.o.“, koje gospodari šumama i šumskim zemljиштima u Republici Hrvatskoj, ukupna površina šuma i šumskih zemljista u RH u današnje vrijeme iznosi 2688687 ha, što je 47% kopnene površine države (Hrvatske šume, 2017). Sustavno tomu, Pravilnikom o medu su kao sortni uniflorni medovi kontinentalnog dijela Hrvatske izdvojeni med bagrema, pitomog kestena, lipe, medljikovac jele i medljikovac hrasta sladuna (NN 122/2009).

Kako je u prošlosti na području Hrvatske još veće područje bilo pokriveno šumama, nije čudo da se u Hrvatskoj o interakciji šumarstva i pčelarstva počelo pisati još u 19. stoljeću (Bobinac, 1898).

Cilj ovoga rada jest dati pregled i sustavnije obraditi dostupnu literaturu koja se odnosi na apišumarstvo na području

Republike Hrvatske te kritički razmotriti koliko su tadašnja razmišljanja i opažanja sukladna suvremenim prilikama te mogu li se i danas primjeniti. Također, ovakav pregled je važan i kao prilog dokumentiranja povijesti pčelarstva u Republici Hrvatskoj.

APIŠUMARSTVO U HRVATSKOJ

ZNANSTVENOJ LITERATURI

APIFORESTRY IN CROATIAN SCIENTIFIC LITERATURE

Interakcija pčelarstva i šumarstva se u hrvatskim literaturnim izvorima obrađuje pretežno u specijaliziranim časopisima i knjigama iz područja šumarstva i pčelarstva.

Prvi dostupni napis koji se može svrstati u apišumarstvo objavljen je u časopisu Hrvatska pčela još 1898. godine (Bobinac, 1898). Autor već tada navodi da kultiviranjem zemljista ponostaje pčelama hrane, budući da se ono [u pravilu] nigdje ne kultivira u svrhu pčelarstva. Nadalje, autor ističe da će smanjivanjem šumskih površina ponestati meda, jer se uništavanjem šuma mijenja i podneblje na uštrb medenosnom bilju. U istom časopisu godine 1903. se u nepotpisanom napisu raspravlja o važnosti bagrema (akacije) za pčelarstvo (Anon., 1903). Autor ističe da uzgoj bagrema nije zahtjevan, da je osobito koristan za pčele jer dugo cvjeta i daje izdašnu pašu. Uz navedeno, bagremovo je drvo zbog tvrdoće cijenjeno kod tokara. Interesantno da se umjesto bagrem, u tekstu upotrebljava riječ bagren, za koju se danas smatra da ne pripada hrvatskom jezičnom korpusu.

Godine 1935. pišući o poboljšanju pčelinje paše (Lephamer, 1935) autor podsjeća da je prvi uvjet bez kojega se uopće neda pčelariti dobra paša. Paša se može poboljšati ponajprije sadnjom raznog drveća i grmlja, a prvi korak je upotpuniti popis medonosnog drveća i grmlja kojega je iznio hortikulturist Zdravko Arnold (Arnold, 1932). Medonosno drveće bi se trebalo saditi ne samo prilikom sadnje novih šuma, nego i u parkovima te u drvoredimu uz ceste. U tom kontekstu, Lephamer spominje srebrnolisnu lipu, pajasan, divlji crveni kesten, soforu, poznu akaciju ulricianu, javor, amorfu, diospiruse, licium, biserke, hibiskuse, gledičije i katalpe. Lephamer predlaže da sjeme nabavlaju i raspačavaju pojedinci i društva koji imaju informacije i mogućnosti za jeftiniju nabavu. Također, spominje se i višestruka korist od sadnje medonosnih biljaka, budući da su mnoge od njih ljekovite te se kao takve mogu plasirati na tržište nakon što posluže kao pčelinja paša. Valja napomenuti da je ova preporuka iz 1930-tih godina za sadnju gore navedenih vrsta u suprotnosti sa suvremenim spoznajama koje zastupaju suprirodno gospodarenje šumom u kojem nema mjesta vrstama koje se navode, jer je riječ je o izrazito agresivnim i nepoželjnim alohtonim vrstama drveća.

Središnja pčelarska zadruga u Zagrebu se u Hrvatskom šumarskom listu iz prosinca 1943. godine (Središnja pčelarska

zadruga, 1943) osvrće na štete koje trpe pojedini krajevi i na štete u gospodarstvu zbog nerazvijenog pčelarstva i ne-postojanja pčelinjih zajednica u dijelovima Hrvatske te posljedične nemogućnosti opršivanja. U članku se spominje da je korist od opršivanja deseterostruko veća od koristi koje pčele donose u medu i vosku, što je gotovo sukladno suvremenim procjenama. Navodi se i da sječa i krčenje šuma i šikara dovodi do nazadovanja pčelarstva. Zadruga apelira na šumare i prijatelje šumarstva da porade na podizanju pčelarstva.

U istom broju Hrvatskog šumarskog lista ing. Ante Abramović (Abramović, 1943) obrađuje problematiku pošumljavanja krša mješovitim lističama i četinjačama koje ima zadaću da novopodignuta šuma što više podmiri narodne potrebe, u koje između ostalog spada i unapređivanje pčelarstva i voćarstva.

Ing. Roman Sarnavka pišući o šumskim paužitcima (sporednim proizvodima) i njihovom iskorištavanju, također u Hrvatskom šumarskom listu, (Sarnavka, 1943) spominje šumske pčele koje su sa šumama vezane u jednu organsku cjelinu.

Istaknuti šumar Andre Perušić u knjižici „Šuma i pčela“ (Perušić, 1944) predlaže načine pojačavanja pčelinje paše u šumama vraćanjem šuma u prirodno stanje, čuvanjem i uzgajanjem medonosnog drveća, uzgojem medonosnog bilja prilikom pošumljavanja, preuređenjem šumskih rubova te zasadnjivanjem slobodnih šumskih prostora medonosnim biljem. U prilogu knjižice Perušić daje pregled medonosnog bilja (drveće, grmlje i polugrmlje) s gradacijama medonosnosti te prinosa nektara, peluda, ljepljivog voska i popolisa, koje se kreću od 3 (vrlo dobro) do 1 (slabo) i 0 (nepoznato). Zalažući se za sadnju medonosnog bilja pri gospodarenju šumama, Perušić veliku pozornost posvećuje i estetskim vrijednostima šuma koje se određenim intervencija mogu poljepšati, na način da daju bolju orientaciju kao i korist pticama, pčelama i divljači.

Isti odnos prema šumarstvu zadržao se i poslije II. svjetskog rata te šumar Dušan Srđić u Šumarskom listu (Srđić, 1946) pišući o važnosti pčelarstva za šumarstvo ubraja pčelarstvo u neiskorištene „kapitale ili glavnice“ o kojima u svom djelu „Mrtvi kapitali“ piše književnik Josip Kozarac. Prema Srđiću, korist koju vrše pčele, kako u poljodjelskoj, tako i šumskoj oplođnji je 6-10 puta veća od vrijednosti proizvedenog meda i voska. Bez pčela, ljudi su u oplođnji šumskog drveća prepуšteni samo(j) prirodi. Srđić podržava ideju Andre Perušića da se kod svake šumarije osnuje mali uzorni pčelinjak (Perušić, 1944).

U izuzetno važnom djelu „Šumarski priručnik“, preteći „Šumarske enciklopedije“ Vilim Bastal dao je opsežan osvrt na problematiku pčelarstva u kontekstu proizvoda animalne prirode i njihovog iskorištavanja u šumarstvu (Bastal, 1946). Bastal je obradio čimbenike o kojima ovisi uspjeh pčelareњa, a to je ponajprije potreba uvođenja naprednih metoda

pčelarstva te stalnog unapređivanja pčelinje paše, pri čemu se vizionarski osvrnuo na problematiku klimatskih prilika. Istači da se najbolje područje za pčelarstvo nalazi u šumskim brdovitim krajevima. Također, naglašava važnost peludonosnog drveća budući da je pelud pčelama potreban za pravodobni razvoj legla. Bastal potom nabraja vrste drveća važnog za optimizaciju glavne i kasne pčelinje paše i ističe važnost rubova šuma kao područja koja služe kao suncobrani i vjetrobrani pri smještaju košnica. U tom kontekstu daje i preporuke za sadnju drveća koje pogoduje pčelama, posebice spominjući vrste *Salix*, *Populus*, *Betula* i *Sorbus* te divlje voćkarice i bagrem. Od poželnjog grmlja na rubnim šumskim područjima nabraja *Prunus spinosa*, *Cra-taegus*, *Ligustrum*, *Berberis*, *Cornus*, *Evonymus*, *Lonicera*, *Rhamnus*, *Rosa*, *Rubus*, *Staphilea*, *Sambucus* i dr. Valja napomenuti da Bastal naglašava i potrebu suradnje privatnih posjednika poljoprivrednog zemljišta i države kao vlasnice većih šumskih kompleksa.

Ilija Lončar u članku Šumarstvo i pčelarstvo (Lončar, 1946) ističe potrebu da se prilikom obnove i njege sastojina kod šumskih radova obrati pozornost na medonosno drveće jer „*kod pčelarenja ne može išta biti štetno za šumu*“. Istači važnost rubova šuma za pčelarstvo te predlaže da se tu sadi i uzgaja niže drveće i grmlje, s posebnim naglaskom na peludonosno bilje, kao što su npr. lijeska i vrba iva. Lončar spominje i prinose meda kod pčelarenja u šumama koji iznose oko 30 kg, a u posebice povoljnim prilikama i do 100 kg po košnici te detaljno opisuje vrste medonosnog šumskog drveća i grmlja. I on, također predlaže osnivanje pčelinjaka uz lugarnice.

Godine 1948. Perušić (Perušić, 1948) pišući o mobilnom (selećem) pčelarenju zaključuje da se u Hrvatskoj selenje prakticira već nekoliko desetljeća, ali u ograničenom opsegu. Pčelari iz mediteranskih krajeva sele pčele u kopnene krajeve na planinske, livadne i šumske paše, dok kontinentalci (između ostalog) odlaze na paše bagrema, šumsku pašu u crnogoričnim šumama te lokalne paše kestena. No, još nisu izrađene fenološke karte, iako su one temelj uspješnom mobilnom pčelarenju.

O važnosti i potrebi izrade fenoloških istraživanja u pčelarstvu piše i Vitomir Jovanović (Jovanović, 1956), pojašnjavajući da pojedine biljke ne mede podjednako ne samo na svim mjestima, nego i u raznim godinama na jednom te istom mjestu. Razlike se pojavljuju zbog zemljopisnog položaja, kemijskog sastava tla, razlika u temperaturi tla, pravca i intenziteta vjetrova, intenziteta i dužina insolacije, vlage u zraku, pa čak i atmosferskog tlaka. Jovanović naglašava važnost pčelarskih obavještajnih zajednica te ukratko iznosi i povijest fenoloških istraživanja na području Hrvatske, a koja sežu čak u 1884. godinu kada je profesor varaždinske gimnazije A. E. Jurinac načinio opsežni izvještaj „O pčelarstvu oko Varaždina u godini 1884“ te ga sljedeće godine objavio u Hrvatskoj pčeli (Jurinac, 1885).

Jovanović smatra da napredni pčelari moraju usvojiti znanja iz meteorologije i klimatologije, kako bi pravilnom sadnjom pogodnog medonosnog bilja premostiti i dopunili manjkave prirodne uvjete. Jovanović navodi prijedloge parametara koji bi se trebali pratiti i prijedloge podataka koji bi se potom upisivali u posebne kartone-listove. Od dvanaest najvažnijih biljaka za pčelinju pašu, koje bi trebalo obuhvatiti prvo (fenološko) proučavanje, od šumskog drveća Jovanović spominje divlji kesten (posebno onaj s crvenim cvjetom), bagrem, pitomi kesten i lipe.

Vezano uz fenološke karte koje uključuju i šume, valja napomenuti da su i danas za Republiku Hrvatsku dostupne samo parcijalne fenološke karte (Šimić, 1980) i tek predstoji izrada kvalitetnih sustavnih fenoloških karata koje su u današnje vrijeme globalnog zatopljavanja, i te kako vidljivog u našim krajevima, preduvjet uspješnog pčelarstva.

Iako gotovo svi istaknuti šumari u svojim (gore spomenutim) tekstovima ističu važnost pčelarstva za opravšivanje poljoprivrednih kultura i šuma, u časopisu Pčelarstvo se navode i negativni (autor kaže: sramotni) primjeri kako šumari, čak prijeteći oružjem, pčelarima naplaćuju pašarinu, usprkos što je ista rješenjem Vlade Narodne Republike Hrvatske bila ukinuta još godine 1952 (Loc, 1953).

Pčelari su prepoznali važnost planskog pošumljavanja krša i ostalih golih površina, kako bi se maksimalno podigli izvori pčelinje paše (Dukić, 1956). Dukić ističe važnost šuma za smanjivanje i otjecanje vode, privlačenje kiše, sprječavanje erozije tla te regulaciju mikroklimatskih uvjeta određenog područja. Osim pošumljavanja, postoćeće šume treba čuvati i racionalno iskorištavati. Članak završava apelom pčelarima da sadnjom medonosnog drveća osiguraju sretnu i bezbrižnu budućnost, kako bi se spriječile katastrofalne posljedice ogljele zemlje.

Andre Perušić u Šumarskom listu objavljuje članak „Šuma u pčelarskoj privredi“ (Perušić, 1961) s ciljem jačanja interesa šumarskih stručnjaka za pčelarstvo. U članku raspravlja o prednosti šuma za pčelarstvo, posebice stoga što su šume prvi i najveći proizvođač bjelančevinaste hrane za pčele, budući da u šumama cvjeta prvo cvijeće. S druge strane, pčele uzvraćaju učinkovitim opravšivanjem. Perušić vrlo detaljno obrađuje i uvjete u kojima se u stvara medna rosa (npr. djelovanjem šumskih mrava) te ističe da ona stvara osnovu iz kojih pčele proizvode šumski med – medljikovac koji je, prema njegovom mišljenju, za ljudе naj-vrijedniji, a posebice onaj iz planinskih šuma. Nadalje, Perušić obrađuje problematiku zaštite i obogaćivanja šuma medonosnim biljem. U tom kontekstu, kao i u prethodnim svojim radovima, ponovo spominje kulture pitomog kestena, bagrema, vrbe i lipe. Perušić smatra da se treba pobliže ispitati i djelovanje pčela opravšivanjem na količinu i kvalitetu plodova šumskog drveća i bilja. Prašume pružaju mogućnost da se pobliže ispitaju genetska svojstva pčela koja u njima žive radi uzgoja što boljih matica. Kako unutar

pasmine sive (kranjske) pčele postoje četiri ekotipa: alpski, subalpsi, panonski i mediteranski (Ruttner 1988), a ti se ekotipovi pčela ne razlikuju po anatomskim karakteristikama, već po načinu ponašanja i prilagodbi na klimatske i ostale uvjete područja na kojima obitavaju (Bubalo i sur., 2002), valja istaći da su razmišljanja ing. Perušića danas i te kako aktualna, budući da šume zbog očuvanog i nezagadeđenog okoliša pružaju pogodan poligon za ispitivanje i uzgoj kvalitetnih matica, a posljedično i pčelinjih društava koja bi bila otporna na nepovoljne, sve izraženije, posljedice klimatskih promjena.

Perušić, gotovo 60 godina prije Rezolucije Europskog parlamenta (Europski parlament, 2018), svoj članak završava preporukama za koordinaciju rada u sektoru šumarstva i pčelarstva. Šumska se pčelinja paša može obogatiti primjenom uobičajenih uzgojnih uređajnih i eksploracijskih mjera te koordinacijom rada organa šumarstva s organizacijama pčelarskih privrednika. Šuplja stabla treba poštovati od sječe, jer se u njima rado udomljavaju rojevi. Kod prorjeđivanja ili drugih glavnih sjeća bilo koje vrste uzgoja od sjeće bi valjalo poštovati medonosno drveće i grmlje, posebice divlje voće. Perušić nabraja i drveće i grmlje koje dolazi u obzir kod podizanja pojaseva: bagrem, različite vrste lipa, gledičija, amorfa, hrast divlji kesten, pitomi kesten, vrba, iva, klen, drijen, japanska sofora, paulownija, koelreuteria, badem, višnja, trešnja, jabuka, marelica, kruška, šljiva, oskoruša, suručica, tamarika, katalpa i dr. I opet valja napomenuti da je amorfa jedan od najvećih problema u nizinskim šumskim ekosustavima, čija je pčelinja paša samo jedan mali dobitak u odnosu na probleme koje izaziva u uzgoju i zaštiti ovih šuma.

U 45. godištu Mandekićevog Gospodarskog priručnika Perušić (Perušić, 1971) piše o siromašenju sirovinskih područja za pčelarstvo zbog krčenja šuma i uklanjanja medonosnog bilja koje nema izravne koristi za poljoprivrednu proizvodnju. To pak umanjuje mogućnost povećavanja prinaosa mnogih poljoprivrednih kultura. Ljudi posljedično trebaju upravljati procesima opravšivanja na način da posvete posebnu pažnju zaštiti pčelinjeg bilja i pčela te obogaćivanju sirovinskih područja, što zahtijeva poznavanje ne samo tehnike pčelarenja, već i klimatskih odnosa.

Perušić je i autor priloga Pčelarstvo u šumarskoj enciklopediji (Perušić, 1983) u kojemu posebice obrađuje šumski med i načine povećavanje njegove proizvodnje, posebno putem podizanja šuma medonosnog drveća i grmlja.

U radu „Bagremova šuma kao ispaša za pčele“ autori donose opći pregled bagrema (*Robinia pseudoacacia L.*) na području tadašnje Jugoslavije i u svijetu (Rauš i sur., 1988). U sklopu toga posebno se razmatra važnost bagrema za pčelarstvo budući da se čak 25% ukupno proizvedenog meda u Jugoslaviji odnosilo na bagremov med. Zbog takve važnosti bagrema za pčelarstvo, u radu se iznose ideje koje bi (putem seleksijskog oplemenjivanja i osnivanjem kom-

biniranih ispasišta) dovele do znatno veće produkcije meda. Prikazana je tablica s godišnjim prinos nektara i meda iz bagremovih šuma u ovisnosti o starosti šuma. Najveće prirose meda, oko 500 kg po ha, daju bagremove šume stare oko 15 godina. Autori predlažu da se selekcijskim oplemenjivanjem već nastale nove vrste koje daju kvalitetno drvo, bogat cvijet i puno nektara, odnosno udovoljavaju pčelarskim zahtjevima, rašire i na naše prostore, čemu se mora posvetiti mnogo veća pozornost.

Istaknimo i izuzetno važne priručnike za pčelare i šumare „Medonosne biljke kontinentalne Hrvatske“ i „Medonosne biljke primorske i Gorske Hrvatske“ u kojima su obrađena staništa, vrijeme cvjetanja i medonosna svojstva različitih biljnih vrsta s kojih pčele skupljaju nektar, naravno uključujući i drveće (Bučar, 2008).

U posljednje vrijeme, budući da pčele osiguravaju opstanak brojnih šumske vrsta, mnogi se stručnjaci zalažu da se u šume stacionira veći broj košnica u usporedbi s postojećom praksom (Roša i sur., 2006; Tucak i sur., 2015). Štoviše Tucak i sur. predlažu konkretnе mjere za vraćanje pčela medarica u šume, kao što su osiguravanje staništa za pčele medarice (uređenje duplji drveća, postavljanje košnica pletara), uvođenje petogodišnje zabrane pčelarenja košnicama intenzivnog uzgoja radi onemogućivanja prijenosa bolesti (posebice invazije grinjom *Varroa destructor*) te povećanje medonosne flore obogaćivanjem šuma medonosnim i ljekovitim biljem. Rezultati njihovih istraživanja ukazuju da prisutnost pčelinjih zajednica u šumama povoljno utječe na povećanje brojnosti divljači (posebice divljih svinja) i to u rasponu od 3–18%.

Za problematiku apišumarstva te upravljanja šumskim eko-sustavima i šumskom vegetacijom općenito, a posebice u kontekstu pošumljavanja s naglaskom na medonosno bilje, valja spomenuti i knjigu „Šumska vegetacija Hrvatske“ (Vukelić, 2012) u kojoj su obrađena najnovije spoznaje fitocenoloških istraživanja u Hrvatskoj.

I na koncu spomenimo i izuzetno važan dokument za apišumarstvo: protokolarni dokument nazvan „Pismo razumijevanja“ između „Hrvatskih šuma“ d.o.o. – Zagreb i Hrvatskog pčelarskog saveza koji je potpisano godine 2005. s ciljem otvaranja kvalitetnija suradnja pčelara i šumara (Tomić, 2005). Ovim je dokumentom između ostaloga predviđeno da se hrvatski pčelari pravodobno obavještavaju o povjavnama izuzetni rijetkih mednih rosa na jeli i hrastu sladunu, s ciljem optimalnog iskorištavanja ovakve pčelinje paše.

NEMJERLJIVE KORISTI OD PČELARSTVA INTANGIBLE BEEKEEPING BENEFITS

Zanimljivo se osvrnuti na već spomenute procjene Središnje pčelarske zadruge iz (Središnja pčelarska zadruga, 1943) i Dušana Srđića (Srđić, 1946) koji su procijenili da je neizravna korist od pčela, odnosno korist koju donose pčele

kako u poljodjelskoj, tako i šumskoj oplodnji je 6-10 puta veća od koristi koje pčele donose u medu i vosku.

Gospodarska korist od usluga opršivanja u Europskoj uniji procjenjuju se na oko 22 milijarde € (Gallai i sur., 2009). Kako u zemljama Europske unije ima oko 17,2 milijuna pčelinjih zajednica (European Commission, 2017) može se procijeniti da ekonomski doprinos jedne pčelinje zajednice vezano uz neizravnu korist, tj. usluge opršivanja i održavanja bioraznolikosti, u Europskoj uniji iznosi oko 1280 €.

Uz prosječni prinos od 20,3 kg meda po pčelinjoj zajednici u Republici Hrvatskoj (Vlada Republike Hrvatske, 2016) i prosječnu cijenu meda od oko 6 € (uz napomenu da med iz ekološke proizvodnje postiže daleko veću cijenu) proizlazi da se ekomska korist od jedne pčelinje zajednice, samo od proizvodnje meda može procijeniti na oko 120 €. Ukoliko se tome pribroje koristi od ostalih pčelarskih proizvoda, proizlazi da su procjene autora iz naše starije literature o omjeru izravne i neizravne koristi od pčela bile vrlo realne.

Valja napomenuti da je Perušić još godine 1961. (Perušić, 1961a) u članku objavljenom u Agronomskom glasniku opršivanje svrstao u novu agrotehničku mjeru jednaku gnojidbi i obradi tla. Perušić zaključuje da je korist od opršivanja mnogostruko veća od koristi u dobivanju meda i ostalih proizvoda (vosak, matična mlijec, cvjetni prašak, propolis, pčelinji otrov, rojevi, matice) te se posljedično izgrađuje novi sustav pčelarske privrede kome će glavni zadatak biti opršivanje, a proizvodnja meda i ostalih (pčelinjih) proizvoda tek uzgredna djelatnost.

KESTENOVA PAŠA CHESTNUT FORAGE

U kontekstu apišumarstva pčelinja paša pitomog kestenova (*Castanea sativa*) ima specijalnu ulogu zbog izuzetne kvalitete kestenovog meda i posljedične potražnje na tržištu. Iako se kestenov med u starijoj literaturi navodi kao med, koji zbog gorkoga okusa ne ide u prvoklasne vrste meda (Momiroski, 1956), u izvještaju središnje uprave za poljoprivredu i ruralni razvoj Europske komisije o mjerama za pčelarstvo on se svrstava u najatraktivniju kategoriju uniflornog meda, koji uz to ima izražena antibakterijska svojstva (European Commission DG Agriculture and Rural Development, 2013).

Uz Medvednicu, u Hrvatskoj je kestenovim šumama (u kombinaciji s bukvom i hrastom) najbogatija Banovina (Juić, 2017 i Anić, 1942), a posebice se ističe šumski predjel u blizini grada Petrinje: Pješivica - Klinička Strana, Taborška kosa - Graberje Vučjak - Tešnjak te Rakovac i Gradski Potok (Anić, 1942). Povijest i tradicija pčelarstva u kestenovim šumama na Banovini je dobro dokumentirana (Franjić Zd, 2017).

Bučar detaljno elaborira prinos kestenovog meda (Bučar 2008) napominjući da prinos ovisi o mikroklimatskim uvjetima pojedinih lokaliteta, zdravstvenom stanju šume i razmještaju pčelinjaka. Stoga medenje, kestena, a posljedično i prinos meda znatno varira od lokaliteta do lokaliteta. Općenito, prinosu kestenovog meda pogoduje toplo vrijeme s dosta vlage u zraku. U periodu 2001–2006, mjereni prinos kestenovog u selu Budičina iznosio je od 20 kg (2001. god.) do 30 kg (2003. i 2005. god.), a prosjek je iznosio $26,3 \pm 3,1$ kg. Međutim, u izuzetno dobrom godinama na kestenovoj paši se iz LR (Langstrot Rut) košnica, s 4 nastavaka, moglo izvrcati i do 45 kg meda (Bučar 2008). Nažalost, zbog nepovoljnog utjecaja klimatskih promjena prinos kestenovog meda se znatno smanjio.

Dostatne količine kestenovog meda, posebno onog iz ekološke proizvodnje, zbog svojih svojstava su nezaobilazan preduvjet za razvijanje apiterapijskih djelatnosti, kao zdravstvene komponente pčelarskog turizma (Franić Zr., 2017). Zanimljivo da Bartulić još prije II. svjetskog rata napominje da se gorki kestenov med upotrebljava za ishranu bolesnika koji imaju problema s plućima, grloboljom, upalom vratnih žila te hripcavcem (Bartulić, 1936).

Očito jest da se vrijednost pitomog kestena ne smije promatrati isključivo kroz drvnu masu, jer opstanak, pomlađivanje i daljnji razvoj kestenovih šume mogu kroz pčelarstvo dati izuzetno veliku dodanu vrijednost. Rezultate nedavnih istraživanja vezanih uz karakterizaciju kestenovog meda te razvoj različitih aktivnosti („ekologija projekata“) zasnovanih upravo na kestenovom medu valjalo bi zasebno obraditi i prikazati.

ZAKLJUČNE PRIMJEDBE CONCLUDING REMARQUES

Problematika apišumarstva, odnosno interakcije pčelarstva i šumarstva predmet je konstantnog interesa i multidisciplinarnih istraživanja znanstvenika, stručnjaka i praktičara iz područja pčelarstva, šumarstva i srodnih disciplina. U međunarodnoj literaturi smatra se da su usprkos dugoj zajedničkoj povijesti pčelarstva i šumarstva, sustavni podaci i znanstvena istraživanja o njihovoj interakciji oskudni, ali se prepoznaje potencijal pčelarenje u šumama vezano uz iskorjenjivanja siromaštva, podizanja blagostanja te rast lokalnog gospodarstva.

U hrvatskoj bibliografiji o toj problematici ima znatan broj jedinica, što je prilično razumljivo, budući da se procjenjuje kako 50 – 70% meda proizvedenog u Republici Hrvatskoj dolazi sa šumskih staništa.

Glavni naglasci iz radova domaćih autora koji se odnose na apišumarstvo, a koji su obrađeni u ovom pregledu jesu kako slijedi:

- Velik broj autora naglašava važnost pčelarstva za osiguranje usluga opršivanja te se slažu da značaj i korist pčela

za opršivanje biljaka te održavanje i unapređivanje bio-raznolikosti višestruko nadmašuje neposrednu korist od meda i ostalih pčelarskih proizvoda. No, djelovanje pčela na količinu i kvalitetu plodova šumskog drveća i bilja je još uvjek otvorena tema za daljnja istraživanja s obzirom na nove mogućnosti koje pruža suvremena tehnologija.

- Autori su složni da sječa i krčenje šuma i šikara dovodi do nazadovanja pčelarstva i nestanka šumskih pčela koje su sa šumama vezane u jednu organsku cjelinu. Pri tome se naglašava da se najbolje područje za pčelarstvo nalazi u šumskim brdovitim krajevima.
- Napredni pčelari moraju usvojiti znanja iz meteorologije i klimatologije te pravilnim agrotehničkim uvjetima pri sadnji pogodnog medonosnog bilja premostiti i dopuniti manjkave prirodne uvjete.
- Potrebno je stalno promovirati i uvoditi napredne metode pčelarstva te stalno unapređivati pčelinju pašu, pri čemu se mora voditi računa da se odabirom pogodnog medonosnog bilja minimiziraju negativni učinci klimatskih promjena na pčelarstvo. Pri odabiru medonosnog bilja, dodatnu vrijednost daju ljekovito bilje.
- Općenito, autori su složni da pošumljavanje treba biti u funkciji pčelarstva, a kod davanja preporuka za sadnju drveća naglašavaju važnost bagrema, pitomog kestena i lipa. Naime, kestenov med, koji zbog izuzetne kvalitete i izraženih antimikrobnih, antioksidacijskih i ostalih svojstava spada u najatraktivniju kategoriju uniflornih medova, je zbog deficitarnosti izuzetno tražen na međunarodnom tržištu i pruža sjajnu šansu hrvatskim pčelarima. Posljedično, kesten i kestenove šume treba promatrati ne samo kroz cijenu drvene mase već kao mogućnost stvaranja izuzetno velike dodatne vrijednosti.
- Kod upravljanja šumama i pošumljavanja šumskog zemljišta, naglašava se važnost rubova šuma kao područja koja služe kao sunčobrani i vjetrobrani pri smještaju košnica.
- Vezano uz mobilno pčelarenje, temelj uspješnog mobilnog pčelarenja su fenološke karte.
- Neki autori smatraju da šume kao zatvoreni ekosustavi pružaju mogućnost da se pobliže ispitaju genetska svojstva pčela koja u njima žive radi uzgoja što boljih matica. Također se predlažu mjere za povratak pčela medarica u njihovo prirodno stanište i oslobođenje od bolesti (posebice invazije grnjom *Varroa destructor*) poboljšanjem staništa kroz obogaćivanje šuma medonosnim i ljekovitim biljem. Pretpostavlja se da će pčele medarice u novim staništima (kao što su npr. uređene duplje drveća, košnice pletare postavljene na pogodnim mjestima i sl.) samoselekcijom stvoriti nove sojeve. Ipak, to bi trebalo pobliže ispitati.
- Potrebna je koordinacija rada u sektoru šumarstva i pčelarstva, kao i suradnja privatnih šumoposjednika i posjednika šumskog i poljoprivrednog zemljišta te države kao

vlasnice većih šumskih kompleksa. Šumska se pčelinja paša može obogatiti primjenom uobičajenih uzgojnih uređajnih i eksploatacijskih mjera. Kod prorjeđivanja ili glavnih sječa, odnosno bilo koje vrste uzgoja, od sječe bi valjalo poštovati medonosno drveće i grmlje, posebno divlje voće, pri čemu se naglašava važnost peludonosnog drveća.

- Mnogi autori preporučuju da se kod svake šumarije osnuje mali uzorni pčelinjak.
- Apišumarstvo - spoj šumarstva i pčelarstva, posebice u kestenovim šumama, pruža priliku za razvoj inovativnih aktivnosti i usluga koje se zasnivaju na pčelarstvu, kao što je npr. apiterapija kao zdravstveni segment pčelarskog turizma (apiturizam), a koji je i sam u Hrvatskoj tek u začetku.

Vrlo je zanimljivo da su mnogi autori, gotovo vizionarski, predviđeli intenziviranje nepovoljnog utjecaja klimatskih promjena na pčelarstvo, a što treba konstantno istraživati znanstvenim metodama.

Vezano za gore navedeni pregled naglasaka i zaključaka u ovom radu prikazanih rada iz područja apišumarstva, možemo procijeniti da su oni u pravilu i danas aktualni i primjenjivi, iako ih je većina objavljenih prije više desetljeća, a neki još i ranije. Svi su autori jedinstveni u ocjeni da u šumama treba štiti i poticati sadnju medonosne flore. Također, oni su u pravilu suglasni i u tome da međusobna interakcija šumarstva i pčelarstva donosi vrlo veliku dodanu vrijednost za obje djelatnosti, koja se u pravilu nedovoljno valorizira. Intenziviranje apišumarstva moglo bi biti značajan čimbenik razvoja nedovoljno razvijenih hrvatskih ruralnih krajeva s velikim potencijalom za zapošljavanje i sa-mozapošljavanje

Na kraju, ovaj je pregled zanimljiv i za integralni pregled povijesti pčelarstva u Hrvatskoj, posebice u segmentu koji se odnosi na šume, a koji tek treba napisati.

ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Zahvaljujem se Obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu OPG „Franić Davorka“ i Grupi „Ekološko pčelarstvo Klinac“ iz sela Klinac na Banovini na omogućavanja korištenja njihovih arhiva i bogate pčelarske biblioteke koja sadrži dragocjene knjige i časopise iz povijesti pčelarstva u Hrvatskoj.

LITERATURA REFERENCES

- Abramović, A., 1943: Povećanje proizvodnosti drveta uzgojem stabala izvan šumskih površina. Hrvatski šumarski list br. 10-11-12:277-280.
- Aizen, M. A., L. D. Harder, 2009: The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination. Current Biology 19(11): 915–918.

- Anić M., 1942: O rasprostranjenosti evropskog pitomog kestena s osobitom obzirom na Nezavisnu državu Hrvatsku i susjedne zemlje. Tiskara C. Albrecht (P. Acinger), Zagreb.
- Anon, 1903: Bagren (akacija). Hrvatska pčela, 23(4-5):30.
- Arnold, Z., 1932: Medonosno drveće i grmlje, Pčela, 13:132
- Bartulić, V., 1936: Koje sve vrste meda kod nas dolaze u promet. Pčela, 17(11-12): 114-116.
- Bastal V. 1946: Proizvodi animalne prirode i njihovo iskorišćavanje – Pčelarstvo. U Josip Šafar (Ur.): Šumarski priručnik II, Poljoprivredni nakladni zavod, str. 1100-1008. Zagreb.
- Bobinac, J., 1898: Upliv podneblja na uspjeh pčelarenja. Hrvatska pčela 18(11-12):90-91.
- Bradbear N., 2009: Bees and their role in forest livelihoods - A guide to the services provided by bees and the sustainable harvesting, processing and marketing of their products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Bubalo D., M. Dražić, N. Kezić., 2002: Razvoj legla različitih ekotipova sive pčele (*Apis mellifera carnica* Pollmann, 1879). Agriculturae Conspectus Scientificus, 67 (3): 117-123.
- Bučar M., 2008: Medonosne biljke kontinentalne Hrvatske: staništa, vrijeme cvjetanja, medonosna svojstva. Matica hrvatska Petrinja, Učiteljski fakultet Zagreb - podružnica Petrinja i Hrvatska udruga učeničkog zadružarstva, Petrinja.
- Bučar M., 2018: Medonosne biljke primorske i gorske Hrvatske. Učiteljski fakultet Zagreb – Odsjek Petrinja, Arhitekti Salopek“, – Petrinja, Matica hrvatska Ogranak Petrinja, Petrinja.
- Domačinović V., 1980: Rasprostranjenost pojedinih tipova košnica u Jugoslaviji i pokušaj određivanja njihove relativne stvarnosti. Časopis: Etnološka tribina, 10(3): 129-138.
- Domačinović V., 1989: O jednom prežitku u tradicijskom načinu gajenja pčela. Časopis: Studia ethnologica Croatica, 1(1): 129-133.
- Domačinović, V., 1999: Waldbienenzucht bei einigen südslawischen Völkern, Studia ethnologica Croatica 7/8: 193-203.
- Dukić V., 1956: Pošumljavanje i pčelinja paša. Pčelarstvo, 11(3): 65-66.
- European Commission DG Agriculture and Rural Development, 2013: Evaluation of measures for the apiculture sector - Final Report. Framework contract No 30-CE-0219319/00-20. Brussels.
- European Commission, 2017: Agriculture and rural development- Beekeeping and honey: EU honey market situation in 2017. https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/honey/market-presentation-honey_en.pdf. Posljednji pristup: 2018-02-23.
- Europski parlament, 2018: Rezolucija Europskog parlamenta od 1. ožujka 2018. o mogućnostima i izazovima za pčelarski sektor EU-a (2017/2115(INI))
- Franić Zd., 2017: Prilozi istraživanju povijesti pčelarstva na Banovini. U: A. Balen, B. Bučar, M. Jurić, S. Panežić, I. Rizmaul, ur.: Pčelarstvo u Petrinji 2003. – 2017. str. 33-34. Pčelarska udruga „Petrinja“, Petrinja
- Franić Zr., 2017: Apiterapija - lokalni kontekst i praktična primjena kod bolesti dišnog sustava. U: A. Balen, B. Bučar, M. Jurić, S. Panežić, I. Rizmaul, ur.: Pčelarstvo u Petrinji 2003. – 2017. str. 101-105. Pčelarska udruga „Petrinja“, Petrinja.

- Gallai, N., J.-M. Salles, J. Settele, B. E. Vaissiere, 2009: Economic valuation of the vulnerability of world agriculture with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68(3): 810–821.
- Hill, D. B., T. C. Webster, 1995: Apiculture and forestry (bees and trees). *Agroforestry Systems*. Vol. (29(3)): 313–320.
- Hrvatske šume, Web: <http://portal.hrsume.hr/index.php/hr/ume/opcenito/sumeuhrv>. Posljednji pristup: 2018-02-21.
- Ingram V. J., 2014: Win-wins in forest product value chains? *Academisch proefschrift*, Faculteit der Maatschappij - en Gedragswetenschappen, Leiden.
- Jovanović V., 1956: Fenološko proučavanje u pčelarstvu. *Pčelarstvo*, 11(4): 97-101.
- Jujić Đ., 2017: Petrinjski pčelari i pitomi kesten. U: A. Balen, B. Bučar, M. Jurić, S. Panežić, I. Rizmaul, ur.: *Pčelarstvo u Petrinji 2003. – 2017.* str. 111-116. Pčelarska udruga „Petrinja“, Petrinja.
- Jurinac A. E., 1885: O pčelarstvu oko Varaždina u godini 1884. *Hrvatska pčela*, 5:2-3 i 10-13.
- Keča Lj, M. Marčeta, S. Posavec, S. Jelić Sreten, Š. Pezdevšek-Malovrh, 2017: Market Characteristics and Cluster Analysis of Non-wood Forest Products. *Šumarski list*, 141 (3-4): 151–162
- Lephamer, J., 1935: Poboljšanje pčelinje paše. *Pčela*, 16(2-3):36-38.
- Loc D., 1953: I opet pašarina. *Pčelarstvo*, 8(8):265-266.
- Lončar I., 1946: Šumarstvo i pčelarstvo. *Šumarski list* 70(7-9): 99-106.
- Momirovski, J., 1956: Kesten pitomi. *Pčelarstvo*, 9(4): 110-112.
- NN – Narodne novine, 2009: Pravilnik o kakvoći uniflornog meda. NN 122/2009
- Perušić, A., 1944: Šuma i pčela. *Tiskara Dragutin Beker*, Zagreb
- Perušić, A., 1948: Mobilno pčelarenje. *Pčela*, 58(7-8):143-152.
- Perušić, A., 1961: Šuma u pčelarskoj privredi. *Šumarski list*, 85(1-2): 46- 50.
- Perušić, A., 1961a: Opravljivanje poljoprivrednog bilja koje opravljuje pčela medarica. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*. 11(10-12).
- Perušić, A., 1971: Važnost i korisnost pčelarstva. U: Šatović F, (ur.): *Mandekićev gospodarski priručnik*, godina 45. Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Hrvatske, Zagreb. str. 334-337.
- Perušić A., 1983: Pčelarstvo. U: *Šumarska enciklopedija Jugoslavenski leksikografski zavod*, str. 608-609, Zagreb.
- Rauš Đ., J. Vukelić, Ž Španjol, 1988: Bagremova šuma kao ispaša za pčele. *Šumarski list*, 112(7-8): 351-359.
- Roša, J., M. Dražić, D. Krakar, N. Kezić, 2006: Melisopalyngical analysis and endangerment of forest plant associations. In: Veselý J.V, Vořechovská, M., Titěra, D. (Eds). *Proceedings of the Second European Conference of Apidology. EurBee: Prague (Czech Republic) 10th-16th September*, p. 113.
- Ruttner, F., 1988: *Biogeography and Taxonomy of Honeybees*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Sarnavka, R., 1943: O šumskim paužitcima i o njihovom izkoriscavanju. *Hrvatski šumarski list* br. 10-11-12:281-296.
- Srđić, D., 1946: Važnost pčelarstva za šumarstvo. *Šumarski list* 1-6:55-56.
- Središnja pčelarska zadruga u Zagrebu, 1943: Suradnja pčelarstva i šumarstva. *Hrvatski šumarski list* br. 10-11-12: 321-322.
- Šimić, F., 1980: Naše medonosno bilje. *Stručni priručnici Pčelarskog saveza SRH*, Zagreb
- Tomić I., 2005: Više od 50 posto domaćeg meda potječe iz naših šuma! *Hrvatske šume* 9(99): 8-10.
- Tucak, Z., D. Beuk, T. Tušek, M. Periškić, M. Lolić, V. Nervo, 2015: Prisutnost pčelinjih zajednica u šumama Republike Hrvatske. U: Harapin, Ivica (ur.): *Zbornik radova znanstveno-stručnog skupa s međunarodnim sudjelovanjem u Opatiji, Republika Hrvatska, 20. – 23. listopada 2015. „Veterinarski dani 2015“*. Hrvatska veterinarska komora i Veterinarski fakultet u Zagrebu, str. 113-119, Zagreb.
- U. S. Department of Agriculture and U.S. Department of Interior, 2015: Pollinator-Friendly Best Management Practices For Federal Lands. Web: <https://www.fs.fed.us/wildflowers/pollinators/BMPs/documents/PollinatorFriendlyBMPsFederal-Lands05152015.pdf>. Posljednji pristup: 2018-01-16.
- Vlada Republike Hrvatske, 2016: Nacionalni pčelarski program za razdoblje od 2017. do 2019. godine. Zagreb
- Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske. *Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet*, Državni zavod za zaštitu prirode.

SUMMARY

The paper presents a history of the interaction of beekeeping and forestry (apiforestry) in Croatia through an overview of scientific and professional literature and systematizes the most relevant recommendations and conclusions. Almost all authors recommend the planting of plants and trees rich in nectar and pollen as a precondition for advanced beekeeping and mitigating the adverse effects of climate change on bees. When planting and restoring forests, acacia, lime and chestnuts are especially recommended. The benefits of pollination service and biodiversity sustainment provided by bees, which at EU level is estimated at about € 1280 per bee colony, are much higher than the benefits of honey and other bee products. In Croatia, apiforestry, especially in chestnut forests, provides opportunities for the development of innovative activities and services based on beekeeping. One example is apitherapy as a health segment of beekeeping tourism. Apiforestry should continue to be a subject of multidisciplinary research and coordination, whereas cooperation between the sectors of forestry and beekeeping should be continuously improved.

KEY WORDS: forestry, beekeeping, honey plants, pollination, biodiversity

VELIKI POZVIŽDAČ (*Numenius arquata* L.)

Dr. sc. Krunoslav Arač, dipl. ing. šum.

Pripada porodici *Scolopacidae* u koju su svrstani rodovi: pozviždači, muljače, žalari, šljuke i prutke čija su zajednička obilježja dugi kljun, vrat i noge. Opisane su tri podvrste, od kojih se nominalna diskontinuirano gnijezdi u Europi sjeverno od 45. paralele, *N. a. orientalis* koja se gnijezdi na krajnjem istoku Europe i u Aziji i *N. a. sushini* na području južnog Urala i Kazahstana. Naraste u dužinu 50 - 60 cm s rasponom krila 80 - 100 cm, te ima 570 - 950 g težine, pa je po veličini možemo usporediti s riječnim galebom od kojeg je neznatno veći. Spolovi su slični, a ženka je veća od mužjaka i ima duži kljun. Gornji dio tijela je tamnosmeđi s gustim i svjetlijim uzdužnim prugama. Trbuš je svijetao s rjeđim, kratkim i tamnim prugama, a trtica je bijele boje. Krila su tamna s bijelim mrljama i rubovima. Rep je zaoobljen, osrednje je dužine i poprečno je crno-bijelo prugast. Noge su duge, sive, imaju četiri prsta s plivajućom obrubom i u letu neznatno strše iza repa. Hranu skuplja s površine tla i zabadajući kljun u mulj. Kljun je dug, savinut prema dolje, prilagođen za traženje vodenih insekata, njihovih lichenaka, mkušaca, člankonožaca i drugih beskralježnjaka, a od biljne hrane to su mahovine, preslice, alge, bobičasti i jagodičasti plodovi, te listovi i sjemenke usjeva i trava. Glasa se punim i zvučnim tonovima, a u vrijeme parenja razvучeno poput zvuka frule. Rasprostranjen je u Europi i Aziji. Pretežito je selica, no neke ptice u zapadnom dijelu areala

su stanarice. Zimovališta europskih populacija nalaze se u Sredozemlju i na atlantskoj obali Afrike, južno do Mauritanije pa do Indonezije. Vezan je za područja tresetišta, cretova, vriština, vlažnih livada i polja. Plitko gnijezdo gradi na tlu u zeljastoj vegetaciji ili obalnim dinama od suhih slamki vegetacije. Gnijezdi od travnja do kolovoza jedan puta godišnje. Nese 4 (3 - 5) maslinasto zelena jaja koja na širem kraju imaju tamne pjege. Na jajima sjedi mužjak i ženka oko četiri tjedna, a mladunci se osamostale za oko mjesec i pol dana kada postanu sposobni za letenje.

U Hrvatskoj je prisutan tijekom selidbe (od veljače do travnja, a poslijegnije deča selidba počinje tijekom lipnja i traje do studenoga) kao redovita, ali malobrojna preleptnica (nizinskog dijela i priobalja) i na zimovanju u priobalju kada ga susrećemo u manjim jatima, dok u nizinskom dijelu susrećemo ga rijetko samo za vrijeme blagih zima. Zimujuća populacija u Hrvatskoj procjenjuje se na oko stotinjak ptica. Redovito zimuje na području ušća Neretve, Privlake, Ninskog zaljeva, uvalama Ljubač i Plemići, paškim solanama, te južnim dijelovima otoka Paga. Neredovito zimovanje zabilježeno je na području Vranskog jezera kod Pakoštana, otoku Krku, kod Grobnika, u nizinskom dijelovima.

Veliki pozviždač je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.



U potrazi za hranom.



PROF. DR. SC. IVICA TIKVIĆ I SURADNICI BRANIMIR PRPIĆ: EKOLOGIJA ŠUMA I ŠUMARSTVO

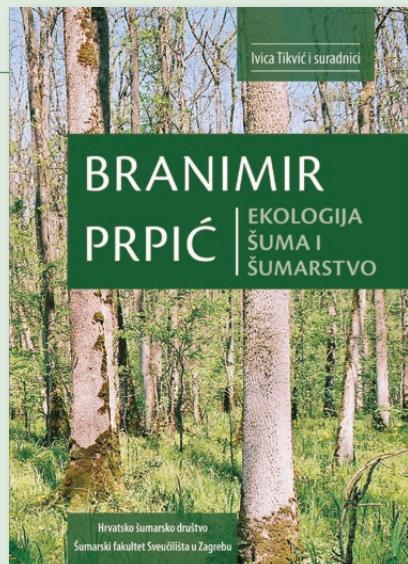
Prof. dr. sc. Nikola Pernar

U izdanju Hrvatskog šumarskog društva i Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (suizdavači Hrvatske šume d.o.o. Zagreb i Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije) koncem 2018. godine tiskana je knjiga BRANIMIR PRPIĆ: EKOLOGIJA ŠUMA I ŠUMARSTVO.

Glavni urednik knjige je prof. dr. sc. Ivica Tikvić iz Zavoda za ekologiju i uzgajanje šuma Šumarskog fakulteta, profesor ekologije šuma koju je na istom fakultetu predavao prof. dr. sc. Branimir Prpić. Urednici poglavlja u knjizi su još i prof. dr. sc. Zvonko Seletković, Branko Meštrić, dipl. ing. šum, Gordana Žnidarić, dipl. ing. šum. te akademik prof. dr. sc. Igor Anić.

Kako je navedeno na njenoj početnoj stranici, knjiga je posvećena dr. sc. Branimiru Prpiću, sveučilišnom profesoru Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, cijenjenom znanstveniku i šumarskom stručnjaku, pionиру ekologije šuma u Hrvatskoj i dugogodišnjem uredniku Šumarskog lista, a poticaj za njeno pisanje i izdavanje dalo je Hrvatsko šumarsko društvo.

Nakon zahvale koju glavni urednik upućuje svim dionicima procesa nastanka knjige, na početku knjige su dva predgovora. Prvi predgovor potpisuje Oliver Vlainić, predsjednik Hrvatskog šumarskog društva, a drugi dekani Šumarskog fakulteta u godini izdanja knjige, prof. dr. sc. Vladimir Jambreković i prof. dr. sc. Tibor Pentek. U njima se daje osvrt na aktivnosti prof. dr. sc. Branimira Prpića na Fakultetu, u Šumarskom društvu i općenito u znanstvenoj i stručnoj zajednici, na njegova postignuća i potrebu da se sve obilježi jednom takvom knjigom.



Knjiga je strukturirana u 15 poglavlja. Nakon uvodnog (prvog) poglavlja, u komu autori daju sažeti pregled postignuća koje je Branimir Prpić ostvario tijekom svog života, prikazana je struktura knjige. Ostalih 14 poglavlja, koja sveukupno sadrže 60 potpoglavlja, razvrstano je u 5 cjelina, ili dijelova knjige. U prva tri dijela na vrlo sistematičan način prikazan je znanstveni, nastavni i stručni rad Branimira Prpića, u četvrtom ekološko-biološki monitoring šumskih ekosustava u čijem je razvoju i afirmaciji on imao ključnu ulogu, a u petom su prilozi o njemu.

Prvi dio knjige u kojem je prikazan znanstveni rad Branimira Prpića sastoji se od šest poglavlja i 40 potpoglavlja. Kao podlogu za pripremu i strukturiranje ovog dijela knjige autori su odabrali 37 Prpićevih znanstvenih i stručnih rada, razvrstanih u 6 tematskih cjelina (poglavlja).

Druge poglavlje je *Odnosi šumskoga drveća i vode*. Autori navode da je Prpić obradio različite teme odnosa šumskog drveća i vode te da je bio pionir hidrologije šuma u Hrvatskoj. U ovome poglavlju analitički su prikazani najvažniji Prpićevi radovi iz hidrologije šuma, posebice nizinskih šuma.

Treće poglavlje je *Zakorjenjivanje šumskoga drveća*. Početak Prpićeva znanstvenog rada vezan je upravo za ovu temu, a istraživao je zakorjenjivanje stabala poljskog jasena, crne johe, hrasta lužnjaka i kitnjaka, obične bukve, obične jele i obične smreke. S ovim poglavljem je relativno blisko četvrto poglavlje u kojem su prikazana njegova istraživanja fiziološkog srašćivanja korijena šumskog drveća, posebno na primjerima poljskog jasena i obične jele.

Peto poglavlje je *Oštećenost i odumiranje stabala šumskog drveća*. Prikazani su rezultati istraživanja i temeljne spoznaje o aeropoluciji šumskih ekosustava sedamdesetih, osamdesetih i devedesetih godina dvadesetog stoljeća, uzroka i razmjera odumiranja stabala, najviše na primjerima obične jеле i hrasta lužnjaka te razvoj metoda procjene oštećenosti stabala i kriterija za doznaku oštećenih stabala.

Šesto poglavlje nosi naslov *Općekorisne funkcije šuma*. Osamdesetih i devedesetih godina Prpić se intenzivno bavio profiliranjem kriterija za procjenu općekorisnih funkcija šuma. U ovom poglavlju daju se opisi tih kriterija za pojedine funkcije i primjeri procjene općekorisnih funkcija – prebornih, bukovih, poplavnih, sredozemnih šuma i prašuma.

Sedmo poglavlje je *Ekološka i biološka obilježja prašuma u Hrvatskoj*. U njemu se daje prikaz prašuma u Hrvatskoj i presjek Prpićevih istraživanja prašuma, posebice na primjeru Prašnika kod Okučana, Muškog bunara na Psunjku i Čorkove uvale u Nacionalnom parku Plitvička jezera.

Drugi dio knjige ima samo jedno poglavlje, a prikazuje Prpićev nastavni rad i predmete koje je predavao na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. To su Ekologija šuma, Fitološka bioklimatologija te Uređivanje bujica i vodogradnje.

Treći dio knjige ima dva poglavlja i 14 potpoglavlja, a prikazuje Prpićev stručni rad raščlambom uvodnika u Šumarskom listu, čiji je bio glavni urednik od 1970. do 2010. godine. Prpić je, kao glavni urednik i autor uvodnika obilježio pisanu povijest Šumarstva Hrvatske, prepoznavajući teme od važnosti za šumarstvo i artikulirajući stručnu i znanstvenu raspravu o njima. Od velikog broja uvodnika izabrani su samo oni koji obrađuju i danas prepoznatljive šumarske teme.

U četvrtom dijelu knjige prikazan je ekološko-biološki monitoring na primjeru dugotrajnog motrenja nizinskih šuma na trajnim pokusnim plohama u Posavini, koje je os-

mislio Prpić i na kojima je organizirao i vodio motrenje. Ovaj njegov znanstvenoistraživački angažman s razlogom je prikazan zasebno, jer je upravo sustavno motrenje šuma pokazatelj serioznosti koja ga je krasila i koju je očitovao kao uvaženi sugovornik u nizu slučajeva kada je bio sudionik rasprava o hidrotehničkim zahvatima u području nizinskih ekosustava.

U petom dijelu knjige, kroz četiri poglavlja prezentirani su prilozi o Branimiru Prpiću kao suosnivaču i članu Akademije šumarskih znanosti, prikazan je njegov životopis, tu se nalaze i slikovni prilozi vezani uz njegov znanstveni, nastavni i stručni rad te popis njegovih znanstvenih i stručnih rada.

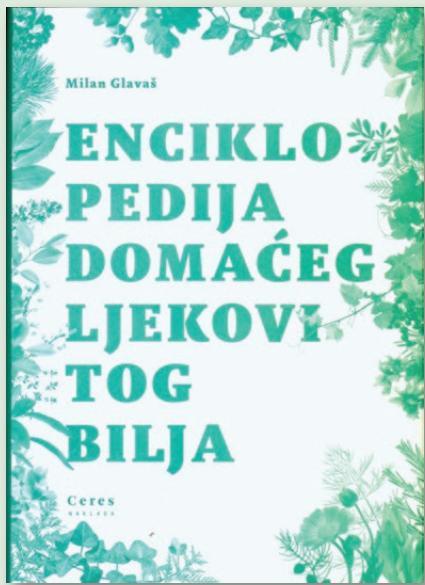
Knjiga obiluje nizom krasnih fotografija i tehnički je izvrsno uređena. Napisana je u pripovjedačkom stilu koji ju čini privlačnom za čitanje. To nije samo monografija o Branimiru Prpiću; to je homage Prpiću, priznanje njegovom doprinosu razvoju ekologije šuma, a istovremeno i diskretni prikaz razvoja ekologije šuma i njenog pozicioniranja u promišljanju gospodarenja kopnenim ekosustavima u cjelini. Treba istaći da se radi o knjizi koja traži aktivnog čitatelja, knjizi koja čitatelju predstavlja Prpića kao stručnjaka, znanstvenika i sveučilišnog profesora, ali tako da ga uvlači u kritičko promišljanje o temama koje se provlače kroz njegov život i rad, a koje su aktualne i danas. Autori iznimno suptilno vode čitatelja kroz gotovo šest desetljeća Prpićevog djelovanja u struci i znanosti, uvodeći ga diskretno u ulogu aktivnog dionika propitivanja znanstvenih i stručnih tema, budeći u njemu znatiželju, samopouzdanje i spremnost na konstruktivnu raspravu o ekologiji šuma i šumarstvu, može se reći, upravo u maniri Branimira Prpića. Knjiga nema samo biografsku i bibliografsku vrijednost, nego i znanstvenu i stručnu vrijednost te je po tomu pravo osvježenje u suvremenoj šumarskoj i ekološkoj literaturi.

PROF. DR. SC. MILAN GLAVAŠ ENCIKLOPEDIJA DOMAĆEG LJEKOVITOG BILJA

Dr. sc. Dario Kremer, znanstveni savjetnik

Autor Enciklopedije je prof. dr. sc. Milan Glavaš, umirovljeni profesor Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Izdavač knjige je Naklada Ceres iz Zagreba, pripremu za tisk napravila je Katarina Zlatec, dok je sam tisk obavljen

u Tiskari Zelina. Recenzenti su: prof. em. dr. sc. Vladimir Beus, dopisni član Akademije nauka u Bosni i Hercegovini, zatim prof. dr. sc. Josip Borošić, umirovljeni profesor Agromorskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, dr. sc. Dario Kre-



mer, znanstveni savjetnik Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te mr. sc. Ivan Grgesina, dipl. ing., stalni sudski vještak Županijskog suda u Osijeku tehnološke struke za procjene iz područja prehrambene tehnologije.

Obujam knjige je 1376 stranica. Gradivo je raspoređeno u poglavlja Predgovor, Uvod, Sistematika biljaka, Kazalo, Literatura te O autoru. Tim se redom daje prikaz knjige.

Predgovor: U kratkom Predgovoru autor naglašava važnost biljaka koje čovjek od najstarijih vremena koristi kao hranu i lijek. Zbog toga se od davnina prikupljaju i čuvaju podaci o ljekovitom bilju. U prvo vrijeme saznanja se prenose s koljena na koljeno, a s otkrićem pisma počinju se zapisivati podaci i o ljekovitom bilju. Nadalje, autor pojašnjava zašto su biljne vrste u knjizi grupirane prema sistematici sljedećim riječima: "Sve su opisane biljke grupirane prema bilnoj sistematici, odnosno grupirane prema srodnosti, jer srodne biljke imaju sličan kemijski sastav i uporabu". Slijede zahvale autorima koji su ustupili svoje fotografije, kao i zahvale recenzentima te obitelji autora.

Uvod: Na početku ovog poglavlja dan je kratki povjesni pregled pisanih zapisa o ljekovitom bilju. Tako doznajemo da je najstarija knjiga o ljekovitom bilju nastala u Kini oko 3700 god. p. n. e. Prva medicinska knjiga u Hrvatskoj je djelo *Flos medicinae sholae salernitanae* Konstantina Afričkog koju je 1768. godine na hrvatski jezik preveo franjevac Emerik Pavić. To je vrijeme kada u nas, gotovo isključivo, svećenici (pavlini, franjevci, benediktinci) svoja saznanja o ljekovitom bilju zapisuju u "ljekaruše" ili "likaruše". Slijedi pojašnjenje načina na koji su u knjizi pojedine ljekovite biljne vrste opisane.

Sistematika biljaka: Poglavlje počinje s povjesnim pregledom razvoja sistematike biljaka. Prva faza razvoja sistematike koja se temelji na vanjskim odlikama, započinje s pr-

vim opisima i crtežima ljekovitih biljaka nastalim oko 4500 god. p. n. e. Utemeljiteljem botanike smatra se Teofrast (372. – 287.) koji je opisao i klasificirao oko 480 biljnih vrsta po tome jesu li one drvenaste ili zeljaste. U drugom razdoblju razvoja botaničke znanosti od 16. do 18. stoljeća uvode se deskriptivno-morfološki principi te nastaju knjige s opisima i slikama biljaka, skupljaju se herbariji te osnivaju prvi botanički vrtovi s ljekovitim biljem. Glavni je predstavnik toga razdoblja Carl Linne (1707. – 1778.) koji je imenovao oko 10 000 vrsta na temelju binarne nomenklature. Njegova je klasifikacija umjetna, jer se temelji na dijelovima cvijeta, ponajprije na broju prašnika. Uspostava prirodnog sustava zasnovanog na filogenetskoj srodnosti i morfološkoj sličnosti među biljkama počinje s Charlesom Darwinom (1809. – 1882.).

Biljne vrste opisane u Enciklopediji pripadaju odjeljku sjemenjače, odnosno pododjeljcima golosjemenjače i kritosjemenjače. Vrste su dalje razvrstane u 3 razreda, 49 redova, 93 porodice te 296 rodova s 450 vrsta. Autor novne podatke daje za više taksonomske kategorije (razrede, podrazrede, redove), dok su opširnije opisane niže kategorije (porodice, rodovi, vrste).

Glavni dio ovog poglavlja i knjige općenito su opisi ljekovitih biljnih vrsta. Radi što lakšeg prepoznavanja pojedinih vrsta, njihovi opisi su popraćeni s jednom ili nekoliko kvalitetnih fotografija u boji, ukupno njih gotovo 1000. Nakon **domaćeg naziva** dan je danas važeći **latinski naziv** vrste. Praktično za svaku vrstu navedeno je nekoliko drugih domaćih naziva, a često i najpoznatiji sinonimi na latinskom jeziku. Potom slijedi sažeti opis **areala** (rasprostranjenosti) dotične svojte, dok su značajke **Staništa** na kojemu svoja obitava prikazane opširnije. Najzanimljiviji dio opisa vrste počinje s odlomkom **Povijest**, u kojemu se navodi njeno korištenje tijekom duljeg razdoblja. Osobitu zanimljivost ovom odlomku daju ulomci iz mitologije i narodnih vjerovanja. **Morfološke značajke** prikazane su sažeto za opće poznate vrste (poput domaće jabuke ili domaće kruške), dok su za sve ostale vrste dani opširniji opisi. Odlomak **Ljekoviti dijelovi** sadrži službeni hrvatski i latinski naziv droge (ukoliko postoji), odnosno opis dijelova koji se koriste u liječenju. Opisano je na koji se način pojedini dijelovi biljke prikupljaju, pripremaju, dorađuju i skladište. U odlomku **Sastav** dan je prikaz najznačajnijih kemijskih sastavnica dotične vrste. Najvažniji dio opisa svake vrste predstavlja odlomak **Upotreba**. Ovdje autor navodi opće, a zatim i one manje poznate spoznaje o dotičnoj vrsti. Navedeno je preventivno i terapijsko djelovanje biljke, način primjene (unutarnja, vanjska), djelovanje pojedinih sastavnica, vrsta pripravka koji se koristi pri terapiji. Odlomak **Biljke za mješavine** sadrži popis biljnih vrsta s kojima se dotična biljka može zajedno koristiti, a kako bi joj se poboljšalo ljekovito djelovanje. Štetne posljedice do kojih može dovesti uporaba pojedinih biljaka

navedene su u odlomku **Nuspojave**. Ovdje se navodi i tko eventualno ne bi trebao koristiti dotičnu biljku. S obzirom da su neke ljekovite biljke otrovne, odlomak **Otrovnost** donosi opis načina djelovanja pojedinih otrovnih sastavnica. Za takve biljke redovito su navedeni i simptomi trovanja, a sve zato da se takva stanja što lakše prepozna te da bi se **što prije poduzele mjere za njihovu sanaciju**. Neke biljke imaju primjenu i u liječenju domaćih životinja, što se navodi u odlomku **Primjena u veterinarstvu**.

Kazalo: Navedeni su hrvatski i latinski nazivi opisanih biljaka, ali i više taksonomske kategorije (rodovi, porodice, redovi, podrazredi, razredi).

Literatura: Autor je koristio 86 literarnih izvora.

O autoru: U opširnijoj biografiji naveden je sažetak bogatog stručnog i znanstvenog rada autora. Izdvojiti se može preko 200 znanstvenih i stručnih radova objavljenih samo-

stalno ili u suautorstvu, zatim poglavlja u deset knjiga i tri monografije. Uz to, napisao je dva sveučilišna udžbenika i tri skripte. U dugogodišnjoj sveučilišnoj karijeri bio je voditelj (mentor) troje doktoranata, šest magistranata i preko 100 diplomanata. Posebno se istakao u popularizaciji struke i znanosti. Za svoj rad dobio je više nagrada i priznanja.

Zaključak: Domaće ljekovito bilje na ovako sistematican i sveobuhvatan način nije do sada u nas obrađeno. Enciklopedija domaćeg ljekovitog bilja napravljana je za potrebe stručnjaka, ali i za sve one koji se s ljekovitim biljem tek usputno susreću. Opisi vrsta su stručni, ali u isto vrijeme jednostavni i svakom razumljivi. Knjiga će poslužiti jednakobrazno onima koji se s ljekovitim biljem svakodnevno susreću, ali i onima koji će tek povremeno posegnuti za nekom knjigom o ljekovitom bilju.

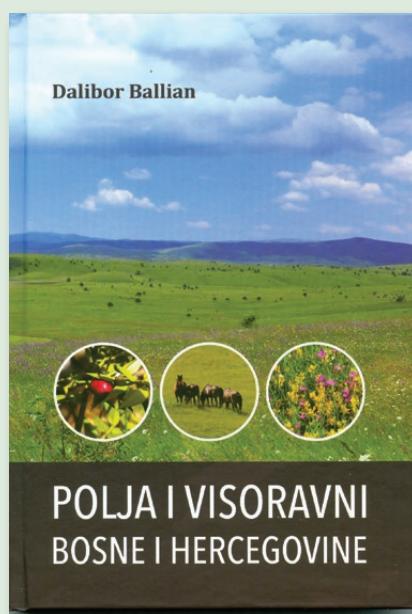
PROF. DR. SC. DALIBOR BALLIAN POLJA I VISORAVNI BOSNE I HERCEGOVINE

Prof. dr. sc. Davorin Kajba

Nakon promocije knjige „Zemlja planina Bosna i Hercegovina“ u Sarajevu je nedavno tiskana monografija „Polja i visoravni Bosne i Hercegovine“ u izdanju Franjevačkog medijskog centra *Svetlo riječi* iz Sarajeva. Monografija sadrži 231 stranicu i bogato je ilustrirana s više stotina autorskih fotografija, a nastala je kao rezultat dugotrajnog rada autora na poljima i visoravnima Bosne i Hercegovine. Knjiga sadrži ukupno 47 lokaliteta i po tome je od posebne vrijednosti, jer se uobičajeno obrađuje samo po jedno polje ili visoravan. Brojni prikazani podaci prikupljeni su od lokalnog stanovništva, šumara i lovaca, a dijelom se po prvi puta navode i neka saznanja do kojih je autor došao svojim zapažanjima na terenu. U monografiji su obrađeni osnovni podaci o pojedinom polju i visoravni, njihovoj morfologiji, poziciji i ekologiji, kao i osnovne znanstvene spoznaje o flori i fauni.

Polja u Bosni i Hercegovini zauzimaju 5 % njezinog teritorija, no kako navodi autor, prijeti im ekološka katastrofa, jer su već duže vrijeme izložena sustavnom uništavanju, ponajprije neplanskom urbanizacijom, odnosno izgradnjom turističkih naselja bez potrebne infrastrukture. Također se problemi pojavljuju zbog neprimjerenih sjeća, prekomjernog sakupljanja ljekovitog bilja, kao i zbog pojave krivolova koji je već naveliko narušio populacije autohtone faune. Bora-

veći na ovim poljima i visoravnima, a radeći ponajprije na selekciji šumskog drveća, autor je obišao i mnoga prilično udaljena i nedostupna mesta. Dolazeći do najskrovitijih mesta nastale su i vrlo vrijedne autorske fotografije.



Za svako pojedino polje i visoravan dat je prikaz geomorfologije i geološke građe, a obuhvaća lokalitete od aluvijalnih nanosa uz rijeke do zone krša, kojim dominiraju vapnenci i dolomiti sa svojim brojnim kraškim fenomenima. Za svako polje obrađeno je i šire područje s opisima karakterističnih tipova tala. Također su obrađene i osnovne klimatske prilike sa svojim karakteristikama za pojedino područje. Lokaliteti na kojima prevladava mediteranska klima, s blagim i hladnim zimama, pogoduje uzgoju različitim vrstama voća i povrća. Značajni su i opisi hidrografskih prilika i reljefa koji su bitni za vodni režim. Oko polja gdje se pojavljuje šumski pojaz autor detaljno opisuje najzastupljenije šumske vrste drveća, vegetaciju, te općenito floru i ljekovito bilje. Navodi se i prisutnost pojedinih vrsta divljači, a zasebno je opisana ornitofauna pojedinog lokaliteta. Za određena područja autor navodi i njihovo bogatstvo ljekovitim biljem koje je karakteristično za velike travnate formacije, a što predstavlja neiskorišteni potencijal za domaće stanovništvo. Također velike livadske površine pogoduju razvoju stocarstva, što omogućuje lokalnim mlječarama i siranama proizvodnju nadaleko poznatih mlječnih proizvoda.

Budući da većina opisanih područja obiluje tragovima i ostacima prijašnjih vremena, od prapovijesnih spomenika Ilira i Kelta, arheoloških nalaza Rimskog carstva, srednjeg vijeka i Turske vladavine na ovim prostorima, autor ih je iskoristio i opisao njihovo povijesno značenje. Kroz takvu povijesnu prizmu dobiva se uvid u povijest naseljavanja ovih područja i saznanja o njihovoj bogatoj, dugo i burnoj prošlosti.

Autor je u opisu koristio kratke i jasne rečenice, izbjegavši stručnu terminologiju, koju je sveo na razumnu mjeru te se tako još više približio čitatelju. Na kraju monografije navedena je opsežno korištena literatura i sažetak na engleskom jeziku. Mora se naglasiti da je ova monografija, jedinstveni primjer i hvalevrijedno djelo, nastalo kao plod višegodišnjeg boravka i izučavanja autora na području polja i visoravnji Bosne i Hercegovine. Monografija je bogato ilustrirana brojnim slikovnim prilozima koji prikazuju velik dio onoga što je opisano tekstrom. Monografija je značajan doprinos pozitivnom odnosu ljudi prema prirodi, a posebno prema poljima i visoravnima, a poslužit će kao poticaj da se veća pozornost posveti ovakvim prirodnim posebnostima.

DR. SC. ALBERT OFNER

Prof. dr. sc. Marijan Grubešić



Na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, doktorski rad pod naslovom „Morfometrijske značajke rogovlja i genetska raznolikost srne obične (*Capreolus capreolus* L.) na različitim staništima u Republici Hrvatskoj“ obranio je 15. veljače 2019. godine pristupnik univ. spec. silv. Albert Ofner mag. ing. silv.. Pripadnik je ovime završio treći ciklus znanstvenog i stručnog usavršavanja na Šumarskom fakultetu. Svoj ustajni rad na istraživanju srneće divljači započeo je već kod izrade diplomskega rada, potom nastavio u sklopu poslijediplomskega specijalističkog rada te nakon višego-



dišnjeg istraživanja u sklopu poslijediplomskog doktorskog studija okrunio izradom i obranom navedenog doktorskog rada.

Rad je izrađen po mentorstvu prof. dr. sc. Marijana Grubešića i izv. prof. dr. sc. Damjana Franjevića sa Prirodoslovno - matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Postupak ocjene i javne obrane rada proveden je pred povjerenstvom u sastavu: Doc. dr. sc. Kristijan Tomljanović, predsjednik povjerenstva, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Prof. dr. sc. Marijan Grubešić, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, član povjerenstva i Izv. prof. dr. sc. Damjan Franjević, Prirodoslovno-matematički fakultet biološki odsjek, Sveučilište u Zagrebu, član povjerenstva. Ovim posljednjim činom pristupnik je stekao zvanje doktora znanosti iz biotehničkog područja, polja šumarstvo i grane lovstvo.

Životopis pristupnika

Albert Ofner rođen je 1982. godine u Karlovcu. Osnovnu školu i Prirodoslovno-matematičku gimnaziju završio je u Karlovcu. Diplomirao je na Šumarskom fakultetu u Zagrebu 2005. godine, obranivši diplomski rad iz kolegija Lovstvo pod naslovom "Kranimetrijske značajke srnjaka (*Capreolus capreolus* L.) na području Karlovačke županije". Radno iskustvo počinje 2005. godine u Hrvatskim šumama d.o.o., UŠP Karlovac kao pripravnik u šumariji Vojnić, no zbog potrebe posla iste godine biva prebačen u Odjel za lovstvo. Od 2006. godine radi u Odjelu za lovstvo Uprave šuma Podružnice Karlovac kao stručni suradnik za lovstvo, a od 2010. godine kao Rukovoditelj Odjela za lovstvo. U akademskoj godini 2006./2007. na Šumarskom fakultetu u Zagrebu upisuje poslijediplomski specijalistički studij šumarstva, smjer lovstvo. U sklopu poslijediplomskog studija sudjeluje na međunarodnom simpoziju Jagd und Wildforschung u Grazu 2008. godine. Poslijediplomski specijalistički studij završava 2010. godine obranom Specijalističkog rada pod naslovom "Usporedba tjelesnog i trofejnog razvoja srne (*Capreolus capreolus* L.) i divlje svinje (*Sus scrofa* L.) u lovištima IV/9 "POKUPSKI BAZEN" i IV/22 "PETROVA GORA". U periodu od 2009. do 2015. godine predaje kao vanjski suradnik na Veleučilištu u Karlovcu, Stručnom studiju lovstva i zaštite prirode, kolegije "Uzgajanje krupne divljači" i "Uređivanje lovišta". U akademskoj godini 2010/2011 na Šumarskom fakultetu u Zagrebu upisuje poslijediplomski doktorski studij Šumarstvo, smjer Uzgajanje šuma i lovno gospodarenje. Član je HLS-a (Hrvatskog lovačkog saveza), HŠD-a (Hrvatskog šumarskog društva), te posjeduje ispit za ocjenjivača lovačkih trofeja. Oženjen je i otac troje djece.

Prikaz rada

Izrađeni doktorski rad otvara nove pristupe u istraživanju interakcije i međusobne povezanosti genske raznolikosti i stanišnih uvjeta sa trofejnim razvojem srne obične (*Capreolus capreolus* L.).

Doktorski rad pristupnika Alberta Ofnera zaokružen je i vrijedan znanstveni rad proveden i napisan prema kanonima znanstvenog istraživanja i znanstvenog eksperimenta, kao temelja znanstvenog zaključivanja. Rad je napisan u opsegu od 122 stranice, struktorno je prikazan kroz sedam poglavlja, a obogaćen je sa 48 slika, 48 tablica i 100 navoda citirane literature.

Istraživanje je provedeno u dva paralelna smijera, odnosno cilja.

Prvi cilj bio je na različitim lokalitetima Republike Hrvatske usporediti elemente izmjere i ukupne ocjene trofeja sr-

njaka. U tu svrhu u razdoblju od dvanaest godina sa sveukupno pet lokacija prikupljeno je 585 ocjenbenih listova trofeja srnjaka.

Drugi cilj bio je utvrditi genetička raznolikost mikropopulacija i genska udaljenost potpopulacija istraživanih lokaliteta srne obične na teritoriju Republike Hrvatske.

Stoga je, paralelno s prikupljanjem podataka o trofejama na istim lokalitetima izvršeno prikupljanje uzoraka tkiva (jetra) koji su korišteni za genetičke analize.

U uvodnom dijelu autor obrazlaže potrebu za provođenjem ovakvih istraživanja, naglašavajući izostanak sličnih studija na divljim dvopapkarima u svijetu, posobice kod nas kada je srna u pitanju. Autor opisuje morfološka obilježja istraživane divljači, rasprostranjenost u svijetu i kod nas. Poseban naglasak stavlja na trofejni razvoj, pokušavajući sagledati sve čimbenike staništa koji mogu imati utjecaj na isti. Autor paralelno opisuje i molekularnu filogenetiku, naglašavajući njenu važnost za ovakve tipove istraživanja. Jasno definirajući ciljeve istraživanja, autor postavlja nul hipoteze na koje se želi dobiti odgovore na sljedeća pitanja:

1. Postoje li razlike u trofejnoj jačini srnjaka odstrijeljenih na različitim staništima?
2. U kojoj mjeri je srneća divljač teritorijalnog karaktera tj. kakav je protok gena između susjednih mikropopulacija?
3. Kakva je genska raznolikost srneće divljači unutar mikropopulacija i njihova međusobna srodnost na području Republike Hrvatske?

Koz materijale i metode autor opisuje područje istraživanja, dajući pregled osnovnih stanišnih čimbenika istraživanog područja za 11 lovišta raspoređenih u 5 područja istraživanja. U poglavlju je dan prikaz korištenih formula za izmjeru trofejne jačine srnjaka, metode procjene dobi, korištene metode filogenetičke analize, kartografski prikazi istraživanog područja te navedene metode statističkih analiza korištenih u doktoratu.

Kroz poglavje rezultati rada, autor daje prikaz svih istraženih elamenata trofeja, genske raznolikosti i njihove međusobne povezanosti. Po segmentima su analizirani istraživani parametri trofejne vrijednosti (duljina, masa, volumen, trofejna vrijednost u CIC točkama) koji su rezvrstani po dobnim kategorijama i područjima istraživanja. Autor istraživane parametre uspoređuje zasebno za mikropopulacije, a potom i za različita područja međusobno, dajući pritom suvisle osvrte na dobivene prikaze. Statističkima analizama potvrđuje postavljene hipoteze o međusobnoj zavisnosti stanišnih čimbenika i trofejnog razvoja srnjaka. Molekularno filogenetičkim rekonstrukcijama i genskim analizama utvrđuje srodnost uzorkovanih jedinki unutar mikropopulacija te između istraživanih područja.

U poglavlju rasprava autor obrađuje sve nove spoznaje dobivene ovim istraživanjem. Determinacijom haplotipova srne obične analizira gensku raznolikost unutar mikropopulacija i među zasebnim područjima istraživanja. Analizira morfometrijske i merističke značajke trofeja srnjaka obuhvaćenih istraživanjem. Konstatira prosječne raspone netto masa, duljine i volumena pojedinih dobnih kategorija i stanišnih tipova. Uspoređuje dobivene rezultate unutar populacija i među izdvojenim staništima, uspoređujući ih istovremeno sa sličnim istraživanjima u svijetu i dajući svoje viđenje dobivenih rezultata.

U posljednjem poglavlju autor kroz deset zaključaka iznosi bit rada. Naglašava kako postoje značajne razlike analiziranih varijabli trofeja srnjaka između istraživanih područja. Utvrđuje kako kulminacija istraživanih trofejnih varijabli a time i trofejne vrijednosti nastupa ranije na lošijim staništima. Iako je genska raznolikost po područjima različita, autor ističe kako nema statističke značajnosti u povezanosti genetičke raznolikosti s trofejnim razvojem, što potkrepljuje hipotezu kako na trofejni razvoj ključnu ulogu imaju stanišni uvjeti. Najveća genska raznolikost utvrđena je na lokalitetima Gorskog kotara i ono predstavlja potencijal za uzgoj visokovrijednih trofeja, dok je najniža genska raznolikost utvrđena na karlovačkom području. Na kraju autor zaključuje kako uz genske raznolikosti i stanišnih uvjeta na prosječnu trofejnu jačinu utjecaj mogu imati i gospodarski zahvati, odnosno selekcija prilikom odstrela. Istimje kako bi se u budućnosti zbog smanjene genske raznolikosti srne na nekim područjima unošenjem jedinki iz udaljenijih populacija obogatila ista, čime bi se uz pozitivnu selekciju podigla prosječna trofejna jačina srnjaka u Republici Hrvatskoj.

Značenje i doprinos istraživanju srne divljači na području Hrvatske, najzornije se može sagledati kroz jasne i argumentirane sljedeće zaključke:

- Usporedbom vrijednosti svih analiziranih varijabli morfometrijskih elemenata trofeja srnjaka dolazimo do spoznaje da postoje statistički značajne razlike između lokaliteta. Najviše vrijednosti srednje duljine rogova, neto mase rogova, volumena rogova i ukupne ocjene trofeja utvrđene su na lokalitetu Gorski kotar.
- Kulminacija analiziranih morfometrijskih elemenata: srednje duljine rogova, neto mase rogova, volumena rogova i ukupne ocjene trofeja na lošijim staništima koja nude skromnije životne uvjete odvija se u dobroj kategoriji srednjedobnih jedinki, oko pete godine života, tj. prije navršavanja gospodarske starosti srne obične.
- Velike ekstreme pri analizi morfometrijskih elemenata trofeja srnjaka susrećemo zbog utjecaja uzgojnog odstrela, koji je također obuhvaćen analizama.

- U predstojećem razdoblju, s većim uzorkom trofejnih jedinki, bit će potrebno razlučiti u analizama jedinke iz uzgojnog odstrela od trofejnog odstrela, čime će se jasnije pokazati eventualna razlika između različitih lokaliteta, a kao odraz genetičke raznolikosti i stanišnih uvjeta.
- Na temelju iznesenog može se zaključiti kako je gensko nasljeđe od manjeg utjecaja, a faktori okoline i selekcije prilikom odstrela većeg utjecaja na konačnu trofejnu vrijednost koju srnjaci postižu. Morfometrijska analiza 585 uzoraka, genetička analiza 79 uzoraka.
- Istraživanjem je utvrđen određeni stupanj genetičke raznolikosti srne obične u Republici Hrvatskoj, tj. na bje-lovarskom, koprivničkom i lokalitetu Gorski kotar determiniran je najveći broj haplotipova. Navedene populacije genetički su najvarijabilnije i najstabilnije te predstavljaju najveći potencijal za uzgoj srne divljači srednje do visoke trofejne vrijednosti.
- Analizom filogenetičkog biljega COI determinirano je 35 haplotipova, no nije potvrđena statistički značajna razlika između analiziranih lokaliteta, tj. populacija.
- Najniža genetička raznolikost zabilježena je na karlovačkom lokalitetu, gdje su determinirana samo tri haplotipa za COI gen i gdje je nukleotidna raznolikost iznosila $\pi=0,06042$. Do ove činjenice doveli su izoliranost, one-mogućena migracija i preveliki zahvati u populaciji.
- Unošenje jedinki srne obične s drugih lokaliteta Republike Hrvatske i središnje Europe u svrhu „osvježavanja krvi“ uvjetovalo bi međusobno križanje i formiranje novih haplotipova na karlovačkom i našičkom lokalitetu. Navedeno bi uz kvalitetno gospodarenje pozitivno utjecalo na stabilnost populacija, a posredno i na povećanje trofejne vrijednosti srne divljači.

Cjelokupni rad obiluje obradom i analizom prikupljenih podataka te dobivenim rezultatima i zaključcima. Ovim radom, ali i stečenim znanstvenim zvanjem, kolega Albert Ofner se profilirao u vodećeg stručnjaka na istraživanju ali i operativnom gospodarenju sa srnećom divljači, koja mu je glavni objekt istraživanja već više od 15 godina, odnosno od izrade diplomskog rada. Uvjereni smo da će nastaviti svoj znanstvenoistraživački rad, jer za to sada ima osnovne preduvjete, ali i podstrijek da se nastavi razvijati kao znanstvenik u već predodređenom smjeru.

Uz sređene čestitke novom doktoru znanosti na stečenom akademском zvanju te na ustrajnosti, upornosti i entuzijazmu tijekom dosadašnjeg stručnog i znanstvenog usavršavanja, želimo uputiti poticajnu poruku za daljnji napredak **doktorski rad se brani jednom ali zvanje doktora znanosti se brani cijeli život!**

63. SEMINAR BILJNE ZAŠTITE

Prof. dr. sc. Milan Glavaš

U Opatiji u Grand hotelu „4 opatijska cvijeta“ od 5. do 8. veljače 2019. godine održan je 63. Seminar biljne zaštite. Organizatori Seminara su Hrvatsko društvo bilje zaštite i Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, a suorganizator je Hrvatski centar za poljoprivrednu, hranu i selo. Pokrovitelji seminara su Ministarstvo poljoprivrede i Akademija poljoprivrednih znanosti. Seminar je sponzoriralo preko 10 firmi, a nazočio mu je velik broj agronoma i srodnih struka i priličan broj šumara, kao i inozemnih gostiju. Uobičajeni protokol svečanog otvaranja seminara vodila je predsjednica Društva prof. dr. sc. Jasminka Igrc Barčić. Nazočne su pozdravili i uvaženi domaći i inozemni gosti. Nakon toga dodijeljene su nagrade i priznanja. Među nagrađenim studentima bila je naša studentica Antonia Iveković, a jedini promovirani doktor znanosti iz područja zaštite bilja bio je Ivan Lukić iz Hrvatskog šumarskog instituta.

Tijekom rada Seminara održana je panel rasprava o pesticidima, predstavljeni su projekti i jedan okrugli stol na temu fitomedicine. Od ostalih izlaganja agronomi su imali 53, a šumari 14 referata. O radu Šumarske sekcije daje se poseban prikaz.

Prikaz rada Šumarske sekcije

Autori i koautori referata na Šumarskoj sekciji bili su sa Šumarskog fakulteta, Hrvatskog šumarskog instituta, Uprave i Podružnica Hrvatskih šuma i drugih ustanova (ukupno 22), 7 ih je bilo iz Slovenije i 5 iz Bosne i Hercegovine. U dva dana rada Šumarskoj sekciji nazočilo je oko 50 sudionika. Dalje se navode bitne činjenice na koje su ukazali izlagači.

U prva dva referata izneseni su detaljni podaci o hrastovoj mrežastoj stjenici i mrazovcima na hrastu lužnjaku. Ukazano je na važnost postavljanja kartonskih prstenova za ulov mrežaste stjenice, odnosno njenih ličinki na području UŠP Vinkovci. Ljepljivi prstenovi su korišteni i za ulov ženki mrazovaca na području šumarije Repaš. Utvrđeno je da su za povećanje brojnosti mrazovaca vrlo značajan čimbenik temperaturne oscilacije na početku kretanja vegetacije.

Slijedi referat o opasnoj azijskoj strizibubi. To je karantenSKI organizam, čije bi širenje moglo imati katastrofalne posljedice za naše parkove, šume i okoliš. Postoje zakonski propisi za uništavanje tog štetnika. U Rugvici je uništen biljni materijal, tj. domaćini azijske strizibube, o čemu su iznijeti detaljni podaci.

Slijede četiri referata o potkornjacima. U dva je riječ o mediteranskom i drugim potkornjacima u Dalmaciji, o njihovoj brojnosti, štetama i mjerama suzbijanja. Izneseni su podaci o provedenim zaštitnim mjerama za mediteranskog potkornjaka na području park šume Marjan. U trećem referatu izneseni su podaci o namnoženju potkornjaka na području Kočevja na bukvici, smreci i jeli tijekom posljednja tri desetljeća. Ukazano je na poduzete mjere suzbijanja i na razlog zašto se ove godine očekuje velika gradacija potkornjaka. U četvrtom je riječ o azijskom ambrozijskom potkornjaku koji je u Sloveniji utvrđen 2017. godine. Taj potkornjak ima visok potencijal invazivnosti, teško ga je suzbijati, dolazi na mnogim domaćinima, ali u Sloveniji nije uočena nikakva šteta.

Kolege iz Bosne i Hercegovine upozorili su da je kod njih zdravstveno stanje šuma toliko narušeno da im prijeti potpuna devastacija. Posebno su govorili o smrekovim šumama na čije zdravstveno stanje utječu brojni abiotski i biotski čimbenici. Na kraju upućuju na zaštitne mjere u šumama Bosne i Hercegovine.

U jednom referatu bila je riječ o dva velika šumska požara na području šumarije Perušić i Gračac i poduzetim mjerama za biološku sanaciju opožarenih površina. Obnova je obavljena sadnjom crnog bora i smrekice. Planira se podizanje prirodnog pomlatka, s ciljem da se u što kraćem vremenu dođe do povrata prirodne vegetacije.

Jedno izlaganje je bilo o jasenovom žarnjaku koji je u Sloveniji utvrđen 2006. godine, a uzrokuje odumiranje jasena u cijeloj državi. Izneseni su podaci o sanitarnim sjećama. U drugom dijelu izlaganja ukazano je na obilno odumiranje johe 2016. godine, a koje su uzrokovale pseudogljive iz roda *Phytophthora*. Oboljela stabla su posjekli, a obnova sastojina je isključivo sadnjom crne johe, vrbe, hrasta i crne topole.

U dva referata govori se o patogenim gljivama. U prvom je riječ o štetnosti gljive *Hymenoscyphus fraxineus* na običnom i poljskom jasenu. Ta gljiva ugrožava opstanak poljskog jasena. Isti jasen napada još određeni broj štetnih gljiva. U drugom je riječ o gljivi *Lecanosticta acicola* koja u Sloveniji napada crni i planinski bor. Vrlo detaljno su govorili o mjerama zaštite posebice u prostorima okupljanja ljudi u prirodi, jer gljivu čovjek može nekontrolirano prenositi zaraženim borovim iglicama.

Posljenja dva referata posvećena su šumskim glodavcima (miševima i voluharicama) u šumama hrasta lužnjaka. Ukažano je na gustoću populacije, a detaljno se govorilo o načelima integralnog pristupa zaštiti šuma od sitnih glodavaca. Ukažano je na potrebu sustavnog praćenja pojave šteta i brojnosti, primjenu rodenticida, repelenata, zamki i posuda za ulov istih. Veliko značenje daje se šumsko-uzgojnim zahvatima. U posljednjem referatu se upozorava da na hrvatskom tržištu ne postoje rodenticidi za primjenu u šumarstvu. Za to je trebalo isposlovati posebnu dozvolu i uspostaviti monitoring šumskih glodavaca. Na osnovi podataka o brojnosti pristupilo se suzbijanju glodavaca na ugroženim područjima.

Zaključak

Na 63. Seminaru domaći šumari su iznijeli 9 referata, slovenski 4, a bosansko-hercegovački jedan referat. U izlaganjima su obuhvaćeni najvažniji problemi vezani za hrast lužnjak, poljski jasen, potkornjake i druge kukce, glodavce i dr. Nakon izlaganja slijedila je rasprava izlagača i slušatelja. Činjenica je da su svi sudionici dobili korisne informacije o sadašnjem i budućem stanju zaštite šuma, što ukazuje na korisnost ovakvih skupova. Važno je istaći da nazočnost inozemnih autora ukazuje na istovjetne ili slične probleme u rješavanju složenih pojava u zaštiti šuma. Zajednička suradnja će se nastaviti i u budućnosti.



Hranišlav Jakovac, dipl. ing. šum.

Domačin ovogodišnjeg EFNS susreta europskih šumara bila je Njemačka – Bayern (službeno Slobodna Država Bavarska) na području Bavarske šume (Bayerischer Wald). To je gorje u jugoistočnom dijelu između Dunava na jugozapadu do česko-njemačke granice na sjeverozapadu, dugačko 145 km. To područje je pod šumom crnogorice, na kojem je 1970. god. osnovan Nacionalni park bavarska šuma (NP Bayerischer Wald) na površini od 240 km². Bavarska šuma je najveće povezano šumsko područje Srednje Europe (Njemačka-Češka-Austrija). Najveći grad je Passau, gdje se rijeke Inn i Ilz ulijevaju u Dunav. Inače, Bavarska je najveća (70.550 km²), najsnažnija i najbogatija savezna država Njemačke, posebice na području glavnog grada Münchena. Glavne gospodarske grane Bavarske šume su turizam, proizvodnja stakla (staklenih predmeta - kristal), grafita i gastronomска ponuda i to kako se naglašava, isključivo iz ekološkog uzgoja. Sva događanja 51. EFNS-a odvijala su se u krugu nekoliko manjih gradića ovoga područja: akreditacija i informacije

te polasci na ekskurzije u Zwiesel-u, svečano otvaranje JOŠKA Glasparadies u Bodenmais-u, stručna predavanja u Eisenstein-u, natjecanja na Ski-stadionu ARBER Hohenzollern, završna večer s rezultatima natjecanja i primopredajom zastave EFNS-a domaćinu 52. EFNS-a u Regenu.

Hrvatsku ekipu, koja je s tri kombija Hrvatskih šuma d.o.o. i osobnim automobilom HŠD-a krenula prema Njemačkoj, predstavljali su: Goran Bukovac, David Crnić, Andrija Crnković, Mandica Dasović, Damir Delač, Tijana Grgurić, Marija Gubić, Hranišlav Jakovac, Tomislav Kranjčević, Josip Margaletić, Slavko Matić, Goran Prelac, Andreja Ribić, Silvana Skender, Herman Sušnik, Mladen Šporer, Denis Štimac, Oliver Vlainić i Neven Vukonić.

Program 51. EFNS-a bio je standardan: nedjelja 10. 2. dolazak sudionika, ponedjeljak 11. 2. ekskurzije; utorak 12. 2. ekskurzije i službeni trening natjecatelja te u večernjim satima svečano otvaranje; srijeda 13. 2. pojedinačna natjecanja klasičnim stilom i u večernjim satima stručno predava-



nje; četvrtak 14. 2. pojedinačna natjecanja slobodnim stilom i u večernjim satima posjet Muzeju skijanja; petak 15. 2. štafetna natjecanja poslije kojih slijedi tzv. Festival nacija i u večernjim satima svečano zatvaranje; subota 16. 2. odlazak sudionika.

Domaćin je ponudio na izbor 9 stručno-turističkih ekskurzija, čiji sadržaj kratko prikazujemo.



1. Pustolovna tura po Nacionalnom parku Bavarska šuma – gdje je najatraktivniji dio šetnja među krošnjama drveća i pogled iz ptičje perspektive na lokalnu prirodu (Slike 1. i 2.); šumske životinje unutar i izvan ogradienog prostora u prirodnom okolišu (ris (slika 3.), medvjed, vuk, jelenska divljač, divlja mačka, vidra i dr.) te uspon od 1.3 km na fascinantni vidikovac. Domaćini bilježe oko 1,5 mil. posjetitelja godišnje.

2. Bavarska šuma – dom šume i stakla – od 1568. godine baruni Poschingera proizvode raznovrsne staklarske proizvode (kristal) koji se izvoze širom svijeta. To su umjetnici staklari koji rade na tradicionalan način – oblikujući proizvode puhanjem rastaljenog stakla iz nekoliko peći zagrijanih na 1.200 °C, oblikujući ga o kalupima izrađenim od bukovine ili slobodno (slika 4.). U sklopu proizvodnog pogona je i izložbeni i prodajni salon proizvoda, a najveći je u trgovini JOŠKA Bodenmais (slika 5.). Obitelj također gospodari s 2.300 ha šume (mješovita planinska šuma – udio bukve 48 %) duž obronka Rachelsa od 600 do 1.190 m nv (slika 6.). Zabilježene su štete od jelena i razmatra se nova strategija lovstva. Uz posjet gradu Passau u vlastitoj organizaciji, ove dvije ekskurzije odabrali su članovi hrvatske ekipe, no mi ćemo kratko prikazati i preostalih sedam.

3. Stopama tetrijeba u visoravni Arbera – skijaškim stazama oko 30 km preko Chamer Hütle do Gashof Schareben do granice rezervata Arber – usputno informacije o uzgajanju šuma.

4. Pješačenje na krpljama od Bodenmaisa do Arbera kroz tri prirodna šumska rezervata planinskih mješovitih šuma bukve, jele i smreke. Tijekom puta informacije o bioraznolikosti bavarske šume i učincima klimatskih promjena.

5. Izlet u grad Passau na tri rijeke – sa zapada Dunav, s juga Inn i sjevera Ilz. To je barokni stari grad kojega su izgradili talijanski majstori u 17. Stoljeću, s veličanstvenom katedralom Sv. Stjepana u kojoj su najveće orgulje na svijetu.





jetu. Tijekom obilaska romantičnog starog grada posjetitelji dobivaju informacije o njegovoj povijesti i znamenitostima (slika 7., 8. i 9.).

6. Pješačenje na krpljama uz vodstvo osoblja Bavarskoga nacionalnog parka šumama do vrha Grober Falkenstein (1315 m) s čijeg se platoa otvara pogled na dolinu prema zapadu i jugozapadu, uz saznanja o prirodnim obilježjima posebnog staništa.
7. Divljina u jedinstvenoj džungli starih stabala u podnožju Velikog Falkesteina. Slijedi obilazak hranilišta divljači uz raspravu o očuvanju vrsta i upravljanju s divljači.
8. Prezentacija Šumarskog poduzeća Hohenzollern. Obilazak na krpljama ili skijama iz Seebachsleife (637 m nv) kroz mješovite planinske šume preko Grober Arbersee (934 m nm) do vrha Grober Arbers (1.456 m nm).
9. Program sličan kao u ekskurziji 8., ali uz turno skijašku opremu, jer se pješači izvan skijaških staza.

Nakon stručno-turističkih ekskurzija slijedilo je svečano otvaranje natjecanja (Slika 10.), a idućeg dana počelo je natjecanje sudionika.

U natjecanju žena klasičnim stilom trčanja na skijama na stazi od 6,2 km s pucanjem, naše natjecateljke postigle su po starosnim kategorijama sljedeće rezultate: D31 (31-40 god.) Silvana Skender 9. a Andreja Ribić 22. mjesto; D41

(41-50 god) Tijana Grgurić 19 mjesto. Kod muškaraca na stazi od 9,2 km s pucanjem: H41 (41-50 god.) Goran Prelac osvojio je 48. mjesto; H51 (51-60 god.) Neven Vukonić 67., Denis Štimac 77., Andrija Crnković 79. i Goran Bukovac 117 mjesto. Svakako tu je najzapaženiji rezultat ostvarila Silvana Skender s 9. mjestom od 26 natjecateljki u ovoj sta-



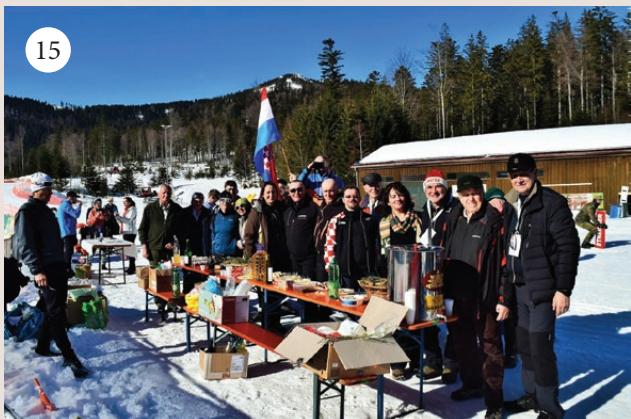


rosnoj skupini (Slika 11.), a kod muškaraca Vukonić, Štimac i Crnković gdje se natjecalo 125 natjecatelja.

U natjecanju žena slobodnim stilom na stazi od 6,2 km s pucanjem D61 (61-70 god.) Marija Gubić osvojila je 8. mjesto, D51 (51.60 god.) Tijana Grgurić 19 mjesto. Kod muškaraca na stazi od 9,2 km s pucanjem: H31 (31-40 god.) David Cr-

nić osvojio je 15. mjesto; H41 (41-50 god.) Goran Prelac 47. a Tomislav Kranjčević 64. mjesto; H51 (51-60 god.) Mladen Šporer 12., a Neven Vukonić 47. mjesto. Kao i gotovo uvjek, najzapaženiji rezultat ostvario je Mladen Šporer 12. mjestom od 84 natjecatelja u toj starosnoj kategoriji (Slika 12).

U štafetnim natjecanjima natjecalo se u dvije starosne kategorije – do 50 godina starosti i preko 50 godina, s time da mlađa kategorija može imati i ponekog starijeg člana ili članicu. Naša ženska štafeta do 50 god. u sastavu Andreja Ribić (klasični stil), Silvana Skender i Marija Gubić (slobodni stil) osvojila je 22. mjesto (Slika 13); muška štafeta ispod 50 god. u sastavu Goran Bukovac, Goran Prelac (klasični stil),





16



17

David Crnić i Tomislav Kranjčević (slobodni stil) osvojila je 48 mjesto, a iznad 50 god. u sastavu: Denis Štimac, Andrija Crnković (klasični stil), Mladen Šporer i Neven Vušković (slobodni stil) osvojila je 12. mjesto od 42 štafete koje su startale u ovoj starosnoj kategoriji, što je svakako za pozdraviti (Slika 14.).

U nastavku poslijepodneva slijedio je tzv. Festival nacija (slike 15. i 16.), gdje su se uz druženje kušali „specijaliteti“

pojedinih članica EFNS-a. U večernjim satima, proglašenjem rezultata natjecanja, zajedničkom večerom uz održanu glazbu i zabavu te primopredaju zastave EFNS-a domaćinu 52. EFNS-a 2020.g. ekipi Poljske (2021. domaćin će biti Bosna i Hercegovina, a za 2022.g. konkuriraju Slovenija i Francuska), uspješno je završen ovogodišnji EFNS susret europskih šumara (slika 17.).

(Foto: Slike 4. i 6. Denis Štimac, ostale slike Oliver Vlainić)

ZAPISNIK 1. ELEKTRONIČKE SJEDNICE UPRAVNOG ODBORA HŠD-A 2019. GODINE

1. Elektronička sjednica Upravnog odbora Hrvatskoga šumarskoga društva 2019. godine održana je 25. veljače od 7,⁰⁰ do 24,⁰⁰ sata prema slijedećem

Dnevnom redu:

1. Usvajanje Izvješća o izvršenju finansijskog plana HŠD-a za 2018. godinu.
2. Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine HŠD-a na dan 31. 12. 2018. godine.
3. Usvajanje Izvješća Nadzornog odbora HŠD-a za 2018. godinu.
4. Usvajanje prijedloga Odluke o pokriću manjka prihoda HŠD-a 2018. godine.

Od ukupno 33 člana Upravnog odbora glasovalo je njih 25.

Rezultati glasovanja su slijedeći:

1. Usvajanje Izvješća o izvršenju finansijskog plana HŠD-a za 2018. godinu.

ZA-25, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.

2. Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine HŠD-a na dan 31. 12. 2018. godine.

ZA-25, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.

3. Usvajanje Izvješća Nadzornog odbora HŠD-a za 2018. godinu.

ZA-25, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.

4. Usvajanje prijedloga Odluke o pokriću manjka prihoda HŠD-a 2018. godine.

ZA-25, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.

Slijedom navedenih rezultata glasovanja zaključujemo da su sva Izvješća usvojena.

Prilozi:

- Izvješće o izvršenju finansijskog plana HŠD-a za 2018. godinu,

- Obrazloženje izvršenja finansijskog plana HŠD-a za 2018. godinu,
- Izvješća Povjerenstva za popis imovine HŠD-a na dan 31. 12. 2018. godine.
- Izvješće Nadzornog odbora HŠD-a za 2018. godinu.
- Prijedlog Odluke o pokriću manjka prihoda HŠD-a za 2018. godinu.
- Pojedinačni rezultati glasovanja 1. Elektroničke sjednice Upravnog odbora HŠD-a 2019. godine.

tajnik HŠD-a:
Mr. sc. Damir Delač, v.r.

Predsjednik HŠD-a:
Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., v.r.

ZAPISNIK 1. ELEKTRONIČKE SJEDNICE SKUPŠTINE HŠD-A 2019. GODINE

1. Elektronička sjednica Skupštine Hrvatskoga šumarskoga društva 2019. godine održana je od 26. veljače u 7,⁰⁰ sati do 28. veljače u 24,⁰⁰ sata prema slijedećem

Dnevnom redu:

1. Usvajanje Izvješća o izvršenju finansijskog plana HŠD-a za 2018. godinu.
2. Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine HŠD-a na dan 31. 12. 2018. godine.
3. Usvajanje Izvješća Nadzornog odbora HŠD-a za 2018. godinu.
4. Usvajanje prijedloga Odluke o pokriću manjka prihoda HŠD-a 2018. godine.

Od ukupno 94 glasovalo je 64 delegata.

Rezultati glasovanja su slijedeći:

1. Usvajanje Izvješća o izvršenju finansijskog plana HŠD-a za 2018. godinu.
ZA-64, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
2. Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine HŠD-a na dan 31. 12. 2018. godine.
ZA-64, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.

3. Usvajanje Izvješća Nadzornog odbora HŠD-a za 2018. godinu.

ZA-64, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.

4. Usvajanje prijedloga Odluke o pokriću manjka prihoda HŠD-a 2018. godine.

ZA-64, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.

Slijedom navedenih rezultata glasovanja zaključujemo da su sva Izvješća usvojena.

Prilozi:

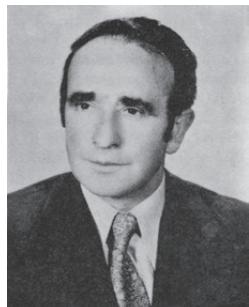
- Izvješće o izvršenju finansijskog plana HŠD-a za 2018. godinu.
- Obrazloženje izvršenja finansijskog plana HŠD-a za 2018. godinu.
- Izvješća Povjerenstva za popis imovine HŠD-a na dan 31. 12. 2018. godine.
- Izvješće Nadzornog odbora HŠD-a za 2018. godinu.
- Prijedlog Odluke o pokriću manjka prihoda HŠD-a za 2018. godinu.
- Pojedinačni rezultati glasovanja 1. Elektroničke sjednice Skupštine HŠD-a 2019. godine

tajnik HŠD-a:
Mr. sc. Damir Delač, v.r.

Predsjednik HŠD-a:
Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., v.r.

Petar Prpić, dipl. inž. šum. (1925.-2017.)

Dr. sc. Vice Ivančević



Dobrano prorijeđena skupina šumarskih inženjera senjskog i šireg područja Hrvatskog primorja postala je još siromašnija gubitkom našeg kolege i prijatelja Petra, njezinog najstarijeg člana. Među svojom tadašnjom mladom generacijom senjskih srednjoškolaca neposredno po završetku 2. svjetskog rata bio je jedini student koji se odlučio za studij šumarstva. Njegova odluka vjerojatno je bila povezana s Krivim Putom, mjestom rođenja koje je okruženo šumama ili željom za pošumljavanjem prostranog senjskog krškog područja. U svakom pogledu njegov izbor bio je pravi potez, koji je u njegovom dalnjem kvalitetnom stručno-operativnom radu dobio puno priznanje.

Petar Prpić rođen je u Krivom Putu 17. 09. 1925.g. u višečlanoj obitelji oca Petra, službenika i majke Slavke rođ. Šolić, domaćice. Osnovnu školu završio je 1940.god., potom poznatu gimnaziju u Senju i Poljoprivredno-šumarski fakultet u Zagrebu 1955.godine. Zbog ratnih zbijanja u 2. svjetskom ratu odužio je školovanje, a time i završetak studija. U popravku skromnih materijalnih mogućnosti svoje obitelji

kolega Petar radi za studentskih praznika u senjskoj izvoznoj luci na teškim fizičkim poslovima ručnog utovara ogrjeva na brodove i trabakule.

Po završetku studija 1955.god. zapošljava se u Šumariju Senj na mjesto zamjenika upravitelja, potom njezinog upravitelja 1956-1957.god., te nakratko rukovoditelja Odjela za iskorištavanje šuma Drvno – industrijskog poduzeća (DIP) Senj 1958.godine. Kolega Petar želi se vratiti šumarstvu, ali u to vrijeme nema raspoloživilih mesta na senjskom području. Zbog toga odlazi u Šumariju Brinje na mjesto upravitelja od 1959-1966.godine. I napokon, nakon više godina ukazala se prilika za povratak u Senj, pa 1966.god. dolazi na mjesto stručnog referenta Odjela za iskorištavanje šuma Šumskog gospodarstva Senj. Na tom mjestu ostaje do 1969. god. a zatim je raspoređen na mjesto šefa spomenutog Odjela od 1969-1978.godine. U idućem kraćem razdoblju obnaša dužnost zamjenika direktora Šumskog gospodarstva Senj od 1978-1980.godine. Iz tog vremena izdvajamo njegov angažman na obilježavanju 100-te godišnjice



Nogometni klub "Nehaj" i "Gorani" (Delnice) na otvorenju igrališta u Senju 1952. godine
Petar Prpić u sredini drugog reda (u prugastom dresu)



Grupa senjskih veterana od NK „Senia“ do NK „Nehaj“ na obilježavanju 75. godišnjice kluba 1995. godine. Petar Prpić treći slijeva.

osnutka senjskog Kraljevskog nadzorništva – Inspektorata, naše najstarije posebne šumarske krške organizacije za posumljavanje krša. U dvodnevnom savjetovanju sudjeluje cijela šumarska struka, gdje su renomirani šumarski stručnjaci podnijeli nekoliko stručnih radova. Kolega Petar je uz prigodni govor otkrio spomen-ploču na pročelju „vile Nina“, nekadašnje prve upravne zgrade Kraljevskog nadzorništva – Inspektorata. U 1980.-toj godini obnaša dužnost predsjednika Izvršnog vijeća Skupštine općine Senj, ali se ubrzo vraća struci kao šef već prije spomenutog odjela od 1981-1985.god., kada nakratko rukovodi Pogonom za transport i mehanizaciju u Senju kao posebnom radnom jedinicom. U najdužem radu na iskorištavanju, transportu i mehanizaciji šuma ugradio je bogato stručno znanje i iskušto, pa je time znatno unaprijedio ove vrlo važne šumarske discipline u domeni sječe, vuče, izvlačenja, transporta, mehaniziranog čišćenja snijega, pokušaja primjene rada žičara i ostalih pratećih komponenti. U funkcionalnoj organizaciji šumarstva od 1985-1990.g. postavljen je za člana Poslovodnog odbora Goransko-primorskog šumskog gospodarstva Delnice (koordinatora), kao predstavnik šumarstva senjskog područja odakle 1.1.1991.g. odlazi u zasluženu starosnu mirovinu.

Od ostalih aktivnosti ističemo njegov angažman u područnom Društvu inženjera i tehničara (DIT-a) na mjestu tajnika u gotovo dva mandata od 1967-1974.godine. Uz to, treba spomenuti njegove izvanredne sportske rezultate kao nogometnika NK „Nehaj“ iz Senja, te „najvažnije sporedne stvari na svijetu“. U dugotrajnoj uspješnoj aktivnosti senjskog NK „Nehaj“ (1920.-1995.) kolega Petar je uvršten u kategoriju najuspješnijih igrača u 75 godina postojanja

Kluba za što je dobio posebno priznanje. Uspješna karijera igrača trajala je punih 13 godina (1943.-1956.). Od toga je godinu dana nastupao za NK „Bjelovar“ za vrijeme studija na nagovor kolega iz Bjelovara. Bio je vižljasti i neobično brzi krilni napadač, koji je još svojom tehnikom unosio pomutnju u protivničke redove. Iako nije bio glavni golgeter s obzirom na poziciju u momčadi, njegovi su golovi često odlučivali o pobjedniku. Po prestanku aktivnog igranja bio je trener u kraćem razdoblju, a potom volonterski član Upravnog odbora u trajanju od deset godina i predsjednik NK „Nehaj“ devet godina.

Mlade generacije šumarskih inženjera, među koje pripada i pisac ovih redaka, koje su tek započinjale s praktičnim radom, prisjećaju se njegovog kolegijalnog i nadasve toplog ljudskog odnosa te mnogih korisnih savjeta oko razrješenja početnih stručnih dilema. Njegova neposrednost, srdačnost i tolerancija u našim susretima ulijevali su nam veliki optimizam, na čemu smo mu bili neobično zahvalni. Na kraju, ne možemo izostaviti ni njegovu veliku ljubav, poštovanje i divljenje prema gradu Senju, koje bi se idealno moglo izraziti završetkom pjesme „Dobro jutro“ afirmiranog senjskog pjesnika Krešimira Stanišića, sljedećih stihova:

I kad umren
Dragi grade
Ja ču jopet
Jopet grlit tvoju sliku svetu
Tebi tepat kaj malon ditetu

Hvala i slava našem Petru za sve što je učinio za naše šumarstvo, poglavito senjskog područja, staleško šumarsko društvo te sportski i cjelokupni život njemu najdražeg grada Senja.

PRIJE STO GODINA: ŠL 3-4/1919

116

Osobne vijesti.

Novi ministar za šumarstvo i rudarstvo. Bivši ministar za šumarstvo i rudarstvo Dr. Mehmed Spaho demisionirao je, a novim min'strom imenovan je Pavao D. Marinković.

Povratili se iz šumarske službe u Ugarskoj: G. Damjan Muždeka i Milan Marinović, kr. šum. inžiniri, te Žarko Miletić i Vladimir Ciganović, kr. šum. inž. pristavi povratili su se iz Ugarske, gdje su bili u drž. šumarskoj službi.

Šumarsko osoblje kod kr. šum. ravnateljstva u Zagrebu. Upravitelj ureda: Dragutin Polaček kr. šum. savjetnik. Kr. šum. savjetnici: Ivan Krajnjak, Albreht Rosmanith, Gjuro Marton, Emil Kundrat, Carmelo Zajc, Vilim Perc; kr. šum. nadinžiniri: August Stripszky, Amadeus Munteanu; kr. šum. inžiniri: Petar Petrović, Mirko Medaković, kr. šum. inž. pristavi: Vladimir Ciganović, Krešimir Katić.

Kr. šum. računovodstvo: Mihajlo Križan, kr. račun. nadsavjetnik, Ivan Jerbić, kr. račun. savjetnik, Viktor Eisenhuth, kr. rač. revident.

Šum. oficiali: Petar Miljuš, Luka Lisac, Petar Micić, Stjepan Sučević, Rade Kondić.

Načlugarji: Stjepan Batoničkin, Jovan Bjelić; Jugari: Andrija Marković, Vjekoslav Starčević.

Upravitelji područnih šumarija: Mrkopalj: Petar Grahovac, š. inž. pristav, Draganac: Žarko Miletić š. inž. pristav, Fužine: Milan Marinović š. inž., Kostajnica: Stjepan Bevelaqua š. inž., Glina: Ilija Slijepčević š. i., Vojnić: Edo Steller š. i., Sokolovac: Teodor Budisavljević š. i., Ivanjska: Mihajlo Finke š. i., Novi: Ivan Zwickeldorfer š. i., Ravna gora: Milan Majnarić š. i. pristav, Jasenak: Teodor Španović š. i. p., Rujevac: Miloš Ervačanin š. i. p., Ivanovo selo: Andrija Koprić ml. š. i. p., Pitomača: Makso Brausil š. savjelnik, Ogulin, Kalje i Vranovina nepopunjeno.

Umro. Dne 11. travnja o. g. umro je u Zagrebu kr. zem. šumarski nadzornik I. r. Ante Kern, bivši urednik Šumarskog lista te bivši tajnik Hrv. slav. šum. društva. O vrijednom pokojniku donijet ćemo opširnije u drugom broju.

U samo nekoliko kratkih vijesti stala je cijela povijest hrvatskog šumarstva te 1919. Na žalost, na kraju je tužna vijest o smrti jednog šumarskog velikana, Ante Kerna. Ali to će biti tema slijedećeg broja.

Raspadom velikog carstva, kako smo to naglasili u prošlom broju, naši šumari su bez rezervno zatražili da se iz Hrvatske »demisioniraju« brojni šumari Mađari koji su radili u državnim službama. No, isto tako, iz Ugarske su se povratili šumari Hrvati Damjan Muždeka i Milan Marinović, kao i pristavi Žarko Miletić i Vladimir Ciganović. O budućem profesoru Žarku Miletiću imalo bi se mnogo toga za napisati, no tema broja je upravo pristigli Milan Marinović. Također budući profesor Šumarskog fakulteta u Zemunu, ali prije toga tajnik našeg šumarskog društva i urednik Šumarskog lista, samo dva odjeljka niže postavljen je za upravitelja Šumarije Fužine. No, nosivi tekst ovog broja je dulji esej pod naslovom Evolucija našeg šumarstva, koga je napisao upravo Milan Marinović a kojeg ćemo još prokomentirati ali i cijelog prenijeti na našim stranicama.

UPUTE AUTORIMA

Šumarski list objavljuje znanstvene i stručne članke iz područja šumarstva, odnosno svih znanstvenih grana pripadajućih šumarstvu, zatim zaštite prirode i lovstva. Svaki znanstveni i stručni članak trebao bi težiti provedbi autorove zamisli u stručnu praksu, budući da je šumarska znanost primjenjiva. U rubrikama časopisa donose se napisi o zaštiti prirode povezane uz šume, o objetnicama, znanstvenim i stručnim skupovima, knjigama i časopisima, o zbivanjima u Hrvatskom šumarskom društvu, tijeku i zaključcima sjednica Upravnoga odbora te godišnje i izvanredne skupštine, obavijesti o ograncima Društva i dr.

Svi napisi koji se dostavljaju Uredništvu, zbog objavlјivanja moraju biti napisani na hrvatskom jeziku, a znanstveni i stručni radovi na hrvatskom ili engleskom jeziku, s naslovom i podnaslovima prevedenim na engleski, odnosno hrvatski jezik.

Dokument treba pripremiti u formatu A4, sa svim marginama 2,5 cm i razmakom redova 1,5. Font treba biti Times New Roman veličine 12 (bilješke – fuznote 10), sam tekst normalno, naslovi bold i velikim slovima, podnaslovi bold i malim slovima, autori bold i malim slovima bez titula, a u fuznoti s titulama, adresom i električnom adresom (E-mail). Stranice treba obrožati.

Opseg teksta članka može imati najviše 15 stranica zajedno s prilozima, odnosno tablicama, grafikonima, slikama (crteži i fotografije) i kartama. Više od 15 stranica može se prihvati uz odobrenje urednika i recenzentata. Crteže, fotografije i karte treba priložiti u visokoj rezoluciji.

Priloge opisati dvojezično (naslove priloga, glave tablica, mjerne jedinice, nazive osi grafikona, slika, karata, fotografija, legende i dr.) u fontu Times New Roman 10 (po potrebi 8). Drugi jezik je u kurzivu. U tekstu označiti mjesta gdje se priložio moraju postaviti.

Rukopisi znanstvenih i stručnih radova, koji se prema prethodnim uputama dostavljaju uredništvu Šumarskoga lista, moraju sadržavati sažetak na engleskom jeziku (na hrvatskome za članke pisane na engleskom jeziku), iz kojega se može dobro indeksirati i abstraktirati rad. Taj sažetak mora sadržavati sve za članak značajno: dio uvoda, opis objekta istraživanja, metodu rada, rezultate istraživanja, bitno iz rasprave i zaključke. Sadržaj sažetka (Summary) mora upućivati na dvojezične priloge – tablice, grafikone, slike (crteže i fotografije) iz teksta članka.

Pravila za citiranje literaturе:

Članak iz časopisa: Prezime, I., I. Prezime, 2005: Naslov članka, Kratko ime časopisa, Vol. (Broj): str.-str., Grad

Članak iz zbornika skupa: Prezime, I., I. Prezime, I. Prezime, 2005: Naslov članka, U: I. Prezime (ur.), Naziv skupa, Izdavač, str.-str., Grad

Članak iz knjige: Prezime, I., 2005: Naslov članka ili poglavљa, Naslov knjige, Izdavač, str.-str., Grad

Knjiga: Prezime, I., 2005: Naslov knjige, Izdavač, xxxx str., Grad

Disertacije i magistrski radovi: Prezime, I., 2003: Naslov, Disertacija (Magisterij), Šumarski fakultet Zagreb. (I. = prvo slovo imena; str. = stranica)

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Forestry Journal publishes scientific and specialist articles from the fields of forestry, forestry-related scientific branches, nature protection and wildlife management. Every scientific and specialist article should strive to convert the author's ideas into forestry practice. Different sections of the journal publish articles dealing with a broad scope of topics, such as forest nature protection, anniversaries, scientific and professional gatherings, books and magazines, activities of the Croatian Forestry Association, meetings and conclusions of the Managing Board, annual and extraordinary meetings, announcements on the branches of the Association, etc.

All articles submitted to the Editorial Board for publication must be written in Croatian, and scientific and specialist articles must be written in Croatian and English. Titles and subheadings must be translated into English or Croatian.

Documents must be prepared in standard A4 format, all margins should be 2.5 cm, and spacing should be 1.5. The font should be 12-point Times New Roman (notes – footnotes 10). The text itself should be in normal type, the titles in bold and capital letters, the subheadings in bold and small letters, and the authors in bold and small letters without titles. Footnotes should contain the name of the author together with titles, address and electronic address (e-mail). The pages must be numbered.

A manuscript with all its components, including tables, graphs, figures (drawings and photographs) and maps, should not exceed 15 pages. Manuscripts exceeding 15 pages must be approved for publication by editors and reviewers. The attached drawings, photographs and maps should be in high resolution.

All paper components should be in two languages (titles of components, table headings, units of measure, graph axes, figures, maps, photographs, legends and others) and the font should be 10-point Times New Roman (8-point size if necessary). The second language must be in italics. Places in the text where the components should be entered must be marked.

Manuscripts of scientific and specialist papers, written according to the above instructions and submitted to the Editorial Board of Forestry Journal, must contain an abstract in English (or in Croatian if the article is written in English). The abstract should allow easy indexation and abstraction and must contain all the key parts of the article: a part of the introduction, description of research topic, method of work, research results, and the essentials from the discussion and conclusions. The summary must give an indication of bilingual components – tables, graphs and figures (drawings and photographs) from the article.

Rules for reference lists:

Journal article: Last name, F., F. Last name, 2005: Title of the article, Journal abbreviated title, Volume number: p.-p., City of publication

Conference proceedings: Last name, F., F. Last name, 2005: Title of the article, In: M. Davies (ed), Title of the conference, Publisher, p.-p., City of publication

Book article: Last name, F, 2005: Title of the article or chapter, Title of the book, Publisher, p.-p. City of publication

Book: Last name, F, 2005: Title of the book, Publisher, xxxx p., City of publication

Dissertations and master's theses: Last name, F, 2003: Title, Dissertation (Master's thesis), Faculty of Forestry, Zagreb) (F. = Initial of the first name; p. = page)



Slika 1. Očenašica je 6–15 m visoko stablo široke krošnje. ■ Figure 1
Persian lilac is a tree with spreading crown, 6–15 m high.



Slika 2. Listovi su naizmjenični, dvostruko neparno perasto sastavljeni, 25–40 (–80) cm dugački. ■ Figure 2.
Leaves are alternate, odd-pinnate, bipinnate, 25–40 (–80) cm long.

Slika 1. Očenašica je 6–15 m visoko stablo široke krošnje. ■ Figure 1
Persian lilac is a tree with spreading crown, 6–15 m high.



Slika 3. Cvjetovi su dvospolni, uočljivi, mirisni, sitni, bijedoljubičasti, skupljeni u 10–25 cm dugačkim, uspravnim metlicama; cvjeta u travnju i svibnju. ■ Figure 3.
Flowers are bisexual, conspicuous, fragrant, small, pale purple, arranged in 10–25 cm long, erect panicles; flowering in April to May.



Slika 4. Plodovi su ukrasne, bijledožute, kuglaste, brašnjave, otrovne, 1,5 cm velike koštunice; dozrijevaju u listopadu i studenom, dugo se zadržavaju na stablu. ■ Figure 4.
Fruits are decorative, light yellow, globose, mealy, poisonous drupes, 1.5 cm in diameter; maturing in October to November, long persistent.

***Melia azedarach* L. – očenašica, indijska melija, indijski jorgovan (Meliaceae)**

Očenašica pripada porodici mahagonijevki, koja sadrži oko 50 rodova i 700 vrsta drveća i grmlja rasprostranjenih u tropskom i subtropskom pojusu. Vrste iz rodova *Toona*, *Swietenia* i *Entandrophragma* važan su izvor vrijednog drveta, mahagonija. Očenašica je listopadna, jednodomna, entomofilna, ornitohorna vrsta drveća, autohtona u južnoj i jugoistočnoj Aziji i Australiji. Brzorastuća je ukrasna vrsta drveća kratkoga životnoga vijeka, koja brzo može osigurati gusti hlad. U tropskom, subtropskom i toplov umjerenoj pojusu često se sadi, ili je naturalizirana ili invazivna vrsta. Hrvatski naziv očenašica, kao i engleski naziv *bead tree* (stablo perlji) potječe od korištenja tvrdih, bridastih koštica za izradu krunica i ogrlica. Ekstrakti ove vrste koriste se za različite medicinske namjene. Očenašica je vrlo tolerantna na vrućinu, sušu i teške edafske uvjete. U Hrvatskoj se često uzgaja kao ukvana vrsta u mediteranskom području.

***Melia azedarach* L. – Persian Lilac, Pride-of-India, African Lilac, Chinaberry, White Cedar, Bead Tree, China Berry (Meliaceae)**

Persian lilac belongs to the mahogany family, which comprises about 50 genera and 700 species of trees and shrubs native to tropical and sub-tropical regions. Species of the genera *Toona*, *Swietenia* and *Entandrophragma* are important source of high-quality timbers, traded as mahogany. Persian lilac is a deciduous, monoecious, entomophilous, ornithochorous tree native to south and southeastern Asia and Australia. It is a fast-growing, short-lived ornamental tree, which can quickly provide dense shade. It is often planted, naturalized or invasive in tropical, sub-tropical and warm temperate regions. Its common name *bead tree* derives from the hard, ridged stones that were used for making rosaries and necklaces. Extracts of the plant have been used for various medical purposes. It is highly tolerant of heat, drought, and poor soil conditions. In Croatia Persian lilac is often cultivated as an ornamental tree in the Mediterranean region.