

ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB

11-12

GODINA CXLIV
Zagreb
2020



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
174. godina djelovanja
19 ogranača diljem Hrvatske
oko 2800 članova

ŠUMARSKI LIST
14038 osoba
22364 biografskih činjenica
14810 bibliografskih jedinica

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA
4336 naslova knjiga i časopisa
na 26 jezika od 2938 autora
izdanja od 1732. do danas



Naslovna stranica – Front page:

Park šuma Laudonov gaj, Kravsko polje, Lika, Hrvatska (Foto: Mandica Dasović)
Laudonov Gaj Park Forest, Kravsko polje, Lika, Croatia (Photo: Mandica Dasović)

Naklada 1660 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
Finansijska 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
Tisk: 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 Vlainić, 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. Darko Bakšić,

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,

Opća i krajobrazna ekologija, općekorisne funkcije šuma –
General and landscape ecology, Non-Wood Forest Functions

Doc. dr. sc. Damir Drvodelić,

Sjemenarstvo i rasadničarstvo –
Seed Production and Nursery Production

Izv. prof. dr. sc. Damir Barčić,

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:*

Izv. prof. dr. sc. Damir Ugarković,

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

3. Iskorištavanje 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*

Prof. dr. sc. Tomislav Sinković,

Nauka o drvu, Tehnologija drva –
WoodScience, Wood Technology

4. Zaštita šuma – Forest Protection

Prof. dr. sc. Boris Hrašovec,
urednik područja –field editor
Fitofarmacija u zaštiti šuma –
Plant protection products in forestry

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*

Dr. sc. Milan Pernek,
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

Izv. prof. dr. sc. Ante Seletković,
urednik područja –field editor
Daljinska istraživanja i GIS u šumarstvu
Remote Sensing and GIS in Forestry

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Mario Božić,
Izmjera šuma – *Forest Mensuration*

Doc. dr. sc. Mario Ančić,
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,
Šumarska politika i management – *Forest policy and management*

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 – Lecturer

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* 164 + 165 (001) https://doi.org/10.31298/sl.144.11-12.1 Poljak I., J. Vukelić, A. Vidaković, M. Vuković, M. Idžočić Varijabilnost populacija običnoga bora (<i>Pinus sylvestris</i> L.) na području sjeverozapadnoga dijela Male Kapele prema morfološkim obilježjima iglica i česera – Variability of the populations of Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.) in the northwestern part of Mala Kapela according to the morphological characteristics of the needles and cones.....	539
UDK 630* 148.2 + 653 (001) https://doi.org/10.31298/sl.144.11-12.2 Slatki M., J. Kralj Habitat selection of secondary hole-nesting birds in riverine forests along Drava river in Croatia – Izbor staništa sekundarnih duplašica u poplavnim nizinskim šumama uz rijeku Dravu u Hrvatskoj	551
UDK 630* 164 (001) https://doi.org/10.31298/sl.144.9-10.4 Kose M., C. Ugurlu, O. Oncul, F. Demirci, I. Angin The use of sewage sludge and diatomite as growing medium in Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.) seedling production and evaluation of its land performance – Korištenje otpadnog mulja i diatomita kao medija u proizvodnji sadnica običnog bora (<i>Pinus sylvestris</i> L.) i procjena preživljavanja sadnica na terenu.....	559
UDK 630* 969 (001) https://doi.org/10.31298/sl.144.11-12.4 Mašić A. Žene u šumarstvu u Bosni i Hercegovini – Women in forestry in Bosnia and Herzegovina.....	565
UDK 630* 161 (001) https://doi.org/10.31298/sl.144.11-12.5 Pilipović A., M. Drekić, S. Stojnić, N. Nikolić, B. Trudić, M. Milović, L. Poljaković-Pajnik, M. Borišev, S. Orlović Physiological responses of two Pedunculate oak (<i>Quercus robur</i> L.) families to combined stress conditions – drought and herbivore attack – Fiziološki odgovor dvije familije hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.) na kombinaciju stresa – suša i defolijatori	573
UDK 630* 164 + 232.3 (001) https://doi.org/10.31298/sl.144.11-12.6 Popović V., A. Lučić, I. Kerkez Janković, Lj. Rakonjac, S. Bogdan Varijabilnost svojstava plodova kod provenijencija divlje trešnje (<i>Prunus avium</i> L.) u Srbiji – Variations in fruit traits of Wild cherry (<i>Prunus avium</i> L.) provenances in Serbia	585

Pregledni članci – Reviews

UDK 630* 232.3 https://doi.org/10.31298/sl.144.11-12.7 Drvodelić D., M. Oršanić, M. Grahovac-Tremski Rasadnička proizvodnja šumskih voćkarica u rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. – Nursery production of forest fruit trees in nurseries of Croatian forests d.o.o.....	597
--	-----

Zaštita prirode – Nature protection

Arač, K.:
Mali žalar (*Calidris minuta* Leisler) 607

Kranjčev R.:
Zapis iz hrvatskih šuma (7)
Šumski dragulji, ekologija 608

Priznanja i nagrade – Recognitions and rewards

Baričević, D.:
Prof. dr. sc. Joso Vukelić
professor emeritus Sveučilišta u Zagarebu 610

Znanstveni i stručni skupovi – Scientific and professional meetings

Pentek, T.:
Kratki prikaz stručnog skupa „Politike i zakonodavstvo EU i RH u potrajanom gospodarenju
šumama – izazovi i posljedice“ 611

Knjige i časopisi – Books and journals

Glavaš, M.:
Dario Kremer i Krešimir Čulinović
Drveće i grmlje nacionalnog parka „Plitvička jezera“ slikovni vodič 616

In memoriam

Vlainić, O.:
Prof. Anica Mrzljak, dipl. ing. šum.
(29. svibnja 1931. – 22. kolovoza 2020.) 618

Dasović, M.:
Tomislav Rukavina, dipl. ing. šum.
(6. lipnja 1936. – 24. lipnja 2020.) 619

Glavaš, M.:
Viktor Lochert, dipl. ing. šum.
(1940.–2020.) 620

Perić, S.:
Dr. sc. Stevo Orlić
(1934.–2020.) 622

RIJEČ UREDNIŠTVA

GRADNJA KANALA DUNAV-SAVA I ZELENA TRANZICIJA EU

Nedavno je ponovo aktualizirana gradnja Kanala Dunav-Sava (izvor Glas Slavonije), o čemu se razgovaralo i na zadnjoj sjednici Savjeta za Slavoniju, Baranju i Srijem, gdje je župan Galić podržao gradnju kao strateški projekt Hrvatske, o čemu pak Grad Vukovar ima suprotno mišljenje, kao i šumarska struka. Suglasni smo s mišljenjem da to nije javni interes, nego interes privatnog kapitala kojega podržava građevinski lobi, koji želi zaradivati na gradnji i kasnjem održavanju. O Kanalu se nije raspravljalo od lipnja 2018. god. kada ga je Skupština Vukovarsko-Srijemske županije nakon rasprave izostavila iz Razvojne strategije.

Proteklih godina više skupova smo održali na temu Kanala Dunav-Sava. Da se podsjetimo: planirana trasa kanala je duljine je 61,4 km od Dunava od Vukovara do Save kod Šamca, podijeljena u četiri posebne dionice: Dunavsko područje, Nuštarska greda, Središnji dio i Savsko područje. Širina dna kanala je 34 m, vodnog lica 58 m i dubina vode 4 m. Kod izgradnje samog kanala bit će potrebno izgraditi: dva pristaništa (Vinkovci i Cerna), dvije crpne stanice, četiri ustave, dva derivacijska kanala, jedan sifon, četiri željeznička mosta, sedamnaest cestovnih mostova, jedan pješački most (Cerna), devet križanja trase kanala s cjevovodom (naftovod, plinovod, vodovod, kanalizacija, telekomunikacija), šesnaest križanja s dalekovodima različitog napona. U okviru rasprave o kanalu, između ostalog, prigovor je bio kako je gradnja kanala u odnosu na prostor prikazana samo za kuće na samoj trasi, no isto toliko kuća će biti uklonjeno u kontaktnoj zoni, kao i u stvarnoj zoni kanala (97 samim kanalom i 88 u kontaktnej zoni). To dokazuje da zahvati u krajolik i naselja ne nastaju samo gradnjom kanala Dunav-Sava, „već i opsežnim popratnim mjerama izvan zone kanala i vjerojatno daleko dalje (planirane mjere odvodnjanja i navodnjavanja)“. Dakle, može se polaziti od toga, da će odgovarajućem naseljenom prostoru biti pogoden i drugi djelovi krajolika, kao što su šume i poljoprivredno područje. Prostorni plan se o tome uopće ne izjašnjava.

Već od njava moguće gradnje kanala, Hrvatsko šumarsko društvo suprotstavilo se tom projektu zbog pogubnog utjecaja na šumski ekosustav, posebice na Spačvansku šumu najveći hrasta lužnjaka najveću u Europi. Upozoravali smo da će se prokapanjem kanala poremetiti režim podzemnih voda o kojima ovise šume Spačvanskog i Bosutskog bazena, koje su pak usko povezane s globalnom promjenom klime. Za pouzdane rezultate u tome području istraživanja po-

trebni su određeni vremenski nizovi stvarnoga mjerena u današnjem razdoblju uočenih klimatskih promjena, kako bi se dobili pouzdani rezultati. „Kako te šume ovise o hidrogeološkim okolnostima u rijekama i njihovom dinamičnom vodnom režimu, prostorni plan se mora izjasniti o sveukupnom povezanom šumskom ekosustavu i o njegovom odnosu prema vodi. Izabrani linearni isječak od 10.600 ha nije dovoljan za prikaz i ne odgovara ekološkim okolnostima“. Isto tako, opskrbu pitkom vodom (Regionalna opskrba podzemnih voda «Gundinci-Babina Greda») treba također tretirati kao posebno vrijednim zaštite. „Kanal ugrožava to strateški osobito važno mjesto za uzimanje pitke vode, uključivši i njegovo prostorno veliko obuhvatno područje, bez davanja točnih podataka“. Pitanje navodnjavanja poljoprivrednih površina, ekološki opravданo, pa i troškovno povoljnije, bolje je riješiti gravitacijom iz akumulacija na Psunju i Papuku.

Na mnoga pitanja taj projekt nije dao odgovore, posebice nije poznato kako će gradnja kanala utjecati i na kontaktne područja izvan projekta. Stručnjaci postavljaju pitanje: da li je izgradnja uopće svrshodna i moguća te kakvo gospodarsko značenje ima za Hrvatsku? „1.) Hrvatska već ima povoljno stajalište u međunarodnom rječnom brodarskom prometu (Vukovar) i 2.) jer bi gradnja kanala poticala konkureniju kroz bosanske luke na Savi. I za tu točku je prije utvrđivanja plana potrebna analiza troškovi - korist. Stručnjaci se pitaju zašto bi Hrvatska potrošila 600 milijuna eura za priklučak inozemnih luka uz Dunav i time sama sebi stvorila konkureniju? Zar nije bolje voziti željeznicom direktno od Vukovara za Zagreb, Rijeku ili Ploče, a ne najprije za Bosanski Šamac ili Brčko brodom, a od tamo željeznicom“. Svakako, nas najviše zanima što će biti s našim naj vrijednijim nizinskim šumama kada padne razina podzemnih voda, njihov osnovni hidrološki čimbenik. Šumarski stručnjaci su suglasni da će se primjerice šume Spačvanskog bazena, posebice one starije (dakle najkvalitetnije) osušiti, jer korjenov sustav hrasata lužnjaka neće moći doseći novu razinu podzemne vode. Dakle „nove priče“ o Kanalu Dunav-Sava poziv su da se ponovo uključimo u argumentiranu raspravu, kako bi zaštitili naše naj vrijednije nizinske šume. To je osnovni problem, kompatibilan upravo s novoprivaćenom Zelenom tranzicijom UN, ugrađenom nedavno i u Nacionalnu strategiju razvoja.

Uredništvo

EDITORIAL

THE CONSTRUCTION OF THE DANUBE – SAVA CANAL AND THE EU GREEN TRANSITION

The plan to construct the Danube - Sava Canal (source: Glas Slavonije) has recently been put back on the agenda. The topic was discussed at the last session of the Council for Slavonia, Baranja and Srijem, at which occasion Mr Galić, the District Prefect, favoured the construction as a Croatian strategic project. However, the City of Vukovar as well as the forestry profession have an opposite opinion. We maintain that the project is not in public interest; rather, it is in the interest of private capital supported by the construction lobby, which wants to make profit on the construction and the subsequent maintenance of the Canal. The topic of the Canal had not been discussed since June 2018, when, after a lengthy discussion, the Assembly of the Vukovar-Srijem County omitted it from the Developmental Strategy.

Several conferences have been held on the topic of the Danube - Sava Canal in recent years. Here are some facts: the planned route of the Canal is 61.4 km from the River Danube at Vukovar to the River Sava at Šamac and is divided into four separate sections: the Danube region, the Nuštar Microelevation, the Central Part and the Sava Region. The width of the Canal is 34 m, the water face is 58 m and the water depth is 4 m. The following will have to be constructed: two docks (Vinkovci and Cerna), two pumping stations, four dams, two derivation canals, one siphon, four railway bridges, seventeen road bridges, one footbridge (Cerna), nine crossings of the canal route with pipelines (oil pipeline, gas pipeline, water supply, sewerage, telecommunications), sixteen crossings with transmission lines of different voltages.

Within the discussion of the canal, it was pointed out among other things that in relation to the space, the construction of the canal was only presented for the houses on the route itself. However, almost as many houses will have to be removed from the contact zone as from the actual canal zone (96 houses by the canal itself and 88 houses in the contact zone). This shows that interventions in the landscape and the settlements will not be restricted only to the construction of the Danube - Sava Canal, but “through massive additional measures will extend outside the Canal zone and probably far beyond (planned drainage and irrigation)”. Thus, it can be assumed that other parts of the landscape in the populated area, such as forests and agricultural land, will also be affected. Yet, there is no mention of this in the spatial plan at all.

Ever since the first mention of the possible construction of the canal, the Croatian Forestry Association has opposed this project due to its detrimental impact on the forest ecosystem, and in particular on the Spačva Forest, the largest forest of pedunculate oak in Europe. We have pointed out again and again that the digging of the canal will disrupt the groundwa-

ter regime on which the forests in the Spačva and Bosut basin depend and which are closely linked to the global climate change. In order to obtain reliable results in this area of research, certain time series or actual measurements are required in the present period of the observed climate changes. “As these forests depend on hydrogeological circumstances in the rivers and on their dynamic water regimes, the spatial plan must clearly state the overall interrelated forest ecosystem and its relationship with the water. The selected linear clip of 10,600 ha is not sufficient for the illustration and does not correspond to ecological circumstances”. In addition, the supply of potable water (Regional groundwater supply of «Gundinci - Babina Greda») should also be treated as particularly valuable for protection. “The Canal jeopardizes this strategically important drinking water supply, including its extensive spatial area, without providing accurate data”. It is more ecologically justified and cost efficient to solve the problem of irrigating agricultural areas with gravity from the reservoirs on Psunj and Papuk. F12

Many of the questions related to the project have remained unanswered, in particular those of how the construction of the Canal will affect the contact zones outside the project. Experts wonder whether the construction of the Canal is at all purposeful and possible and what economic importance it will have for Croatia, because “1) Croatia already has a favourable position in international river shipping transport (Vukovar) and 2), the construction of the Canal would encourage competition through Bosnian ports on the River Sava. A cost-benefit analysis is needed prior to determining the plan. Experts are also asking why Croatia should spend 600 million Euro to connect foreign ports along the Danube and thus create competition for itself. Is not it better to run the railway directly from Vukovar to Zagreb, Rijeka or Ploče, rather than first ship to Bosanski Šamac or Brčko, and then continue from there by railway?” What we are most interested in is what will happen to Croatia’s most valuable lowland forests when the level of groundwater, their basic hydrologic factor, drops. Forestry experts express uniform opinion that the forests of the Spačva basin, for example, especially the older ones (therefore, the best quality ones), will dry, because the root system of pedunculate oak will not be able to reach the new groundwater levels.

Therefore, the “new tales” of the Danube - Sava Canal are an invitation to re-engage in well argued debates aimed at protecting our most valuable lowland forests. This is the basic problem compatible with the newly adopted UN Green Transition, which was recently incorporated in the National Development Strategy.

VARIJABILNOST POPULACIJA OBIČNOGA BORA (*Pinus sylvestris* L.) NA PODRUČJU SJEVEROZAPADNOGA DIJELA MALE KAPELE PREMA MORFOLOŠKIM OBILJEŽJIMA IGLICA I ČEŠERA

VARIABILITY OF THE POPULATIONS OF SCOTS PINE (*Pinus sylvestris* L.) IN THE NORTHWESTERN PART OF MALA KAPELA ACCORDING TO THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NEEDLES AND CONES

Igor POLJAK¹, Joso VUKELIĆ², Antonio VIDAKOVIĆ¹, Marijan VUKOVIĆ³, Marilena IDŽOJTIĆ^{1*}

SAŽETAK

U radu je istražena morfološka varijabilnost populacija običnoga bora na području sjeverozapadnoga dijela Male Kapele. Raznolikost i strukturiranost populacija utvrđena je na osnovi deset mjernih morfoloških značajki iglica i češera, pri čemu su korištene deskriptivne i multivarijatne statističke metode. Provedenim istraživanjem utvrđena je niska varijabilnost morfoloških značajki, a razlike između stabala unutar populacija, kao i između populacija, potvrđene su za većinu istraživanih svojstava. Unutarpopulacijska varijabilnost bila je veća nego međupopulacijska, osim za značajke širina iglice, dužina češera i širina štitica. Istraživanjem je potvrđen i trend variranja populacija po ekološkom principu, kao i specifičan gradijent, odnosno promjena u morfološkoj varijabilnosti s obzirom na promjenu nadmorske visine. Populacije s nižih nadmorskih visina imale su manje češere u odnosu na populacije s viših nadmorskih visina. Osim toga, pionirski karakter običnoga bora u kojega ponekad vrlo mali broj jedinki sudjeluje u osnivanju novih populacija, rezultirao je malom varijabilnošću populacija te njihovom velikom diferencijacijom na tako malom području.

KLJUČNE RIJEČI: četinjače, obični bor, morfometrijska analiza, unutarpopulacijska varijabilnost, međupopulacijska varijabilnost, genetički drift

UVOD INTRODUCTION

Rod *Pinus* L. (borovi) pripada porodici Pinaceae i obuhvaća oko 110 vrsta (Kaundun i Lebreton 2010; Farjon 2005,

2010), odnosno 119 vrsta (WFO 2020), što ga čini najbrojnijim rodom među golosjemenjačama. Borovi su vazdazelene, smolaste, jednodomne vrste drveća, rjeđe grmova. Dominantno su rasprostranjeni na sjevernoj hemisferi, dok tek nekoliko vrsta raste na južnoj hemisferi u suptropskim

¹ Doc. dr. sc. Igor Poljak, prof. dr sc. Marilena Idžojetić, Antonio Vidaković, mag. ing. silv., Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska cesta 23, 10000 Zagreb, Hrvatska.

² Prof. dr. sc Joso Vukelić, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska cesta 23, 10000 Zagreb, Hrvatska

³ Marijan Vuković, univ. bacc. ing. silv.

*Korespondencija (E-mail: midzotic@sumfak.hr)

i tropskim područjima Srednje Amerike i Azije (Farjon 1984; GausSEN i sur. 1993; Ioannou i sur. 2014). U Europi je autohtono 12 vrsta borova (Cheddadi i sur. 2006) od kojih prema Vidakoviću (1993) pet raste u Hrvatskoj.

Obični ili bijeli bor (*Pinus sylvestris* L.) je do 27 (40) m visoko stablo, karakteristične crvenkastosmeđe i ljuskave kore u gornjem dijelu debla i modrozelenih i uzdužno usukanih iglica (Houston-Durrant i sur. 2016). Zbog svog lako obradivog drveta, dobrih mehaničkih svojstava i drugih drvnih i nedrvnih koristi, gospodarski je vrlo važna vrsta, poglavito na sjeveru Europe (Csaba i sur. 2004). Najrasprostranjenija je vrsta bora, a raste u Europi i Aziji (Vidaković 1993; Eckenwalder 2009; Houston-Durrant i sur. 2016), od Škotske i Skandinavije na sjeveru do Pirenejskog poluotoka, s izoliranim nalazištima na jugu i u središnjem dijelu Španjolske, zatim u južnoj i srednjoj Europi te na Balkanskom poluotoku do sjevera Grčke. U Aziji dolazi do središnje Turske, gdje mu je južna granica rasprostranjenosti, zatim do Kavkaza te do sjeverne Mandžurije i Ohotskog mora. Ovisno o geografskoj širini, raste od razine mora na krajnjem sjeveru pa sve do 2700 m nadmorske visine na Kavkazu i u Turskoj (Vidaković 1993; Houston-Durrant 2016). Na Balkanskom poluotoku raste u gorskim i planinskim područjima do 2200 m nadmorske visine (Idžočić 1996; Ballian i sur. 2019).

Obični bor je pionirska vrsta koja pretežno raste na siromašnim, pjeskovitim tlima, tresetištima i rubovima šuma, dok na plodnjim tlima često bude potisnut običnom smrekom ili listopadnim vrstama (Csaba i sur. 2004). Tolerira različite uvjete vlažnosti tla, od močvarnih do pjeskovitih suhih tala, a na prirodnim staništima često raste zajedno s vrstama iz rodova *Alnus* Mill., *Betula* L. i *Populus* L. (Richardson i Rundel 1998), no zna tvoriti i čiste jednodobne sastojine. Prema Ballianu (2019), u nizinama sjeverne Njemačke, Poljske i Švedske te u rusko-sibirskim šumama nalaze se optimalni uvjeti za rast i razvoj običnoga bora.

Veliko područje prirodne rasprostranjenosti običnoga bora, kao i njegova izuzetna prilagodljivost ekstremnim stanišnim i ekološkim uvjetima (Boratynski 1993) rezultat je velike varijabilnosti ove vrste drveća. Reliktni karakter i izoliranost populacija običnoga bora na području Iberijskoga (GausSEN 1960; Rubiales i sur. 2010; Prus-Głowacki i sur. 2012) i Balkanskoga poluotoka (Molotkov i Patlaj 1991; Vidaković 1993) te odvojenost južnih od borealnih populacija (GausSEN 1960; Mirov 1967) u konačnici je rezultirala opisivanjem različitih taksonomske jedinice, ekotipova i rasa. Usprkos velikom broju morfometrijskih i molekularnobioloških istraživanja unutarvrsne varijabilnosti *P. sylvestris* L. *sensu latissimo* kompleksa (Korshikov i sur. 2005; Marczysiać 2006; Belletti i sur. 2012; Prus-Głowacki i sur. 2012; Lesiczka i sur. 2017; Łabiszak i sur. 2017; Hebda i sur. 2017;

Batkhuu i sur. 2020), taksonomska struktura još uvijek predstavlja nepoznanicu. Novija molekularna istraživanja potvrđuju postojanje četiri skupine populacija običnoga bora (Dering i sur. 2017), a rezultati tih istraživanja približno se podudaraju s prije definiranim refugijima (Huntley i Birks 1983; Naydenov i sur. 2007; Pyhäjärvi i sur. 2008; Sinclair i sur. 1999). Razlike između reliktnih populacija iz južne Europe i jugozapadne Azije potvrđene su i morfometrijskim metodama (Jasińska i sur. 2014). Isto tako, morfološke značajke iglica i češera uspješno su korištene i za utvrđivanje unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti običnoga bora na manjim područjima (Staszekiewicz 1963; Bobowicz i Radziejewska 1989; Bobowicz i Korczyk 1994; Boratyńska i Hinca 2003; Urbaniak i sur. 2003; Androsiuk i Urbaniak 2006; Lesiczka i sur. 2017; Köbölkuti i sur. 2017; Batkhuu i sur. 2020).

Prema Farjonu (2010) i WFO (2020), tri su varijeteta običnoga bora: var. *sylvestris*, var. *hamata* Steven i var. *mongolica* Litv. Tipični varijetet rasprostranjen je u Europi i Aziji, od sjeverne Španjolske i Škotske na zapadu do ruskog dalekog istoka te od Laponije na sjeveru do Turske na jugu. Ovom varijetetu pripadaju i hrvatske populacije običnoga bora. Drugi varijetet, var. *hamata*, rasprostranjen je na Krimu, Kavkazu i u Turskoj, a treći varijetet, var. *mongolica*, u istočnom Sibiru, Kini i sjevernoj Mongoliji (vrlo rijetko).

U Hrvatskoj, obični bor prirodno nalazimo samo na Maloj Kapeli (nedaleko od Plitvičkih jezera) i nešto malo u dolini rijeke Kupe (Gorski kotar). Na području Male Kapele tvori šumsku zajednicu običnoga bora i crnoga kukurijeka (*Helleborus nigri-Pinetum sylvestris* Horvat 1958). Navedena zajednica je reliktnoga karaktera, a u njoj od prirode rastu i obični i crni bor (*Pinus nigra* Arnold). Prisutnost običnoga bora u širem području Plitvičkih jezera povezana je s njegovom migracijom prema jugu tijekom ledenog doba, gdje je upravo na graničnom području prema Sredozemlju došao u dodir s crnim borom (Vukelić 2012). Stanište ove zajednice na obroncima Male Kapele dolomitne su rendzine na nadmorskoj visini od 700 do 1000 m. O reliktnim sastojinama običnoga bora na ogulinskom području pišu i Vucelić (1987) i Nežić (1987). Navedeni autori ističu da su sastojine običnoga bora na sjeverozapadnom području Male Kapele ostaci nekada široko rasprostranjenijih borovih šuma. Zbog antropogenih utjecaja stanje ovih šuma je narušeno, a mjestimično su degradirane u pašnjake s vlasuljom i običnom borovicom. U smjesi osim običnoga bora sudjeluju i smreka i jela, posebice na dubljim tlima u dolina. Na tim staništima bor ima meliorativni karakter i popravlja svojstva tla, što omogućuje naseljavanje ostalih vrsta iz klimazonalne šume bukve i jele.

Iako je obični bor s gospodarskog stajališta značajna i vrijedna vrsta, sastojine običnoga bora u Hrvatskoj ipak imaju veću prirodoznanstvenu važnost. U Hrvatskoj do sada nije

bilo istraživanja raznolikosti populacija običnoga bora, a glavni ciljevi ovoga rada bili su: (A) utvrditi unutarpopulacijsku i međupopulacijsku varijabilnost običnoga bora na području sjeverozapadnoga dijela Male Kapele; (B) testirati zavisnost morfološke varijabilnosti iglica u odnosu na morfološku varijabilnost češera; (C) testirati postoji li specifičan gradijent, odnosno promjena u morfološkoj varijabilnosti s obzirom na promjenu nadmorske visine; i (D) utvrditi sličnost autohtonih hrvatskih populacija običnoga bora s populacijama običnoga bora iz južne Europe i jugozapadne Azije.

MATERIJAL I METODE

MATERIAL AND METHODS

Biljni materijal i istraživane značajke iglica i češera – Plant material and needle and cone characters studied

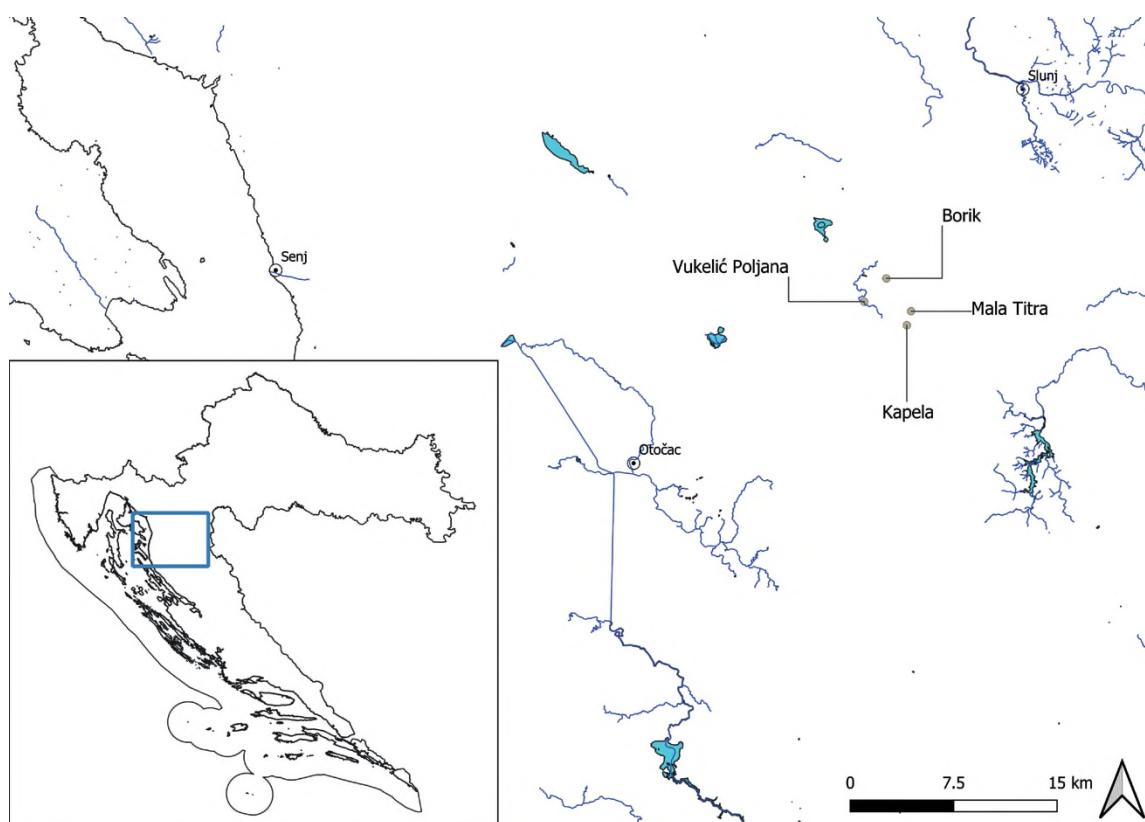
Materijal za morfometrijsku analizu sakupljen je u četiri prirodne populacije običnoga bora na sjeverozapadnom dijelu Male Kapele (slika 1). Populacije obuhvaćene istraživanjem bile su: Borik, Kapela, Vukelić Poljana i Mala Titra. Biljni materijal sakupljen je u ožujku 2020. godine. Svaka populacija predstavljena je s po 10 stabala, a svako stablo s po 30 iglica i 30 češera. Iglice su sakupljene s prošlogodišnjih izbojaka, a češeri sa stabla.

Iglice su skenirane A3 skenerom (MICROTEK ScanMaker 9800XL) pri čemu je korištena razlučivost od 600 dpi (TIF datoteka). Nakon skeniranja, izmjerene su softverskim paketom WINFOLIA PRO (2005) korištenjem opcije Leaf Morphology (slika 2). Točnost mjerena iznosi 0,1 mm, a za svaku iglicu određena je dužina iglice (NL) i njezina najveća širina (NW). Osim toga, korištenjem opcije Interactive Measurements određena je i dužina rukavca (NSL).

Digitalnim pomicnim mjerilom određene su sljedeće morfološke značajke češera (slika 2): dužina češera (CL), najveća širina češera (CW), dužina stapke (SL), visina štitica (AL), širina štitica (AW) i dužina mjerena od sredine grbice do vrha štitica (DAU). Osim toga, za svaki češer određen je i ukupni broj češernih ljsaka (CSN).

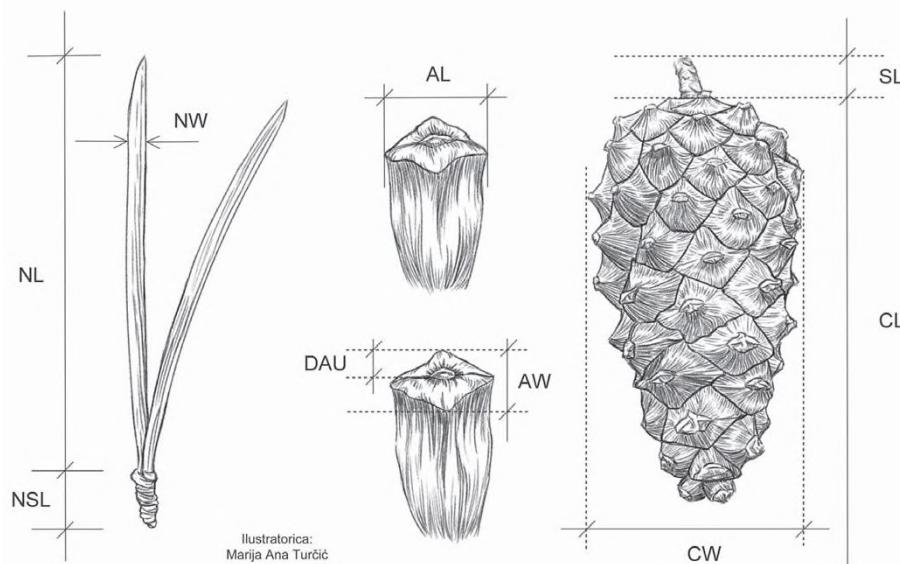
Statističke analize – Statistical analyses

Mjerenje morfološke značajke prikazane su deskriptivnim statističkim parametrima, pri čemu su korišteni standardni algoritmi deskriptivne statističke analize (Sokal i Rohlf 2012). Podaci su prikazani sljedećim univariatnim statističkim parametrima: aritmetička sredina (M), standardna devijacija (SD) i koeficijent varijabilnosti (CV). Odnos između mjerene značajki češera i iglica te između mjernih značajki i nadmorske visine utvrđen je Pearsonovim koeficijentom korelacije.



Slika 1. Uzorkovane populacije: Borik (540-641 mnv); Kapela (770-820 mnv); Mala Titra (730 mnv); Vukelić Poljana (490 mnv).

Figure 1. Sampled populations: Borik (540-641 masl); Kapela (770-820 masl); Mala Titra (730 masl); Vukelić Poljana (490 masl).



Slika 2. Mjerene značajke iglice i češera: NL (dužina iglice); NW (širina iglice); NSL (dužina rukavca); CL (dužina češera); CW (širina češera); SL (dužina stabke); AL (dužina štitica); AW (širina štitica); DAU (udaljenost od sredine grbice do vrha štitica).

Figure 2. Measured needle and cone traits: NL (needle length); NW (needle width); NSL (basal sheath length); CL (cone length); CW (cone width); SL (cone stalk length); AL (length of cone scale apophysis); AW (width of cone scale apophysis); DAU (distance between umbo and scale top).

Za utvrđivanje unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti korištena je univariatna analiza varijance (ANOVA). Analizirani faktori varijabilnosti bili su populacija i stablo, na način da je faktor stablo ugniježđen unutar faktora populacija. Da bi se dobio uvid u zastupljenost pojedinih istraživanih izvora varijabilnosti u ukupnoj varijanci (između populacija, između stabala unutar populacije, unutar stabla) korištena je REML metoda (*Restricted Maximum Likelihood Method*). Navedene statističke analize provedene su pomoću statističkog programa STATISTICA 8.0 (StatSoft, Inc. 2001).

Kako bi se utvrdilo koje se točno populacije međusobno signifikantno razlikuju za pojedina mjerena svojstva (za koja su prethodno provedenom analizom varijance dobivene vrijednosti signifikantnosti iznosile 0,01) provedeno je i *post hoc* testiranje Fisherovim multiplim testovima (LSD) za sve parove populacija.

Kako bi se dodatno pojasnio trend variranja populacija korištene su multivariatne statističke metode – klasterska i kanonička diskriminantna analiza. Ulagani podaci u multivariatnim statističkim metodama prethodno su standar-dizirani *z-score* metodom, a prilikom obrade podataka korišten je softverski program R v.3.2.2 (R Core Team, 2016) pri čemu su korištene funkcije iz "MorphoTools" R scripts (Koutecký 2015).

Diskriminantna analiza korištena je za određivanje morfoloških značajki koje najbolje razlikuju četiri istraživane populacije običnoga bora na području sjeverozapadnoga dijela Male Kapele.

U klasterskoj analizi korištene su aritmetičke sredine populacija, a autohtone populacije uspoređene su s ostalim evropskim i zapadnoazijskim populacijama običnoga bora, pri čemu su korišteni rezultati koje objavljaju Jasińska i sur. (2014). Provedenom klasterskom analizom dobiveno je horizontalno hijerarhijsko stablo, pri čemu je za udruživanje *cluster-a* korištena UPGMA metoda (*Unweighted Pair Group Average Method*), a za definiranje udaljenosti između istraživanih objekata Euklidska udaljenost.

REZULTATI RESULTS

Rezultati provedene deskriptivne statističke analize prikazani su u tablici 1. Najduže iglice bile su svojstvene populaciji Kapela, a najkraće i najdeblje populaciji Mala Titra. Populacija Vukelić Poljana odlikovala se prosječno najmanjim češerima i najkraćim stapkama. Isto tako, populaciju Vukelić Poljana karakterizira je i najmanji prosječni broj češernih ljsaka po češeru. Prosječno najveći broj češernih ljsaka po češeru utvrđen je za populacije Kapela i Mala Titra.

Pearsonovim koeficijentom korelacije utvrđena je pozitivna korelacija između svih mjerjenih značajki češera te između broja češernih ljsaka (CSN) i dužine i širine češera (CL, CW). Isto tako, statistički značajna pozitivna korelacija utvrđena je i između dužine rukavca (NSL) i dužine i širine iglice (NL, NW). U tablici 2 je vidljivo da je samo jedna značajka češera, i to širina štitica (AW), u statistički značajnoj negativnoj korelaciji sa širinom iglice (NW). Iz iste ta-

Tablica 1. Parametri deskriptivne statistike za mjerene morfološke značajke.

Table 1. Descriptive statistical parameters for measured morphological traits.

Značajka Character	Deskriptivni pokazatelji Statistical parameters	Borik	Kapela	Mala Titra	Vukelić Poljana	Ukupno Total
NL	M (mm)	55,10	61,74	52,36	54,13	55,83
	SD (mm)	8,20	11,76	8,05	7,57	9,71
	CV (%)	14,89	19,05	15,38	13,99	17,40
NW	M (mm)	1,57	1,65	1,82	1,74	1,69
	SD (mm)	0,18	0,16	0,16	0,11	0,18
	CV (%)	11,26	9,81	9,08	6,31	10,65
NSL	M (mm)	3,81	3,65	4,23	3,68	3,85
	SD (mm)	0,76	0,72	0,57	0,51	0,69
	CV (%)	19,81	19,82	13,38	13,94	17,87
CL	M (mm)	45,89	43,34	43,39	35,46	42,02
	SD (mm)	6,10	8,28	5,41	5,61	7,55
	CV (%)	13,29	19,11	12,47	15,81	17,96
CW	M (mm)	21,41	22,02	21,42	18,63	20,87
	SD (mm)	3,14	3,24	2,01	2,51	3,06
	CV (%)	14,65	14,69	9,37	13,49	14,67
SL	M (mm)	9,52	9,25	9,12	8,14	9,01
	SD (mm)	1,89	1,52	1,51	1,84	1,77
	CV (%)	19,83	16,47	16,52	22,60	19,70
AL	M (mm)	9,38	8,65	8,30	7,75	8,52
	SD (mm)	1,23	1,18	0,89	0,86	1,21
	CV (%)	13,09	13,66	10,74	11,14	14,17
AW	M (mm)	8,44	7,50	6,90	6,82	7,41
	SD (mm)	1,17	0,98	0,75	0,81	1,14
	CV (%)	13,85	13,05	10,95	11,91	15,42
DAU	M (mm)	4,82	4,86	4,33	4,24	4,56
	SD (mm)	0,59	0,54	0,52	0,43	0,59
	CV (%)	12,29	11,21	11,97	10,11	13,00
CSN	M	76,24	80,43	80,12	70,84	76,91
	SD	8,58	8,12	7,24	7,90	8,86
	CV (%)	11,25	10,09	9,04	11,15	11,52

Tablica 2. Korelacijska analiza

Table 2. Correlation analysis.

	NV	NL	NW	NSL	CL	CW	SL	AL	AW	DAU	CSN
NV	1,00	0,26	0,01	0,17	0,42	0,49	0,26	0,21	0,05	0,29	0,53
NL	0,26	1,600	0,17	0,33	-0,03	0,09	0,01	0,03	0,02	0,15	0,30
NW	0,01	0,17	1,00	0,61	-0,16	-0,03	-0,18	-0,29	-0,43	-0,22	0,09
NSL	0,17	0,33	0,61	1,00	0,11	0,19	-0,03	0,03	-0,09	-0,06	0,22
CL	0,42	-0,03	-0,16	0,11	1,00	0,75	0,49	0,71	0,60	0,68	0,44
CW	0,49	0,09	-0,03	0,19	0,75	1,00	0,40	0,41	0,41	0,57	0,58
SL	0,26	0,01	-0,18	-0,03	0,49	0,40	1,00	0,46	0,53	0,48	0,22
AL	0,21	0,03	-0,29	0,03	0,71	0,41	0,46	1,00	0,82	0,81	-0,01
AW	0,05	0,02	-0,43	-0,09	0,60	0,41	0,53	0,82	1,00	0,71	-0,04
DAU	0,29	0,15	-0,22	-0,06	0,68	0,57	0,48	0,81	0,71	1,00	0,05
CSN	0,53	0,30	0,09	0,22	0,44	0,58	0,22	-0,01	-0,04	0,05	1,00

Statistički značajne vrijednosti prikazane su crvenom bojom.

Statistically significant values are displayed in red colour.

blice, vidljivo je da su dužina i širina češera (CL, CW), kao i broj češernih ljušaka (CSN) u statistički značajnoj pozitivnoj korelaciji s nadmorskom visinom.

Prema provedenoj analizi varijance, stabla unutar populacija signifikantno se razlikuju prema svim istraživanim svojstvima (tablica 3). Populacije se na razini signifikantnosti

Tablica 3. Rezultati univariatne analize varijance i komponente varijance.
Table 3. Results of univariate analysis of variance and variance components.

Značajka Character	Sastavnice varijance Variance components	df	F	Postotak varijabilnosti Percent of variation	P-vrijednost P-value
NL	Populacija	3	3,46	12,13	0,02622
	Stablo (Populacija)	36	37,08	47,98	0,00000
	Ostatak			39,89	
NW	Populacija	3	10,71	28,78	0,00003
	Stablo (Populacija)	36	20,65	28,19	0,00000
	Ostatak			43,03	
NSL	Populacija	3	4,91	11,65	0,00581
	Stablo (Populacija)	36	14,75	27,77	0,00000
	Ostatak			60,58	
CL	Populacija	3	11,00	30,13	0,00003
	Stablo (Populacija)	36	21,99	28,77	0,00000
	Ostatak			41,11	
CW	Populacija	3	5,81	19,21	0,00241
	Stablo (Populacija)	36	28,32	38,51	0,00000
	Ostatak			42,29	
SL	Populacija	3	2,71	7,07	0,05914
	Stablo (Populacija)	36	23,12	39,44	0,00000
	Ostatak			53,49	
AL	Populacija	3	8,37	26,08	0,00024
	Stablo (Populacija)	36	26,65	34,07	0,00000
	Ostatak			39,85	
AW	Populacija	3	10,50	35,05	0,00004
	Stablo (Populacija)	36	38,17	35,94	0,00000
	Ostatak			29,01	
DAU	Populacija	3	6,60	23,21	0,00114
	Stablo (Populacija)	36	34,05	40,25	0,00000
	Ostatak			36,54	
CSN	Populacija	3	6,04	20,01	0,00193
	Stablo (Populacija)	36	28,57	38,31	0,00000
	Ostatak			41,68	

Statistički značajne vrijednosti prikazane su crvenom bojom.

Statistically significant values are displayed in red colour.

0,01 razlikuju univariatno za svojstvo dužine i najveće širine češera (CL, CW), dužine i širine štitica (AL, AW), dužine mjerene od grbice do vrha štitica (DAU), dužine rukavca (NSL) i najveće širine iglice (NW) te broja češernih ljsaka (CSN). Na razini 0,05 razlikovanje je bilo signifikantno za dužinu iglice (NL). Razlikovanje populacija za svojstvo dužina stapke (SL) nije bilo statistički značajno.

Metodom najveće vjerodostojnosti (REML) dobiven je uvid u zastupljenost pojedinih izvora varijabilnosti u ukupnoj varijanci za sve istraživane varijable. Provedenom analizom utvrđeno je da komponenta ostatka za značajke širina iglice (NL), dužina rukavca (NSL), dužina i širina češera (CL, CW), dužina stapke (SL) i broj češernih ljsaka po češeru (CSN) zauzima najveći udio u ukupnoj varijabilnosti. Kao iznimka javljaju se varijable dužina iglice (NL) te širina štitica (AW) i dužina mjerena od sredine grbice do vrha štitica (DAU) gdje se pokazalo da je najveći udio varijabilnosti od

ukupne varijance uvjetovan varijabilnošću stabala unutar populacije. Osim toga, za većinu svojstava pokazalo se da je najmanji udio ukupne varijance uvjetovan varijabilnošću između populacija.

S obzirom na to da su rezultati provedene analize varijance pokazali da se populacije međusobno signifikantno razlikuju za većinu istraživanih značajki, provedeno je i *post hoc* testiranje Fisherovim multiplim testovima (LSD) za sve parove populacija kako bi se utvrdilo koje se točno populacije međusobno signifikantno razlikuju za pojedina mjerena svojstva (tablica 4). Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da se populacija Vukelić Poljana najviše razlikuje od ostale tri populacije na razini signifikantnosti od 0,01. Međusobno najsličnije populacije su Borik i Kapela, koje se razlikuju prema dužini iglica (NL) i dužini i širini štitica (AL, AW).

Tablica 4. Rezultati Fisherovog LSD testa.

Table 4. Results of the Fisher's LSD test.

	BORIK	KAPELA	MALA TITRA
KAPELA	NL, AL, AW		
MALA	NW, NSL, AL,	NL, NW, NSL,	
TITRA	AW, DAU	DAU	
VUKELIĆ	NW, CL, CW, AL,	NL, CL, CW, AL,	NSL, CL, CW,
POLJANA	AW, DAU, CSN	AW, DAU, CSN	CSN

Tablica 5. Sredine kanonskih varijabli.

Table 5 Means of canonical variables.

Populacija Population	Diskr. funkcija 1 Root 1	Diskr. funkcija 2 Root 2	Diskr. funkcija 3 Root 3
Borik	-1,208200	-1,635131	0,856625
Kapela	-2,151371	0,406826	-1,016612
Mala Titra	2,824230	-0,768013	-0,540779
Vukelić Poljana	0,535342	1,996318	0,700766

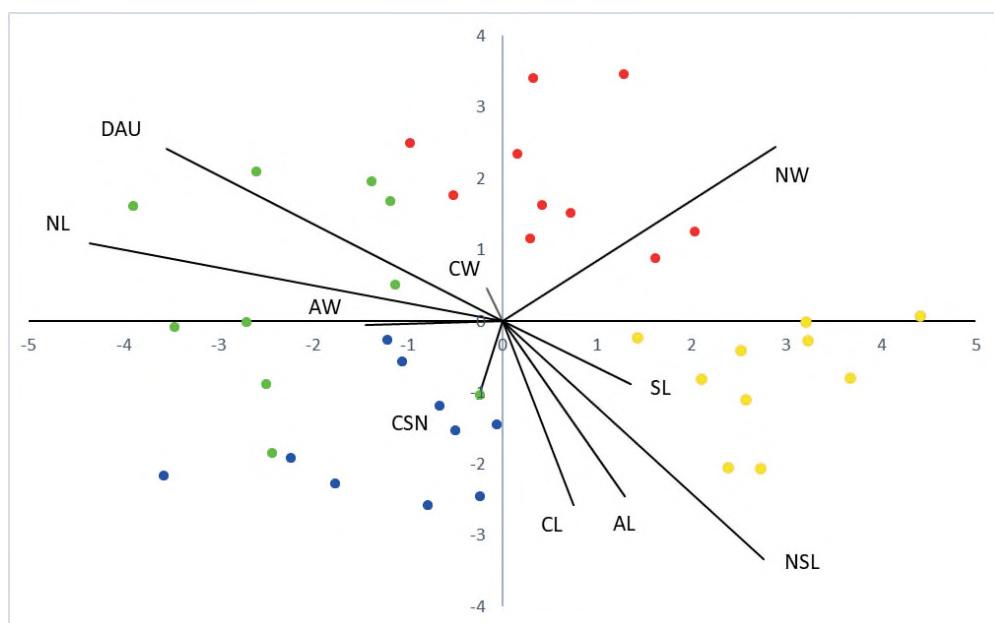
Tablica 6. Standardizirani koeficijenti kanonskih varijabli.

Table 6. Standardized coefficients for the canonical variables.

Značajka Character	Diskr. funkcija 1 Root 1	Diskr. funkcija 2 Root 2	Diskr. funkcija 3 Root 3
NL	-1,088268	0,274457	-0,249347
NW	0,720589	0,609834	-0,209525
NSL	0,690276	-0,435173	0,260484
CL	0,187431	-0,645261	0,029955
CW	-0,041473	0,113216	-0,369646
SL	0,339251	-0,221001	-0,247058
AL	0,323760	-0,613352	-0,177713
AW	-0,361785	-0,011331	0,8532580
DAU	-0,886898	0,606042	-0,400823
CSN	-0,064768	-0,270065	-0,444893
Svojstvena vrijednost Eigenvalue	3,986394	2,059526	0,708562
Kumulativna proporcija Cum. Prop.	0,590185	0,895097	1,000000

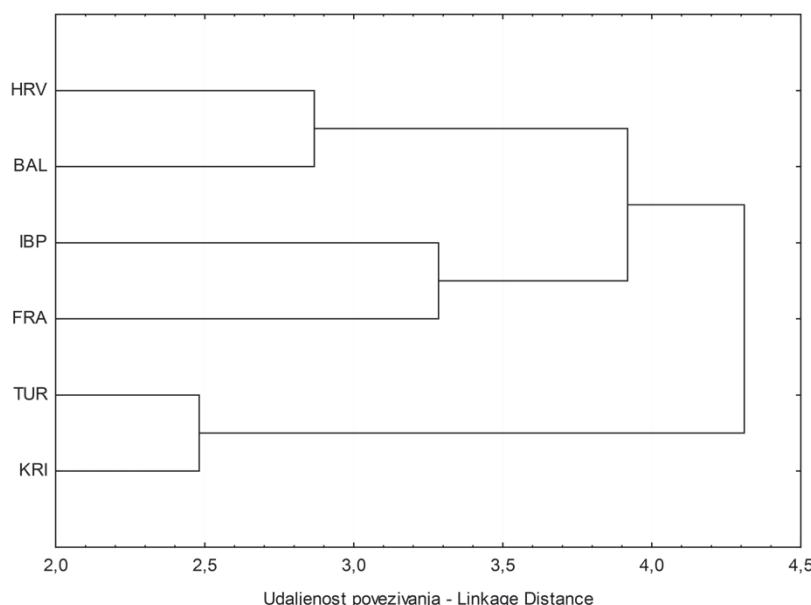
Cjelokupni rezultati diskriminantne analize nam ukazuju na činjenicu da je razlikovanje između istraživanih populacija signifikantno: Wilksova $\lambda = 0, 03836$; $F (30,79) = 5,4270$; $p < 0,0001$. Za 10 varijabla i četiri grupe kanoničkom analizom dobivene su tri diskriminacijske funkcije. Iz sredina kanoničkih varijabla vidljivo je da prva diskriminacijska funkcija najbolje razlikuje populaciju Mala Titra od populacije Kapela, odnosno od svih ostalih istraži-

vanih populacija (tablica 5). Iz tablice 6 vidljivo je da tom razlikovanju u najvećoj mjeri pridonose varijable: dužina iglice (NL), udaljenost od grbice do vrha štitca (DAU), širina iglice (NW) i dužina rukavca (NSL). Iz iste tablice, koja sadrži i svojstvene vrijednosti te kumulativni udio rastumačene varijabilnosti za svaku diskriminacijsku funkciju, može se vidjeti da prva diskriminacijska funkcija sadrži 59,0 % objasnijene varijabilnosti. Druga diskrimina-



Slika 3. Rezultati diskriminantne analize temeljeni za deset morfoloških značajki stabala običnoga bora prvih dviju diskriminantnih funkcija. Borik – plavi kružići; Kapela – zeleni kružići; Mala Titra – žuti kružići; Vukelić Poljana – crveni kružići.

Figure 3. Result of the discriminant analysis based on ten measured characters of individuals of Scots pine for the first two discriminant functions. Borik – blue dots; Kapela – green dots; Mala Titra – yellow dots; Vukelić Poljana – red dots.



Slika 4. UPGMA dendrogram istraživanih populacija. HRV – Hrvatska; BAL – Balkanski poluotok; IBP – Iberijski poluotok; FRA – Francuska; TUR – Turska; KRI – Krim.

Figure 4. UPGMA tree diagram of researched populations. HRV – Croatia; BAL – Balkan Peninsula; IBP – Iberian Peninsula; FRA – France; TUR – Turkey; KRI – Crimea.

cijska funkcija, koja zajedno s prvom objašnjava 89,5 % varijabilnosti, najbolje razlikuje populaciju Vukelić Poljana od populacije Borik. Odvajaju populacije Vukelić Poljana od ostalih najviše pridonosi dužina češera (CL) i štitica (AL) te udaljenost od grbice do vrha štitica (DAU) i širina iglice (NW). Iz tablice 5 je vidljivo da je doprinos treće diskriminacijske funkcije mali sa svojstvenom vrijednošću manjom od 1. Na slici 3 prikazane su projekcije kanonskih varijabla za prve dvije diskriminacijske funkcije. Na grafu se jasno nazire odvajanje populacija Mala Titra i Vukelić Poljana, dok populacije Borik i Kapela čine kontinuirani oblak podataka.

Iz dendrograma na slici 4 vidljivo je da se hrvatske populacije običnoga bora grupiraju zajedno s populacijama s Balkanskoga poluotoka. Osim toga, na slici su vidljive još dvije skupine, od kojih prvu sačinjavaju populacije običnoga bora iz Francuske i Iberijskoga poluotoka, a drugu najudaljeniju skupinu populacije s Krima i iz Turske.

RASPRAVA DISCUSSION

Provedenim istraživanjem utvrđena je niska varijabilnost za većinu mjerjenih morfoloških značajki iglica i češera običnoga bora na Maloj Kapeli. Najvarijabilnije značajke bile su dužina iglice (NL) i rukavca (NSL) i širina češera (CW), a najmanje varijabilne bile su širina iglice (NW) i broj češernih ljsaka (CSN). Dužina iglice se i u drugim istraživanjima pokazala kao najvarijabilnija značajka (Urbaniačić i sur. 2003; Androsiuk i sur. 2011).

Prosječne vrijednosti dobivene u ovom istraživanju sveukupno su se kretale za dužinu iglice (NL) od 5,24 do 6,17 cm te za dužinu (CL) i najveću širinu češera (CW) od 3,55 do 4,59 cm, odnosno od 1,86 do 2,20 cm. Vidaković (1993) opisuje 4 do 7 cm dugačke iglice te 2,5 do 7 cm dugačke i 2 do 3,5 cm široke češere. Herman (1971) i Idžočić (2009) za dužinu iglice navode raspon od 4 do 8 cm, dok Debreczy i Rácz (2011) opisuju iglice od 3 do 7 cm dužine za var. *sylvestris*. Prema Idžočić (2013) češeri običnoga bora variraju u rasponu od 3 do 7 cm, a prema Hermanu (1971) njihova najveća dužina je 7,5 cm.

Korelacijskom analizom utvrđeno je da je samo jedna značajka češera, i to širina štitica (AW), u statistički značajnom odnosu sa širinom iglice (NW). Za navedene značajke utvrđena je negativna korelacija, a do sličnih zaključaka dolaze i Jasińska i sur. (2014). Isto tako, utvrđeno je da se povećanjem nadmorske visine povećava i dužina i širina češera (CL, CW), kao i broj češernih ljsaka po češeru (CSN). Specifičan gradijent, odnosno promjenu u morfološkoj varijabilnosti s obzirom na promjenu nadmorske visine bilježe i Gil i sur. (2002) za populacije kanarskoga bora s Kanarskoga otočja, Wahid i sur. (2006) za

populacije primorskoga bora na području Atlasa i Rifa te Turna i Güney (2009) za populacije običnoga bora iz sjeveroistočne Turske.

Analizom varijance utvrđeno je postojanje statistički značajnih razlika na unutarnjopraviljskom i međupopraviljskom nivou za većinu istraživanih svojstava. Provedbom *post hoc* testiranja pomoći Fisherovih multiplih testova (LSD) utvrđeno je da se populacija Vukelić Poljana značajno razlikuje od ostalih populacija na osnovi morfologije češera, a populacija Mala Titra na osnovi morfologije iglica. Za većinu istraživanih značajki utvrđeno je da je unutarnjopraviljska varijabilnost veća od međupopraviljske varijabilnosti, a do sličnih rezultata dolaze i drugi autori koji istražuju morfološku varijabilnost primorskoga bora (Wahid i sur. 2006), munjike (Ballian i sur. 2005) i običnoga bora (Jasińska i sur. 2014). Približno podjednaka ili nešto malo viša varijabilnost između populacija u odnosu na varijabilnost stabala unutar populacija zabilježena je za širinu iglice (NW), dužinu češera (CL) i širinu štitica (AW).

Primjenom multivarijatnih statističkih metoda (klasterska i diskriminantna analiza) dodatno je pojašnjen uzorak variranja i trend diferencijacije populacija, prethodno dobiven metodama deskriptivne statistike, odnosno analize varijance. Jasno odvajanje populacije Vukelić Poljana od ostalih populacija, i to na vrlo visokoj razini, može se objasniti razlikama u staništu. Specifičnost ove populacije niže su nadmorske visine s pojedinačnim stablima običnoga bora na vlažnim livadama i pašnjacima. Osim toga, razlike između istraživanih populacija mogu se objasniti i pionirskim karakterom običnoga bora. Naime, obični bor je anemofilna i anemohorna vrsta drveća koja proizvodi velike količine sjemena koje se rasijavaju na površinama bez šumskog pokrova. Pritom u prirodnim populacijama običnoga bora vrlo mali broj jedinki sudjeluje u njihovom stvaranju, a glavni fenomen osnivača populacije veže se za pojavu genetičkoga drifta (Kajba i Ballian 2007). Takve populacije odlikuju se malom varijabilnošću, a zbog posljedica genetičkog drifta značajno se razlikuju u odnosu na susjedne populacije.

Tijekom posljednjeg ledenog doba, refugiji običnoga bora nalazili su se na Alpama te na Balkanskom i Pirinejskom poluotoku, a smatra se da je rekolonizacija sjeverne Europe nakon povlačenja ledenoga pokrova krenula upravo s Balkanskoga poluotoka (Bennett i sur. 1991; Soranzo i sur. 2000). Reliktni karakter populacija običnoga bora na području Mediterana i Male Azije potvrđuju morfološka i molekularna istraživanja (Jasińska i sur. 2014; Dering i sur. 2017). Morfometrijskim metodama potvrđen je visok stupanj diferencijacije izoliranih populacija običnoga bora iz južne Europe i jugozapadnog dijela Azije (Jasińska i sur. 2014), a populacije običnoga bora iz Hrvatske najslužnije

su po svojim morfološkim osobinama populacijama običnoga bora s Balkanskoga poluotoka.

Provedenim istraživanjem dobivene su spoznaje o raznolikosti i strukturiranosti populacija običnoga bora na sjeverozapadnom području Male Kapele, što je osnova za daljnja istraživanja koja je potrebno provesti kako bi se dobole smjernice za gospodarenje i očuvanje genskih resursa ove vrste u Hrvatskoj. Kako bi se potvrdili dobiveni zaključci o varijabilnosti običnoga bora, istraživanja je potrebno proširiti i na molekularno-biološke metode.

ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Zahvaljujemo djelatnicima Hrvatskih šuma d.o.o., Dubravku Špeharu, dipl. ing. šum., upravitelju Šumarije Saborsko-Plaški i Mislavu Tonkoviću, univ. spec. silv., stručnom suradniku za uzgajanje šuma u Upravi šuma podružnice Ogulin na pomoći pri sakupljanju terenskih podataka i uzoraka.

LITERATURA REFERENCES

- Androsiuk, P., L. Urbaniak, 2006: Differentiation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) populations in the Tatra Mountains based on needle morphological traits, *Biodiv Res Conserv*, 3-4: 227-231.
- Androsiuk, P., Z. Kaczmarek, L. Urbaniak, 2011: The morphological traits of needles as markers of geographical differentiation in European *Pinus sylvestris* populations, *Dendrobiology*, 65: 3-16.
- Ballian, D., Ž. Škvorc, J. Franjić, D. Kajba, S. Bogdan, F. Bogunić, 2005: Procjena nekih morfoloških značajki munjike (*Pinus heldreichii* Christ.) u dijelu areala, *Sumar List*, 129 (9-10): 475-480.
- Ballian, D., E. Lizdo, F. Bogunić, 2019: Analiza diferenciranosti rasta i fenologije provenijencija običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) u pokusu provenijencija kod Kupresa (Bosna i Hercegovina), *Sumar list*, 143 (1-2): 25-34.
- Batkhuu, N-O., B. Udval, B-E. Jigjid, S. Jamyansuren, M. Fischer, 2020: Seed and cone morphological variation and seed germination characteristics of Scots pine populations (*Pinus sylvestris* L.) in Mongolia, *Mong J Biol Sci*, 18 (2): 41-54.
- Belletti, P., D. Ferrazzini, A. Piotti, I. Monteleone, F. Ducci, 2012: Genetic variation and divergence in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) within its natural range in Italy, *Eur J Forest Res*, 131: 1127-1138.
- Bennett, K. D., P. C. Tzedakis, K. J. Willis, 1991: Quaternary refugia of north European trees, *J Biogeogr*, 18: 103-115.
- Bobowicz, M. A., A. Radziejewska, 1989: The variability of Scots pine from Piekielna Góra as expressed by morphological and anatomical traits of needles, *Acta Soc Bot Pol*, 58 (3): 375-384.
- Bobowicz, M. A., A. F. Korczyk, 1994: Interpopulational variability of *Pinus sylvestris* L. in eight Polish localities expressed in morphological and anatomical traits of needles, *Acta Soc Bot Pol*, 63 (1): 67-76.
- Boratyńska, K., M. Hinca, 2003: Morphological characteristic of *Pinus sylvestris* L. in the southernmost, isolated locality in the Sierra de Baza (S Spain) as expressed in the needle traits, *Dendrobiology*, 50: 3-9.
- Boratyński, A., 1993: Systematics and geographical distribution, U: *Biology of Scots pine* (ur.: Białobok, S., A. Boratyński, W. Bugała), Inst. Dendrology, pp. 45-70., Poznań-Kórnik (na poljskom).
- Cheddadi, R., G. G. Vendramin, T. Litt, L. François, M. Kageyama, S. Lorentz, J-M. Laurent, J-J. de Beaulieu, L. Sadou, A. Jost, D. Lunt, 2006: Imprints of glacial refugia in the modern genetic diversity of *Pinus sylvestris*, *Global Ecol Biogeogr*, 15: 271-282.
- Csaba, M., L. Ackzell, C. J. A. Samuel, 2004: EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Scots pine (*Pinus sylvestris*), International Plant Genetic Resources Institute, 6 str., Rim.
- Debreczy, Z., I. Rácz, 2011: Conifers Around the World – Conifers of the Temperate Zones and Adjacent Regions. DendroPress Ltd., 535 str., Budimpešta.
- Dering, M., P. Kosiński, T. P. Wyka, E. Pers-Kamczyc, A. Boratyński, K. Boratyńska, P. B. Reich, A. Romo, M. Zadworny, R. Żytkowiak, J. Oleksyn, 2017: Tertiary remnants and Holocene colonizers: Genetic structure and phylogeography of Scots pine reveal higher genetic diversity in young boreal than in relict Mediterranean populations and a dual colonization of Fennoscandia, *Divers Distrib*, 23 (5): 1-16.
- Eckenwalder, J. E., 2009: *Conifers of the world*, Timber Press, 744 str., Portland.
- Farjon, A., 1984: *Pines: drawings and descriptions of the genus*, 2nd edition, Brill and Backhuys, 235 str., Leiden.
- Farjon, A., 2005: *A bibliography of conifers: selected literature on taxonomy and related disciplines of the coniferales*, 2nd edition, Royal Botanical Gardens, 211 str., Kew.
- Farjon, A., 2010. *A handbook of the world's conifers*. Vol. I-II. Brill, Leiden.
- Gaussien, H., 1960: *Les Gymnospermes actuelles et fossiles Généralités*, Genre *Pinus*, Faculté de sciences, 272 str., Toulouse.
- Gaussien, H., V. H. Heywood, A. O. Chater, 1993: *Pinus* L., U: Tutin T. G., N. A. Burges, A. O. Chater, J. R. Edmondson, V. H. Heywood, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb (ur.), *Flora Europaea*, vol 1, 2nd edition, Cambridge University Press, 40-44 str., Cambridge.
- Gil, L., J. Climent, N. Nanos, S. Mutke, I. Ortiz, G. Schiller, 2002: Cone morphology variation in *Pinus canariensis* Sm., *Plant Syst Evol*, 235: 35-51.
- Hebda, A., B. Wójcikiewicz, W. Wachowiak, 2017: Genetic characteristics of Scots pine in Poland and reference populations based on nuclear and chloroplast microsatellite markers, *Silva Fennica*, 51 (2): 1-17.
- Herman, J., 1971: *Šumarska dendrologija*. Stanbiro, 470 str., Zagreb.
- Houston Durrant, T., D. de Rigo, G. Caudullo, 2016: *Pinus sylvestris* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, U: San-Miguel-Ayanz, J., D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant, A. Mauri (ur.), *European Atlas of Forest Tree Species*, Publ. Off. EU, Luxembourg.

- Huntley, B., H. J. Birks, 1983: An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago, Cambridge University Press, 688 str., Cambridge.
- Idžočić, M., 1996: Morfološka obilježja i uspijevanje nekih dvoigličavih međuvrsnih hibrida borova na pokusnim plohamama Đurđevački peski i u Arboretumu Lisičine, Glas Sum Pokuse, 33: 301-338.
- Idžočić, M., 2009: Dendrologija – List, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 904 str., Zagreb.
- Idžočić, M., 2013: Dendrologija - Cvijet, češer, plod, sjeme, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 672 str., Zagreb.
- Ioannou, E., A. Koutsaviti, O. Tzakou, V. Roussis, 2014: The genus *Pinus*: a comparative study on the needle essential oil composition of 46 pine species, Phytochem Rev, 13: 741-768.
- Jasińska, A. K., K. Boratyńska, M. Dering, K. I. Sobierajska, T. Ok, A. Romo, A. Boratyński, 2014: Distance between south-European and south-west Asiatic refugial areas involved morphological differentiation: *Pinus sylvestris* case study, Plant Syst Evol, 300: 1487-1502.
- Kajba, D., D. Ballian, 2007: Šumarska genetika, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski fakultet Sveučilišta u Sarajevu, 275 str., Sarajevo.
- Kaundaun, S. S., P. Lebreton, 2010: Taxonomy and systematics of the genus *Pinus* based on morphological, biogeographical and biochemical characters, Plant Syst Evol, 284: 1-15.
- Köbölkuti, Z. A., E. G. Tóth, M. Ladányi, M. Höhn, 2017: Morphological and anatomical differentiation in peripheral *Pinus sylvestris* L. populations from the Carpathian region, Dendrobiology, 77: 105-117.
- Korshikov, I. I., L. A. Kalafat, Ya. V. Pirko, T. I. Velicoridko, 2005: Population-genetic variation in Scots pine *Pinus sylvestris* L. from the main forest regions of Ukraine, Russ J Genet, 41 (2): 155-166.
- Koutecký, P., 2015: MorphoTools: a set of R functions for morphometric analysis, Plant Syst Evol, 301: 1115-1121.
- Łabiszak, B., A. Lewandowska-Wosik, E. M. Pawlaczyk, L. Urbaniak, 2017: Variability of morphological needle traits of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) among populations from mountain and lowland regions of Poland, Folia For Pol, 59 (2): 134-145.
- Lesiczka, P., E. M. Pawlaczyk, B. Łabiszak, L. Urbaniak, 2017: Variability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) called Tabór pine (Forest District Miłomłyn) expressed in analysis of morphology of needle traits and polymorphism of microsatellite DNA, J For Res, 78 (2): 136-148.
- Marcysiak, K., 2006: Scots pine (Pinaceae) from the Crimea compared to the species variation in Europe on the basis of cone traits, Phytol Balcan, 12 (2): 203-208.
- Mirov, N. T., 1967: The genus *Pinus*, The Ronald Press, 610 str., New York.
- Molotkov, P. I., I. N. Patlaj, 1991: Systematic position within the genus *Pinus* and intraspecific taxonomy, U: Giertych, M., C. Mátyás, (eds.), 1991: Genetics of Scots pine, Académiai Kiadó, 31-40, Budapest.
- Naydenov, K., S. Senneville, J. Beaulieu, F. Tremblay, J. Bousquet, 2007: Glacial vicariance in Euroasia: mitochondrial DNA evidence from Scots pine for a complex heritage involving genetically distinct refugia at mid-northern latitudes and in Asia Minor, BMC Evol Biol, 7: 233: 1-12.
- Nežić, P., 1987: Položaj i povijesni pregled Ogulinskog kraja, Sumar List, 111 (7-9): 317-346.
- Prus-Głowacki, W., B. R. Stephan, E. Bujas, R. Alia, A. Marciniak, 2003: Genetic differentiation of autochthonous populations of *Pinus sylvestris* (Pinaceae) from the Iberian Peninsula, Pl Syst Evol, 239: 55-66.
- Prus-Głowacki, W., L. Urbaniak, E. Bujas, A. L. Curtu, 2012: Genetic variation of isolated and peripheral populations of *Pinus sylvestris* L. from glacial refugia Flora, 207: 150-158.
- Pyhäjärvi, T., M. J. Salmela, O. Savolainen, 2008: Colonization routes of *Pinus sylvestris* inferred from distribution of mitochondrial DNA variation, Tree Genet Genomes, , 4 (2): 247-254.
- R Core Team, 2016, R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- Richardson, D. M., P. W. Rundel, 1998: Ecology and Biogeography of *Pinus*: an introduction, Ecology and Biogeography of *Pinus*, Cambridge University Press, 3-48 str., Cambridge.
- Rubiales, J. M., I. García-Amorena, L. Hernández, M. Génova, F. Martínez, F. Gómez Manzaneque, C. Morla, 2010: Late Quaternary dynamics of pinewoods in the Iberian Mountains, Rev Palaeobot Palynol, 162: 476-491.
- Sinclair, W. T., J. D. Morman, R. A. Ennos, 1999: The postglacial history of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in western Europe: evidence from mitochondrial DNA variation, Mol Ecol, 8: 83-88.
- Sokal, R.R., F.J. Rohlf, 2012: Biometry: the principles and practice of statistics in biological research, 4th edition, W.H. Freeman and Co., 937 str., New York.
- Soranzo, N., R. Alia, J. Provan, W. Powell, 2000: Patterns of variation at a mitochondrial sequence-tagged-site locus provides new insights into the postglacial history of European *Pinus sylvestris* populations, Mol Ecol, 9: 1205-1211.
- StatSoft, Inc. 2001: STATISTICA (data analysis software system), version 8.0.
- Staszkiewicz, J., 1963: Recherches biométriques sur la variabilité des cônes du Pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) du Massif central en France, Fragm Flor Geobot, 9: 175-187.
- Turna, I., D. Güney, 2009: Altitudinal variation of some morphological characters of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Turkey, Afr J Biotechnol, 8 (2): 202-208.
- Urbaniak, L., L. Karliński, R. Popielarz, 2003: Variation of morphological needle characters of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) populations in different habitats, Acta Soc Bot Pol, 72 (1): 37-44.
- Vidaković, M., 1993: Četinjače - morfologija i varijabilnost. Grafički zavod Hrvatske & Hrvatske šume, Zagreb, 744 str.
- Vučelić, N., 1987: Tipološka istraživanja i ekološko-gospodarski tipovi šuma, Sumar List, 111 (7-9): 414-422.
- Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu, 403 str., Zagreb.
- Wahid, N., S. C. González-Martínez, I. El Hadrami, A. Boulli, 2006: Variation of morphological traits in natural populations of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Morocco, Ann For Sci, 63: 83-91.
- WinFolia™, 2001: Regent Instruments Inc., Quebec, Canada, version PRO 2005b.
- WFO, 2020: World Flora Online, Published on the Internet; <http://www.worldfloraonline.org>

SUMMARY

The paper explores the morphological variability of the Scots pine populations in the northwestern part of Mala Kapela. The diversity and structure of the populations were established based on the ten measured morphological characteristics of the needles and cones, using descriptive and multivariate statistical methods. The conducted research established low variability of the morphological characteristics, and the differences between the trees both within and between populations were confirmed for the majority of the studied characteristics. Intrapopulation variability was greater than the interpopulation one, except for the characteristics of needle width, cone length and apophysis width. The research has also confirmed a population variation trend following the ecological principle, as well as a specific gradient, i.e. change in morphological variability related to the change in altitude. Populations from lower altitudes had smaller cones as compared to the populations from higher altitudes. In addition, the pioneering nature of the Scots pine, in which sometimes a very small number of specimens participates in the establishment of new populations, has resulted in low variability of populations and their great differentiation in such a small area.

KEY WORDS: conifers, Scots pine, morphometric analysis, intrapopulation variability, interpopulation variability, genetic drift



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.

HABITAT SELECTION OF SECONDARY HOLE-NESTING BIRDS IN RIVERINE FORESTS ALONG DRAVA RIVER IN CROATIA

IZBOR STANIŠTA SEKUNDARNIH DUPLJAŠICA U POPLAVNIM NIZINSKIM ŠUMAMA UZ RIJEKU DRAVU U HRVATSKOJ

Mario SLATKI¹, Jelena KRALJ²

SUMMARY

The correlation between secondary hole-nesters community characteristics and floristic and structural characteristics of their habitat was studied in riverine forest stands near river Drava in Croatia. Standard point count method was used for bird community sampling and circular plot method for habitat sampling. Sampling was carried out on 66 points. PCA analysis that included 28 independent habitat variables was used, followed by Spearman rank correlation between principal component scores and bird community variables (number of species and number of pairs). Tree basal area was used as an indication of stand maturity and to classify studied points into four forest types (ash, poplar, alder and mixed). Eight secondary hole-nesting species and 14 tree species were recorded. The average forest age was 59.8 ± 20.5 years, with ash and mixed stands being on average older than alder and poplar stands. Shannon-Wiener index of secondary hole-nesters diversity was highest in stands with dominant ash and was increasing with stand maturity. A significant positive correlation was found between number of bird species as well as number of pairs and older stands with lower number of tree species and lower relative number of poplar and alder. It can be concluded that diversity of secondary hole-nesting bird species as well as their abundance is correlated with structural habitat characteristics and that older stands show greater bird biodiversity and abundance.

KEY WORDS: bird community, forest habitat structure, forest age

INTRODUCTION UVOD

Hole-nesting species represent an important part of forest bird communities. Although hole-nesters can breed in different substrates, including ground, among rock crevices or even in buildings, the majority of them commonly nest in trees. Many of obligatory hole-nesters are secondary hole-nesters which cannot excavate the wholes. Therefore, they rely on existing holes, produced by woodpeckers or by fungal decay (Newton 1994). In the forest habitats, the shortage of nesting cavities is most important factor for limiting the number of hole-nesting birds (Newton 1994).

Holes are mostly situated in rotten or dead wood (Ćiković *et al.* 2014), therefore the abundance and diversity of hole-nesting birds increase with the forest age (Haapanen 1965). In studies of forest bird communities, it was often discussed whether physiognomic or floristic structure of forest has major impact on population densities of small insectivorous birds, including secondary hole-nesters (Blondel *et al.* 1973, Mac Arthur and MacArthur 1961, Moskat 1988).

Recent studies dealing with species-specific responses of woodland birds to stand-level habitat show that both the habitat structure and the floristic composition of woodland are relevant when trying to explain the distribution of birds

¹ Mario Slatki, prof, Druga gimnazija Varaždin, Croatia (mario.slatki@gmail.com)

² Doc. dr. sc. Jelena Kralj, Institute of Ornithology, Croatian Academy of Arts, Gundulićeva 24, Zagreb, Croatia (jkralj@hazu.hr)

across woodland stands of different kinds (Hewson *et al.* 2011). Kirin *et al.* (2011) also concluded that for habitat selection of forest birds on the larger spatial scale both floristic and structural composition are important.

In Croatia, studies of bird communities in lowland pedunculate oak, hillside and mountain forests have been conducted (Kralj 2000, Kirin *et al.* 2011). Among lowland forest associations beside dominant pedunculate oak, there are still preserved alder, poplar and ash stands near river Drava belonging to the Subpannonian and Pannonian vegetational zone (Trinajstić 1998). Hole-nesting birds play a very important role in all forest ecosystems due to their specific nesting preferences and habitat selection (see Pakkalaa *et al.* 2018, Dolenc *et al.* 2005, Dolenc 2006, Kralj *et al.* 2009). According to recent literature, woodpeckers (Ćiković *et al.* 2006, Ćiković *et al.* 2014) and flycatchers (Kralj *et al.* 2009) are well investigated hole-nesters in Croatia.

Data on habitat selection in birds can be a valuable tool in forest management. Research by Schulze *et al.* (2019) showed that changes in forest management can considerably affect bird biodiversity, especially forest bird specialists. Therefore, we need to significantly improve our understanding of how landscape perspective fosters a multiscale approach to landscape management and landscape/conservation planning. This knowledge is especially important for large lowland riverine forests; areas which have been impacted by humans for centuries (Prpić and Milković 2005). De Zan *et al.* (2016) showed that the structure of the beech forest fragments, i.e. density and abundance of large trees and the diversity of fallen large branches and standing dead trees are important variables that influence positively the presence and abundance of hole-nesting birds. Furthermore, for secondary hole-nesting birds the diversity of dead wood is an essential resource for nesting, and for some species also for foraging. Hence, bird diversity can be used as a decision support tool for the application of sustainability principles in landscape management (Kubalikova *et al.* 2019).

This study includes secondary hole-nesting birds in riverine forest stands near river Drava in Croatia. The aim was to determine the correlation between secondary hole-nesters community characteristics and floristic and structural characteristics of their habitat. We propose these hypotheses: the number of secondary hole-nesting bird species as well as their abundance is correlated with structural habitat characteristics and older forest stands show greater bird biodiversity and abundance.

STUDY AREA PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

The study area is situated in the North Croatia covering riverine forests along the Drava river. In total, five study

sites (Figure 1) were covered in four years research: riverine forests north of city Varaždin ($46^{\circ}38'N$ $16^{\circ}19'E$ – $46^{\circ}33'N$ $16^{\circ}34'E$, Fig 1-locality 1), Pažut forest quite near mouth of the river Mura in the river Drava ($46^{\circ}31'N$ $16^{\circ}88'E$ – $46^{\circ}30'E$, Fig 1-locality 2), Repaš forest north of the river Drava ($46^{\circ}13'N$ $17^{\circ}06'E$ – $46^{\circ}18'E$ – $17^{\circ}17'N$ $46^{\circ}13'E$, Fig 1-locality 3), Repaš forest south of the river Drava in ($46^{\circ}15'N$ $17^{\circ}04'E$ – $46^{\circ}13'E$, Fig 1-locality 4), and riverine forest near city of Đurđevac ($46^{\circ}00'N$ $17^{\circ}11'E$ – $46^{\circ}01'E$ – $17^{\circ}25'N$ $46^{\circ}00'E$, Fig 1-locality 5). Study was conducted in state forests in even aged stands.

Continental Croatia has a temperate continental climate and throughout the year it is in a circulation zone of mid-latitudes, where the atmospheric conditions are very variable. According to the Thornthwaite climate classification in the largest part of lowland, Continental Croatia prevails a humid climate with mean annual temperature in the study area of $10-11^{\circ}C$ and mean annual precipitation between 700 and 1000 mm (Zaninović *et al.* 2008).

From the vegetation point of view, the study area is situated in the Eurosiberian – North American region and belongs to two vegetation zones: Mid-European and Subpanonian (Trinajstić 1998). Based on the majority of the cited authors, the systematisation of floodplain forests is presented in three classes, three orders and four alliances. Eleven associations have been described. A thicket of purple willow *Salicetum purpureae* Wendelberger-Zelenika 1952 forms a marginal forest community towards swampy phytocoenoses. The forest of almond willow *Salicetum triandrae* Malcuit 1929 grows on the lowest positions of the sandbanks, islands and marshes in the rivers Drava and Danube. The forest of white willow *Salicetum albae* Issler 1926 covers depressions on alluvial calcareous, undeveloped soils in the interior of the marshes. The forest of white willow and black poplar *Salici albae-populetum nigrae* Tüxen 1931 is the most widely distributed phytocoenosis, taking up central positions of the Danube islands and banks, as well as central positions in Podravina. The forest of white and black poplar *Populetum nigro-albae* Slavnić 1952 occupies higher positions of the Danube islands and shores, as well as high positions of the river Drava terraces. The forest of black alder with elongated sedge *Carici elongatae-Alnetum glutinosae* W. Koch 1926 is a distinctly relict community in the Croatian Podravina region growing on peat and base-rich humus gleyic soils saturated with water. The forest of black alder with alder buckthorn *Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 1968 where it inhabits suitable sites of smaller, mosaic-like areas. The forest of narrow-leaved ash with autumn snowflake *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glavač 1959 is distributed over clayey alluvial terrains. The forest of black alder and narrow-leaved ash with European birdcherry *Pruno-Fraxinetum* Oberdorfer 1953 is found in Podravina near Đurđevac and in small areas around Varaždin, and

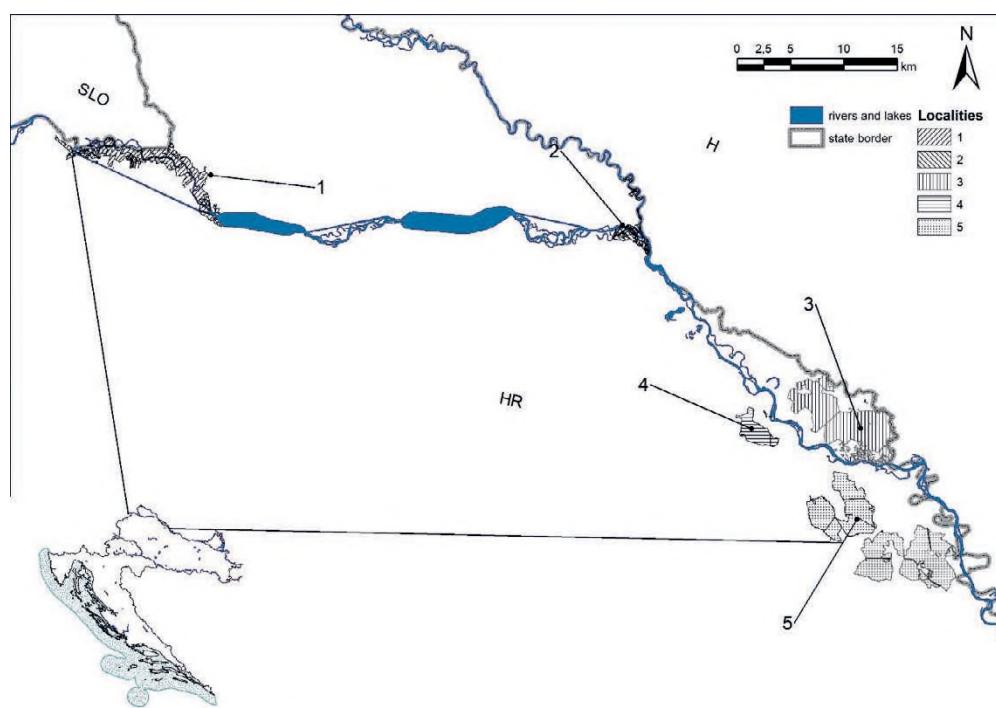


Figure 1. Position of the study sites: 1 - Varaždin lowland forests; 2 - Pažut; 3 - Repaš forest north of river Drava; 4 - Repaš forest south of river Drava; 5 - Đurđevac lowland forests

Slika 1. Položaj istraživanih područja: 1 – Varaždinske nizinske šume; 2 – Lokalitet Pažut; 3 – Šuma Repaš sjeverno od Drave, 4 – Šuma Repaš južno od Drave, 5 – Đurđevačke nizinske šume

Pažut. The forest of spreading elm and narrow-leaved ash *Fraxino-Ulmetum laevis* Slavnić 1952 inhabits the highest positions of floodplain areas along large rivers. The forest of grey alder *Alnetum incanae* Luedi 1921 is distributed along the entire course of river Drava (Vukelić *et al.* 2005.)

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Fieldwork was carried out from February to May during breeding seasons 2016, 2017, 2018 and 2019. For bird community sampling standard point count method was used (Bibby *et al.* 1992). The research was carried out on 66 counting points at least 300 m apart. All counting points were at least 300 m from the forest edges to avoid the edge effect. Every counting point was visited five times during the breeding season. To cover the period of highest bird activity, each visit started after the sunrise and ended three hours later. Singing males were considered as representing breeding territories. Non-singing birds were noted but excluded from the final analysis. Counting period was five minutes. Two counting bands were used: inner band with a diameter of 50 m from the observer and outer band outside the diameter of 50 m. Birds were recorded separately for inner and outer band. Only birds recorded in the inner bands were used for quantitative analysis. A digital voice recorder was used during the counting in order to

improve the determination of species with similar songs (eg. tits).

Habitat sampling described here differs from standardised forestry methodology and therefore is not comparable with methods used in systematic forest inventory in Croatia. The sampling was carried out at each counting point using the circular plot method (Bibby *et al.* 1992, Cyr and Oelke 1976, James and Shugart 1970). Plot diameter was 11.28 m. For each tree inside the plot tree species and tree diameter (DBH) was recorded. Tree diameter was measured using a calibrated ruler and is given in nine classes: S < 7.5 cm, A 7.5 – 15 cm, B 15 – 23 cm, C 23 – 38 cm, D 38 – 53 cm, E 53 – 68 cm, F 68 – 84 cm, G 84 – 101 cm, H > 101 cm. In each diameter class basal area was calculated by multiplying the number in each class with factors provided by Cyr and Oelke (1976). To determine the relative stand maturity total basal area in a plot was divided by the number of trees. The data for stand age was obtained using Croatian forestry inventory and pooled into four age groups: <40 years, 40–60 years, 60–80 years and >80 years. Also, trees from groups S, A and B were pooled together as “small” and C to H as “large” trees. Additionally, the proportion of tree basal area per species was used to identify counting points with dominant poplar (*Populus* sp.), alder (*Alnus glutinosa*) and ash (*Fraxinus angustifolia*). Counting points with more than 60% of tree basal area belonging to each of the species were classified as poplar, alder or ash stands. Counting points

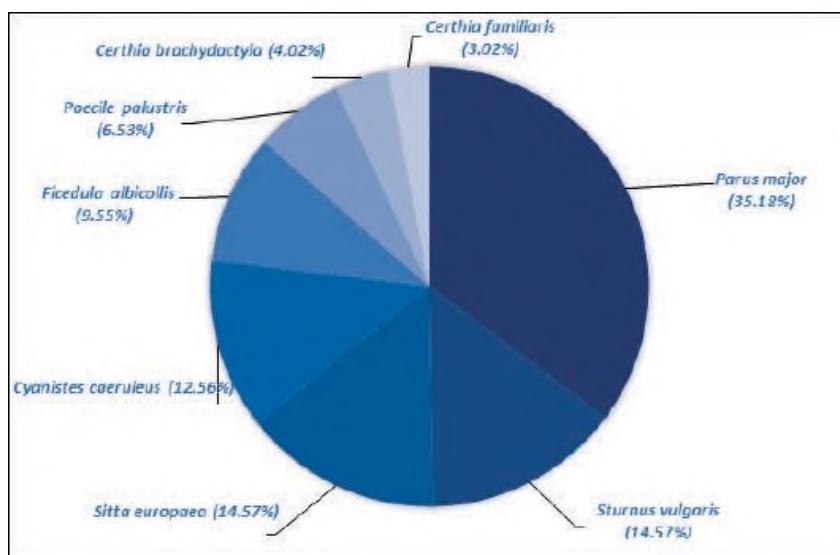


Figure 2. Share of counted species in researched territory

Slika 2. Udio vrsta zabilježenih na istraživanom području

with no domination were classified as mixed forests. The percentages of ground cover and canopy cover were measured using a sighting tube with a diameter of 5 cm and cross threads taped across one end of the tube. The presence of vegetation at the intersection was recorded as a positive reading. In each plot, 20 measurements were conducted along four small transects inside the plot (to the N, E, S and W). The shrub coverage was determined using detailed photographs taken from the centre of the plot in four directions. It was then expressed as a percentage of plot covered by shrubs and pooled in four categories: 0-25%, 25-50%, 50-75%, 75-100%. The number and diameter of dead trees was recorded on each plot.

Shapiro-Wilks W test showed that variables were not normally distributed. Therefore, non-parametric correlation

tests were used. PCA analysis with 28 independent structural and floristic habitat variables was conducted. They include relative number of trees and relative basal area for dominant tree species, total number of trees and tree species per point, total number and ratio of "small" and "large" trees, stand age, canopy and ground cover and percentage of shrubs (Table 1). Factor scores greater than [0.7] were considered to be significant.

Spearman rank correlation between primary components and number and abundance of secondary hole-nesting bird species was conducted. Shannon-Weiner index was used to calculate the diversity of communities. Statistical analyses were performed using Past v.3.14. and STATISTICA v.8.0. software.

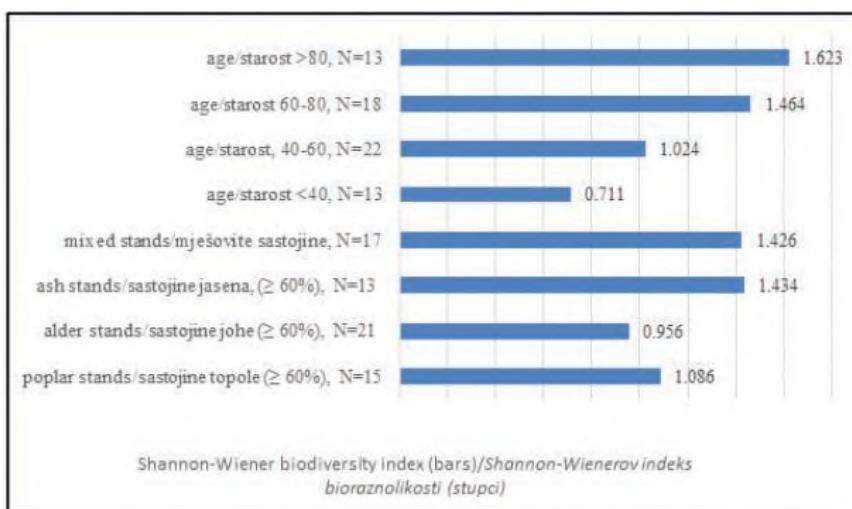


Figure 3. Shannon-Wiener biodiversity index of secondary hole-nesting birds in different age groups and forest types

Slika 3. Shannon-Wienerov indeks bioraznolikosti sekundarnih dupljašica u sastojinama različitih starosti i različitim tipovima šuma

RESULTS

REZULTATI

Secondary hole-nesters community / Zajednica sekundarnih dupljašica

In total, eight secondary hole-nesting species were recorded during the study (Figure 2): Marsh Tit (*Poecile palustris*), Eurasian Blue Tit (*Cyanistes caeruleus*), Great Tit (*Parus major*), Short-toed Treecreeper (*Certhia brachydactyla*), Eurasian Treecreeper (*Certhia familiaris*), Eurasian Nuthatch (*Sitta europaea*), Common Starling (*Sturnus vulgaris*), Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*). On average 3.02 pairs were recorded on each counting point. Most common species recorded was the Great Tit (35.18%). Shannon-Wiener index of diversity was highest in stands with dominant ash and was also increasing with stand maturity (Figure 3).

Habitat structure/Struktura staništa

In total, 14 tree species were recorded: common alder (*Alnus glutinosa*), narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia*), common hornbeam (*Carpinus betulus*), field maple (*Acer campestre*), white willow (*Salix alba*), white poplar (*Populus alba*), black poplar (*Populus nigra*), pedunculate oak (*Quercus robur*), white elm (*Ulmus laevis*), field elm (*Ulmus minor*), black locust (*Robinia pseudoacacia*), bird cherry (*Prunus padus*), wild cherry (*Prunus avium*) common beech (*Fagus sylvatica*). The nine most common species were included in the analysis, with merged data for black and white poplar as well as on white and field elm (Table 1, habitat variables). The average forest age was 59.8 ± 20.5 years, with ash and mixed stands being in average older than alder and poplar stands (Figure 4).

PCA analysis resulted with three principal components which accounted for 53.8% of the total variance (Table 1). PC1 accounted for 22.0% of the variance and was positively correlated with ratio of large trees and average tree basal area and negatively with total number of trees, ratio of small trees and number of small trees; and described the forest age. PC2 was negatively correlated with relative poplar number and basal area while PC3 was negatively correlated with relative alder number and basal area.

A significant positive correlation was found between number of bird species as well as number of pairs and all three axes showing preference to older stands and lower relative number of poplar and alder.

DISCUSSION

RASPRAVA

Riverine forests near Drava appear in narrow stripes along the river in the otherwise open agricultural landscape and represent a dynamic and ever-changing system. Some studies show the importance of riverine forests discovering high density and diversity of breeding birds in, or along, these forest stripes (Tworek 2002, Hågvar and Bækken 2005). Also, Rem *et al.* (2006) argued that riverine areas may be important centres of cavity supply in forested regions because old live trees with natural cavities provide a long-term and preferred nest-supply for hole-nesting passerines.

Structure of the secondary hole-nester communities recorded in this study are consistent with the research done so far in deciduous and mixed forests (Diaz 2005, Kirin *et al.* 2011, Kralj 2000, Sakhvon 2009). As was expected Great Tit is by far the most abundant secondary hole-nester. Altho-

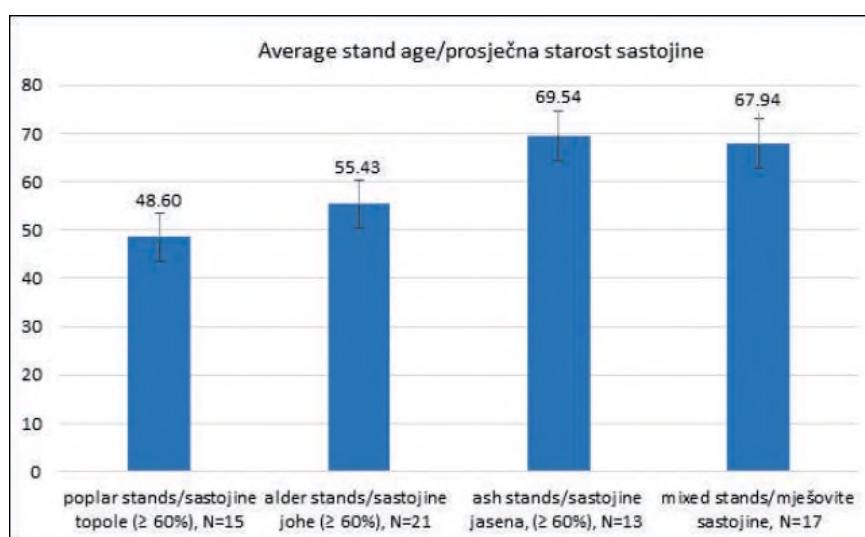


Figure 4. Average forest type age in researched territory

Slika 4. Prosječna starost različitih tipova šuma na istraživanim području

Table 1. PCA analysis using 28 different independent habitat variables; columns showing five principal component scores (PC1-PC3) and correlations with habitat variables. Significant values are given in bold.

Tablica 1. Analiza primarnih komponenti koristeći 28 nezavisnih varijabli staništa; stupci pokazuju pet skorova glavnih komponenata (PC1-PC3) i korelacije s varijablama staništa. Značajne korelacije otisnite su masno.

Habitat variables/varijable staništa	PC1	PC2	PC3	Habitat variables/varijable staništa	PC1	PC2	PC3
<i>Populus</i> sp. relative tree number /% udio broja stabala topole	0.248	-0.743	0.338	Average tree basal area/ prosječna temeljnica	0.821	-0.332	0.039
<i>Salix alba</i> relative tree number /% udio broja stabala bijele vrbe	-0.467	-0.313	0.480	Number of dead trees Broj mrtvih stabala	-0.566	-0.208	0.446
<i>Alnus glutinosa</i> relative tree number /% udio broja stabala crne johe	-0.422	-0.025	-0.854	Shrub cover Pokrovnost sloja grmlja	0.142	-0.618	-0.151
<i>Quercus robur</i> relative tree number /% udio broja stabala hrasta lužnjaka	0.385	0.090	0.274	Ground cover Pokrovnost prizemnog sloja	-0.275	0.189	-0.339
<i>Fraxinus angustifolia</i> relative tree number /% udio broja stabala poljskog jasena	0.167	0.559	-0.037	Canopy cover Pokrovnost krošnji	0.022	0.181	0.089
<i>Carpinus betulus</i> relative tree number /% udio broja stabala običnog graba	0.313	0.593	0.314	<i>Populus</i> sp. relative basal area /% udio temeljnice topole	0.134	-0.794	0.447
<i>Ulmus</i> sp. relative tree number /% udio broja stabala briješta	0.279	-0.363	0.106	<i>Salix alba</i> relative basal area /% udio temeljnice bijele vrbe	-0.489	-0.250	0.409
<i>Acer campestris</i> relative tree number /% udio broja stabala klena	0.065	0.575	0.218	<i>Alnus glutinosa</i> relative basal area /% udio temeljnice crne johe	-0.398	-0.020	-0.863
Total number of trees/point/ ukupan broj stabala po točki	-0.827	0.252	-0.038	<i>Quercus robur</i> relative basal area /% udio temeljnice hrasta lužnjaka	0.364	0.204	0.274
Total number of species/point/ ukupan broj vrsta po točki	0.067	0.130	0.694	<i>Fraxinus angustifolia</i> relative basal area /% udio temeljnice poljskog jasena	0.157	0.740	0.098
Stand age/ starost šume	0.599	0.494	0.006	<i>Carpinus betulus</i> relative basal area /% udio temeljnice običnog graba	0.343	0.618	0.312
Number of small trees (S-B)/ broj malog drveća (S-B)	-0.897	0.196	0.128	<i>Ulmus</i> sp. relative basal area /% udio temeljnice briješta	0.202	-0.413	0.036
Ratio of small trees (S-B)/ udio malog drveća (S-B)	-0.864	0.174	0.329	<i>Acer campestris</i> relative basal area /% udio temeljnice klena	0.151	0.557	0.204
Number of large trees (C-H)/ broj velikog drveća (C-H)	0.404	0.092	-0.467	Eigenvalue/ svojstvena vrijednost	6.168	4.975	3.916
Ratio of large trees (C-H)/ udio velikog drveća	0.866	-0.191	-0.315	Variance explained/ varijanca	0.220	0.178	0.140

Table 2. Spearman-rank correlation between number of pairs of secondary hole nesting birds and number of species of secondary hole nesting birds; principal component scores (PC1-PC3) extracted using PCA analysis with 28 different independent habitat variables as principal components (N = 66). Significant values are given in bold.

Tablica 2. Spearman-rank korelacija između broja parova sekundarnih dupljašica i broja vrsta sekundarnih dupljašica; skorovi primarnih komponenti (PC1-PC3) dobiveni analizom primarnih komponenti koristeći 28 nezavisnih varijabli staništa (N=66). Značajne vrijednosti otisnute su masno.

	Spearman	t(N-2)	p-level
Number of pairs & PC1/ broj parova i PC1	0.297	2.486	<0.05
Number of pairs & PC2/ broj parova i PC2	0.355	3.040	<0.005
Number of pairs & PC3/ broj parova i PC3	0.337	2.861	<0.01
Number of species & PC1/ broj vrsta i PC1	0.324	2.739	<0.01
Number of species & PC2/ broj vrsta i PC2	0.409	3.583	<0.001
Number of species & PC3/ broj vrsta i PC3	0.307	2.580	<0.05

ugh some bird species show a preference for the particular forest type (Diaz 2005, Kirin *et al.* 2011) this preference was not discovered in our study area. Species recorded in this study have wide ecological valence and can inhabit different types of forest habitats. In this study, we recorded both Short-toed Treecreeper and Eurasian Treecreeper, which rarely breed in sympatry. Short-toed Treecreeper is considered to be the dominant species, therefore constraining Eurasian Treecreeper towards higher altitudes (Gil 1997). Southwood (1961) concluded that oak trees have the highest number of insect species which could be very important for hole nesters, especially bark feeding species such as tree-creepers. In riverine oak forests in Croatia, Eurasian Treecreeper is almost never recorded (Kralj 2000). However, in stands of lower quality with less feeding opportunities, such as the riverine forests in our research, it is evidently present along with its competitor or even alone (Sakhvon 2009). Furthermore, forest patches frequently occupied by Eurasian Treecreeper are characterized by a higher amount of

old forest cover and trunks with a large circumference (Suorsa *et al.* 2005).

Hole-nesting birds in general show preference to older forest stands and structural characteristics related to forest age (ratio of large trees and average tree basal area) have the most pronounced effect to the densities of different ecological groups of birds (Kirin *et al.* 2011). This was confirmed by studies showing that size of trees and abundance of dead trees are important habitat factors especially for hole nesting birds (Berg 1997, De Zan *et al.* 2016, Suorsa *et al.* 2005). This was also the hypothesis which was confirmed in our study. Our analysis of the biodiversity index of secondary hole-nesting birds in different age groups shows an increasing abundance of birds with stand maturity, which is also is in line with previous study of Blondel *et al.* (1973) and Mac Arthur & Mac Arthur (1961).

In our study, the floristic composition of the forest also had an impact on secondary-hole nesters. The importance of floristic composition was also found by Moskat (1988) in beech forest bird communities in Hungary.

In Southwood's (1961) study of insect species associated with various trees, oak trees had the greatest number of insect species. Many hole-nesting birds feed on insects such as caterpillars during the breeding season (Moeed 1980, Török 1986, Wilkin *et al.* 2009) so trees with higher diversity of insects should be favourable for them. In our study, forest stands classified as mixed have a large ratio of pedunculate oak in eight counting points which can explain their higher diversity index (Figure 3). On the other hand, our study showed lower abundance and number of secondary hole nesting species in stands with dominant poplar and alder. This can be related to their age, since average stand age was lower in stands with dominant poplar and alder (Figure 4) or with the floristic structure (as number of tree species was lower in poplar and alder stands compared to mixed stands). The effects of floristic structure and forest age should be further studied, to provide valuable data for establishing sustainable principles in forestry management.

It can be concluded that our hypotheses are confirmed. We showed that in riverine forests, diversity of secondary hole-nesting bird species as well as their abundance is correlated with structural habitat characteristics and that older stands show greater bird biodiversity and abundance.

ACKNOWLEDGEMENTS

ZAHVALA

We would like to thank Hrvatske šume d.o.o. for providing data on forestry management in Croatia and for helping out during the field work by allowing access to counting points. We also thank two anonymous reviewers for their valuable comments.

REFERENCES

LITERATURA

- Berg, Å., 1997: Diversity and abundance of birds in relation to forest fragmentation, habitat quality and heterogeneity, *Bird Study*, 44:3, 355–366.
- Bibby, C.J., N.D. Burgess, D.A. Hill, 1992: *Bird Census Techniques*, Academic Press, 257 p., London.
- Blondel, J., C. Ferry, B. Frochot, 1973: *Avifaune et végétation essai d'analyse de la diversité*, Alauda 41 (1–2): 63–84., Brunoy.
- Cyr, A., H. Oelke, 1976: Vorschläge zur Standardisierung von Biotopbeschreibungen bei Vogelbestandsaufnahmen im Waldland, *Die Vogelwelt* 97 (5): 161–175, Wiebelsheim.
- Ćiković, D., S. Barišić, V. Tutiš, J. Kralj, 2006: Woodpeckers in the Croatian Karst Mountains, *Bird Census News* 21/1: 2 – 15.
- Ćiković, D., S. Barišić, V. Tutiš, J. Kralj, 2014: Nest-site and nest-hole characteristics used by Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* L. in Croatia, *Pol. J. Ecol* 62 (2): 349–360.
- De Zan, L.R., S. Rossi de Gasperis, L. Fiore, C. Battisti, G.M. Carpaneto, 2016: The importance of dead wood for hole-nesting birds: a two years study in three beech forests of central Italy, *Israel Journal of Ecology & Evolution*.
- Diaz, L., 2005: Influences of forest type and forest structure on bird communities in oak and pine woodlands in Spain, *Forest Ecology and Management* 223 (2006) 54–65, Madrid, Spain.
- Dolenec, Z., 2006: Laying date of marsh tits *Parus palustris* in relation to climate, *Biologia, Bratislava*, 61/5: 635—637.
- Dolenec, Z., M. Mrakovčić, A. Delić, 2005: Egg Dimensions of the Great Tit (*Parus major* L.) in Croatia, *Polish Journal of Ecology*, 53: 143–145.
- Gil, D., 1997: Increased response of the Short toed Treecreeper *Certhia brachydactyla* in sympatry to the playback of the song of the Common Treecreeper *Certhia familiaris*, *Ethology*, 103, 632–641.
- Haapanen, A., 1965: Bird fauna of Finnish forests in relation to forest succession, *Ann. Zool. Fennici*, 2, 153–96.
- Hågvar, S. & Bækken. B. T., 2005: Forest strips left along water and bog can be valuable for birds, A case of experimental cutting, *Ornis Norvegica* 28: 51–57.
- Hewson, C. M., G. E. Austin, S. J. Gough, R. J. Fuller, 2011: Species-specific responses of woodland birds to stand-level habitat characteristics: The dual importance of forest structure and floristics, *Forest Ecology and Management* 261 (2011) 1224–1240.
- James, F.C., H.H. Shugart, 1970: A quantitative method of habitat description, *Audubon Field Notes*, 24: 727–736, Colorado Springs.
- Kirin, T., J. Kralj, D. Ćiković, Z. Dolenec, 2011: Habitat selection and similarity of the forest songbird communities in Medvednica and Žumberak – Samoborsko gorje nature parks, *Šumarski list* 135 (2011), 9–10; 467–475.
- Kralj, J., 2000: Struktura zajednica ptica gnjezdarica šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, Doctoral dissertation, Faculty of Science, University of Zagreb, Zagreb.
- Kralj, J., V. Dumbović, Z. Dolenec, V. Tutiš, 2009: Habitat Preferences of the Collared Flycatcher, *Ficedula albicollis* (Temm.) in Mountains of Continental Croatia, *Polish Journal of Ecology*, 57: 537–545.

- Kubalikova, L., K. Kirchner, F. Kuda, I. Machar, 2019: The Role of Anthropogenic Landforms in Sustainable Landscape Management, *Sustainability* 2019, 11, 4331.
- MacArthur, R.H., J. W. MacArthur, 1961: On bird species diversity, *Ecology* 42 (3) 594-598., Ithaca.
- Moeed, A. 1980: Diets of adult and nestling starlings (*Sturnus vulgaris*) in Hawke's Bay, New Zealand, *New Zealand Journal of Zoology* 7:2. 247-256.
- Moskat, C., 1988: Breeding bird community and vegetation structure in a beech forest in the Pilis Mountains, N. Hungary, *Aquila* 95:105-112, Budapest.
- Newton, I., 1994: The role of nest sites in limiting the numbers of hole-nesting birds: a review, *Biological Conservation* 70. 265-276.
- Pakkalaa, T., J. Tiainenc, M. Pihad, J. Koukib, 2018: Three-toed Woodpecker cavities in trees: A keystone structural feature in forests shows decadal persistence but only short-term benefit for secondary cavity-breeders, *Forest Ecology and Management* 413 (2018) 70-75.
- Prpić, B., I. Milković, 2005: The range of floodplain forests today and in the past, *Floodplain Forests in Croatia*, Academy of forestry sciences, 23-39, Zagreb.
- Rem, J., A. Löhmus, K. Rem, 2006: Tree cavities in riverine forests: What determines their occurrence and use by hole-nesting passerines?, *Forest Ecology and Management* 221 (2006) 267-277.
- Sakhvon, 2009: Composition and diversity of passerine bird assemblages in the floodplain deciduous forests during the breeding season (Belarus), *Branta: Transactions of the Azov-Black Sea Ornithological Station*, 598.2: 591.55 (253).
- Schulze, E.D., D. Craven, A.M. Durso, J. Reif, M. Guderle, F. Kroher, P. Hennig, A. Weiserbs, P. Schall, C. Ammer, N. Eisenhauer, 2019: Positive association between forest management, environmental change, and forest bird abundance, *Forest Ecosystems* (2019) 6:3, 1-12.
- Southwood, T. R. E., 1961: The number of species of insect associated with various trees, *Journ. Animal Ecology* 30: 1-8., London.
- Suorsa, P., E. Huht, A. Jäntti, A. Nikula, H. Helle, M. Kuitunen, V. Koivunen, H. Hakkarainen, 2005: Thresholds in selection of breeding habitat by the Eurasian treecreeper (*Certhia familiaris*), *Biological Conservation* 121 (2005) 443-452.
- Török, J., 1986: Food segregation in three hole-nesting bird species during the breeding season, *Ardea* 74 (1986): 129-136.
- Trinajstić, I., 1998: Plantgeographical division of klimazonal forest vegetation of Croatia, *Šumarski list br. 9-10, CXXII* (1998), 407-421.
- Tworek, S., 2002: Different bird strategies and their responses to habitat changes in an agricultural landscape, *Ecol Res* 17: 339-359.
- Vukelić, J., D. Baričević, 2005: Forest vegetation of the floodplain regions, *Floodplain forests in Croatia*, Academy of forestry sciences, 115-121, Zagreb.
- Wilkin, T.A., L.E. King, B.C. Sheldon, 2009: Habitat quality, nestling diet, and provisioning behaviour in great tits *Parus major*, *J. Avian Biol.* 40: 135-145.
- Zaninović, K., M. Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M., Vučetić, M., Milković, J., Bajić, A., Cindrić, K., Cvitan, L., Katušin, Z., Kaučić, D., Likso, T., Lončar, E., Lončar, Ž., Mihajlović, D., Pandžić, K., Patarčić, M., Srnec, L., Vučetić, V., 2008: Climate atlas of Croatia 1961-1990, 1971-2000, Meteorological and Hydrological Service of Croatia, 13-59, Zagreb.

SAŽETAK

Korelacija između karakteristika zajednica sekundarnih dupljašica te florističkih i strukturalnih karakteristika staništa istražena je u nizinskim poplavnim šumama uz rijeku Dravu u Hrvatskoj. Standardna metoda prebrojavanja u točki korištena je za istraživanje zajednica ptica, a metoda kružnih ploha za istraživanje staništa. Mjerenja su provedena na ukupno 66 točaka. Korištena je analiza primarnih komponenti sa 28 varijabli staništa te Spearman rank korelacija između skorova primarnih komponenti i varijabli zajednica ptica (broj vrsta i broj parova). Bazalna površina stabala korištena je kao indikator starosti, ali i za klasifikaciju istraživanih točaka u četiri skupine (sastojine jasena, topole, johe i miješane sastojine). Zabilježeno je ukupno osam vrsta sekundarnih dupljašica i 14 vrsta drveća. Prosječna starost istraživanih točaka bila je $59,8 \pm 20,5$ godina. Sastojine jasena i miješane sastojine u prosjeku su bile starije od sastojina johe i topole. Shannon-Wiener indeks raznolikosti bio je veći u sastojinama s dominantnim jasenom i povećavao se sa starosti šume. Značajna pozitivna korelacija dobivena je između broja vrsta te brojnosti ptica i starijih sastojina s manjim brojem vrsta drveća i manjim relativnim brojem jedinki topole i johe. Možemo zaključiti da sastav zajednica sekundarnih dupljašica u nizinskim poplavnim šumama ovisi o strukturnim karakteristikama šuma, pri čemu stare sastojine pokazuju veću brojnost i raznolikost.

KLJUČNE RIJEĆI: zajednice ptica, struktura šumskog staništa, starost šume

THE USE OF SEWAGE SLUDGE AND DIATOMITE AS GROWING MEDIUM IN SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) SEEDLING PRODUCTION AND EVALUATION OF ITS LAND PERFORMANCE

KORIŠTENJE OTPADNOG MULJA I DIATOMITA KAO MEDIJA U PROIZVODNJI SADNICA OBIČNOG BORA (*Pinus sylvestris* L.) I PROCJENA PREŽIVLJAVANJA SADNICA NA TERENU

Murat KOSE^{1*}, Caglar UGURLU¹, Omer ONCUL¹, Fatih DEMIRCI¹, İlker ANGIN²

SUMMARY

Although several organic and inorganic substrates are added to growing media for improving its physical and chemical characteristics, the need for search of new materials and/or mixtures that reduces the high-priced peat content in substrates is still interesting. This study evaluated the feasibility of reducing the peat content in substrates by replacing it with different amounts of diatomite and sewage sludge for Scots pine seedling (*Pinus sylvestris* L.) growth and their land performance. In order to evaluate the feasibility of reducing the peat content in substrates by replacing it with different amounts of diatomite and sewage sludge, an experiment was carried out in a temperature-controlled greenhouse under natural light. To evaluate the land performance of Scots pine seedlings grown in different substrates, a trial was established between the years 2013–2017 in Sarıkamış, Kars (NE Anatolia). Sewage sludge application, due to its high organic matter and macro and micronutrient content, has improved the composition of the rhizosphere, thereby resulting in growth acceleration. As a result of the evaluations made in terms of both seedling morphological characteristics and land performance; the best performance was determined in the 9th (50%P+50%SS) and 3rd (75%SS+25%DE) mixtures.

KEY WORDS: Sewage sludge, diatomite, peat, scots pine, morphological properties, land performance

INTRODUCTION

UVOD

Several organic (peat, sawdust, bark, wood chips, etc.) and inorganic (pumice, zeolite, vermiculite, etc.) substrates are added to growing media for improving its physical and chemical characteristics, which promote plant growth. Since the growing medium relates to every cultural practice in

the production of nursery crops, selection and/or formulation of medium is of great importance for sustainable production. A well-chosen growing media and media components should supply a high nutrient-holding capacity, desirable water holding and aeration characteristics, a good decomposition rate (C:N), lightweight, an electrical conductivity (EC) within range of 0.5–3.0 dS m⁻¹, and a neutral pH (Csaba 1995; Olympios 1999; Ingram et al. 2003; Angin

¹ Dr. Murat Kose, MSc. Caglar Ugurlu, Dr. Omer Oncul, MSc: Fatih Demirci, Caglar Ugurlu, Omer Oncul, Fatih Demirci, Eastern Anatolia Forestry Research Institute, 25050, Erzurum, Turkey

² Prof. Dr. İlker Angin, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Ataturk University, 25240, Erzurum, Turkey

et al. 2011). To satisfy higher yields and quality, it is important to find a substrate or substrate mixtures with a good performance. Therefore, there is a need for search of new materials and/or mixtures that reduces the high-priced peat content in substrates.

Diatomite (Diatomaceous Earth or DE) is a sedimentary rock primarily composed of the fossilized remains of unicellular freshwater plants known as “diatoms”. Diatomite contains up to 80–90% voids (Khraisheh et al. 2004) and has a large surface area of 50–200 m² g⁻¹ (Wu et al. 2005). Diatomite consists of approximately 90% silicon dioxide, which is absorbed into plant tissues and helps to improve plant structure and resistance to pests and diseases. The remainder of its being elemental minerals, which are essential for plant growth (USGS 2008). Recent studies conducted by Aksakal et al. (2012, 2013) have indicated that diatomite might be an alternative soil amendment agent for improving soil physical and mechanical characteristics. Angin et al. (2011) have studied the effects of diatomite on the growth of strawberry and find out that diatomite application not only improved hydro-physical properties of soil but also vegetative parameters of strawberry. All of above-mentioned features and conducted studies have shown that diatomite can be used as an alternative substrate for peat. However, the most limiting factor for its use as a growing media is its organic matter content, which is relatively low.

Sewage sludge is a concentrated suspension of solids, largely composed of organic compounds, plant nutrients, trace elements, inorganic materials, and pathogens (Epstein 2003). The organic nature of sewage sludge, along with plant nutrients and several trace elements, shows that it has great potential for improving soil fertility and crop productivity. The potential outlets commonly considered for sewage sludge use and disposal can be classified as; land-based, product-based, energy recovery, and landfill disposal. The preferred and common management option for sewage sludge is beneficial to use on land, particularly for agricultural production and forestry. Use in this way not only ensures that nutrients and organic matter are recycled to the soil to enhance crop production but also reduces the use of chemical fertilizers. In Turkey, more than 1 million tonnes of sewage sludge is generated each year (Aslantas et al. 2013). Using sewage sludge as a substrate could be a feasible option, especially not only for the protection of the environment but also for decreasing the fertilizer cost. The positive effect of sewage sludge usage as a substitute for peat and soil has been reported by several studies (Raviv et al. 1986; Pinamonti et al. 1997; Ingelmo et al. 1998; Perez-Murcia et al. 2006; Jayasinghe et al. 2010; Méndez et al. 2017). However, its usage along with diatomite as a media component for nursery growth is not investigated yet.

This study was undertaken to evaluate (a) the feasibility of reducing the peat content in substrates by replacing it with different amounts of diatomite and sewage sludge for Scots pine seedling (*Pinus sylvestris* L.) growth and (b) evaluation of the land performance of Scots pine seedlings grown in different substrates.

MATERIALS AND METHODS MATERIJALI I METODE

In order to evaluate the feasibility of reducing the peat content in substrates by replacing it with different amounts of diatomite and sewage sludge, an experiment was carried out in a temperature-controlled greenhouse under natural light, from 11 April to 22 October 2013, in Erzurum Forestry Research Station, Turkey (39°55' N, 41°61' E). The temperature in the greenhouse was set to 24±2°C and 18±2°C during day and night, respectively. Diatomite (DE) and sewage sludge (SS) passed through 8-mm sieve was applied along with or without peat (P) within the rates (v/v) of 100%SS (1); 25%SS+75%DE (2); 75%SS+25%DE (3); 50%SS+50%DE (4); 25%P+75%DE (5); 25%P+75%SS (6); 25%P+50%DE+25%SS (7); 25%P+25%DE+50%SS (8); 50%P+50%SS (9); 50%P+25%DE+25%SS (10); 50%P+50%DE (11); 75%P+25%DE (12); 75%P+25%SS (13); 100%P (14, Control); and 100%DE (15). General characteristics of the materials used in this study are given in Table 1. pH and electrical conductivity measurements were carried out according to Thomas (1996) and Rhoades (1996). Organic matter was determined using the Smith-Weldon method (Nelson and Sommers 1996). Lime content of the substrates was determined with the ‘Scheibler Calcimeter’ as described in Loeppert and Suarez (1996). A wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometer from Rigaku (ZSX-100e, Rigaku Industrial Corporation, Japan) was used to determine the chemical components of substrates.

Mixtures with defined amounts were conveyed to seedling trays, with an internal cell volume of 190 cc. The used Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds were “Sarıkamış” originated. Two seeds were sown per cell and after 5 days of sowing, they were thinned to one seedling. The experiment was set up in a randomized block design with 15 mixtures and with three replications, as a total of 1170 seeds (15 mixture × 26 Scots pine seeds × 3 replications). No pesticide and fertilizer were applied throughout the experiment. At the end of the experiment (22 October 2013) 10 seedlings from each replication were collected and analyzed for the determination of height, stem diameter, and shoot and root dry weight. Dickson Quality Index (QI) was calculated from the obtained values according to Dickson et al (1960).

To evaluate the land performance of Scots pine seedlings grown in different substrates, a trial was established be-

Table 1. Initial characteristics of materials used in this study

Tablica 1. Početna svojstva materijala korištenih u istraživanju

Parameters (Parametri)	Sewage Sludge (SS) (Mulj iz otpadnih voda)	Diatomite (DE) (Diatomit)	Peat (P) (Treset)
pH	6.23 (1:10)	6.81 (1:2.5)	5.20 (1:2.5)
EC (mS cm ⁻¹)	1.23 (1:10)	0.31 (1:2.5)	0.27 (1:2.5)
Lime (%) (Vapno)	1.23	0.94	–
Organic Matter (%) (Organska tvar)	43.54	0.72	93
O	47.62	50.43	38.93
C	16.91	3.29	57.29
Ca	13.18	2.18	2.31
Si	9.44	31.74	0.41
Al	3.54	7.85	0.13
P	2.27	0.24	0.09
S	2.21	0.04	0.26
Fe	1.81	1.57	0.08
Mg	1.25	1.14	0.20
K	0.96	0.42	0.27
Zn	0.31	0.01	<0.01
Na	0.23	0.59	–
Ti	0.17	0.43	–
Mn	0.04	–	–
Cu	0.02	–	–
Sr	0.02	0.02	–
Ni	<0.01	–	–
V	–	0.04	–
Pd	–	0.02	–
Cl	–	–	0.04

XRF analysis (concentration, %)
XRF analiza (koncentracijas, %)

tween the years 2013-2017 in Sarıkamış, Kars (NE Anatolia). The study area is dominated by a continental climate (with an average altitude of 2250 m), with long winters and short summers. The mean annual minimum and maximum temperatures, relative humidity, and total precipitation are: -8.1 and 15.6°C, 67%, and 575 mm, respectively. Soils of the experimental site are of volcanic origin and have low CaCO₃ content. Seedlings grown in the greenhouse were transplanted to the study area in a randomized block design with three repetitions, as a total of 672 seedlings (14 mixture × 16 Scots pine seedlings × 3 replications) (No plant growth was observed in 100%DE, cancelled). They were planted at 1.5 × 3 m on 23 October 2013. Survival rates and height and stem diameter of seedlings were measured in the fall of 2017. Height and stem diameters of the seedlings were measured from the soil surface.

All the data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and the significant means were compared by Duncan's multiple comparison test method, performed using the SPSS Statistical Package v.20.0 (IBM 2011) at p≤0.05 level of significance, unless otherwise mentioned.

RESULTS

REZULTATI

Effects of growing media on Scots pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.) morphological properties are presented in Table 2. Height of Scots pine seedlings varied between 3.75-6.37 cm. The highest growth was observed in 6th, 1st, 9th, 13th, and 10th mixtures. As compared with the control (14th mixture),

Table 2. Effects of growing media on Scots pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.) morphological propertiesTablica 2. Utjecaj supstrata za rast na morfološka svojstva sadnica običnog bora (*Pinus sylvestris* L.)

Substrates* (Supstrati)	Height (cm) (Visina)	Diameter (mm) (Promjer)	Dry weight (g) (Ukupna biomasa u suhom stanju)		Dickson Quality Index (QI) (Dicksonov index kvalitete)
			Shoot (Stabljika)	Root (Korjen)	
1	6.23±0.29a ^v	1.07±0.02a	0.27±0.01a	0.24±0.05ab	0.074±0.013b
2	5.04±0.22ef	0.97±0.03c	0.12±0.01de	0.15±0.01de	0.046±0.002cd
3	5.41±0.39de	1.07±0.02a	0.23±0.01b	0.27±0.02a	0.085±0.002a
4	4.83±0.17f	0.87±0.02e	0.10±0.01ef	0.10±0.01fg	0.031±0.003ef
5	3.75±0.13g	0.56±0.04f	0.04±0.01g	0.05±0.01h	0.011±0.001g
6	6.37±0.20a	0.99±0.04bc	0.20±0.01c	0.16±0.01de	0.046±0.003cd
7	5.32±0.12de	0.91±0.04de	0.12±0.02def	0.12±0.02efg	0.034±0.006ef
8	5.72±0.03bcd	1.00±0.05bc	0.20±0.02c	0.18±0.04cd	0.054±0.012c
9	6.12±0.58ab	1.05±0.04ab	0.24±0.03b	0.21±0.03bc	0.066±0.007b
10	5.93±0.19abc	0.96±0.01cd	0.14±0.01d	0.12±0.01ef	0.036±0.001de
11	5.60±0.04cd	0.98±0.06c	0.11±0.01def	0.10±0.02fg	0.032±0.005ef
12	5.33±0.19de	0.93±0.01cd	0.09±0.01f	0.08±0.01gh	0.024±0.003f
13	6.10±0.30ab	0.95±0.05cd	0.17±0.03c	0.14±0.03def	0.041±0.008de
14	5.09±0.06ef	1.00±0.02bc	0.13±0.01d	0.10±0.01fg	0.037±0.004de
15	Cancelled-No plant growth was observed				

*1=100%SS; 2=25%SS+75%DE; 3=75%SS+25%DE; 4=50%SS+50%DE; 5=25%P+75%DE; 6=25%P+75%SS; 7=25%P+50%DE+25%SS; 8=25%P+25%DE+50%SS;
9=50%P+50%SS; 10=50%P+25%DE+25%SS; 11=50%P+50%DE; 12=75%P+25%DE; 13=75%P+25%SS; 14=100%P (Control); and 15=100%DE

^v Lowercase letters in columns show differences between substrates

these mixtures increased seedling height in the rates of 25.1%, 22.4%, 20.2%, 19.8%, and 16.5%, respectively. The rate of sewage sludge in these mixtures varied between 25–100%, and the highest growths were observed in mixtures with 75%–100% sewage sludge.

In addition to seedling height, application of sewage sludge to growing media also affected the stem diameter of the seedlings significantly. The stem diameter of Scots pine seedlings varied between 0.56–1.07 mm. The highest stem diameters were observed in 1st, 3rd, and 9th mixtures. As compared with the control (14th mixture), these mixtures increased stem diameter in the rates of 7%, 7%, and 5%, respectively. As in seedling height, the highest stem diameters were observed in mixtures in which sewage sludge was applied.

Shoot and root dry weight measurements also demonstrated some differences in plant development during the experimental growth period. The shoot and root weight of Scots pine seedlings varied between 0.04–0.27 g and 0.05–0.27 g, respectively. For both of the measured parameters, the highest values were obtained from 1st, 9th, and 3rd mixtures. The rate of sewage sludge in these mixtures varied between 50–100%. The lowest values were obtained in mixtures where the diatomite was added in 75%.

The maximum values for Dickson Quality Index (QI) are desirable. The QI of Scots pine seedlings varied between 0.011–0.085. Among the substrates tested, sewage sludge

Table 3. Land performance of Scots pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.) grown on different substrates

Tablica 3. Preživljavanje sadnica običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) uzgojenih u različitim supstratima

Substrates* (Supstrati)	Survival Rate (Postotak preživljavanja)	Height (cm) (Visina)	Diameter (cm) (Promjer)
1	0.83ab [†]	33.82bc	0.88cde
2	0.73bc	32.42cd	0.92cd
3	0.96a	39.65a	1.07b
4	0.90ab	27.91de	0.83de
5	0.65c	19.64g	0.64f
6	0.94a	34.66bc	0.88cde
7	0.73bc	31.85cd	0.89cde
8	0.81ab	32.17cd	0.98bc
9	0.90ab	41.58a	1.18a
10	0.94a	31.46cde	0.87cde
11	0.81ab	28.71de	0.88cde
12	0.83ab	26.62e	0.84de
13	0.83ab	28.42de	0.77e
14	0.92a	37.45ab	1.05b
15	Cancelled-No plant growth was observed		

*1=100%SS; 2=25%SS+75%DE; 3=75%SS+25%DE; 4=50%SS+50%DE;
5=25%P+75%DE; 6=25%P+75%SS; 7=25%P+50%DE+25%SS;
8=25%P+25%DE+50%SS; 9=50%P+50%SS; 10=50%P+25%DE+25%SS;
11=50%P+50%DE; 12=75%P+25%DE; 13=75%P+25%SS; 14=100%P (Control); and 15=100%DE

† Lowercase letters in columns show differences between substrates

added mixtures showed the best QI values. The highest QI values were observed in 3rd, 1st, and 9th mixtures. As compared with the control (14th mixture), these mixtures increased QI in the rates of 129.7%, 100%, and 78.4%, respectively. The effects of substrate mixture on QI showed the same tendency with other parameters investigated.

To evaluate the land performance of Scots pine seedlings grown in different substrates, a trial was established between the years 2013–2017 in Sarıkamış, Kars. Land performance of Scots pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.) grown on different substrates are presented in Table 3. Survival rates and height and stem diameter of seedlings varied significantly. The survival rate of Scots pine seedlings varied between 65%–96%. The highest survival rates were observed in 3rd, 6th, 10th, 14th, 9th, and 4th mixtures. The highest plant height and stem diameters were observed in the 9th and 3rd mixtures, respectively. As compared with the control (14th mixture), the 9th mixture increased plant height and stem diameter in the rates of 11% and 12.4%, respectively. The composition of this substrate was 50%P+50%SS.

DISCUSSION RASPRAVA

Results obtained have shown that even at low application rates (25% SS, 13th and 10th mixtures) sewage sludge increased seedling height significantly. The C:N ratio of organic matter is an important index that shows how much nitrogen will be mineralized relative to the CO₂ released by microorganisms (Ge et al. 2013). Organic amendments with high N contents and low C:N ratios mineralize sufficient N to satisfy plant growth (Cordovil et al. 2005). The high rate of organic matter and C in sewage sludge is responsible for the increased growth of seedlings. Mineralization of sewage sludge may have led to a sufficiently fast release of nutrients to meet the seedling requirements. Epstein et al. (1978) have stated that anaerobically digested sludge gave N mineralization rates of 40–42% in 15 weeks. Sewage sludge application, due to its high organic matter and macro and micronutrient content, may have improved the composition of rhizosphere, thereby resulting in growth acceleration. Similar results were reported by Perez-Murcia et al. (2006) for broccoli, Tufekci et al. (2008) for *Pinus brutia*, Aslantas et al. (2013) for sour cherry, and Leila et al. (2017) for *Eucalyptus camaldulensis*.

The reason of increase in stem diameter can not only be related to high organic matter of sewage sludge and its N, P, and K content, but also to improved soil water holding capacity (Bramryd 2002; Angin and Yaganoglu 2009). Velayoudon et al. (2014) have stated that there is a linear relationship between plant growth and trunk diameter. Valdecantos et al. (2011) have shown that pines amended with liquid biosolids showed 6–11% increases in stem diameter

and root collar diameter, respectively. Increases in shoot and root density after the application of organic amendments have been demonstrated by several researchers (Fuentes et al. 2007; Tabari and Salehi 2009; Marron 2015).

One of the main factors that affect success in afforestation studies is the use of high-quality seedlings. As seen in Table 2, the highest quality seedlings were determined in substrates mixed with sewage sludge. These results indicated that the application of sewage sludge to the substrate sustains its effect on the land also. The substrate aims to maximize the quality of seedlings with minimum input. Results obtained in this study demonstrate that the application of sewage sludge, in a proper ratio, can be an alternative that can help to reduce the amount of high priced peat content in substrates.

CONCLUSION ZAKLJUČCI

This study was undertaken to evaluate (a) the feasibility of reducing the peat content in substrates by replacing it with different amounts of diatomite and sewage sludge for Scots pine seedling (*Pinus sylvestris* L.) growth and (b) evaluation of the land performance of Scots pine seedlings grown in different substrates. Results obtained from this study have clearly shown that the application of sewage sludge to the substrate is an effective way not only to reduce peat content in the substrate but also to improve seedling quality. As a result of the evaluations made in terms of both seedling morphological characteristics and land performance; the best performance was determined in the 9th (50%P+50%SS) and 3rd (75%SS+25%DE) mixtures. The rates of sewage sludge in these mixtures were 50% and 75%. The main problem in the usage of sewage sludge is heavy metals and soluble salts, which could accumulate in the soil. However, its usage in seedling stage can be an alternative to minimize potential hazards, because of its usage in relatively small amounts.

ACKNOWLEDGEMENTS ZAHVALA

This study was supported by the Republic of Turkey, General Directorate of Forestry (01.1203.2013-2017).

REFERENCES LITERATURA

- Aksakal, EL., I. Angin, T. Oztas, 2012: Effects of diatomite on soil physical properties. *Catena* 88: 1-5.
- Aksakal, EL., I. Angin, T. Oztas, 2013: Effects of diatomite on soil consistency limits and soil compactibility. *Catena* 101: 157-163.
- Angin, I., M. Kose, R. Aslantas, 2011: Effect of diatomite on growth of strawberry. *Pakistan Journal of Botany* 43(1): 573-577.
- Angin, I., AV. Yaganoglu, 2009: Application of sewage sludge as a soil physical and chemical amendment. *Ekoloji* 19(73): 39-47.
- Aslantas, R., I. Angin, AO. Kobaza, 2013: Long-term effects of sewage sludge application on sour cherry (*Prunus creesus* L.). *Israel Journal of Plant Sciences* 61(1-4): 51-56.
- Bramryd, T., 2002. Impact of sewage sludge application on the long-term nutrient balance in acid soils of Scots pine (*Pinus Sylvestris*, L.) forests. *Water Air and Soil Pollution* 140(1-4): 381-399.
- Cordovil, CMdS., J. Coutinho, M. Goss, F. Cabral, 2005: Potentially mineralizable nitrogen from organic materials applied to a sandy soil: fitting the one-pool exponential model. *Soil Use and Management* 21: 65-72.
- Csaba, I., 1995: Growing medium in hydroculture. *Plasticulture* 108(4): 45-47.
- Dickson, A., AL. Leaf, JF. Hosner, 1960: Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stocks in nurseries. *The Forestry Chronicle* 36: 10-13.
- Epstein, E., 2003: Land application of sewage sludge and biosolids. CRC Press, Boca Raton, Florida. 216 p.
- Epstein, E., DB. Keane, JJ. Meisinger, 1978: Mineralization of nitrogen from sewage sludge and sludge compost. *Journal of Environmental Quality* 7: 217-221.
- Fuentes, D., A. Valdecantos, J. Cortina, VR. Vallejo, 2007: Seedling performance in sewage sludge-amended degraded Mediterranean woodlands. *Ecological Engineering* 31(4): 281-291.
- Ge, S., H. Xu, M. Ji, Y. Jiang, 2013: Characteristics of soil organic carbon, total nitrogen, and C/N ratio in Chinese apple orchards. *Open Journal of Soil Science* 3: 213-217.
- IBM, 2011: IBM Statistics for Windows, Version 20.0. IBM Corporation, Armonk, New York.
- Ingelmo, F., R. Canet, M.A. Ibañez, F. Pomares, J. García, 1998: Use of MSW compost, dried sewage sludge and other wastes as partial substitutes for peat and soil. *Bioresource Technology* 63: 123-129.
- Ingram, DL., RW. Henley, TH. Yeager, 2003: Growth Media for Container Grown Ornamental Plants (BUL 241). Environmental Horticulture Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 18 p.
- Jayasinghe, GY., Y. Tokashiki, ID. Liyana Arachchi, M. Arakaki, 2010: Sewage sludge sugarcane trash based compost and synthetic aggregates as peat substitutes in containerized media for crop production. *Journal of Hazardous Materials* 174: 700-706.
- Khraisheh, MAM., YS. Al-degs, WAM. McMinn, 2004: Remediation of wastewater containing heavy metals using raw and modified diatomite. *Chemical Engineering Journal* 99: 177-184.
- Leila, S., M. Mhamed, H. Hermann, K. Mykola, W. Oliver, M. Christin, O. Elena, B. Nadia, 2017: Fertilization value of municipal sewage sludge for *Eucalyptus camaldulensis* plants. *Bio-technology Reports* 13: 8-12.
- Loepert, RH., DL. Suarez, 1996: Carbonate and gypsum. In: Sparks, DL. [ed.]: *Methods of soil analysis, Part 3, Chemical methods*. SSSA Inc., Madison, WI, pp. 437-474.
- Marron, N., 2015: Agronomic and environmental effects of land application of residues in short-rotation tree plantations: A literature review. *Biomass and Bioenergy* 81: 378-400.
- Méndez, A., E. Cárdenas-Aguiar, J. Paz-Ferreiro, C. Plaza, G. Gascó, 2017: The effect of sewage sludge biochar on peat-based

- growing media. Biological Agriculture and Horticulture 33(1): 40–51.
- Nelson, DW, LE. Sommers, 1996: Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Sparks, DL. [ed.]: Methods of soil analysis, Part 3, Chemical methods. SSSA Inc., Madison, WI, pp. 961–1010.
 - Olympios, CM., 1999: Overview of soilless culture: Advantages, constraints and perspectives for its use in Mediterranean Countries. Cahiers Options Méditerranéennes 31: 307–324.
 - Perez-Murcia, MD., R. Moral, J. Moreno-Caselles, A. Perez-Espinosa, C. Paredes, 2006: Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. Bioresource Technology 97: 123–130.
 - Pinamonti, F., G. Stringari, G. Zorzi, 1997: Use of compost in soilless cultivation. Compost Science & Utilization 5(2): 38–45.
 - Raviv, M., Y. Chen, Y. Inbar, 1986: Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants. In: Chen, Y., Y. Avnimelech [eds.]: The Role of Organic Matter in Modern Agriculture. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, pp. 257–287.
 - Rhoades, JD., 1996: Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks, DL. [ed.]: Methods of soil analysis, Part 3, Chemical methods. SSSA Inc., Madison, WI, pp. 417–435.
 - Tabari M., A. Salehi, 2009: Long-term impact of municipal sewage irrigation on treated soil and black locust trees in a semi-arid suburban area of Iran. Journal of Environmental Sciences 21(10): 1438–1445.
 - Thomas, GW., 1996. Soil pH and soil acidity. In: Sparks, DL. [ed.]: Methods of soil analysis, Part 3, Chemical methods. SSSA Inc., Madison, WI, pp. 475–490.
 - Tufekci, S., AG. Gulbaba, F. Tokgonul, 2008: Production of fast growing tree species seedlings using sewage sludge from Tarsus-City domestic wastewater treatment plant (in Turkish). Cevre ve Orman Bakanligi Yayınlı No: 368, Tarsus, Turkey. 85 p.
 - USGS, 2008: USGS Minerals Information-Diatomite. United States Geological Survey Web. [Accessed 17 February 2019]. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/diatomite/#pubs>
 - Valdecantos, A., J. Cortina, VR. Vallejo, 2011: Differential field response of two Mediterranean tree species to inputs of sewage sludge at the seedling stage. Ecological Engineering 37(9): 1350–1359.
 - Velayoudon, P., P. Pagand, P. Winterton, M. Guiresse, 2014: Sewage sludge application for spontaneous plant restoration of a New Caledonian Ferralsol. Soil Research 52: 76–86.
 - Wu, J., YS. Yang, J. Lin, 2005: Advanced tertiary treatment of municipal wastewater using raw and modified diatomite. Journal of Hazardous Materials 127(1–3): 196–203.

SAŽETAK

Unatoč tome što se supstratu za uzgoj dodaju određeni organski i anorganski supstrati kako bi se poboljšale njegove fizičke i kemijske karakteristike, i dalje je zanimljiva potreba za istraživanjem novih materijala i/ili smjesa koje smanjuju udio skupocijenog treseta u supstratima. U ovom radu procijenit će se izvedivost smanjenja sadržaja treseta u supstratima njegovom zamjenom s različitim količinama diatometa i mulja iz otpadnih voda za rast sadnica običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) te njihovo preživljavanje na terenu. Kako bi se procijenila izvedivost smanjenja sadržaja treseta u supstratima zamjenom s različitim količinama diatometa i mulja iz otpadnih voda, provedeno je istraživanje u stakleniku, pod prirodnim svjetлом i u kontroliranim temperaturnim uvjetima. Između 2013. i 2017. godine u mjestu Sarıkamış, Kars (SI Anadolija) pokrenuto je istraživanje kojim će se procijeniti učinak koje zemljište ima na sadnice običnog bora koje rastu u različitim supstratima. Visoko organske tvari te makro i mikrohranjivi sastojci koji se nalaze u mulju iz otpadnih voda poboljšali su sastav rizosfere, što je rezultiralo bržim rastom sadnica. Kao rezultat evaluacija obavljenih u pogledu morfoloških karakteristika sadnica i utjecaja koji zemljište ima na preživljavanje sadnica; najbolji učinak postignut je u 9. (50%P + 50%SS) i 3. smjesi (75%SS + 25%DE).

KLJUČNE RIJEČI: Mulj iz otpadnih voda, diatomit, treset, obični bor, morfološka svojstva, preživljavanje sadnica na terenu

ŽENE U ŠUMARSTVU U BOSNI I HERCEGOVINI

WOMEN IN FORESTRY IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Amina MAŠIĆ¹

SAŽETAK

U većini europskih zemalja ne postoje pouzdana saznanja o zastupljenosti i ulozi žena u šumarstvu. Lewis (2005) navodi da su u SAD-u, u šumarstvu 1981. godine u tehničkom radu zaposleno 17,5%, a u administraciji 31,8%, 1991. godine je zaposleno u tehničkom sektoru 33,5%, a u administraciji 32,7%. Na Univerzitetu u Sarajevu prva žena stekla je diplomu inženjera šumarstva 1955. godine, iduće godine dvije žene, a 1957. pet žena. Anketno istraživanje provedeno je u cilju utvrđivanja zastupljenosti žena u šumarstvu, kao i pokušaja razumijevanja osnovnih razloga odabira ove profesije, s ciljem eventualnih poboljšanja uvjeta ili motiviranja novih generacija žena u šumarstvu. Uzorak je činilo 78 ispitanica, koje su uposlenice poduzeća: "Bosanskohercegovačke šume" Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, Srednjobosanske šume d.o.o. Donji Vakuf, Unsko – sanske šume d.o.o. Bosanska Krupa, Zeničko - dobojske šume d.o.o. Zavidovići, KJP „Sarajevo-šume d.o.o. Sarajevo, JPS" Šume Republike Srpske" a.d. Sokolac. Stalno zaposlenih žena sa diplomom Šumarskog fakulteta u Federaciji je 83, a u Republici Srpskoj 151. Samo u Šumama SBK rade žene sa SSS-III stupnja šumarske struke, što ukazuje da ne postoji interes za obavljanje takvog posla. Tijekom studije anketirano je ukupno 78 žena zaposlenih u šumarstvu, od čega je 19 završilo poljoprivrednu ili šumarsku školu, što čini $\frac{1}{4}$ u odnosu na žene koje su završile druge srednje škole. To ukazuje da je šumarstvo kao struka privlačnije ženama koje su završile druge srednje škole npr. umjetničke škole ili druge tehničke škole. Od 1981. godine šumarstvo postaje interesantnije ženama, od 522 diplomanta, 142 su žene. U Federaciji devet žena se nalazi na rukovodećim pozicijama, a u Republici Srpskoj 21.

KLJUČNE RIJEČI: žene, šumarstvo, motivacija, privreda, obrazovanje

UVOD INTRODUCTION

BiH je jedna od šumovitih zemalja u Evropi. Ekeberg (1998) navodi da u skandinavskim zemljama trećinu privatnih šuma posjeduju žene. Avdibegović et al. (2010) navode da raspodjela šumovlasnika po spolu je uvjerljivo na muškoj strani u BiH i Srbiji, uz izuzetak Hrvatske gdje na žene otpada jedna četvrtina šumoposjednika. Uglavnom se radi o starijem stanovništvu (oko 40 % šumoposjednika u sve tri zemlje starije je od 57 godina, a samo 10 % mlađe od 36 godina). Utizka et al. (2004) utvrdili su da žene imaju manje obrazovanje u sferi šumarstva od muškaraca i da su manje aktivne u upravljanju, te da mlađe žene sa visokim stupnjem

formalnog obrazovanja imale pozitivan stav prema očuvanju šuma. U Finskoj od ukupnog broja studenata, šumarstvo studira 35% studentica, a u Švedskoj 14% (Idžoitić & Ivanović, 2002). Lewis (2005) navodi da su u SAD-u, u šumarstvu 1981. godine u tehničkom radu zaposleno 17,5%, a u administraciji 31,8%, 1991. godine je zaposleno u tehničkom sektoru 33,5%, a u administraciji 32,7%. U BiH u posljednjih dvadeset godina nije bilo istraživanja koja su se izravno bavila ovim pitanjem. Cilj istraživanja je utvrditi zastupljenost žena u šumarstvu u Bosni i Hercegovini i istražiti što motivira žene u izboru šumarstva za ovu profesiju. Ovo istraživanje daje osvrt na zastupljenost i motivaciju od 1955. do danas.

¹ Amina Mašić, studentica, Šumarski fakultet Sarajevo, studentica, Đozin sokak br. 9 Kladanj, 75 280, BiH, amina.masic98@gmail.com

Razvoj Šumarskih fakulteta u BiH – *Development Faculty of Forestry at BiH*

Obrazovanje u poljoprivredi početkom 20. vijeka je bilo poprilično otežano zbog niske stope pismenosti lokalnog stanovništva, ujedno zbog Drugog svjetskog rata. Prvi stručni kadar dolazi nakon drugog svjetskog rata, te ova oblast doživljava ekspanziju 60-ih i 70-ih godina prošloga stoljeća.

Nastanak šumarske škole u Sarajevu vezan je za period Austro-Ugarske uprave u Bosni i Hercegovini, kada je 1889. godine u Sarajevu osnovana Srednja tehnička škola sa dva odsjeka: šumarski i građevinski. Od 1908. šumarski odsjek prerasta u Šumarsku školu koja radi do 1922. Godine, kada se odvojila od građevinske škole tj. Kada je reorganizirana (Pejanović, 1953).

Pejanović navodi da je u periodu između Prvog i Drugog svjetskog rata poljoprivreda bila najrazvijenija djelatnost u ruralnim područjima te su se u skladu s potrebama stanovništva otvarale mnoge škole za ospozobljavanje kadrova u tom području. Ogranak potencijalne drvne industrije i razvoj šumarstva znatno je doprinijelo osnivanju Šumarskog fakulteta u Sarajevu, Bihaću i Banja Luci. U BiH egzistiraju tri šumarska fakulteta, u Sarajevu, Banja Luci i Bihaću.

Pejanović (1953.) navodi Poljoprivredno – šumarski fakultet u Sarajevu, kao zaseban fakultet Univerziteta u Beogradu osnovan je 1939./1940. godine. Ovaj fakultet organiziran je prema Uredbi Poljoprivredno – šumarskog fakulteta u Beogradu. Nastava na ovom fakultetu počela je 1940.-1941. akademске godine zimskim semestrom i to samo prvi semestar zbog ratnih dejstava. Šumarski fakultet u Sarajevu je ponovo počeo s radom 1949. djeluje do danas u dva smjera: Šumarstvo i Hortikultura. Izmjenama Zakona o Univerzitetu u Sarajevu 1958. godine osnovani su Poljoprivredni i Šumarski fakultet u Sarajevu kao samostalne članice Univerziteta. Prema Harčević (2018) Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu tijekom 2018. godine studiralo je 59,8 % muškaraca i 40,1 % žena.

Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci osnovan je 1992. godine, a izvođenje nastave započelo je školske godine 1993./94.

Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću osnovan je 1998. godine. Studij je do akademske 2005./06. godine bio organiziran na dva odsjeka: Poljoprivredni i Prehrambeni. Od akademske 2006./07. godine, Biotehnički fakultet je krenuo s implementacijom Bolonjske deklaracije i oformio na postojećim odsjecima sljedeće smjerove, Poljoprivredni odsjeci: smjer Ratarstvo-povrtlarstvo, smjer Stočarstvo, smjer Organska poljoprivreda, smjer Voćarstvo-vinogradarstvo i smjer Šumarstvo, Prehrambeni odsjeci:

smjer Prehrambena tehnologija i smjer Zaštita okoliša, Šumarski odsjek : smjer Šumarstvo.

U odabranom uzorku studije Elkaz (2017) navodi da je u Srednjobosanskom kantonu u akademskoj godini 2011/2012. Šumarski fakultet u Sarajevu upisale dvije žene od 16 ukupno upisanih (12,5%), u 2012/2013. taj broj iznosi 1 od 6, što je 16,5%. U 2013./2014. Šumarski fakultet u Sarajevu upisalo je četiri žene od ukupno 15 upisanih (26,6%).

U 2014./2015. Šumarski fakultet u Sarajevu upisalo je veći broj žena nego muškaraca, tri žene od ukupno četiri studenta. U 2015/2016. akademskoj godini je upisalo šest žena od ukupno 24 studenta, što je (25%). Kao razlog navodi se da je šumarstvo kod nas još uvjek "djelatnost za muškarce", a drugi razlog je to što studenti koji upisuju Šumarski fakultet uglavnom dolaze iz ruralnih i manjih sredina, a tradicija je da se više obrazuju muška djeca u odnosu na žensku.

Također, Harčević (2015.) navodi da je 2015. godine u ŠPD "Unsko - Sanske šume" d.o.o Bosanska Krupa ukupno zaposleno 24% žena i 76% muškaraca.

Materijali i metode – *Material and Methods*

Anketno istraživanje provedeno je u cilju utvrđivanja zastupljenost žena u šumarstvu te razloga odabira šumarstva kao profesije. Istraživanje je kvantitativnog i kvalitativnog tipa i provedeno je putem anketnog upitnika i intervjuja. Anketa je proslijedena na adresu 248 žena, od kojih je na anketu odgovorilo 78. Za uzorak je odabранo 6 poduzeća s najvećim brojem zaposlenih: "Bosanskohercegovačke šume" Sarajevo, Srednjobosanske šume d.o.o. o Donji Vakuf, Unsko – sanske šume d. o. o Bosanska Krupa, Zeničko - dobojske šume d.o.o Zavidovići, KJP „Sarajevo-sume d.o.o. Sarajevo, JPŠ”, Šume Republike Srpske” a.d Sokolac. i Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva. Zaposlenicama poduzeća "Bosanskohercegovačke šume" Sarajevo, Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, KJP „Sarajevo-sume d.o.o. Sarajevo su anketni upitnici dostavljeni u pismenoj formi, a ostalim online anketa preko platforme Google docs. Intervjuirane su tri uspješne žene inženjerke šumarstva/ hortikulture koje su studirale u različitim desetljećima u razdoblju od 1990.-2020. Intervjuirane su tri zaposlenice šumarskog fakulteta, s ciljem dobijanja uvida u trendove i razloge upisa na šumarski fakultet. Također korištena je metoda izravnog, pismenog i strukturiranog intervjuja. Sve ispitnice su odgovarali na ista pitanja, istim slijedom i ograničenom vremenskom roku. Izvršena je analiza i šumarskih preduzeća u BiH, s ciljem utvrđivanja ukupnog broja zaposlenih. Anketno istraživanje i intervju provedeni su od listopada 2019. do svibnja 2020., a obradu podataka, njihovu analizu i prezentaciju korišteni su standardni programski paketi Ms Office (Microsoft Excel). Od metoda korišteni su opći (statistički) i posebni (analiza i sinteza) paketi. Prvi dio anketnog upitnika sastoji

se od jednog općeg pitanja i 4 pitanja na koje su ispitanice odgovorile da li se slažu s tvrdnjama, potvrđno (da) ili ne slažu (ne). U drugom dijelu ankete izneseneo je 10 tvrdnji koje su ocjenjivane prema Likertovoj ljestvici od 5 stupnjeva, gdje 1 znači "ne slažem se u potpunosti", 2 - "slažem se u zadovoljavajućoj mjeri, 3 - "osrednje slaganje, 4 - "vrlo se slažem" i 5 - "slažem se u potpunosti".

Analizirani su također i završni i master rad Elkaza S.(2017) i Harević A.(2015;2018) s ciljem dobivanja broja studenata iz Srednjobosanskog i Usko-sanskog kantona.

Šumarska preduzeća u BiH – *Forestry companies in BiH*

U Federaciji BiH djeluju kantonalna preduzeća: Šumsko-privredno društvo "Srednjobosanske šume" obuhvata 12 šumarija, KJP "Sarajevo-sume" d.o.o. 3 šumarija, Šume Tuzlanskog kantona» Kladanj 5 šumarija, ŠPD "Unsko - sanske šume" Bosanska Krupa 5 šumarija, Rasadnik Cazin i GMO Bosanski Petrovac, ŠPD ZDK " d.o.o 5 šumarija, "Šume Hercegovačko-neretvanske" d.o.o. Mostar 5 šumarija, ŠGD „Hercegbosanske šume“ doo Kupres 7 šumarija i rasadnik Pržine i JP "Bosansko-podrinjske šume" d.o.o. Goražde. U Republici Srpskoj djeluju JPŠ" Šume Republike Srpske" Sokolac 30 poduzeća. Prosječan broj zaposlenih u JP „Šumsko privredno društvo Zeničko-dobojskog kantona“ d.o.o. Zavidovići u 2014. na osnovi sati rada je bio 986. Broj zaposlenih u J.P."Šume TK" DD Kladanj je 536, a u Šumskoprivredno društvo "Srednjobosanske šume" Donji Vakuf oko 800 radnika. U 2015.u ŠGD "Hercegbosanske šume" d.o.o. Kupres prosječan broj zaposlenih je bio 629. U 2012. u ŠPD "Unsko-sanske šume" je 555 zaposlenih.

Ukupan broj zaposlenih radnika u šumarskim preduzećima (u državnom vlasništvu) Republike Srpske u 2011. godini je 4226.(Čomić, et al 2013.)

REZULTATI RESULTS

Izvršena je analiza popisa diplomiranih inžinjera šumarstva po godinama diplomiranja 1953-2000., popisa diplomiranih inžinjera šumarstva/hortikulture 2001-2008., popis bakalaureat šumarstva/hortikulture 2008. godine objavljenih u monografiji "60. godina Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu 2008.". Također, analiziran je popis bakalaureat šumarstva/hortikulture 2008.-2019., popis studenata koji su završili I ciklus studija u periodu od 2008. do kraja 2019. bakalureati šumarstva li hortikulture, popis studenata koji su završili II ciklus studija u periodu od 2010. do kraja 2019. Magistri šumarstva ili hortikulture, popis studenata koji su završili međunarodni FOPER u periodu od 2009. do kraja 2015. godine, popis studenata koji su završili studij po predbolonjskom načinu studiranja u razdoblju od 2008. do kraja 2019. godine i popis studenata koji su završili postdiplomski studij po predbolonjskom načinu studiranja u razdoblju od 2008. do kraja 2019. godine.

Pregled diplomiranih inženjera Šumarsku fakulteta u Sarajevu po polnoj strukturi u razdoblju od 1948.- 2008. prema Monografiji Šumarskog fakulteta u Sarajevu 60 godina 1948.- 2008. dano je u tablici 1.

U prvim godinama rada Šumarskog fakulteta u Sarajevu postoji nesrazmjeran broj diplomiranih inženjera po spolu. Od 1953. do 1960. godine 8,42%. žena je uspjelo završiti Šumarski fakultet u Sarajevu u odnosu na ukupan broj. Od 1981. do 1990. šumarska struka doživljava pravu ekspanziju u BiH. Od 522 studenta diplomata, 142 čine žene.

Tablica 1. Pregled diplomiranih inženjera Šumarsku fakulteta u Sarajevu po spolnoj strukturi

Table 1. Overview of engineering Faculty of Forestry in Sarajevo graduates by gender

Udio – share (%)					
Godine	Žene		Muškarci		
Years	Women		Men		
1953-1960	16		174		
1961-1970	45		524		
1971-1980	43		367		
1981-1990	142		380		
1991-2000	43		155		
2001-2008	75		131		
Bakalureati šumarstva ili hortikulture	Master studij (Bolonjski sistem)	Međunarodni II ciklus studija FOPER	Diplomirani inžinjeri šumarstva ili hortikulture	Magistri šumarstva ili hortikulture (postdiplomski studij)	
2009-2019	2010- 2019	2009-2015	2009- 2019	2008-2019	
Bachelor forestry or horticulture	Master study (Bologna system)	International II cycle of FOPER studies	Graduated engineers forestry and horticulture	Masters of Forestry or Horticulture (postgraduate study)	
2009-2019	2010- 2019	2009-2015	2009- 2019	2008-2019	
Muškarci/Men	381	2	110	29	
Žene/ Women	244	93	45	11	

Tablica 2. Broj zaposlenih žena po poduzećima

Table 2. The number of employed women per company.

Žene Women	Sarajevo- šume <i>Sarajevo- Forests</i>	Srednjo- bosanske šume <i>Central Bosnia Forests</i>	Unsko-sanske šume <i>Una Sana Forests</i>	Zeničko- dobojske šume <i>Zenica-Doboj Forests</i>	Federalno ministar- stvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva <i>The Federal Ministry of Agriculture</i>	Bosansko- hercegovačke šume <i>Bosnia and Herzegovina forests</i>	JPŠ Šume Republike Srpske <i>Forests of the Republic of Serbian</i>
Stalno zaposlene <i>VSS</i>	9	31	14	21	3	5	151
<i>Full time employees</i>							
UD							
Tehničari Technicians	0	9	21	8	0	0	158
Žene sa SSS-III stepena šumarske struke <i>Women from HSE-III forestry profession</i>	0	3	0	0	0	0	0
Pripravnice VSS Trainees UD	0	0	12	2 VSS 1 SSS	0	0	4

Tablica 3. Broj žena na rukovodećim pozicijama po poduzećima

Table 3. The Number of women in management positions

Žene Women	Sarajevo-sume <i>Sarajevo-Forests</i>	Srednjo- bosanske šume <i>Central Bosnia Forest</i>	Unsko-sanske šume <i>Una Sana Forests</i>	Zeničko- dobojske šume <i>Zenica-Doboj Forests</i>	Federalno ministar- stvo poljoprivrede vodoprivrede i šumarstva <i>The Federal Ministry of Agriculture</i>	Bosansko- hercegovačke šume <i>Bosnia and Herzegovina forests</i>	JPŠ Šume Republike Srpske <i>Forests of the Republic of Serbian</i>
Rukovodeći položaj <i>Leadership position</i>	2 rukovodioca službe <i>Head of service</i>	1 izvršni direktor i 2 upravnice šumarija <i>1 executive director and 2 forestry manager</i>	2 (1 upravnica šumarije, 1 rukovodilac sektora) <i>2 (1 forestry manager, 1 head of service</i>	2 (1 upravnica šumarije, 1 rukovodilac službe) <i>2 (1 forestry manager, 1 head of service</i>	1 pomoćnica ministra za šumarstvo i lovstvo <i>1 assistant minister for forestry and hunting</i>	1 rukovodilac službe <i>1 head of service</i>	21

Broj žena zaposlenih po poduzećima dano je u tablici 2.

Stalno zaposlenih žena s diplomom Šumarskog fakulteta u Federaciji je 83, a u Republici Srpskoj 151. Što znači da je u Federaciji stalno zaposleno 35 %, a u Republici Srpskoj 65%.

Broj žena na rukovodećim položajima veći je u RS nego u FBiH. Ukupno 30 žena obnaša neku od rukovodećih funkcija, ne postoji decidiran podatak o ukupnom broju rukovodećih mesta u ispitivanim preduzećima.

REZULTATI ANKETE

SURVEY RESULTS

Grafički prikaz odgovora ispitanica na tvrdnje.

Na tvrdnju "Smaram da je šumarstvo perspektivna struka" odgovorilo je potvrđeno 45% ispitanica, a samo 6% ispitanica je odgovorilo da se ne slaže s tom tvrdnjom u potpunosti, što ukazuje da većina smatra da je šumarstvo perspektivna struka.

Najveći postotak zaposlenih žena inženjera od je 20 do 35 godina. To se može objasniti činjenicom da je šumarstvo posljednjih godina postalo interesantno ženama.

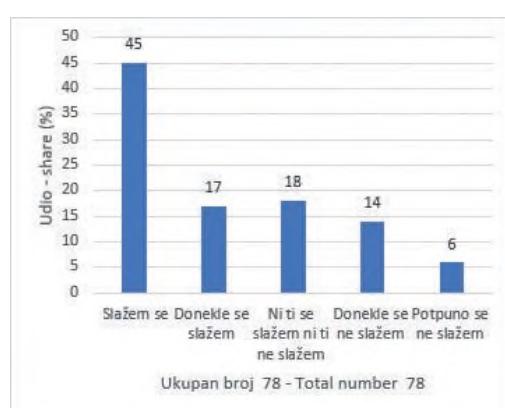
**Slika 1.** Odgovori na tvrdnju: Smaram da je šumarstvo perspektivna struka

Figure 1. Answer to the statement: I consider the Forestry is a promising profession.

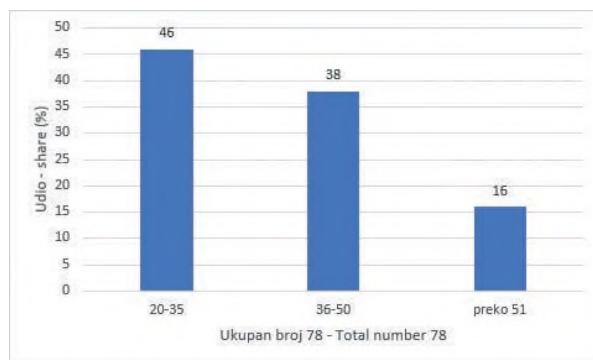
**Slika 2.** Prikaz dobne strukture ispitanica

Figure 2. Age-class distribution

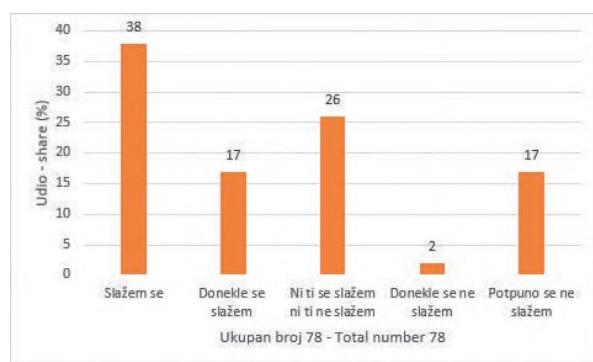
**Slika 3.** Odgovori na tvrdnju: Tokom studija više su me zanimale prirodne nego i tehničke nauke

Figure 3. Answer to the statement: During my studies I was more interested in the natural than the technical sciences

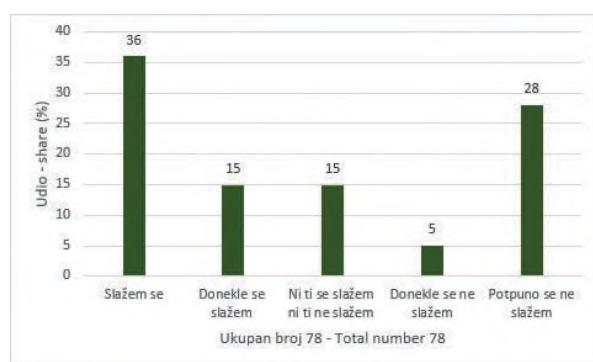
**Slika 4.** Odgovori na tvrdnju: Da ponovo upisujem studij izabrala bih isto zanimanje

Figure 4. Answer to the statement: If I were to re-enroll, I would choose the same occupation.

Na pitanje "Tijekom studija su me više zanimali prirodne nego tehničke nauke" odgovorilo je 38% ispitanica da se potpuno slaže, 17% ispitanica je odgovorilo da se djelomično slaže, a 26% se niti slaže niti ne slaže, što ukazuje na njihovu neodlučnost ili da su ih zanimali obje grupe predmeta. Sa tezom "Da ponovo upisujem studij, izabrala bih isto zanimanje" potpuno se slaže 36%, djelomično se slaže

i niti se slaže niti ne slaže približan broj ispitanica 15%, a 28% se u potpunosti ne slaže sa tezom, na osnovi ovoga možemo utvrditi da nisu u potpunosti zadovoljne izborom zanimanja.

REZULTATI INTERVJUA

RESULTH INTERVIEW

Intervjuirane su tri uspješne žene inženjerke šumarstva/hortikulture koje su studirale u različitim desetljećima, u razdobljima od 1990.-2020.g. U cilju dobivanja uvida o načinu studiranja, mogućnostima zaposlenja, motivaciji o odabiru prirodnih nauka kao oblasti istraživanja. Intervju sadrži 2 formalna pitanja. Svima su postavljena ista pitanja, istim redoslijedom.

1. Da li je šumarstvo bilo privlačno/popularno zanimanje mladim ženama tada? Ako je, zašto?

Sve ispitanice na ovo pitanje su odgovorile potvrđno. Jedna ispitanica se nije izjasnila zašto je šumarstvo bilo perspektivna struka. Druga ispitanica kao razlog navodi da mnoge studentice nisu u potpunosti bile informirane o kakvom fakultetu je riječ, tako da se mnogo treba raditi na promoviranju i informiranju o svim aspektima šumarske nauke i struke. Treća je navela da je šumarstvo kao zanimanje u to vrijeme bilo deficitarno inženjerima na tržištu, te je, osim ljubavi prema prirodi i prirodnim naukama, mogućnost zaposlenja bio dodatni motiv za upisivanje studija šumarstva.

2. Iz perspektive Vas kao žene, da li je se nešto promijenilo od vremena kada ste Vi studirali? Da li se djevojke više zanimaju za šumarstvo?

Sve ispitanice su zaključile da se djevojke danas više zanimaju za šumarstvo u odnosu na vrijeme kada su one studirale. Jedna ispitanica je odgovorila da je šumarstvo interesantnije jer se i trendovi u šumarstvu mijenjaju, te se razlikuju od potpuno tradicionalnog pristupa u šumarstvu. Nameću se teme koje su više interesantne ženama kao što su ekologija, biološka raznolikost, klimatske promjene i zaštita šuma, ne-drveni šumski proizvodi, prostorno planiranje, rasadnička proizvodnja, daljinska praćenja i dr., pa će se samim tim i mogućnost zaposlenja povećavati. Druga ispitanica je izjavila da ponovo upisuje studij, izabrala bi isto zanimanje. Treća je izjavila da smatra da je malo više žena koje upisuju šumarstvo nego kada je ona studirala, ali da je ukupan broj zainteresiranih studenata manji, te da je manje prilika za zaposlenje sada.

RASPRAVA

DISSCUSION

Percipirajući tvrdnju "Smatram da šumarstvo perspektivna struka" približno jedna polovina se u potpunosti slaže s na-

Tablica 4. Rezultati ankete

Table 4. Results of the survey

R.br O.n	Tvrđnja Statement	Ponuđeni odgovori The answers offered	Odgovori Answers (%)
1	Smatram da je šumarstvo perspektivna struka / consider the Forestry is a promising profession	A) Slažem se / agree B) Donekle se slažem / somewhat agree C) Ni ti se slažem ni ti ne slažem Neither agree nor disagree D) Donekle se ne slažem / somewhat disagree E) Potpuno se ne slažem / totally disagree	A) 45% B) 17% C) 18% D) 14% E) 6%
2	Više volim terenski nego li uredski posao I prefer fieldwork to office work	A) Slažem se / agree B) Donekle se slažem / somewhat agree C) Ni ti se slažem ni ti ne slažem Neither agree nor disagree D) Donekle se ne slažem / somewhat disagree E) Potpuno se ne slažem / totally disagree	A) 59% B) 14% C) 17% D) 6% E) 4%
3	Izabrala sam šumarstvo kao zanimanje zbog bržeg zaposlenja. <i>I chose forestry as an occupation because of faster employment</i>	A) Slažem se / agree B) Donekle se slažem / somewhat agree C) Ni ti se slažem ni ti ne slažem Neither agree nor disagree D) Donekle se ne slažem / somewhat disagree E) Potpuno se ne slažem / totally disagree	A) 22% B) 13% C) 22% D) 10% E) 33%
4	Tijekom studija više su me zanimali prirodne nego tehničke nauke. <i>During my studies I s more interested in the natural than the technical sciences</i>	A) Slažem se / agree B) Donekle se slažem / somewhat agree C) Ni ti se slažem ni ti ne slažem Neither agree nor disagree D) Donekle se ne slažem / somewhat disagree E) Potpuno se ne slažem / totally disagree	A) 38% B) 17% C) 26% D) 2% E) 17%
5	Da ponovo upisujem studij, izabrala bih isto zanimanje. <i>If I were to re-enroll, I would choose the same occupation</i>	A) Slažem se / agree B) Donekle se slažem / somewhat agree C) Ni ti se slažem ni ti ne slažem Neither agree nor disagree D) Donekle se ne slažem / somewhat disagree E) Potpuno se ne slažem / totally disagree	A) 36% B) 15% C) 15% D) 5% E) 28%
6	Tijekom studija sudjelovala sam u studijskim razmjjenama. <i>During my studies I participated in study exchanges</i>	A) Da Yes B) Ne No	A) 9% B) 91%
7	Imala sam mogućnost zaposlenja na više radnih mesta. <i>I had the opportunity to work in multiple jobs</i>	A) Slažem se / agree B) Donekle se slažem / somewhat agree C) Ni ti se slažem ni ti ne slažem Neither agree nor disagree D) Donekle se ne slažem / somewhat disagree E) Potpuno se ne slažem / totally disagree	A) 8% B) 4% C) 9% D) 11% E) 68%
8	Želim se upisati na postdiplomske ili doktorske studije. <i>I want to enroll in postgraduate or doctoral studies</i>	A) Slažem se / agree B) Donekle se slažem / somewhat agree C) Ni ti se slažem ni ti ne slažem Neither agree nor disagree D) Donekle se ne slažem / somewhat disagree E) Potpuno se ne slažem / totally disagree	A) 27% B) 10% C) 10% D) 7% E) 46%
9	Izabrala sam šumarstvo kao buduće zanimanje jer je to zanimanje mojih srodnika. <i>I chose forestry as a future occupation because it is a profession of my relatives</i>	A) Slažem se / agree B) Donekle se slažem / somewhat agree C) Ni ti se slažem ni ti ne slažem Neither agree nor disagree D) Donekle se ne slažem / somewhat disagree E) Potpuno se ne slažem / totally disagree	A) 15% B) 4% C) 9% D) 8% E) 64%
10	Moji hobi me motivirao da upišem šumarstvo. <i>My hobby motivated me to enroll in forestry</i>	A) Slažem se / agree B) Donekle se slažem / somewhat agree C) Ni ti se slažem ni ti ne slažem Neither agree nor disagree D) Donekle se ne slažem / somewhat disagree E) Potpuno se ne slažem / totally disagree	A) 17% B) 5% C) 14% D) 17% E) 47%

vedenom tvrdnjom, otprilike jedna petina se djelomično slaže s tom tvrdnjom, jedna petina se niti slaže niti ne slaže, a vrlo mali broj se u potpunosti ne slaže. Na temelju ovoga možemo zaključiti da su ispitanice zadovoljne šumarstvom kao izborom zanimanja.

Da je šumarstvo izabralo zbog bržeg zaposlenja odgovorilo je 17 ispitanica, najveći broj ispitanica 26 se ne slaže u potpunosti s tom tvrdnjom. Približan broj niti se slaže niti ne

slaže. Što implicira da većina žena ne upisuju šumarski fakultet iz finansijskih razloga ili da je Šumarski fakultet bio druga opcija prilikom odabira studija.

Na tezu "Tijekom studija više su me zanimali prirodne nego tehničke nauke" više od jedne trećine je odgovorilo da se slaže s tvrdnjom, jedna četvrtina da se niti slaže niti ne slaže (neutralna) i 13 ispitanica odgovorilo da se ne slaže s tvrdnjom. Na osnovi ovoga može se zaključiti da je većina

ispitanica odabrala šumarstvo kao buduću profesiju, jer su ih više interesirale prirodne nauke npr. botanika. Tvrđnja je ocijenjena prosječnom ocjenom od 3,57.

S tvrdnjom "Da ponovo upisujem studij, izabrala bih isto zanimanje" slažu se potpuno 28 ispitanica, što čini otpri-like oko jednu trećinu, a 22 se potpuno ne slažu, to je jedna četvrtina, te zaključak iz ove tvrdnje je da ispitanice nisu u potpunosti zadovoljne izborom studija.

Od ukupno 78, sedam ispitanica je sudjelovalo na nekim studijskim razmjenama.

S tvrdnjom "Želim se upisati na postdiplomske ili doktorske studije" potpuno se slaže 21 ispitanica ili 27%. Djelomično se slaže 8 ispitanica, odnosno 10,25%.

Tvrđnja "Moj hobi me motivirao da upišem šumarstvo" ocijenjena je s 2,26. Potpuno se slaže 13 ispitanica, 4 ispitanice se djelomično slažu, dok se 11 ispitanica "niti se slaže niti se ne slaže". Potpuno se ne slaže 37 ispitanica, a to čini otpri-like jednu polovinu.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Istraživanje je provedeno u cilju utvrđivanja zastupljenost žena u šumarstvu te razloga odabira šumarstva kao profesije. Na osnovi istraživanja utvrđeno je da većina žena ne upisuje šumarstvo iz finansijskih razloga. Šumarstvo je privlačnije ženama koje su završile neke druge srednje škole, a ne srednju šumarsku ili poljoprivrednu školu. Od 1981. godine šumarstvo postaje interesantnije ženama, od 522 diplomanta, 142 su žene. U Federaciji devet žena nalazi se na rukovodećim pozicijama, a u Republici Srpskoj 21. Najveći broj zaposlenih žena inženjera je u dobi od 20 – 35 godina. Oko 15% ispitanica dolazi iz tradicionalno šumarskih obitelji. U četiri kantonalna poduzeća zaposleno je 38 žena šumarskih tehničara, a u republičkim poduzećima 158.

Ovo istraživanje može poslužiti kao osnova za potencijalna buduća istraživanja iz slične tematike. Desetljećima su se mijenjali trendovi u šumarstvu, ali i motivi upisa. Jedan od zaključaka zašto je šumarstvo i danas vrlo privlačno zanimanje ženama je deficitarnost ovog kadra, jer je Bosna i Hercegovina zbog svog geomorfološkog položaja vrlo bogata šumom te da ima potencijala za daljnji razvoj. Nadamo se da će rezultati ovog istraživanja imati primjenu u praksi. Kraci koji se predlažu je organiziranje edukativnih radionica u srednjim tehničkim školama FBiH i RS za maturantice s ciljem približavanja ovog zanimanja ženskoj populaciji i informiranja o značenju šumarstva, mogućnostima zaposlenja i sl.

LITERATURA

REFERENCES

- Avdibegović,M., Petrović,N., Nonić,D., Posavec,S., Marić,B., Vučetić,D. (2010): Spremnost privatnih šumoposjednika u Hrvatskoj, Srbiji i Bosni i Hercegovini na suradnju pri izgradnji i održavanju šumskih cesta, Šumarski list, Zagreb Vol. 134 No. 1-2 str. 55-63
- Čomić, D., Škrbić,N., Bećirović,Dž., Milovanović,M. (2013):Pregled organizacija i institucija šumarstva u Republici Srpskoj, Federaciji BiH, Srbiji, Hrvatskoj i Crnoj Gori, Glasnik šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, Banja Luka br. 18 str. 57 -90
- Ekberg, K.,(1998): How to increase the participation of women in forestry - Ideas and ongoing work.
- Elkaz,S.(2017) : Specifičnosti tržišta rada visokoobrazovanih kadrova šumarske struke u Srednjjobosanskom kantonu : Završni rad, Sarajevo.
- Harčević,A.(2018): Ponuda i potražnja na tržištu rada za univerzitetski obrazovanim kadrovima šumarske struke u Federaciji Bosne i Hercegovine : master rad, Sarajevo
- Harčević,A.(2015): Specifičnosti tržišta rada visokoobrazovanih kadrova šumarske struke u Unsko-sanskom kantonu : završni rad, Sarajevo
- <http://sf.unibl.org/index.php/lat/fakultet/istorijat> 20.03.2020 16: 20
- https://btf.unbi.ba/?page_id=66 B20.03.2020 16:20
- <http://sfsa.unsa.ba/v2/> 20. 03. 2020 16:20
- http://fipa.gov.ba/ataktivni_sektori/sumarstvo/default.aspx?id=30&langTag=hr-HR 23.04. 2020 23:18
- <http://spdzdk.ba/ba/onama.php?id=24> 30. 04.2020 00:20
- <http://www.sarajevo-sume.ba/historijat> 30.04.2020 00:20
- <http://jpsumetk.ba/historijat> 30.04.2020 00:25
- <https://www.sumesbk.ba/about/> 30.04.2020 00:45
- https://www.hbsume.ba/show_page/4/o-nama 30.04.2020 00:45
- <http://www.vrifbih.ba/javni-izvj/Report.aspx?id=7482&langTag=bs-BA> 08.05. 2020 12:07
- Idžoitić,M.,Ivanović,Ž.(2002): Žene u hrvatskom šumarstvu, Šumarski list, Zagreb. Vol.130 No. 1- 2, 23- 28
- James G. Lewis (2005) The Applicant Is No Gentleman: Women in the Forest Service, Journal of Forestry, Vol. 103, No.5, 259–263
- Pejanović,D.(1953): Srednje i stručne škole u Bosni i Hercegovini od početka do 1941 godine, Svjetlost, Sarajevo
- Šumarski fakultet Sarajevo, Beus,V., Dukić,S.(2008): Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu: 60 godina = Faculty of Forestry University of Sarajevo : 60 years : 1948-2008, Sarajevo
- Uliczka H., Angelstam P., Jansson G., Bro A. (2004): Non-industrial private forest owners' knowledge of and attitudes towards nature conservation. Scand. J.For. Res. 19 274-288.

SUMMARY

In most European countries, there is no current knowledge of the representation and role of women in forestry. According to a study by Lewis (2005), conducted in the US, results in 1981 were 17.5% in technical work and 31.8% in administration, 1991 data indicate that 33.5% in the technical sector and 32.7% in the administration. First degree to a female at the UNSA was awarded back in 1955, while two other females graduated year later. In 1957 total five females graduated from the University of Sarajevo. The poll was implemented to understand how many women were part of the Forestry Department and their reasons for choosing forestry as a profession. The sample consisted of 78 respondents, who are employed by the following companies: The Federal Ministry of Agriculture, Bosnia and Herzegovina forests, Central Bosnia Forests LLC Donji Vakuf, Una Sana Forests LLC Bosanska Krupa, Zenica-Doboj Forests LLC Zavidovici, KJP Sarajevo-Forests LLC Sarajevo, Forests of the Republic of Serbian LLC Sokolac. There are 83 full-time employed women with degrees from the Faculty of Forestry in the Federation of BiH and 151 in the Republic of Serbian. Only SBK women are employed by HSE – III forestry profession, indicating that there is no interest in doing this job. 19 women out of the total number of 78 respondents have completed agricultural or forestry education, which is only one quarter comparing with the number of women who have completed some other secondary school. This indicates that forestry as a profession is more attractive to women who have graduated from other high schools, e.g. liberal arts schools or other technical schools. Since 1981, forestry has become more intense for women, out of 522 graduates, 142 are women. In the Federation, nine women hold leadership positions, in the Republic of Serbian 21.

KEY WORDS: women, forestry, motivation, economy, education

PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF TWO PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) FAMILIES TO COMBINED STRESS CONDITIONS – DROUGHT AND HERBIVORE ATTACK

FIZIOLOŠKI ODGOVOR DVJE FAMILIJE HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.) NA KOMBINACIJU STRESA – SUŠA I DEFOLIJATORI

Andrej PILIPOVIĆ^{1,2}, Milan DREKIĆ¹, Srđan STOJNIĆ¹, Nataša NIKOLIĆ⁴, Branislav TRUDIĆ³, Marina MILOVIĆ¹, Leopold POLJAKOVIĆ-PAJNIK¹, Milan BORIŠEV⁴, Saša ORLOVIĆ¹

SUMMARY

Pedunculate oak (*Quercus robur* L.) is economically and ecologically one of the most important tree species in lowland forests of Southeastern Europe, and it is endangered by numerous biotic and abiotic factors. In this study, we investigated the effect of drought and herbivore attack of gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) on two families of young oak seedlings subjected to the following treatments: drought (D); gypsy moth (GM); both drought and gypsy moth (D+GM) and control (Ø) for a period of 15 days followed by a 7-day recovery period. During both treatment and recovery, physiological parameters - net photosynthesis (A), transpiration (E), stomatal conductance (gs), sub-stomatal CO₂ concentration (Ci), water use efficiency (WUE), nitrate reductase activity (NRA) and chlorophyll content (Chl) were measured. Our results showed significant effects of stress factors on physiological processes in oak seedlings which could have potential impact on forest regeneration. Also, differences in the reaction between investigated families indicated the need for breeding and selection of more resistant progenies and provenances of pedunculate oak.

KEY WORDS: pedunculate oak, photosynthesis, WUE, SPAD, nitrate reductase activity

INTRODUCTION

UVOD

As one of a vast number of oak species, pedunculate oak (*Quercus robur* L.) is a species with a wide geographic distribution, starting from western Asia to Europe with reported scattered stands in Mediterranean regions (Gil San-

chez et al., 1994) that grow along the valleys of the major rivers in clear stands or mixed communities with narrow-leaved ash, hornbeam and elms. The pedunculate oak forests in regions of Slavonia and Srem in Western Balkans are well known all over the world for their valued quality wood for different industrial purposes. Nowadays climate change and regulation of watercourses significantly affect the vital-

¹ Dr. Andrej Pilipović, Dr. Milan Drekić, Dr. Srđan Stojnić, Dr. Marina Milović, Dr. Leopold Poljaković-Pajnik, Prof. Dr. Saša Orlović, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad, Serbia

² Corresponding author: andrejp@uns.ac.rs; tel/fax: +38121540385

³ MSc. Branislav Trudić, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome, Italy

⁴ Dr. Milan Borišev, University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Serbia

ity of oak stands due to limitations in water availability (Stojanović et al., 2014; Stojanović et al., 2015; Kostić et al., 2019). Pedunculate oak is an especially interesting species for breeding and selection programs, taking into consideration its ecophysiology. Dependence of this species on soil water properties plays an uncertain role in its survival and stress response and, therefore, a focus on ecophysiology of this valuable broadleaved species should be a priority in research, breeding and forest management.

Survival and distribution of sessile organisms such as plants depend strongly on their ability to adjust to environmental variation (Beikircher and Mayr, 2009). Water stress, especially drought stress, is the main restriction of plant growth and development (Hu et al., 2004) where competition for water with mature trees may exacerbate drought effects on understory tree seedlings (Aranda et al., 2005). Water shortage and drought periods present limiting factors for forest regeneration in modern silvicultural practice by weakening the seedlings and affecting their performance at several levels. Besides direct effects on whole plant water status, drought causes reduction in stomatal aperture that diminishes CO₂ supply to mesophyll cells, thus causing a reduction in photosynthetic rate (Blödner et al., 2007). However, stomatal limitation is not the only reason for decreased photosynthesis in drought-affected plants. According to Gallé et al. (2007) and the references within, the stomatal limitation predominately affects photosynthesis in plants under moderate drought conditions, whereas in severe drought metabolic limitations become dominant. Various parameters can be assessed in order to be more precise about whether the drought-induced photosynthetic decrease results from stomatal or metabolic limitations, such as chlorophyll a fluorescence (Gallé and Feller, 2007; Arend et al., 2013; Arend et al., 2016; Vastag et al., 2020), chlorophyll content (Gallé et al., 2007; Arend et al., 2012), biochemical markers (Gallé et al., 2007; Stojnić et al., 2019a) or even different non-structural carbohydrates and carbon isotope signatures (Pflug et al., 2018).

Among a vast number of factors, insects present an important biotic stressor that affects plant growth and vitality (Drekić et al., 2019). Outbreaks followed by and combined with climate extremes (e.g. temperature, precipitation, drought) will become more frequent due to the increase of greenhouse gas levels in the atmosphere. Plants, as sedentary organisms, cannot escape from attacks and stress and have to adjust to the surrounding environment and biotic attacks through their life cycle (Niinemets et al., 2013). Decreases in total leaf number and area are not the only response of plants to defoliation (Meyer, 1998; Poljaković-Pajnik et al., 2019), as grazing injury may also include a vast spectrum of metabolic and physical changes in host plants (Oleksyn et al., 1998), including enzymatic activities, gas exchange processes or accumulation of different metabo-

lites like proline. Considering it as a significant determinant of plant growth, yield and fitness (Welter, 1989), plant gas exchange and influence of insects on it, present a significant aspect for further research in selection programs. On the other hand, close correlation of nitrogen metabolism with photosynthesis (Marschner, 1995) highlights nitrate reductase activity (NRA) as a good parameter for investigation since it is the first enzyme in nitrogen metabolism (Kastori and Petrović, 2003). Also, nutrition levels and the presence of allelochemicals in plants determine plant suitability and resistance to insect herbivores (Chen et al., 2011).

Gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) is the most significant pest of hardwood forests in the northern hemisphere (Elkinton and Liebold, 1990). The species naturally occurs in Eurasia but is also introduced in Northern America. Gypsy moth populations have occasional outbreaks lasting 4 to 5 years (Mihajlović, 2008) when caterpillars cause damage during leaf feeding on almost all forest tree species, except ashes. For its development, gypsy moth mostly prefers pure oak stands, with emphasis on Turkey oak (*Q. cerris* L.) (Milanović, 2006). Defoliation often causes losses in increment and acorn yield, as well as physiological weakening and susceptibility to secondary pests. In the case of consecutive defoliation, increases of increment loss and mortality occur (Mihajlović, 2008), where increment loss may range from 30–70%, according to Mirković and Miščević (1960).

Considering the importance of pedunculate oak for forest biodiversity and ecosystem restoration initiatives, constant efforts for its *ex situ* and *in situ* conservation through research of genetic diversity are of profound importance in order to mitigate climate change (Stojnić et al., 2019b). Apart from these efforts, breeding of more resilient provenances presents one of the efficient ways for future adaptation of forest tree species to climate change, since adaptation enables plants to optimize their life processes in prevailing environmental conditions at an evolutionary scale (Beikircher and Mayr, 2009). In order to achieve these long-term goals of pedunculate oak conservation and selection projects, integrating different research fields such as plant physiology, genetics and entomology presents a holistic, interdisciplinary solution that is appropriate for current and upcoming environmental challenges caused by climate change. Also, success in tree breeding can be facilitated by increased understanding of the physiology of growth and survival during water supply limitations (Wikberg and Ogren, 2007). Therefore, the goal of this research was to determine the simultaneous effect of drought stress and/or attack by caterpillars on the physiological traits of different families of pedunculate oak seedlings, during the stress period and after recovery.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Acorns of two families of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) were collected from two single trees (Nos. 2 and 7) in a seed stand located at the territory of Public Enterprise Vojvodinašume; Forest Estate Sremska Mitrovica; Forest Management Unit Morović; during autumn 2017 and stored in a cooling chamber until March, when seeds were sown in 0.5-liter pots with soil medium consisting of a peat:sand:soil mixture of equal volumes (1:1:1). Prior to sowing, seeds were soaked in water for 24 hours in order to enhance germination. Plants were grown in the laboratory under constant light conditions until the beginning of May and then placed outside in insect cages where they were exposed to treatments. Before the start of the treatments, plants developed 5 to 10 leaves with height ranging from 15 to 35 cm.

The treatments included drought (D), damage caused by gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) (GM), and a combination of both stress factors (D+GM). Drought treatment (D) was preceded by a 15-day consecutive decrease of soil moisture to reach value of 30% of field capacity prior to the beginning of the treatment. Treatment with gypsy moth (GM) included 3 pieces of instar 2 caterpillars which were added to the plants in each pot. Both stress factors (D+GM) included addition of caterpillars to the drought stressed plants, while control treatment used well-watered plants without damages caused by the insects. Treatment lasted for 15 days followed by a 7-day recovery period. During recovery period, drought treated plants were irrigated to obtain optimal field capacity between 70 and 90%, while caterpillars were removed from the affected plants. Measurements of physiological factors were performed at the end of the 15-day treatment period and repeated after the 7-day recovery period. Measured parameters included gas exchange, pigments content and nitrate reductase activity (NRA). Each family had 10 pots per treatment from which four plants were selected for gas exchange measurements. Gas exchange measurements were made with a portable photosynthesis system (LCPro+, ADC Bioscientific, UK) under controlled constant light conditions of 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ and constant ambient air supply of 100 $\mu\text{mol s}^{-1}$, with ambient levels of humidity and temperature. Measurements were performed on a fully developed leaf from the first set of leaves. For the gas exchanged measurement on insect damaged plants, selected leaves had a minimum of 50% damage with sufficient leaf blade area remaining for gas exchange measurements. Instantaneous water use efficiency (WUE [$\mu\text{mol mmol}^{-1}$]) was computed as the ratio of net photosynthesis to transpiration (A/E) (Farquhar et al., 1989). Chlorophyll content was determined with the use of

a portable chlorophyll meter (Minolta SPAD-502, Tokyo, Japan) on the same leaves where gas exchange measurements were performed. The SPAD values were converted to chlorophyll content ($\mu\text{g cm}^{-2}$) according to Cerovic et al. (2012): $\text{Chl} = (99 \times \text{SPAD value}) / (144 - \text{SPAD value})^{-1}$. The *in vivo* NRA in leaves was assayed using the spectrophotometrical method of Hageman and Reed (1980) and expressed as $\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}^{-1} \text{ FW h}^{-1}$.

All statistical analyses were performed by STATISTICA software, version 13 (TIBCO Software Inc, 2017). Nested analysis of variance (ANOVA) was computed for each trait in order to evaluate relative importance of the following sources of phenotypic variation: date of measurement (the difference between performances of stressed and recovered seedlings), treatment nested within date (treatment effect during stress and recovery), family nested within date*treatment (genetic variation for seedlings response to stress and recovery). Significant differences were determined at $p \leq 0.05$.

RESULTS

REZULTATI

Response of physiological parameters to stress

Induced stress disturbed nitrogen metabolism in both investigated oak families. However, significant decrease of NRA was recorded in family 2, especially during drought treatment. During treatment, in family 2 values decreased by 55.1, 59.2 and 80.5% in plants exposed to GM, D+GM and D, respectively (Chart 1), compared to control. On the other hand, family 7 did not show significant decreases in NRA in all tested treatments although there were even increases in enzymatic activity in treatments D and GM. Net photosynthesis (A) decreased in both families (Chart 1). Significant decrease of A ranging from 42.9 to 61.2% compared to controls was recorded in both families in all treatments. Even though GM treatment had lowest values in both families, it did not significantly decrease compared to other stress treatments. Sub-stomatal concentration of CO_2 (C_i) showed significant increases in GM- and D+GM-treated plants from family 2 (295.4 and 281.1 $\mu\text{mol mol}^{-1}$, respectively) and GM and D treated plants from family 7 (340.7 and 315.9 $\mu\text{mol mol}^{-1}$, respectively) (Chart 1). Gypsy moth attack decreased transpiration rate of both oak families during the treatment period (Chart 1), regardless if it was sole treatment (GM) or in combination with drought (D+GM). However, the decrease of stomatal conductance of family 2 D+GM plants was not significant ($0.092 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Within families, the change in WUE values (Chart 1) was not significant between the treatments, although decreases were recorded in plants of family 7 under separate effects of gypsy moth and drought (34.7% and

28.0%, respectively). Gypsy moth and water deficit differentially affected chlorophyll concentration in treated oak families (Chart 1). Values were lower in GM-treated family 2 plants versus the control. However, considerable changes in family 7 were evident only in plants under treatment D.

Recovery of physiological parameters after recovery period

Recovery period of all plants affected by stress factors (GM, D or D+GM) caused an increase in NRA of investigated families, both compared to the control and the measurements performed on stressed plants during the duration of the treatment (Chart 2). When compared with control, the increase was lowest for the GM treatment (49.3% for family 7 and 48.7% for family 2) and highest for the D+GM-treated plants (78.5% for family 7 and 73.3% for family 2) versus the control plants. Due to the increase of A in control plants in families 2 and 7 after recovery (from 6.59 to 9.24 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ and from 6.44 to 7.35 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectively), significant differences were recorded in treated plants after recovery period (Chart 2). After recovery Ci values were significantly higher in plants of family 7 under all stress treatments D, GM and D+GM (Chart 2), while Ci values in family 2 significantly decreased in drought recovered plants compared to control and treatments GM and D+GM. Stomatal conductance remained significantly decreased in D, GM and D+GM plants of family 2, while there were no significant differences between investigated plants of family 7. On the other hand, the transpiration rate remained decreased in all treatments after the recovery period. After recovery, plants from family 7 did not have significantly-decreased WUE, although values for GM, D and D+GM were lower than in control plants (3.13, 2.91, 3.63 and 4.21 $\mu\text{mol CO}_2 \mu\text{mol H}_2\text{O}^{-1}$, respectively). Affected plants from family 2 had significantly smaller values of WUE in GM treatment ($1.65 \mu\text{mol CO}_2 \mu\text{mol H}_2\text{O}^{-1}$) when compared to control plants from the same family (Chart 2). Watering of treated plants substantially affected chlorophyll content of the oak family 2 (Chart 2). Recovered plants under D and GM treatment had significantly lower chlorophyll content when compared to control (26.8, 25.0 and 34.5 $\mu\text{g cm}^{-2}$, respectively). Chlorophyll content of recovered plants of family 7 did not differ significantly from the control plants.

Influence of the family, treatment, recovery and their interaction on the investigated physiological parameters

In most of the investigated parameters, origin of the seed (family) showed significant influence on the results. Nested ANOVA results (Table 1) showed significant impact of all calculated factors for NRA: origin ($F=7.76^{***}$), treatment ($F=26.31^{***}$) and recovery ($F=665.0^{***}$). Analysis of variance showed that the effect of treatment was only significant for A ($F=38.50^{***}$ at $p<0.001$), while the recovery period (date) and families showed no significant effect on net photosynthesis ($F=3.51^{\text{ns}}$ and $F=1.17^{\text{ns}}$, respectively). On the other hand, sub-stomatal concentration of CO_2 (C_i) followed a similar pattern as A only for recovery time which had no effect on C_i ($F=0.57^{\text{ns}}$), but origin of seedling significantly affected C_i ($F=28.24^{***}$ at $p<0.001$). Transpiration rate (E) and stomatal conductance (g_s) were both affected by the treatment and dependent upon the origin of plants (Table 1), while recovery period did not show an effect on g_s ($F=0.06^{\text{ns}}$). Analysis of variance of WUE of treated plants (Table 1) showed significant impact of all three factors: recovery time ($F=16.21^{***}$), treatment ($F=6.30^{***}$) and origin of plants ($F=8.22^{***}$). Results of nested ANOVA (Table 1) showed significant effects, both of treatment ($F=11.44^{***}$) and family ($F=10.04^{***}$), while recovery period did not significantly affect chlorophyll content of the trees.

DISCUSSION RASPVRAVA

Vegetation responses to environmental conditions are mediated by a suite of functional traits affecting water relationships, resource acquisition and other aspects of plant function (Manzoni, 2014). Increase in photosynthetic rate commonly occurs following defoliation events, which is considered a photosynthetic up-regulation caused by the disturbance of a source:sink ratio and increased demand for carbohydrates to rebuild crowns (Pinkard et al., 2007). Various authors found opposite plant photosynthetic responses during defoliation. Peterson et al. (1996) found no alteration of photosynthesis in hardwoods under pest attack, while Turnbull et al. (2007) recorded increased photosynthesis in leaves of eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) under partial defoliation. Decreased photosynthesis was recorded under defoliation treatments in this study.

Table 1. Results of Nested ANOVA procedure performed individually for each trait.

Tablica 1. Rezultati analize varijance po ispitivanim parametrima

Effect	df	A	Chl	E	g_s	C_i	NRA	WUE
Date	1	3.51 ^{ns}	2.99 ^{ns}	31.61 ^{***}	0.06 ^{ns}	0.57 ^{ns}	665.0 ^{***}	16.21 ^{***}
Treatment (date)	6	38.50 ^{***}	11.41 ^{***}	24.13 ^{***}	14.29 ^{***}	25.03 ^{***}	26.31 ^{***}	6.30 ^{***}
Family (date*treatment)	8	1.17 ^{ns}	10.04 ^{***}	12.34 ^{***}	4.91 ^{***}	28.24 ^{***}	7.76 ^{***}	8.22 ^{***}

Legend: ^{ns} non-significant; ^{***} $p<0.001$.

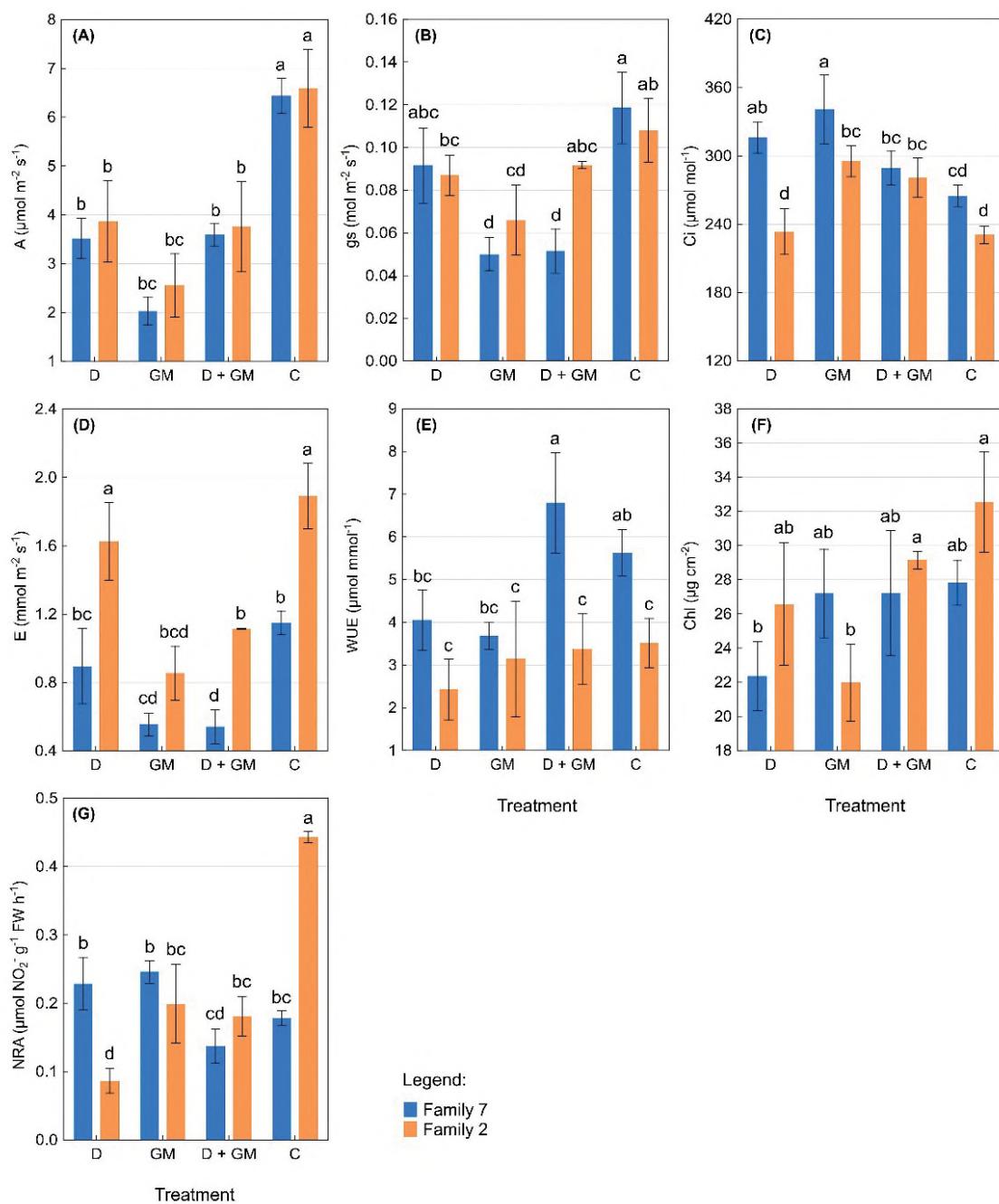


Chart 1. Results of measurement of physiological parameters of investigated families during the induced stress. Net photosynthesis (A), chart A; stomatal conductance (gs), chart B; sub-stomatal CO₂ concentration (Ci), chart C; transpiration rate (E), chart D; water use efficiency (WUE), chart E; chlorophyll content (Chl), chart F; nitrate reductase activity (NRA), chart G. (vertical bars with the same letter did not differ at $p=0.05$; vertical bars include standard deviations)

Graf 1. Rezultati mjerjenja fizioloških parametara dviju istraživanih familija hrasta lužnjaka izloženih različitim tretmanima na vrhuncu stresa. Stopa neto fotosinteze (A), (pričak A); stopa provodljivosti pući (gs), (Pričak B); intercelularna koncentracija CO₂ (Ci), (pričak C); stopa transpiracije (E), (Pričak D); učinak iskorijenja vode (WUE)(pričak E); sadržaj klorofila (Chl), (Pričak F); aktivnost nitrat reduktaze (NRA), (pričak G);. (Vrijednosti s istim slovima se nisu signifikantno razlikovale pri $p=0.05$, vertikane linije predstavljaju standardnu devijaciju)

Our results are in concordance with Aldea et al. (2006) who recorded a decline in photosynthesis of remaining leaf tissue in understory oak saplings, while Schaffer et al. (1997) recorded significant correlation between the damage intensity and net photosynthesis of citrus attacked by leaf miners. Besides a direct reduction of photosynthesis due to less leaf mass, defoliation indirectly reduces photosynthesis and

transpiration of leaves by causing damage to vasculatures that supply leaf tissues (Nabity et al., 2009). Decrease of both photosynthesis and stomatal conductance in our study supported the above-mentioned hypothesis. On the other hand, Meyer and Whitlow (1992) found no alteration in photosynthesis and stomatal conductance in goldenrod under attack of leaf beetle, although significant increases in

sub-stomatal CO₂ concentration suggested a possible decrease of photosynthetic rate. The decrease in photosynthesis and stomatal conductance in our study was also followed by decreases of Ci under defoliation. Following analogy of the abiotic stress impact (i.e. drought) on the limitation of photosynthesis recorded in various papers (Gallé et al., 2007; Gallé and Feller, 2007; Haldimann et al., 2008; Arend et al., 2013; Arend et al., 2016), increases in Ci could be defined as a metabolic limitation of photosynthetic process of gypsy moth attacked leaves.

The decrease in photosynthesis of young oak seedlings under drought treatment is difficult to interpret and generalize because, besides the factor of treatment and date, the origin of seedlings plays a significant role given genetic effect on the physiological performance of the plants. Correlation between the genetic background and leaf gas exchange parameters is very well documented (Orlović et al., 1998), which often causes different physiological responses of the individuals within the same species to unfavorable conditions (Pilipović et al., 2014; Pointeau and Guy, 2014; Bojović et al., 2017; Vastag et al., 2019). Alterations of photosynthetic parameters differed between the families, where decreases in A in family 2 were not followed by increases in Ci like in family 7. Such results indicate possible higher drought sensitivity of family 7, compared to family 2. Similar results were observed by Haldimann et al. (2008) in *Quercus pubescens* L. who hypothesized that drought-induced metabolic limitations and drought-dependent increases in mesophyll resistance to the diffusion of CO₂ were present. As mentioned previously, sub-stomatal concentrations of carbon dioxide (C_i) together with stomatal conductance (g_s) indicate mechanisms and severity of photosynthetic inhibition where decreased C_i is related with stomata and increased C_i is described as a metabolic limitation of photosynthesis. Different studies (Lawlor, 1995; Gallé et al., 2007; Mathobo et al., 2017) confirmed that an intense drought leads to an increase in the values of C_i, while the conditions of a moderate drought result in reduction of C_i. Considering the results of this study, drought treatment affected C_i values in different manners, emphasizing the importance of genetic background in understanding drought responses of tested families. Opposite to photosynthesis, drought did not affect transpiration of investigated oak families. Bréda et al. (1993) concluded that oaks were drought-tolerant species due to their ability to maintain significant transpiration intensity under reduced water availability in the soil. This corroborates results obtained in this study (i.e., transpiration did not decrease under drought treatment).

As expected, the presence of stress factors affected metabolic processes in both investigated oak families. On the other hand, expected synergistic effects of both drought and de-

foliation were not observed in this study, probably due to the various expressions of simultaneously occurring stressors. According to Copolovici et al. (2014), one type of stress could weaken or enhance the effects of another simultaneous stress factor by direct physiological cumulative or interactive effects. In contrast, La Spina et al. (2010) emphasized a lack of expected parabolic response of herbivore performance to tree water status.

Despite chlorophyll a and b being highly sensitive to decreased soil moisture (Farooq et al., 2009) and that drought-induced reductions in pigment contents were previously found in many woody plant species (Lei et al., 2006; Gallé and Feller, 2007; Guerfel et al., 2009, Arend et al., 2013), chlorophyll contents of tested families did not respond similarly. In family 7 D treatment decreased chlorophyll content, while a significant decrease of pigments in family 2 was recorded only under gypsy moth defoliation (GM). Similar observation also was noted during summer drought in *Q. robur* and *Q. petraea* (Epron and Dreyer, 1993). According to Rahdari and Hoseini (2012), an increase in chlorophyll levels under conditions of environmental stress is one of the resistant symbols in plants that are proportional to stress. Since family 2 had a higher content of pigments under drought treatment than family 7, the results indicated that those plants may have had a higher drought tolerance and provided a stronger photoprotective system against drought stress than plants from family 7.

It is very well documented that NRA generally decreases in leaves of plants subjected to water stress (Kaiser and Förster, 1989; Foyer et al., 1998; Garg et al., 2001). During water deficit, NRA decreases more rapidly than most enzymes (Huffaker et al., 1970) and often presents more sensitive physiological indicators of water stress than either stomatal closure or photosynthesis (Bardzik et al., 1971; Hsiao et al., 1976). The negative effect of water deficit on the activity of this enzyme may result from decreased nitrate reductase protein or decreased activation of the existing protein (Correia et al., 2005). In our experiment, compared to the control, NRA appears to vary significantly in the leaves of family 2 in response to drought treatment. On the other hand, family 7 did not express decrease in any of the treatments. One of the reasons for this may be the fact that compatible solutes may contribute to the maintenance of enzyme activity. According to Smirnoff et al. (1985), accumulation of proline may facilitate the continued synthesis of nitrogenous compatible solutes using excess photochemical energy available when stomata are closed, as recorded in family 7. In addition to carbon metabolism, nitrogen metabolism is also affected by drought stress.

Recovery period still showed a significant decrease of net photosynthesis and transpiration in both investigated fa-

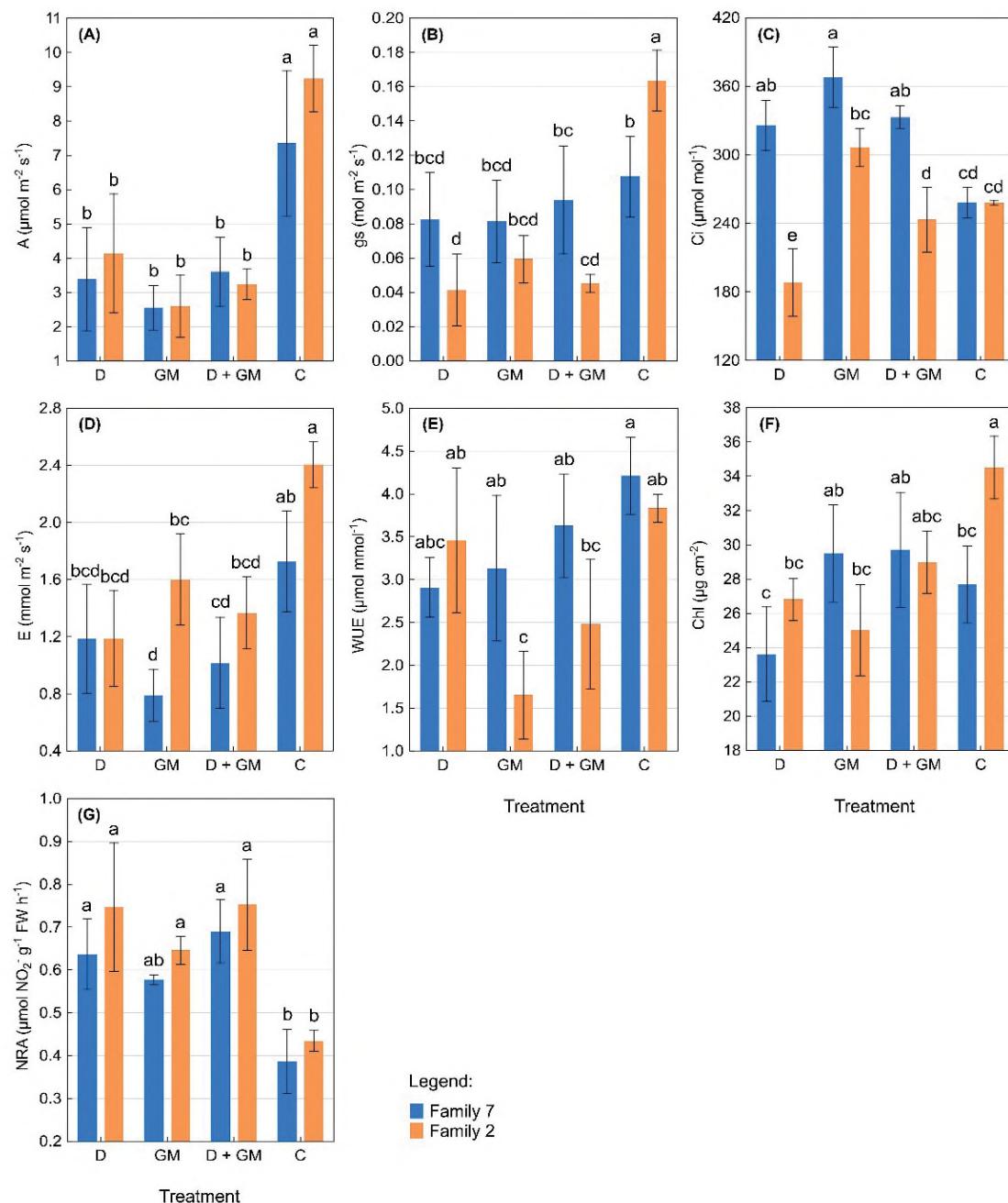


Chart 2. Results of measurement of physiological parameters of investigated families during after the 7-day recovery period. Net photosynthesis (A), chart A; stomatal conductance (g_s), chart B; sub-stomatal CO_2 concentration (C_i), chart C; transpiration rate (E), chart D; water use efficiency (WUE), chart E; chlorophyll content (Chl), chart F; nitrate reductase activity (NRA), chart G. (vertical bars with the same letter did not differ at $p=0.05$; vertical bars include standard deviations)

Graf 2. Rezultati mjerenja fizioloških parametara dviju istraživanih familija hrasta lužnjaka izloženih različitim tretmanima nakon 7-dnevnog oporavka. Stopa neto fotosinteze (A), (pričak A); stopa provodljivosti puči (g_s), (Pričak B); intercelularna koncentracija CO_2 (C_i), (pričak C); stopa transpiracije (E), (Pričak D); učinak iskorištenja vode (WUE)(pričak E); sadržaj klorofila (Chl), (Pričak F); aktivnost nitrat reduktaze (NRA), (pričak G); (Vrijednosti s istim slovima se nisu signifikantno razlikovale pri $p=0,05$, vertikane linije predstavljaju standardnu devijaciju)

milies. However, differences between stomatal conductance and intercellular CO_2 concentrations among families were evident, indicating genetic background of their recovery. Compared to control, recovered plants of family 2 showed no increase of C_i , while stomatal conductance remained low, indicating cessation of metabolic limitation of photosynthesis. Decreases of stomatal conductance recorded

in family 2 can be attributed to the inability of stomata to completely re-open (Kozlowski, 1982) or to the structural changes in stomata (Gallé and Feller, 2007). The increase of NRA after the 7-day period indicated an ongoing recovery process in the stressed plants, which is consistent with previous studies (Bardzik et al., 1971; Ferrario-Méry et al., 1998; Foyer et al., 1998; Correia et al., 2005).

Although at first glance various research (Gallé et al., 2007; Gallé and Feller, 2007; Haldimann et al., 2008; Arend et al., 2013; Arend et al., 2016) indicated slightly opposite results on the recovery of the forest tree species after stress, deeper analysis of the both obtained and quoted results show similarities and concordance. Arend et al. (2013) showed that the drought affected the physiological processes and their recovery in *Q. robur* to a greater extent than in *Q. petraea* and *Q. pubescens*. Net photosynthesis and chlorophyll content were strongly affected by drought, and the recovery period was prolonged. Comparing our results with aforementioned research, it can be suggested that the 7-day recovery period was not sufficient for oaks to restore their physiological processes to optimum. In most cases, recovery period can vary upon the origin of the seedlings where provenances from xeric sites had shorter recovery period (Arend et al., 2016), or in some cases, atmospheric conditions such as elevated CO₂ can accelerate recovery of the photosynthesis (Gallé et al., 2007). Sometimes even when the net photosynthesis recovers fully, the recovery of the entire photosynthetic process can be prolonged due to the disturbance in stomatal performance (Gallé and Feller, 2007).

CONCLUSION ZAKLJUČAK

Obtained results showed significant decrease of net photosynthesis of investigated oak families under the simultaneous effect of drought stress and/or attack by caterpillars. However, NRA did not decrease under stress in both families. Recovery period did not increase net photosynthesis in plants but showed differences in limitation (stomatal/metabolic) between families. On the other hand, nitrate reductase activity was increased in stressed plants of both oak families indicating beginning of recovery. Based on comparison of the recovery measurements data and existing literature it can be concluded that the 7-day recovery was insufficient for oak seedlings to fully restore their optimal physiological processes. Analysis of data also showed that there is a significant genetic effect in relation to the families' response to induced stress and recovery, indicating the possibility to use physiological parameters in the selection of stress-tolerant oak progenies and provenances.

ACKNOWLEDGMENTS ZAHVALA

This study was financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia (Project No: 451-03-68/2020-14/ 200197). We would like to thank Mr Ed Bauer and Dr Ron Zalesny from the USDA Forest Service, Northern Research Station, Institute for Applied Ecosystem Studies, Rhinelander, WI USA for English and style editing.

REFERENCES LITERATURA

- Aldea, M., J.G. Hamilton, J.P. Resti, A.R. Zangerl, M.R. Berenbaum, T.D. Frank, E.H. DeLucia, 2006: Comparison of photosynthetic damage from arthropod herbivory and pathogen infection in understory hardwood saplings, *Oecologia*, 149: 221–232.
- Aranda, I., L. Castro, M. Pardos, L. Gil, J.A. Pardos, 2005: Effects of the interaction between drought and shade on water relations, gas exchange and morphological traits in cork oak (*Quercus suber* L.) seedlings, *Forest Ecology and Management*, 210(1–3): 117–129.
- Arend, M., A. Brem, T.M. Kuster, M.S. Günthardt-Goerg, 2013: Seasonal photosynthetic responses of European oaks to drought and elevated daytime temperature. *Plant Biology*, 15: 169–176. doi:10.1111/j.1438-8677.2012.00625.x
- Arend, M., K. Sever, E. Pflug, A. Gessler, M. Schaub, 2016: Seasonal photosynthetic response of European beech to severe summer drought: Limitation, recovery and post-drought stimulation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 220: 83–89. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.01.011
- Beikircher, B., S. Mayr, 2009: Intraspecific differences in drought tolerance and acclimation in hydraulics of *Ligustrum vulgare* and *Viburnum lantana*, *Tree Physiology*, 29(6): 765–775.
- Bardzik, J.M., H.V.J. Marsh, J.R. Havis, 1971: Effects of water stress on the activities of three enzymes in maize seedlings, *Plant Physiology*, 47: 828–831.
- Blödner, C., A. Majcherczyk, U. Kües, A. Polle, 2007: Early drought-induced changes to the needle proteome of Norway spruce, *Tree Physiology* 27: 1423–1431.
- Bojović, M., N. Nikolić, M. Borišev, S. Pajević, M. Župunski, R. Horak, A. Pilipović, S. Orlović, S. Stojnić, 2017: The diurnal time course of leaf gas exchange parameters of penduculate oak seedlings subjected to experimental drought conditions, *Baltic Forestry*, 23(3): 584–594.
- Bréda, N., H. Cochard, E. Dreyer, A. Granier, 1993: Seasonal evolution of water transfer in a mature oak stand (*Quercus petraea* Matt. Liehl.) submitted to drought, *Canadian Journal of Forest Research*, 23: 1136–1143.
- Cerovic, Z.G., G. Masdoumier, N. Ben Ghzelen, G. Latouche, 2012: A new optical leaf-clip meter for simultaneous non-destructive assessment of leaf chlorophyll and epidermal flavonoids, *Physiologia Plantarum*, 146(3): 251–260.
- Chen, Z.Y., Z.S. Peng, J. Yang, W.Y. Chen, Z.M. Ou-Yang, 2011: A mathematical model for describing light-response curves in *Nicotiana tabacum* L., *Photosynthetica*, 49 (3): 467–471.
- Copolovici, L., F. Väärtnõu, M. Portillo-Estrada, U. Niinemets, 2014: Oak powdery mildew (*Erysiphe alphitoides*)-induced volatile emissions scale with the degree of infection in *Quercus robur*, *Tree Physiology*, 34(12): 1399–1410.
- Correia, M.J., F. Fonseca, J. Azedo-Silva, C. Dias, M.M. David, I. Barrote, M.L. Osório, J. Osório, 2005: Effects of water deficit on the activity of nitrate reductase and content of sugars, nitrate and free amino acids in the leaves and roots of sunflower and white lupin plants growing under two nutrient supply regimes, *Physiologia Plantarum*, 124: 61–70.
- Drekić, M., L. Poljaković-Pajnik, V. Vasić, B. Kovačević, M. Marković, M. Milović, A. Pilipović, 2019: Short-term prognosis of ash weevil damages, *Topola/Poplar* 2019, 204: 51–57.

- Efeoğlu, B., Y. Ekmekçi, N. Çiçek, 2009: Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery, South African Journal of Botany, 75: 34-42.
- Elkinton, J. S., A.M. Liebhold, 1990: Population dynamics of gypsy moth in North America, Annu. Rev. Entomol., 35: 571-596.
- Epron, D., E. Dreyer, 1993: Compared effects of drought on photosynthesis of adult oak trees (*Quercus petraea* (Matt) Liebl, *Q rubra* L. and *Q cerris* L.), New Phytologist, 125: 381-389.
- Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita, S.M.A. Basra, 2009: Plant drought stress: effects, mechanisms and management, Agronomy for Sustainable Development, 29: 185-212.
- Farquhar, G.D., J.R. Ehleringer, K.T. Hubick, 1989: Carbon isotope discrimination and photosynthesis, Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 40: 503-537.
- Ferrario-Méry, S., M.H. Valadier, C.H. Foyer, 1998: Overexpression of nitrate reductase in tobacco delays drought-induced decreases in nitrate reductase activity and mRNA, Plant Physiology, 117: 293-302.
- Foyer, C.H., M.-H. Valadier, A. Migge, T.W. Becker, 1998: Drought induced effects on nitrate reductase activity and mRNA on the coordination of nitrogen and carbon metabolism in maize leaves, Plant Physiology, 117: 283-292.
- Gallé, A., P. Haldimann, U. Feller, 2007: Photosynthetic performance and water relations in young pubescent oak (*Quercus pubescens*) trees during drought stress and recovery. New Phytologist, 174: 799-810. doi:10.1111/j.1469-8137.2007.02047.x
- Gallé, A., U. Feller, 2007: Changes of photosynthetic traits in beech saplings (*Fagus sylvatica*) under severe drought stress and during recovery. Physiologia Plantarum, 131: 412-421. doi:10.1111/j.1399-3054.2007.00972.x
- Garg, B.K., S. Kathju, U. Burman, 2001: Influence of water stress on water relation, photosynthetic parameters and nitrogen metabolism of moth bean genotype, Biologia Plantarum, 44: 289-292.
- Gil Sánchez, L., M.P. Jiménez Sancho, P.M. Diaz-Fernandez, 1994: Quercus complex in Spain: an overview of its present state. *Inter-and intra-specific variation in European oaks: evolutionary implications and practical consequences*, Brussels.
- Guerfel, M., O. Baccouri, D. Boujnah, W. Chaibi, M. Zarrouk, 2009: Impacts of water stress on gas exchange, water relations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (*Olea europaea* L.) cultivars, Scientia Horticulturae, 119: 257-263.
- Hageman, R.H., A.J. Reed, 1980: Nitrate reductase from higher plants, Methods in Enzymology, 69: 270-279.
- Haldimann, P., A. Gallé, U. Feller, 2008: Impact of an exceptionally hot dry summer on photosynthetic traits in oak (*Quercus pubescens*) leaves, Tree Physiology, 28(5): 785-795.
- Hsiao, T.C., E. Acevedo, E. Fereres, D.W. Henderson, 1976: Water stress, growth and osmotic adjustment, Philosophical Transactions of the Royal Society B, 237: 479-500.
- Hu, J.C., W.X. Cao, J.B. Zhang, 2004: Quantifying responses of winter wheat physiological processes to soil water stress for use in growth simulation modeling, Pedosphere, 14: 509-518.
- Huffaker, R.C., T. Radin, G.E. Kleinkopf, E.L. Cox, 1970: Effects of mild water stress on enzymes of nitrate assimilation and of the carboxylative phase of photosynthesis in barley, Crop Science, 10: 471-474.
- Kaiser, W.M., J. Förster, 1989: Low CO₂ prevents nitrate reduction in leaves, Plant Physiology, 91: 970-974.
- Kastori, R., N. Petrović, 2003: Nitrati u povrću: fiziološki, ekološki i agrotehnički aspekti; Naučni institut za ratarstvo i povrтарstvo - Novi Sad, Verzal, Novi Sad, Jugoslavija
- Kostić, S., T. Levanić, S. Orlović, B. Matović, D.B. Stojanović, 2019: Pedunculate and turkey oaks radial increment and stable carbon isotope response to climate conditions through time, Topola/Poplar, 204: 29-35.
- Kozlowski, T.T. 1982: Water supply and tree growth. Part I: Water deficits, Forestry Abstracts, 43: 57-95.
- La Spina, S., J. Gregoire, P. Mertens, C. De-Canniere, 2010: Impact of poplar water status on leaf-beetle (*Chrysomela populi*) survival and feeding, Ann. For. Sci., 67,209. https://doi.org/10.1051/forest/2009102
- Lawlor, D.W., 1995: The effects of water deficit on photosynthesis. In: Smirnoff N. (ed) Environment and Plant Metabolism. Flexibility and Acclimation, Bios Scientific Publishers, pp. 129-160., Oxford.
- Lei, Y., C. Yin, C. Li, 2006: Differences in some morphological, physiological, and biochemical responses to drought stress in two contrasting populations of *Populus przewalskii*, Physiologia Plantarum, 127: 182-191.
- Manzoni, S., 2014: Integrating plant hydraulics and gas exchange along the drought-response trait spectrum, Tree Physiology, 34(10): 1031-1034,
- Marschner, H., 1995: Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd edn. Academic Press, London, UK.
- Mathobo, R., D. Maraisa, J.M. Steyn, 2017: The effect of drought stress on yield, leaf gaseous ex-change and chlorophyll fluorescence of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.), Agricultural Water Management, 180: 118-125.
- Meyer, G.A., T.H. Whitlow, 1992: Effects of leaf and sap feeding insects on photosynthetic rates of goldenrod, Oecologia, 92: 480-489.
- Mihajlović, IJ., 2008: Gubar (*Lymantria dispar* L.) (Lepidoptera: Lymantridae) u Srbiji, Šumarstvo, 60(1-2): 1-26. (Serbian with English summary)
- Milanović, S., 2006: Uticaj vrsta *Quercus cerris* L., *Q. petrea* Liebi. i *Q. robur* L. na razviće gubara (*Lymantria dispar* L.) (Masters's thesis), Faculty of Forestry, Belgrade. (Serbian with English summary) Beograd.
- Mirković, D., V. Miščević, 1960: Uticaj brsta gubara (*Lymantria dispar* L.) na prirast hrasta, Zaštita bilja, 60: 3-19. (Serbian with English summary).
- Nabity, P.D., J. A. Zavala, E. H. DeLucia, 2009: Indirect suppression of photosynthesis on individual leaves by arthropod herbivory, Annals of Botany, 103(4): 655-663.
- Niinemets, Ü., A. Kännaste, L. Copolovici, 2013: Quantitative patterns between plant volatile emissions induced by biotic stresses and the degree of damage, Frontiers in Plant Science, 4: 262 https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00262
- Oleksyn, J., P. Karolevski, M.J. Giertych, R. Zytowiak, P.B. Reich, M.G. Tjoelker, 1998: Primary and secondary host plants differ in leaf-level photosynthetic response to herbivory: evidence from *Alnus* and *Betula* grazed by the alder beetle, *Agelastica alni*, New Phytologist, 140: 239-249.
- Orlović, S., V. Guzina, B. Krstic, Lj. Merkulov, 1998: Genetic variability in anatomical, physiological and growth characteristics

- of hybrid poplar (*Populus × euramericana* DODE (GUINIER)) and eastern cottonwood (*Populus deltoides* BARTR.) clones, *Silvae Genetica*, 47: 183–190.
- Panda, A.K., V.S. Dagaonkar, M.S. Phalak, G.V. Umalkar, L.P. Aurangabadkar, 2007: Alterations in photosynthetic pigments, protein and osmotic components in cotton genotypes subjected to short-term drought stress followed by recovery, *Plant Biotechnology Reports*, 1: 37–48.
 - Peterson, R.K.D., L.G and Higley, 1996: Temporal changes in soybean gas exchange following simulated insect defoliation, *Agronomy Journal*, 88: 550–554.
 - Pflug, E., N. Buchmann, R. Siegwolf, M. Schaub, A. Rigling, M. Arend, 2018: Resilient Leaf Physiological Response of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) to Summer Drought and Drought Release. *Frontiers in Plant Science*, 9: 187. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00187>
 - Pilipović, A., M. Drekić, S. Orlović, L. Poljaković-Pajnik, N. Nikolić, M. Borišev, 2014: Growth and Physiological Response of Different Poplar Clones on Herbivory Induced Stress. Proceedings of the Biennial International Symposium “Forest and sustainable development”, Braşov, Romania: 121–126.
 - Pinkard, E. A., M. Battaglia, C.L. Mohammed, 2007: Defoliation and nitrogen effects on photosynthesis and growth of *Eucalyptus globulus*, *Tree Physiology*, 27(7): 1053–1063.
 - Pointeau, V.M., R.D. Guy, 2014: Comparative resource-use efficiencies and growth of *Populus trichocarpa* and *Populus balsamifera* under glasshouse conditions, *Botany*, 92:443–451.
 - Poljaković-Pajnik, L., M. Drekić, B. Kovačević, M. Stanković-Nedić, S. Stojnić, S. Orlović, 2019: Host preference of *Myzus cerasi* (Fabricius, 1775) to half-sib lines of *Prunus avium* L. from six populations assessed in the nursery trial, *Topola/Poplar*, 203: 87–94.
 - Rahdari, P., S.M. Hoseini, 2012: Drought stress: A review, *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 3(10): 443–446.
 - Schaffer, B., J. E. Pená, A. M. Colls, A. Hunsberger, 1997: Citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in lime: assessment of leaf damage and effects on photosynthesis, *Crop. Prot.*, 16: 337–343.
 - Smirnoff, N., M.D. Winslow, G.R. Stewart, 1985: Nitrate reductase activity in leaves of barley (*Hordeum vulgare*) and durum wheat (*Triticum durum*) during field and rapidly applied water deficits, *Journal of Experimental Botany*, 36: 1200–1208.
 - Stojanović, D., B. Matović, S. Orlović, S., A. Kržić, B. Trudić, Z. Galić, S. Stojnić, S. Pekeč, 2014: Future of the main important forest tree species in Serbia from the climate change perspective, *South-east European Forestry* 5(2): 117–124.
 - Stojanović, D., T. Levanić, B. Matović, S. Orlović, 2015: Growth decrease and mortality of oak floodplain forests as a response to change of water regime and climate, *European Journal of Forest Research*, 134(3): 555–567.
 - Stojnić, S., B. Kovačević, M. Keber, E. Vaštag, M. Bojović, M.S. Nedić, S. Orlović, 2019a: The use of physiological, biochemical and morpho-anatomical traits in tree breeding for improved water-use efficiency of *Quercus robur* L., *Forest Systems*, 28(3): e017. <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2019283-15233>
 - Stojnić, S., S. Orlović, A. Pilipović, 2019b: *Ex situ* conservation of forest genetic resources in Serbia. In: Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J., Nonić, M. (Eds.). *Forests of Southeast Europe under a changing climate. Conservation of forest genetic resources*. Springer Nature Switzerland AG, pp. 227–237.
 - TIBCO Software Inc, 2017: Statistica (data analysis software system), version 13. URL: <http://statistica.io>.
 - Turnbull, T. L., M. A. Adams, C. R. Warren, 2007: Increased photosynthesis following partial defoliation of field-grown *Eucalyptus globulus* seedlings is not caused by increased leaf nitrogen, *Tree Physiology*, 27: 1481–1492.
 - Vastag, E., L. Kesić, S. Orlović, V. Karaklić, M. Zorić, V. Vuksanović, S. Stojnić, 2019: Physiological performance of sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.) and norway maple (*Acer platanoides* L.) under drought condition in urban environment, *Topola/Poplar*, 204: 17–27.
 - Vastag, E., C. Cocozza, S. Orlović, L. Kesić, M. Kresojia, S. Stojnić, 2020: Half-sib lines of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) respond differently to drought through biometrical, anatomical and physiological traits. *Forests*, 11(2): 153.
 - Welter, S.C., 1989: Arthropod impact on plant gas exchange. In: *Insect–Plant Interactions* (eds. Bernays, E.A.) Vol. 1., CRC Press, 135–150., Boca Raton, USA.
 - Wikberg, J., E. Ogren, 2007: Variation in drought resistance, drought acclimation and water conservation in four willow cultivars used for biomass production, *Tree Physiology*, 27: 1339–1346.

SAŽETAK

Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) predstavlja jednu od ekonomski i ekološki najznačajnijih drvenastih vrsta u jugoistočnoj Europi, čiji je opstanak znakovito ugrožen promjenama okoliša koje se najčešće očituju u poremećaju vodnog režima i napadima kukaca. Imajući u vidu činjenicu da oba negativna čimbenika dovode do poremećaja fizioloških procesa u biljkama i da često utječu na biljke zajedno, cilj ovoga pokusa bio je ispitati utjecaj pojedinačnog i zajedničkog djelovanja suše i napada kukaca na fiziologiju hrasta lužnjaka i mogućnost različite reakcije uvjetovane porijeklom sadnica.

U ovom smo radu ispitivali utjecaj suše i napada gubara (*Lymantria dispar*) na klijance hrasta lužnjaka porijeklom iz dvije familije polusrodnika koji su bili nakljenici u kontroliranim uvjetima i potom izloženi sljedećim tretmanima: suša (D); gobar (GM); suša i gobar (D+GM) te kontrola (Ø) u trajanju od 15 dana, nakon čega je slijedio oporavak biljaka u trajanju od 7 dana. Krajem tretmana i nakon oporavka, izvršena su mjerena fizioloških parametara – stopa neto fotosinteze (A), stopa transpiracije (E), stopa provodljivosti puči (g_s), intercelularna koncentracija CO₂ (C_i), učinkovitost korištenja vode (WUE), aktivnosti nitrat-reduktaze (NRA) i sadržaja klorofila.

Rezultati mjerenja fizioločkih parametara prilikom induciranog Kod tretiranih klijanaca A opala je za 42-61% u odnosu na kontrolni tretman (Graf 1) a u isto vrijeme, zabilježen je porast C_i u svim tretmanima, što ukazuje na metaboličku limitiranost fotosinteze, osobito ako se uzme u obzir da nije zabilježeno signifikantno smanjenje provodljivosti puči u svim tretmanima. Inducirani stres je različito utjecao na aktivnost nitrat-reduktaze koja je bila smanjena samo kod familije 2 u svim tretmanima. Period oporavka biljaka (Graf 2) nije doveo do povećanja intenziteta fotosinteze kod ispitivanih sijanaca hrastova u obje familije, ali je zabilježena razlika u pogledu razine njene limitiranosti. Kod familije 2 limitiranost je bila uvjetovana zatvorenošću puči (smanjena vrijednost g_s), dok je kod familije 7 ona i dalje bila metaboličke prirode (visoke vrijednosti C_i). Oporavak je uvjetovao povećanje razine aktivnosti nitrat-reduktaze, što ukazuje na postepeni oporavak biljaka.

Analiza varijance utjecaja tretmana, familije i perioda oporavka (Tablica 1) pokazala je znakoviti utjecaj porijekla sjemena na sve ispitivane parametre osim intenziteta neto fotosinteze ($p>0.001$), dok je utjecaj tretmana bio signifikantan kod svih ispitivanih parametara ($p>0.001$) Period oporavka je imao signifikantan utjecaj ($p<0.001$) samo za E, NRA i WUE.

Dobiveni su rezultati pokazali značajan utjecaj stresa na fiziološke procese u klijancima hrasta lužnjaka, posebice na intenzitet neto fotosinteze, dok je oporavak pokazao različitu reakciju ispitivanih familija unatoč i dalje smanjenom intenzitetu neto fotosinteze. Dobiveni rezultati ukazuju i na značaj porijekla sjemena, odnosno utjecaj njegove genetske pozadine na rekaciju ispitivanih familija glede njihove reakcije i oporavka od stresa. To ukazuje na mogućnost korištenja fizioloških parametara u procesu selekcije reproduktivnog materijala hrasta lužnjaka na otpornost prema stresnim čimbenicima poput suše ili napada defolijatora.

KLJUČNE RIJEČI: hrast lužnjak, fotosinteza, WUE, SPAD, aktivnost nitrat-reduktaze



Foto: Igor Čepurkovski

Sretan Božić i nova godina

**Merry Christmas
and a Happy New Year**

**Frohe Weihnachten und
glückliches neues Jahr**

2021.



VARIJABILNOST SVOJSTAVA PLODOVA KOD PROVENIJENCIJA DIVLJE TREŠNJE (*Prunus avium* L.) U SRBIJI

VARIATIONS IN FRUIT TRAITS OF WILD CHERRY (*Prunus avium* L.) PROVENANCES IN SERBIA

Vladan POPOVIĆ¹, Aleksandar LUČIĆ¹, Ivona KERKEZ JANKOVIĆ², Ljubinko RAKONJAC¹, Saša BOGDAN³

SAŽETAK

Prirodne populacije divlje trešnje u Srbiji nalaze se blizu južne granice areala ove značajne šumske vrste. Opstanak rubnih provenijencija, u Srbiji i široj regiji jugoistoka Europe, ugrožen je uslijed promjene klime, male veličine populacija, niske kompetitivnosti vrste i dr. Zbog toga se preporučuje umjetno potpomaganje obnove populacija uz proširivanje njihove genske raznolikosti. Iako je poznavanje razine i strukture genetske raznolikosti preduvjet njene učinkovite konzervacije i korištenja, istraživanja ove tematike na divljoj trešnji u regiji su rijetka. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razinu i obrazac fenotipske varijabilnosti za morfološka svojstva plodova, a raspravljena je i mogućnost povezanosti obrasca fenotipske varijabilnosti s genetskom diferencijacijom provenijencija.

Plodovi su prikupljeni u devet prirodnih populacija. Analizirano je deset morfoloških svojstava plodova i utvrđena je prosječna klijavost provenijencija. Najmanje varijabilnim pokazalo se svojstvo širina ploda (CV = 6.2%), dok je najvarijabilnije svojstvo bila debljina peteljke (CV = 29.4%). Analizom varijance utvrđeno je da su se provenijencije međusobno statistički značajno razlikovale po svim istraživanim morfološkim svojstvima plodova ($p < 0.01$; $\alpha = 0.05$), izuzev po svojstvu debljina peteljke ($p = 0.92$). Iako je varijabilnost između provenijencija bila statistički značajna, razina unutarpopulacijske varijabilnosti bila je znatno veća (41.2-52.1%) od međupopulacijske diferencijacije (5.3-15.2%). Obrazac diferencijacije između provenijencija utvrđen je korelacijskom analizom prosječnih vrijednosti svojstava s klimatsko-geografskim varijablama provenijencija, pri čemu su se debljina ploda i duljina peteljke pokazali kao korisna dijagnostička svojstva. Prosječna debljina ploda bila je signifikantno pozitivno korelirana s nadmorskom visinom ($R = 0.69$; $p = 0.04$), prosječnom godišnjom količinom snježne oborine ($R = 0.80$; $p = 0.01$) i prosječnim godišnjim brojem stupanj-dana ispod 0°C ($R = 0.70$; $p = 0.04$). Prosječna duljina peteljke bila je signifikantno negativno korelirana s prosječnom godišnjom količinom snježne oborine ($R = -0.69$; $p = 0.04$), a pozitivno s omjerom godišnje temperature i količine oborina ($R = 0.71$; $p = 0.03$). Rezultati su pokazali ekoklinalni obrazac fenotipske diferencijacije provenijencija s obzirom na nadmorsku visinu staništa i s njom koreliranim ekološkim varijablama.

Iako su istraživanja obuhvatila fenotipsku varijabilnost plodova iz prirodnih populacija, ovakvi rezultati ukazuju na vjerojatnost genetske diferencijacije provenijencija s obzirom na nadmorskou visinu. To daje temelj preporuci vertikalne sjemenske zonacije areala divlje trešnje u Srbiji, kao i sukladnog korištenja njenog reproduksijskog materijala u potpomognutoj obnovi. Radi potvrde rezultata ovog istraživanja odnosno preciznije determinacije genetske strukture prirodnih populacija, neophodno je primijeniti metode analiza raznovrsnih fenotipskih svojstava u posebno dizajniranim pokušnim nasadima (npr. testovima provenijencija) kao i analiza prikladnih DNA markera.

KLJUČNE RIJEČI: morfologija, sjeme, fenotipska svojstva, diferencijacija provenijencija, ekoklina.

¹Dr. sc. Vladan Popović (vladanpop79@gmail.com), Dr. sc. Aleksandar Lučić, Dr. sc. Ljubinko Rakonjac, Institut za šumarstvo, Kneza Višeslava 3, 11000 Beograd

²MSc Ivona Kerkez Janković, PhD student, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, 11000 Beograd

³Prof. dr. sc. Saša Bogdan, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, 10000 Zagreb.

UVOD

INTRODUCTION

Divlja trešnja (*Prunus avium* L.) je listopadna, entomofilna, alogamma šumska vrsta rasprostranjena širom Europe (CABI 2013). Zbog izuzetnog ekološkog i ekonomskog značaja ova je vrsta predmet različitih programa oplemenjivanja od 1980-tih godina (Ducci i sur. 2013). Smatra se vrstom svjetlosti (heliofit) i relativno otpornom na stresne faktore. U Srbiji je autohton i javlja se kao samonikla, uglavnom stablimično primješana u mezofilnim šumama hrastova i donjeg pojasa obične bukve (Tomić 2004). Međutim, može se pronaći i u značajno sušim šumskim staništima, te na poljoprivrednim tlima ili kao ostatak iskrčenih šuma (Mratinić i Kojić 1998; Ballian 2000; Mikić 2007; Tančeva Crmarić i sur. 2011; Milatović i sur. 2015).

Bez obzira na rasprostranjenost u vidu raspršenog stablimičnog ili grupimičnog rasporeda, sukladno dosadašnjim spoznajama, protok gena unutar i između populacija se odvija slobodno i relativno brzo, što rezultira niskom stopom genetske diferencijacije populacija (Ducci i sur. 2013). Uz raznovrsne faktore (polinatori, antropogeni utjecaj, raznošenje sjemena pticama itd.), dominatnu ulogu u održavanju visoke razine genetske raznolikosti ima samoinkompatibilnost prilikom oprišivanja. Međutim, s obzirom na njenu izdanačku snagu, genetska konstitucija malih grupa jedinki može biti vrlo niske raznolikosti, tj. može je činiti jedan ili nekoliko genotipova (Frascaria i sur. 1993; Ducci i Santi 1997).

Iako se u Evropi divlja trešnja ne smatra ugroženom (Russell 2003), u Srbiji je svrstana u kategoriju vrsta "pod rizikom" (Banković i sur. 2008) zbog niza ugrožavajućih faktora (Russell 2003; Stjepanović 2012; Jagodić 2014). Za potrebe šumarstva se sadnice divlje trešnje proizvode generativnim načinom, tako da su osobine sjemena jedan od ključnih faktora kvalitetne proizvodnje šumskog reproduktivskog materijala. Sjemenski materijal je vrlo varijabilan po svojim biološkim osobinama, stoga se preporučuje selektiranje sjemenskih izvora i uporaba genetski kvalitetnijeg materijala (Mratinić i Kojić 1998; Kingswell 1998; Piotto i sur. 2003).

Osnovu za upoznavanje adaptivnog potencijala divlje trešnje na nekom području predstavljaju istraživanja genetske raznolikosti i strukture (Popović i Kerkez 2016). Dosadašnja istraživanja ukazuju na značajnu varijabilnost divlje trešnje na fenotipskoj razini (Krüssman 1978; Rakonjac 1993; Jovković 1999; Ballian 2000; Mikić 2007; Ballian i Čabaravdić 2007; Ballian i sur. 2011; Mratinić i sur. 2012; Ballian i Mujagić-Pašić 2013; Rakonjac i sur. 2014; Katičić Bogdan i sur. 2015; Popović i Kerkez 2016), kao i na molekularnoj razini (Frascaria i sur. 1993; Ducci i Santi 1997; Ballian 2004; Lasic i sur. 2009; Avramidou i dr. 2010; Turet-Sayar i dr. 2012; Ganopoulos i dr. 2010; Ganopoulos i

dr. 2011; Tančeva Crmarić i sur. 2011; Jarni i sur. 2012; De Rogatis i sur. 2013; Ganopoulos i sur. 2013; Barać i sur. 2015; Avramidou i sur. 2015; Campoy i sur. 2016; Ivanovych i Volkov 2018).

Identifikacija ključnih populacija, kao i konzervacija vrijednih genotipova u marginalnom dijelu areala predstavljaju osnovne smjernice za očuvanje i korištenje genofonda divlje trešnje u Europi. Rubne populacije, na granici ekološke niše, vrijedan su izvor gena za očuvanje genofonda cijele vrste, posebice u kontekstu promjene klime (Russell 2003). S obzirom da se Srbija nalazi u blizini južne granice prirodnog areala ove vrste, odabir i istraživanje prirodnih populacija na ovom području je opravданo i nužno kako bi se očuvali i ciljano koristili njeni genetski resursi. Vitalnost i opstanak populacija šumskih drvenastih vrsta u promijenjenim okolišnim prilikama uvjetovani su očuvanjem visokog stupnja njihove genetske raznolikosti, kao temeljem za adaptacijsko-evolucijske procese (Šijačić-Nikolić i Milovanović 2012). Kako bi se stvorili temelji za očuvanje genofonda divlje trešnje i kvalitetno gospodarenje njenim genskim resursima, nužna su detaljna istraživanja razine, obrasca i uzroka genetske raznolikosti odnosno strukture.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razinu i obrazac fenotipske varijabilnosti morfoloških svojstava ploda u prirodnim populacijama divlje trešnje u Srbiji, te time pridonijeti poznavanju varijabilnosti prirodnih populacija u rubnom dijelu prirodnog areala. Rezultati dobiveni ovim istraživanjem mogu biti osnova za daljnja istraživanja genetske raznolikosti, začetak oplemenjivanja vrste, kao i za očuvanje njenog genofonda.

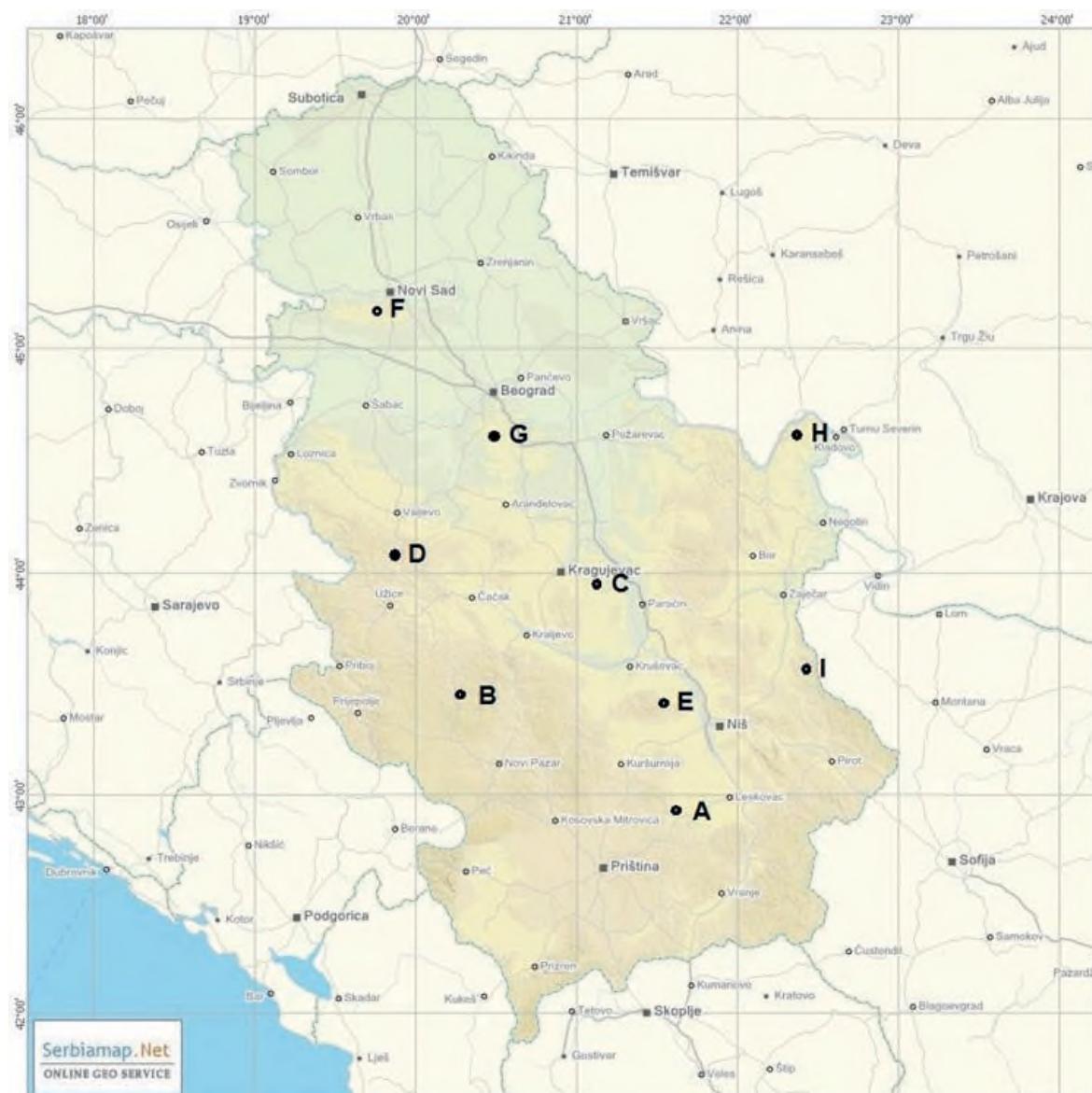
MATERIJAL I METODE

MATERIAL AND METHODS

Biljni materijal i izmjere fenotipskih svojstava – *Plant material and trait measurements*

Plodovi su sakupljeni u devet prirodnih populacija (prove-njencija) divlje trešnje u Republici Srbiji (Slika 1, tablica 1). Svaka populacija bila je zastupljena s deset stabala, dok je od svakog stabla prikupljeno 50 zrelih i u potpunosti razvijenih plodova. Uzorkovana su isključivo fiziološki zrela stabla koja su plodonosila u srpnju 2017. godine.

Uzorkovani plodovi su nakon izmjere macerirani, te su sjemenke odvojene od usplođa. Izbor mjereneih morfoloških svojstava usklađen je s istraživanjem Ballian i sur. (2012). Točnost mjerena iznosila je 0,1 mm. Ukupno je izmjereno deset morfoloških svojstava: FL- dužina ploda (mm); FW-širina ploda (mm); FT-debljina ploda (mm); FM-masa ploda (g); LOS-dužina peteljke (mm); WOS-debljina peteljke (mm); SL-dužina sjemenke (mm); SW-širina sjeme-



Slika 1. Karta prostornog rasporeda istraživanih provenijencija (A – Radan, B – Javor, C – Bešnjaja, D – Divčibare, E – Jastrebac, F – Fruška Gora, G – Lipovica, H – Đerdap, I – Stara Planina).

Figure 1. Map of spatial distribution of studied provenances (A – Radan, B – Javor, C – Bešnjaja, D – Divčibare, E – Jastrebac, F – Fruška Gora, G – Lipovica, H – Đerdap, I – Stara Planina).

menke (mm); ST-debljina sjemenke (mm); SM-masa sjemenke (g).

Prosječna klijavost (GERM) utvrđena je na razini provenijencije u rasadničkom testu, na uzorku od 4x50 sjemenki po provenijenciji.

Statistička obrada podataka – *Statistical analyses*

Statističke analize provedene su korištenjem programa RStudio ver. 1.2.5001 (RStudio Team 2019. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>), programa SAS/STAT 15.1 (SAS/STAT software, a free version of SAS University Edition, by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) i programa STATISTICA 7.0 (StatSoft Inc. 2004).

Normalnost podataka prikupljenih izmjerama analizirana je Kolmogorov-Smirnov testom, a homogenost varijanci Levene testom u R-u. Deskriptivna analiza provedena je pomoću procedure MEANS u SAS-u radi izračuna: aritmetičkih sredina (x), standardnih devijacija (SD) i koeficijenta varijacije (CV %). Analiza varijance (ANOVA) provedena je uporabom procedure MIXED u SAS-u, s ciljem utvrđivanja statistički značajnih razlika između populacija i unutar populacija. Analizirani izvori (faktori) varijabilnosti bili su populacija i stablo, s tim da je faktor stablo bio ugnježđen unutar faktora populacija. Za izračun komponenti varijance pojedinih izvora varijabilnosti korištena je REML metoda (engl. *Restricted Maximum Likelihood Method*). Provedeno je i dodatno testiranje Fisherovim multi-

Tablica 2. Deskriptivni statistički parametri analiziranih morfoloških svojstava plodova.

Table 2. Descriptive statistics of studied fruit morphology traits.

Deskriptivni Počazatelji/ Descriptive parameters	Populacija/ Population	Svojstvo/ Trait									
		FL (mm)	FW (mm)	FT (mm)	FM (g)	LOS (mm)	WOS (mm)	SL (mm)	1+SW (mm)	ST (mm)	SM (g)
x	A	10,58	10,02	9,88	1,17	37,27	0,60	7,25	5,85	4,62	0,12
	B	10,93	10,56	10,54	1,39	35,19	0,59	7,83	6,60	5,01	0,14
	C	9,67	9,73	8,99	1,18	36,85	0,61	6,60	5,92	4,55	0,11
	D	10,61	9,62	9,03	1,27	39,90	0,59	7,73	5,99	4,74	0,14
	E	10,78	9,87	9,30	1,51	41,09	0,60	7,90	6,68	5,43	0,17
	F	10,41	9,96	9,00	1,36	38,71	0,59	7,30	6,33	5,12	0,14
	G	10,76	10,04	9,54	1,24	41,32	0,61	7,51	5,90	4,59	0,14
	H	10,34	9,82	8,89	1,23	42,06	0,58	6,96	6,04	4,63	0,12
	I	11,49	9,83	9,25	1,34	41,85	0,58	7,92	6,11	4,76	0,14
min	mean	10,62	9,94	9,38	1,30	39,36	0,59	7,44	6,16	4,83	0,14
	A	8,72	8,45	9,11	0,79	20,24	0,24	5,42	4,35	4,00	0,08
	B	9,10	9,14	9,34	0,91	20,10	0,11	5,99	5,41	4,00	0,09
	C	8,49	8,41	8,44	0,78	20,39	0,25	5,41	5,03	4,02	0,06
	D	8,38	8,21	8,03	0,74	21,92	0,27	5,41	5,40	4,00	0,08
	E	7,09	7,65	7,25	0,67	23,83	0,15	4,05	5,40	4,08	0,11
	F	6,96	7,97	7,23	0,92	22,62	0,23	3,75	5,41	4,01	0,09
	G	8,21	8,26	8,65	0,73	26,14	0,11	5,47	4,18	4,02	0,08
	H	7,56	7,62	7,79	0,55	23,80	0,31	5,42	5,31	4,00	0,08
max	I	9,69	7,68	7,11	0,71	23,80	0,31	5,98	5,35	4,01	0,09
	mean	8,24	8,15	8,14	0,76	22,54	0,22	5,21	5,09	4,02	0,08
	A	12,10	11,28	11,00	1,87	51,01	1,08	8,27	7,14	5,70	0,18
	B	12,29	12,06	11,81	2,42	57,94	1,25	8,98	8,07	6,17	0,24
	C	11,04	10,94	10,12	1,89	58,83	1,08	7,96	7,07	5,70	0,18
	D	11,93	10,95	11,20	1,93	60,36	0,97	9,02	7,14	5,94	0,22
	E	12,78	11,39	10,35	2,61	57,59	0,95	9,74	8,08	6,30	0,27
	F	11,76	11,69	10,18	2,24	61,26	1,06	8,60	8,03	6,13	0,22
	G	12,56	11,26	11,30	1,92	60,57	1,03	9,33	7,04	5,72	0,21
sd	H	12,40	11,23	10,12	1,93	60,25	0,96	8,64	7,00	5,87	0,17
	I	13,12	11,02	10,54	2,31	57,97	1,68	9,41	7,54	5,92	0,21
	mean	12,22	11,31	10,74	2,12	58,42	1,12	8,88	7,46	5,94	0,21
	A	0,75	0,51	0,49	0,23	8,05	0,18	0,71	0,47	0,47	0,02
	B	0,52	0,74	0,65	0,33	9,52	0,20	0,48	0,74	0,67	0,03
	C	0,74	0,39	0,42	0,19	8,28	0,18	0,74	0,36	0,41	0,02
	D	0,72	0,50	0,74	0,26	8,72	0,16	0,71	0,33	0,54	0,02
	E	1,04	0,83	1,04	0,46	9,12	0,17	1,09	0,80	0,58	0,04
	F	0,83	0,70	0,70	0,30	8,93	0,19	0,75	0,64	0,59	0,03
sd	G	1,06	0,56	0,59	0,25	6,53	0,16	0,98	0,48	0,48	0,03
	H	1,07	0,64	0,53	0,27	8,49	0,14	0,83	0,30	0,49	0,02
	I	1,23	0,63	0,73	0,30	7,82	0,19	0,69	0,44	0,57	0,02
mean		0,88	0,61	0,65	0,29	8,38	0,17	0,78	0,51	0,53	0,03

Deskriptivni Pokazatelji/ Descriptive parameters	Populacija/ Population	Svojstvo/ Trait									
		FL (mm)	FW (mm)	FT (mm)	FM (g)	LOS (mm)	WOS (mm)	SL (mm)	1+SW (mm)	ST (mm)	SM (g)
CV (%)	A	7,10	5,14	4,99	19,93	21,61	29,66	9,80	8,02	10,21	18,19
	B	4,75	7,05	6,19	23,98	27,05	33,53	6,17	11,28	13,28	21,94
	C	7,63	4,01	4,67	16,37	22,47	29,55	11,25	6,13	9,06	17,02
	D	6,79	5,21	8,15	20,35	21,86	27,51	9,15	5,50	11,50	17,55
	E	9,67	8,43	11,15	30,22	22,19	28,69	13,76	12,01	10,61	23,29
	F	7,99	7,00	7,79	21,89	23,08	31,84	10,34	10,16	11,50	21,15
	G	9,88	5,58	6,14	20,08	15,80	26,63	13,02	8,15	10,42	19,43
	H	10,34	6,55	5,94	21,96	20,18	24,42	11,89	5,03	10,60	16,25
	I	10,71	6,45	7,93	22,36	18,68	32,53	8,73	7,20	11,97	16,14
	mean	8,32	6,16	6,99	21,91	21,43	29,37	10,46	8,16	11,02	19,00

plim testovima signifikantnosti najmanjih kvadratnih razlika (LSD) s ciljem utvrđivanja populacija koje se međusobno statistički značajno razlikuju. Pearson-ova korelacijska analiza provedena je uporabom Hmisc paketa u R-u (Harrell i dr. 2019) radi utvrđivanja značajnih povezanosti između analiziranih svojstava, kao i povezanosti između svojstava i klimatskih varijabli izvornih staništa provenijencija. Ulagani podaci za korelacijsku analizu bile su aritmetičke sredine provenijencija za analiziranu fenotipsku svojstva i različite klimatske varijable povezane s njihovim izvornim sastojinama. Za karakterizaciju dugoročnih klimatskih uvjeta izvornih sastojina korišteni su interpolirani podaci o klimi za referentno razdoblje 1981.-2009. koji su generirani softverom ClimateEU (Hamann, A., Wang T., Spittlehouse DL, Murdock TQ 2013: ClimateEU, neobjavljeni softverski paket za Evropu, dostupan na <http://www.ualberta.ca/~ahamann/data/climateeu.html>). Detaljno objašnjenje procjene svih dostupnih klimatskih varijabli koje daje softver ClimateEU može se naći u Wang i dr. (2012).

REZULTATI RESULTS

Dekriptivna analiza morfoloških svojstava – Descriptive analysis of morphological traits

U tablici 2 prikazani su deskriptivni statistički parametri za istraživana svojstva. Srednja vrijednost dužine plodova (FL) iznosila je 10.62 mm. Najveća srednja vrijednost je utvrđena u populaciji Stara Planina (11,49 mm), a najmanja u populaciji Bešnjaja (9,67 mm). Najveća vrijednost dužine ploda izmjerena je u populaciji Stara Planina (13,12 mm), a najmanja u populaciji Jastrebac (7,09 mm). Najveća vrijednost koeficijenta varijabilnosti utvrđena je u populaciji Stara Planina (10.71%), a najmanja u populaciji Javor (4.75%).

Srednja vrijednost širine plodova (FW) iznosila je 9.94 mm i kretala se od 9.62 mm u populaciji Divčibare do 10.56 mm u populaciji Javor. Najniža vrijednost je izmjerena u populaciji Đerdap (7.62 mm), a najviša u populaciji Javor (12.06 mm). Koeficijent varijabilnosti kretao se od 4.01% kod populacije Bešnjaja, do 8.43% kod populacije Jastrebac.

Srednja vrijednost debljine plodova iznosila je 9.38 mm. Najveća srednja vrijednost je izmjerena u populaciji Javor (10.54 mm), a najmanja u populaciji Đerdap (8.89 mm). Najniža apsolutna vrijednost debljine ploda je izmjerena u populaciji Stara Planina (7.11 mm), a najviša u populaciji Javor (11.81 mm). Vrijednost koeficijenta varijabilnosti kretao se od 4.67% u populaciji Divčibare do 11.15% u populaciji Jastrebac.

Srednja vrijednost mase ploda iznosila je 1.30 g. Najveću srednju vrijednost mase ploda imala je populacija Jastrebac (1.51 g), a najmanju populacija Radan (1.17 g). Najmanja vrijednost mase ploda od 0.55 g izmjerena je u populaciji Đerdap, a najveća u populaciji Jastrebac (2.61 g). Najmanja vrijednost koeficijenta varijabilnosti je utvrđena kod populacije Divčibare (16.37%), a najveća kod populacije Javor (23.98%).

Srednja vrijednost dužine peteljke (LOS) iznosila je 39.36 mm. Populacija Đerdap imala je najveću srednju vrijednost dužine peteljke (42.06 mm), a populacija Javor najmanju (35.19 mm). Najmanja vrijednost dužine peteljke izmjerena je u populaciji Javor (20.10 mm), a najveća u populaciji Fruška gora (61.26 mm). Vrijednost koeficijenta varijabilnosti bila je najniža u populaciji Lipovica (15.80%), a najviša u populaciji Javor (27.05%).

Srednja vrijednost debljine peteljke (WOS) iznosila je 0.59 mm. Najveću srednju vrijednost imale su populacije Divčibare i Lipovica (0.61 mm), a najmanju populacije Đerdap i Stara Planina (0.58 mm). Najmanja vrijednost de-

Tablica 3. Statistička značajnost (p-vrijednost) efekta stabla unutar populacija (unutarpopulacijska varijabilnost) za analizirana svojstva po provenijencijama. Udio komponente varijance istog efekta na temelju analize svih provenijencija zajedno (zadnja kolona).

Table 3. Statistical significance (p-value) of trees nested within populations effect (i.e. within-population variability) for analyzed traits per provenance and percentage of variance component of the same effect calculated by combined analysis of all provenances (the last column).

Svojstvo/ Trait	Unutar populacija/Within populations									Komponenta varijance / Variance component (%)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
FL	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	46,98
FW	p<0,01	p<0,01	p<0,05	0,89	p<0,01	p<0,01	p<0,05	0,50	p<0,05	41,21
FT	p<0,01	p<0,01	0,41	p<0,01	0,14	p<0,01	0,25	p<0,01	p<0,01	45,23
FM	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	52,13
LOS	p<0,05	p<0,01	0,37	0,41	p<0,01	0,015	0,68	p<0,01	p<0,01	47,12
WOS	0,50	0,08	0,39	p<0,01	0,23	p<0,01	0,27	p<0,01	0,30	45,68
SL	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	40,15
SW	p<0,01	p<0,01	p<0,05	0,94	p<0,01	p<0,01	p<0,01	0,26	p<0,01	43,25
ST	p<0,01	p<0,01	0,59	p<0,01	p<0,01	p<0,01	0,17	0,12	p<0,01	51,16
SM	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	46,18

Tablica 4. Pearson-ovi korelacijski koeficijenti između analiziranih svojstava (dijagonalno gore; statistički značajni koeficijenti naglašeni su deblijim brojevima) i njihova statistička značajnost (p-vrijednosti; dijagonalno dolje; statistički značajne p-vrijednosti naglašene su crvenim brojevima).

Table 4. Pearson correlation coefficients between analyzed traits (diagonal up; significant coefficients highlighted in bold) and their statistical significance (p-values; diagonal down; significant p-values highlighted in red).

	GERM	FL	FW	FT	FM	LOS	WOS	SL	SW	ST	SM
GERM	-0,59	0,17	0,34	-0,69	-0,73	0,53	-0,60	-0,47	-0,55	-0,72	
FL	0,092		0,31	0,39	0,49	0,34	-0,47	0,88	0,31	0,28	0,58
FW	0,656	0,416		0,90	0,27	-0,55	0,01	0,29	0,47	0,24	0,13
FT	0,377	0,296	0,001		0,16	-0,59	0,12	0,40	0,32	0,12	0,12
FM	0,038	0,177	0,480	0,679		0,14	-0,25	0,71	0,93	0,94	0,90
LOS	0,025	0,376	0,125	0,092	0,727		-0,30	0,22	-0,14	0,00	0,33
WOS	0,143	0,202	0,980	0,759	0,525	0,438		-0,31	-0,22	-0,14	-0,08
SL	0,087	0,002	0,447	0,287	0,031	0,577	0,415		0,54	0,55	0,83
SW	0,207	0,411	0,199	0,398	0,000	0,723	0,571	0,130		0,92	0,73
ST	0,129	0,465	0,534	0,756	0,000	0,998	0,724	0,124	0,000		0,83
SM	0,029	0,101	0,734	0,755	0,001	0,381	0,843	0,006	0,026	0,005	

bljine petljke izmjerena je u populacijama Lipovica i Javor (0.11 mm), a najveća u populaciji Stara Planina (1.68 mm). Koeficijent varijabilnosti bio je najveći kod populacije Javor (33.53%), a najmanji kod populacije Đerdap (24.42%).

Srednja vrijednost dužine sjemenke (SL) iznosila je 7.44 mm. Najveća srednja vrijednost je utvrđena kod populacije Stara Planina (7.92 mm), a najmanja kod populacije Bešnjaja (6.60 mm). Najveća vrijednost dužine sjemenke izmjerena je kod populacije Jastrebac (9.74 mm), a najmanja kod populacije Fruška gora (3.75 mm). Najmanji koeficijent varijabilnosti imala je populacija Javor (6.17%), a najveći populacija Jastrebac (13.76%).

Srednja vrijednost širine sjemenke (SW) iznosila je 6.16 mm. Najveću srednju vrijednost širine sjemenke imala je populacija Jastrebac (6.68 mm), a najmanju populacija Radan (5.85). Najveća vrijednost širine sjemenke izmjerena je kod populacije Jastrebac (8.08 mm), a najmanja kod populacije Lipovica (4.18 mm). Koeficijent varijabilnosti kretao

se od 5.03% kod populacije Đerdap do 12.01% kod populacije Jastrebac.

Srednja vrijednost debljine sjemenke (ST) iznosila je 4.83 mm. Najveća srednja vrijednost debljine sjemenke utvrđena je kod populacije Jastrebac (5.43 mm), a najmanja kod populacije Radan (4.62 mm). Najveća vrijednost debljine sjemenke izmjerena je kod populacije Jastrebac (6.30 mm), a najmanja kod populacije Radan, Javor, Divčibare i Đerdap (4.00 mm). Najveća vrijednost koeficijenta varijabilnosti utvrđena je kod populacije Javor (13.28%), a najmanja kod populacije Bešnjaja (9.06%).

Srednja vrijednost mase sjemenke (SM) iznosila je 0.14 g. Najveću srednju vrijednost mase sjemenke imala je populacija Jastrebac (0.17 g), a najmanju populacija Bešnjaja (0.11 g). Najveća vrijednost mase sjemenke izmjerena je kod populacije Jastrebac (0.27 g), a najmanja kod populacije Bešnjaja (0.06 g). Koeficijent varijabilnosti bio je najveći kod populacije Jastrebac (23.29%), a najmanji kod populacije Stara Planina (16.14%).

Varijabilnost unutar provenijencija i korelacije svojstava – *Variability within provenances and correlations among traits*

REML metodom (*Restricted Maximum Likelihood Method*) utvrđen je udio zastupljenosti pojedinih istraživanih izvora varijabilnosti u ukupnoj varijanci (između populacija, između stabala unutar populacije, unutar stabala). Dobiveni rezultati pokazuju da je razina unutarpopulacijske varijabilnosti bila visoka, zauzimajući od 41% do 52% ukupne varijance (Tablica 3). Također, stabla unutar populacija signifikantno su se razlikovala s obzirom na većinu istraživanih morfoloških svojstava (Tablica 3).

Klijavost je u prosjeku bila statistički značajno negativno korelirana s masom ploda (FM), duljinom peteljke (LOS) i masom sjemenke (SM). Također, značajna pozitivna korelacija utvrđena je između širine i debljine ploda (FT-FW), mase ploda i svih dimenzija sjemenke kao i između mase i ostalih dimenzija sjemenke (Tablica 4).

Varijacije između provenijencija – *Among-provenance variation*

Na osnovi dobivenih rezultata analize varijance (ANOVA) može se zaključiti da su između istraživanih provenijencija utvrđene statistički značajne razlike, za sva analizirana morfološka svojstva izuzev za debljinu peteljke (WOS) (Tablica 5).

U pokušaju utvrđivanja obrasca u varijacijama istraživanih svojstava između provenijencija, proveli smo Pearson-ovu korelacijsku analizu između prosječnih vrijednosti provenijencija i klimatsko-geografskih varijabli njihovih izvornih sastojina (Tablica 6). Statistički značajne korelacije utvrđene su kod samo dva morfološka svojstva, debljine ploda (FT) i duljine peteljke (LOS). FT je bila signifikantno pozitivno korelirana s nadmorskom visinom (Elev) (Slika 2a), godišnjom sumom stupanj-dana ispod 0°C (DD_0) i prosječnom godišnjom količinom snijega (PAS) (Slika 2b). LOS je bila pozitivno korelirana s godišnjim omjerom temperature i količine oborina (AHM), a negativno korelirana s PAS varijablom (Tablica 6).

Signifikantni korelacijski odnosi između prosječnih vrijednosti debljine ploda i duljine peteljke provenijencija s nadmorskom visinom i ekološkim varijablama njihovih staništa pokazuju klinalni obrazac diferencijacije između provenijencija (Slika 2). Prosječna debljina ploda rasla je s porastom nadmorske visine provenijencija ($R = 0.69$; $p = 0.04$). Isti obrazac mogao se uočiti i iz odnosa prosječne debljine ploda s prosječnom godišnjom količinom snježne oborine ($R = 0.80$; $p = 0.01$; Slika 2b), kao i s godišnjom sumom stupanj dana $<0^\circ\text{C}$ ($R = 0.70$; $p = 0.04$), što su evidentno varijable povezane s nadmorskom visinom staništa. Provenijencije s najviših nadmorskih visina (A-Javor i B-Radan), a ujedno i sa najhladnijih staništa koje odlikuje

Tablica 5. Udio komponente varijance efekta provenijencija (varijabilnost između populacija) i njegova statistička značajnost za istraživana morfološka svojstva.

Table 5. Provenance effect variance component percentage (i.e., variability among populations) and its statistical significance for investigated morphological traits.

Svojstvo/Trait	Efekt – Effect (%)	
	Populacija Population	p-vrijednost p-value
FL	9,62	<0,01
FW	11,7	<0,01
FT	6,58	<0,01
FM	13,22	<0,01
LOS	8,65	<0,01
WOS	5,25	0,92
SL	11,26	<0,01
SW	15,18	<0,01
ST	10,23	<0,01
SM	11,45	<0,01
FL	9,25	<0,01

najveća količina snježne oborine, imale su prosječno najdeblje plodove. Prosječna duljina peteljke provenijencija bila je također signifikantno korelirana s PAS varijablom, ali negativnog predznaka ($R = -0.69$; $p = 0.04$; Tablica 6). Dakle, u prosjeku su najkraće peteljke imale provenijencije čija se staništa odlikuju najvećom količinom snijega, dok je s opadanjem prosječne godišnje količine snijega u staništima rasla prosječna duljina peteljke. Prosječna duljina peteljke provenijencija bila je u pozitivnoj korelaciji s omjerom godišnje temperature i količine oborina njihovih staništa ($R = 0.71$; $p = 0.03$). I ovi korelacijski odnosi ukazuju na klinalni obrazac diferencijacije provenijencija, vezan s nadmorskom visinom odnosno klimatskim varijablama koje su značajno povezane s nadmorskom visinom (količina snijega, odnos temperature i vlage staništa). Provenijencija Lipovica (G) je odstupala od opisanih trendova i time bitno utjecala na smanjenje izračunatih koeficijenata korelacije (Slika 2). Izuzimanjem te provenijencije iz analiza, kvadratni koeficijent korelacije (R^2) između prosječne debljine ploda i nadmorske visine porastao je na 0.80 (Slika 2a), a između prosječne debljine ploda i PAS na 0.89 (Slika 2b). Dakle, klinalni obrazac diferencijacije provenijencija bio bi još značajniji i izraženiji da provenijencija Lipovica nije uzorkovana.

RASPRAVA I ZAKLJUČCI DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Dobiveni rezultati ukazuju na postojanje značajne razine fenotipske varijabilnosti provenijencija divlje trešnje u Srbiji, s obzirom na istraživana svojstva plodova (Tablica 2). Visoka razina fenotipske raznolikosti plodova i sjemena divlje trešnje u ovom dijelu Europe je potvrđena i drugim

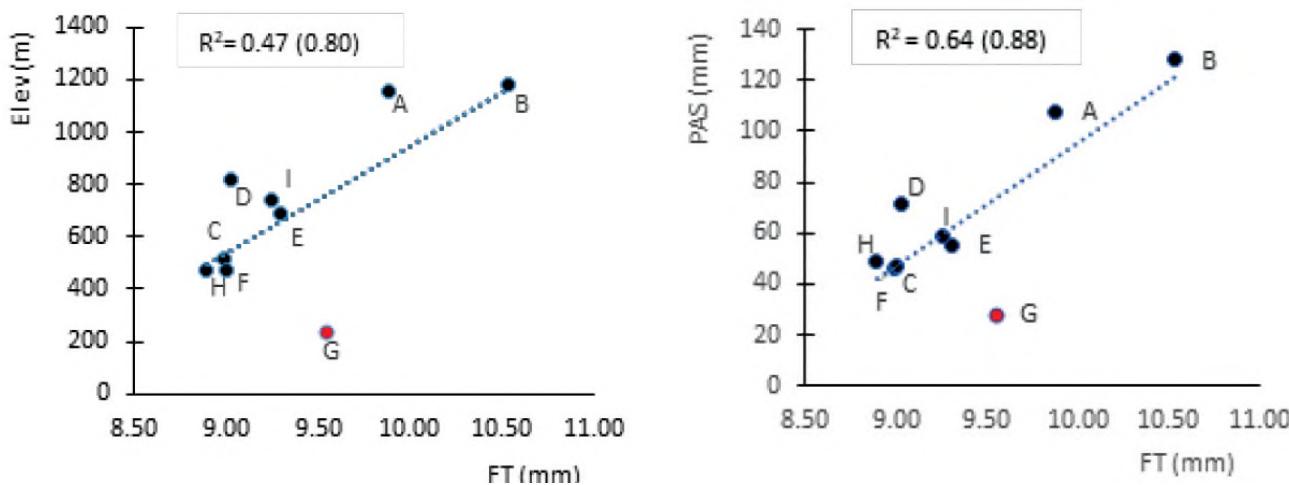
Tablica 6. Statistička značajnost (p-vrijednosti) Pearson-ovih korelacijskih koeficijenata između populacijskih prosjeka za istraživana svojstva i klimatskih (geografskih) varijabli njihovih izvornih sastojina.

Table 6. Statistical significance (p-values) of Pearson's correlation coefficients between analyzed trait provenance means and climate (geographic) variables of their stands of origin.

	GERM	FL	FW	FT	FM	LOS	WOS	SL	SW	ST	SM
Lat	0,416	0,400	0,572	0,124	0,809	0,414	0,875	0,406	0,725	0,857	0,848
Long	0,657	0,624	0,428	0,529	0,765	0,181	0,409	0,747	0,633	0,599	0,642
Elev	0,358	0,418	0,221	0,040	0,768	0,095	0,560	0,346	0,514	0,696	0,968
MAT	0,387	0,560	0,331	0,115	0,811	0,110	0,366	0,531	0,516	0,706	0,849
MWMT	0,340	0,556	0,325	0,088	0,796	0,083	0,501	0,460	0,518	0,708	0,921
MCMT	0,318	0,689	0,332	0,127	0,890	0,072	0,406	0,621	0,563	0,720	0,780
TD	0,407	0,409	0,350	0,067	0,677	0,130	0,683	0,292	0,484	0,708	0,872
MAP	0,466	0,769	0,108	0,055	0,607	0,054	0,910	0,351	0,323	0,677	0,768
MSP	0,651	0,953	0,312	0,300	0,681	0,138	0,642	0,573	0,387	0,789	0,938
AHM	0,335	0,704	0,179	0,052	0,693	0,032	0,696	0,378	0,384	0,665	0,922
SHM	0,401	0,865	0,307	0,152	0,733	0,051	0,500	0,512	0,402	0,729	0,939
DD_0	0,228	0,550	0,171	0,038	0,910	0,085	0,541	0,626	0,740	0,949	0,684
DD5	0,416	0,582	0,385	0,145	0,769	0,110	0,353	0,515	0,491	0,665	0,885
DD_18	0,356	0,542	0,268	0,087	0,863	0,101	0,374	0,543	0,548	0,754	0,810
DD18	0,431	0,677	0,515	0,225	0,766	0,120	0,346	0,574	0,496	0,650	0,867
NFFD	0,362	0,698	0,450	0,197	0,886	0,108	0,379	0,665	0,592	0,694	0,777
bFFP	0,355	0,679	0,459	0,174	0,782	0,086	0,502	0,583	0,518	0,626	0,882
eFFP	0,427	0,787	0,603	0,334	0,877	0,135	0,296	0,755	0,596	0,674	0,733
FFP	0,384	0,725	0,518	0,236	0,823	0,104	0,401	0,656	0,550	0,645	0,814
PAS	0,265	0,510	0,068	0,010	0,850	0,041	0,597	0,449	0,481	0,780	0,890
CMD	0,534	0,615	0,265	0,120	0,712	0,106	0,386	0,350	0,429	0,789	0,964

Lat – zemljopisna širina; Long – zemljopisna dužina; Elev – nadmorska visina; MAT – prosječna godišnja temperatura; MWMT – srednja temperatura srpnja; MCMT – srednja temperatura siječnja; TD – indeks kontinentalnosti; MAP – godišnja količina oborina; MSP – količina oborina u ljetnom razdoblju; AHM – godišnji omjer temperature i oborina; SHM – ljetni omjer temperature i oborina; DD_0 – suma stupanj-dana ispod 0 °C; DD5 – suma stupanj-dana >5°C; DD_18 – suma stupanj-dana <18°C; DD18 – suma stupanj-dana >18°C; NFFD – broj dana bez mraza; bFFP – početak razdoblja bez mraza; eFFP – završetak razdoblja bez mraza; PAS – količina snježne oborine; CMD – Hargreaves-ov indeks deficit-a vlage

Lat – latitude; Long – longitude; Elev – elevation; MAT – mean annual temperature; MWMT – mean July temperature; MCMT – mean January temperature; TD – continentality index; MAP – mean annual precipitation; MSP – mean summer precipitation; AHM – annual heat-to moisture index; SHM – summer heat-to-moisture index; DD_0 – sum of degree-days <0°C; DD5 – sum of degree-days >5°C; DD_18 – sum of degree-days <18°C; DD18 – sum of degree-days >18°C; NFFD – number of frost free days; bFFP – beginning of frost free period; eFFP – end of frost free period; PAS – precipitation as snow; CMD – climate moisture deficit



Slika 2. Odnos prosječne debljine ploda (FT) i: a) nadmorske visine (Elev) provenijencija; b) količine snježne oborine (PAS) u izvornim sastojinama. Provenijencija Lipovica (G) je bitno odstupala od trenda smanjujući koeficijente korelacija (u zagradama navedeni R2 bez provenijencije G).

Figure 2. Correlation between provenance mean fruit thickness (FT) and: a) elevation (Elev) at the stands of origin; b) precipitation as snow (PAS) at the stands of origin. Provenance Lipovica (G) means were outliers thus decreasing correlation coefficients (in brackets are shown R2 when provenance G were omitted from the calculations).

istraživanjima (Ballian 2000; Ballian i Čabaravdić 2007; Ballian i sur. 2012; Mratinić i sur. 2012; Ballian i Mujagić-Pašić 2013). Kao najvarijabilnije svojstvo istakla se debljina peteljke (WOS), dok se najmanje varijabilnim pokazala širina ploda (FW). Prosječna vrijednost dužine ploda (FL = 10.62 mm) je približna prosječnim vrijednostima provenijencija divlje trešnje u Bosni i Hercegovini (Ballian i sur. 2012). Isti slučaj je i sa širinom ploda (FW = 9.94 mm), debljinom ploda (FT = 9.38 mm), dužinom (LOS = 39.36 mm) i debljinom (WOS = 0.59 mm) peteljke ploda (Ballian i dr. 2012). Dobivene prosječne vrijednosti za morfološke karakteristike sjemena: dužina sjemenke (SL = 7.44 mm), širina sjemenke (SW = 6.16 mm) i debljina sjemenke (ST = 4.83 mm) su također približne vrijednostima provenijencija u Bosni i Hercegovini (Ballian 2000; Ballian i Čabaravdić 2007; Ballian i sur. 2012). Rezultati prethodnih istraživanja divlje trešnje u Srbiji također su pokazali slične vrijednosti za dužinu, širinu i masu ploda, te dužinu, širinu i masu sjemenke (Mratinić i sur. 2012). Sličan raspon vrijednosti mase ploda (od 0.76 do 2.11 g) uočen je i kod turskih provenijencija (Karlidag i sur. 2009).

Rezultati analize varijance (ANOVA) ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika kako unutar tako i između provenijencija (Tablice 3, 5). Raščlanjivanjem ukupne varijance na pojedine komponente, utvrđeno je da je komponenta varijabilnosti unutar provenijencija bila znatno veća od varijabilnosti između provenijencija. Pojava visoke razine unutarpopulacijske varijabilnosti karakteristična je za većinu vrsta šumskog drveća, a može se objasniti migracijama gena (prirodnim putem, ali i ljudskim djelovanjem), kao i velikim utjecajem mikrostanišnih varijacija na morfološka svojstva (White i sur. 2007).

Iako je komponenta varijance uzrokovana razlikama između provenijencija bila manja od varijabilnosti unutar provenijencija, ona je ipak bila statistički značajna za većinu analiziranih svojstava (Tablica 5). Korelacijska analiza prosječnih vrijednosti svojstava s klimatsko-geografskim varijablama provenijencija, ukazala je na korisnost širine ploda (FT) i duljine peteljke (LOS) kao alata za istraživanje obrasca razlika između provenijencija (Tablica 6). Velik broj dosadašnjih istraživanja nije pokazao geografski obrazac diferencijacije provenijencija divlje trešnje u ovom dijelu Europe, ali nije detektiran niti ekološki uvjetovan obrazac razlika između provenijencija (Ballian 2000; Mikić 2007; Ballian i Čabaravdić 2007; Ballian i sur. 2012; Mratinić i sur. 2012; Ballian i Mujagić-Pašić 2013; Rakonjac i sur. 2014; Popović i Kerkez 2016). Nemogućnost determinacije obrasca geografske diferencijacije provenijencija autori su uglavnom objasnili efektima migracija gena i favoriziranja stranooplodnje (Rakonjac i sur. 2014), ili izostankom adaptacije na specifične stanišne uvjete zbog kasne i relativno brze postglacialne kolonizacije Europe (Schirone i Spada 2000). Za razliku od spomenutih, ovo istraživanje ukazuje

na ekološki uvjetovan obrazac diferencijacije provenijencija. Naime, rezultati korelacijske analize otkrili su klinalni obrazac razlika između provenijencija, povezan s nadmorskim visinom i s njom koreliranim klimatskim varijablama izvornih staništa (Slika 2, Tablica 6). Također, utvrđeni obrazac ukazuje na genetsku diferencijaciju provenijencija tj. na mogućnost da su se provenijencije genetski izdiferencirale putem prirodne selekcije. Međutim, ovim istraživanjem nije bilo moguće razlučiti da li obrazac pokazuje genetske ili samo okolišne razlike između provenijencija, jer su plodovi uzorkovani u prirodnim populacijama. Za konačnu potvrdu genetske diferencijacije trebalo bi analizirati ova fenotipska svojstva u pokusnim nasadima (testovima provenijencija). Obrazac klinalne diferencijacije provenijencija divlje trešnje za fenološka svojstva s obzirom na nadmorskou visinu utvrđili su Díaz i Merlo (2008), dok su Miljković i sur. (2019) utvrđili korelaciju nadmorske visine s morfološkim svojstvima lista. Istraživanje Miljković i sur. (2019), zajedno s našim, ukazuje da su prirodne populacije divlje trešnje u ovom dijelu Europe vjerojatno genetski izdiferencirane pod utjecajem okolišnih varijacija staništa vezanih s razlikama u nadmorskoj visini.

Ugroženost divlje trešnje na europskoj razini temelji se na njenom disjunktnom arealu zbog kojeg se smatra rijetkom. Prirodna obnova divlje trešnje je slaba, ponajviše u prebornim šumama u kojima se favoriziraju skiofitne vrste (Jarni i sur. 2012). Uz to, bitnu ulogu u njenom otežanom obnavljanju ima ispaša divljači i slaba konkurentnost u odnosu na druge vrste, ponajprije obične bukve. Zbog navedenih razloga, kao i zbog ekonomski i ekološke važnosti, trebalo bi umjetno potpomognuti obnavljanje divlje trešnje (Stjepanović 2012). Važnost pravilnog izbora reprodukcijskog materijala se, uz pravilne uzgojne zahvate, smatra glavnim preduvjetom za ostvarivanje maksimalne dobiti šumarske proizvodnje (Kingswell 1998; Coello i sur. 2013). Međutim, mogućnost genetske diferencijacije provenijencija nalaže potrebu opreza pri izboru reprodukcijskog materijala za potpomognutu obnovu ove vrste. Smatramo da rezultati našeg istraživanja daju temelj za preporuku sjemenske rajonizacije areala divlje trešnje u Srbiji s obzirom na nadmorskou visinu.

Za potrebe šumarstva sadnice divlje trešnje proizvode se generativnim načinom, zbog čega su osobine sjemena jedan od ključnih faktora kvalitetne proizvodnje šumskog reprodukcijskog materijala. Kljajost je svakako bitno svojstvo kvalitete sjemena. Prosječna kljajost provenijencija bila je statistički značajno korelirana s prosječnom masom ploda i sjemenke, ali i s prosječnom duljinom peteljke (Tablica 4). Iznenađuje što je korelacija između kljajosti i mase ploda odnosno sjemenke bila negativna, tj. da su provenijencije prosječno sitnijeg sjemena pokazale prosječno veću kljajost. Većina istraživanja na šumskom drveću pokazala su da je masa sjemena pozitivno korelirana s kljajovošću od-

nosno da u prosjeku krupnije sjeme pokazuje bržu i veću klijavost (Seiwa 2000; Das i sur. 2016). Međutim, postoje i rijetka izvješća u kojima nije potvrđena pozitivna uloga mase sjemena za uspješnost klijanja (Delgado i sur. 2001). Divlja trešnja pripada skupini drveća koje odlikuje izražena dormantnost sjemena (Çetinbaš i Koyuncu 2006) i varijacije u dormantnosti sjemena između različitih provenijencija (Esen i sur. 2006). Stoga, postoji mogućnost da su se provenijencije prosječno krupnijeg sjemena odlikovale i višom razinom dormantnosti, tj. da je njihovo sjeme „preležalo“ još jednu vegetacijsku periodu. Time bi se mogao objasniti negativni odnos proječne mase i klijavosti sjemena u ovom istraživanju.

U smislu očuvanja i ciljanog korištenja genofonda divlje trešnje na nekom području, najprije je potrebno upoznati njenu genetsku raznolikost i strukturu. Do sada su već dokazane genetske različitosti između populacija iz središnjeg i jugoistočnog dijela Europe (Russell 2003). S obzirom na scenarije promjene klime potrebno je istražiti genetski potencijal populacija iz rubnih dijelova areala, koje su već izložene stresnijim okolišnim uvjetima u usporedbi s populacijama iz središnjeg dijela. Također, postoje naznake da se populacije iz južnog dijela areala odlikuju visokim i specifičnim genetskim diverzitetom (Ganopoulos i sur. 2011). Zbog toga je nužno više pozornosti usmjeriti na istraživanje genetske strukture i potencijala divlje trešnje u ovom dijelu Europe, posebno kroz osnivanje klonskih testova, testova provenijencija i testova familija srodnika, kao i kroz promociju održivog gospodarenja genofondom ove vrste (Russell 2003).

Rezultati ovog istraživanja pokazali su visoke razine unutarpopulacijske varijabilnosti, ali i diferencijaciju između provenijencija. Identificiran je ekoklinalni obrazac diferencijacije provenijencija, povezan sa stanišnim varijacijama s obzirom na nadmorsku visinu. Ovo ukazuje na genetsku diferenciranost provenijencija divlje trešnje u Srbiji. Međutim, to se ovim istraživanjem nije moglo potvrditi, jer se temeljilo na biljnim uzorcima iz prirodnih populacija. Mogućnost genetske diferencijacije provenijencija s obzirom na nadmorsku visinu daje temelj preporuci vertikalne sjenmske zonacije areala divlje trešnje u Srbiji, kao i sukladnog korištenja njenog reproduksijskog materijala u potpomognutoj obnovi. Međutim, da li su svojstva na temelju kojih je utvrđen ovaj obrazac diferencijacije provenijencija adaptivno vrijedna, tj. jesu li debljina ploda i duljina petljke korelirane s adaptiranošću provenijencija divlje trešnje na lokalne stanišne prilike, ostaje otvoreno pitanje. Kako bi rezultati bili jasniji, neophodno je istražiti genetsku raznolikost i strukturu prirodnih populacija primjenom analiza raznovrsnih fenotipskih svojstava u posebno dizajniranim puskusnim nasadima (npr. testovima provenijencija) kao i analizama prikladnih DNA markera.

LITERATURA

REFERENCES

- Avramidou, E.V., I. V., Ganopoulos, F.A., Aravanopoulos, 2010: DNA fingerprinting of elite Greek wild cherry (*Prunus avium* L.) genotypes using microsatellite markers, FORESTRY 83 (5): 527-533.
- Avramidou, E.V., I.V., Ganopoulos, A.G., Doulis, A.S., Tsafaris, F.A., Aravanopoulos, 2015: Beyond population genetics: natural epigenetic variation in wild cherry (*Prunus avium*). Tree genetics & genomes, 11(5): 95.
- Ballian, D., 2000: Početna istraživanja varijabilnosti morfoloških svojstava sjemena divlje trešnje (*Prunus avium* L.), Sumar. list, 124 (5-6): 271-278.
- Ballian, D., 2004: Varijabilnost mikrosatelitne DNK u populacijama divlje trešnje (*Prunus avium* L.) iz središnje Bosne, Sumar. list, 128 (11-12): 649-653.
- Ballian, D., A. Čabaravdić, 2007: Neki korelacijski odnosi između svojstava pupova, cvijeta i sjemena divlje trešnje (*Prunus avium* L.) iz populacije Mrkovići, Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo, 1: 29 - 38.
- Ballian, D., F. Bogunić, A. Čabaravdić, S. Pekeč, J. Franjić, 2012: Population differentiation in the wild cherry (*Prunus avium* L.) in Bosnia and Herzegovina, Period. Boil., 114 (1): 43-54.
- Ballian, D., A., Mujagić-Pašić, 2013: Morphological variability of the fruit and seed of wild cherry (*Prunus avium* L.) in a part of its natural distribution in Bosnia and Herzegovina. Biologica Nyssana, 4 (1-2).
- Banković, S., M., Medarević, D., Pantić, N., Petrović, 2008: National Forest Inventory of the Republic of Serbia: the forest fund of the Republic of Serbia, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of the Republic of Serbia, the Forest Administration, Belgrade: p. 57.
- Barać, G., V., Ognjanov, M., Ljubojević, D., Dorić, J., Dulić, M., Miodragović, 2015: Assessment of biodiversity among cherry species using SSR molecular markers. Applications of Molecular Markers in Plant Genome Analysis and Breeding: 165-182.
- Bogdan, S., 2009: Genetika s oplemenjivanjem drveća i grmlja (interna skripta). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-207.
- CABI, 2013: Encyclopedia of Forest Trees, p. 401-403.
- Campoy, J.A., E., Lerigoleur-Balsemin, H., Christmann, R., Beauvieux, N., Gillet, J., Quero-García, E., Dirlewanger, T., Barreneche, 2016: Genetic diversity, linkage disequilibrium, population structure and construction of a core collection of *Prunus avium* L. landraces and bred cultivars. BMC plant biology, 16(1), p.49.
- Çetinbaş, M., F., Koyuncu, 2006: Improving germination of *Prunus avium* L. seeds by gibberellic acid, potassium nitrate and THIOUREA. Hort Science 33 (3): 119–123.
- Coello J., J., Becquey, P., Gonin, P., Ortisset Jean, V., Desombre, T., Baiges, M., Piqué, 2013: Ecology and silviculture of the main valuable broadleaved species in the Pyrenean area and neighbouring regions. Government of Catalonia, Ministry of Agriculture, Livestock, Fisheries, Food and Natural Environment - Catalan Forest Ownership Centre, Santa Perpètua de Mogoda (Spain), (13-20).
- Das, M.C., A.J. Nath, P. Singnar, A.K., Das, 2016: Effect of fruit mass on germination and seedling characteristics of a tropical climbing bamboo *melocalamus compactiflorus*. J Plant Chem and Ecophysiol 1 (1): 1003.
- Delgado, J.A., J.M., Serrano, F., López, F.J., Acosta, 2001: Heat shock, mass-dependent germination, and seed yield as related

- components of fitness in *cistus ladanifer*. Environmental and Experimental Botany 46 (1): 11–20.
- De Rogatis, A., D., Ferrazzini, F., Ducci, S., Guerri, S., Carnevale, P., Belletti, 2013: Genetic variation in Italian wild cherry (*Prunus avium* L.) as characterized by nSSR markers. Forestry 86: 391–400.
 - Díaz, R., E., Merlo, 2008: Genetic variation in reproductive traits in a clonal seed orchard of *Prunus avium* in Northern Spain. Silvae Genetica 57 (1–6): 110–18.
 - Ducci, F., F., Santi, 1997: The distribution of clones in managed and unmanaged populations of wild cherry (*Prunus avium*), Canadian Journal of Forest Research 27: 1998–2004.
 - Ducci, F., B., De Cuyper, A., De Rogatis, J., Dufour, F., Santi, 2013: Wild cherry breeding (*Prunus avium* L.). In forest tree breeding in Europe. Springer, Dordrecht. 463–511.
 - El-Kassaby Y.A., 1992: Domestication and genetic diversity—should we be concerned?, For Chron. 68: 687–700.
 - Esen, D., Y., Oktay, C., Emrah, K., Semettin, K., Cigdem, 2006: Effects of different pretreatments on the germination of different wild cherry (*Prunus avium* L.) seed sources. Pakistan Journal of Botany 38 (3): 735–743.
 - Frascaria, N., Santi, F., Gouyon, P. H. (1993): Genetic differentiation within and among populations of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and wild cherry (*Prunus avium* L.), Genetical Society of Great Britain: 634–644.
 - Ganopoulos, I.V., E., Avramidou, D.A., Fasoula, G., Diamantidisand, F.A., Aravanopoulos, 2010: Assessing inter- and intra-cultivar variation in Greek *Prunus avium* by SSR markers. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization 8 (3): 242–248.
 - Ganopoulos, I., F.A., Aravanopoulos, A., Argiriou, A., Kalivas, A., Tsafaris, 2011: Is the genetic diversity of small scattered forest tree populations at the southern limits of their range more prone to stochastic events? A wild cherry case study by microsatellite-based markers, Tree Genetics & Genomes 7: 1299–1313.
 - Ganopoulos, I., F.A., Aravanopoulos, A., Tsafaris, 2013: Genetic differentiation and gene flow between wild and cultivated *Prunus avium*: An analysis of molecular genetic evidence at a regional scale. Plant Biosystems 147 (3): 1–8.
 - Harrell F.E. Jr. et al. (2019): Hmisc: Harrell Miscellaneous. R package version 4.3-0. <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>
 - Ivanovych, Y., R., Volkov, 2018: Genetic relatedness of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars from Ukraine determined by microsatellite markers. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 93(1), pp.64-72.
 - Jagodić, A., 2014: Program genetičke konzervacije šumskih voćkarica na području ŠG „Visočnik“. Master rad. Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd (53-66).
 - Jarni, K., B., Cuyper, R., Brus, 2012: Genetic variability of wild cherry (*Prunus avium* L.) seed stands in slovenia as revealed by nuclear microsatellite loci. Plos one 7: 1-5.
 - Jovković, R., 1999: Potencijalna vrednost trešnje vrapčare (*Prunus avium* L.) u proizvodnji biološko visoko vredne hrane, Magistrska teza, Šumarski fakultet, Beograd.
 - Karlidag, H., S., Ercisli, M., Sengul, M., Tosun, 2009: Physico-chemical diversity in fruits of wild-growing sweet cherries (*Prunus avium* L.). Biotechnology & Biotechnological Equipment, 23(3), 1325–1329.
 - Katičić Bogdan, I., K., Švorinić, S., Bogdan, D., Kajba, 2015: Generativna i vegetativna aktivnost divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u klonskoj sjemenskoj plantaži. Sumar list, 139 (7-8), 339–348.
 - Kingswell, G., 1998: Tree Biotechnology: Toward the Milenium, ed. Davey M. R., Alderson P. G., Lowe K. C., Power J.B., School of Biological Sciences, University of Nottingham, UK, (23-29);
 - Krüssman, G., 1978: Handbuch der Laubghöze. Berlin und Hamburg, Bd I-II.
 - Lacis, G., I., Rashal, S., Ruisa, V., Trajkovski, A.F., Iezzoni, 2009: Assessment of genetic diversity of Latvian and Swedish sweet cherry (*Prunus avium* L.) genetic resources collections by using SSR (microsatellite) markers. Scientia Horticulturae 121: 451–457.
 - Mikić, T. 2007: Analiza morfoloških parametara lista divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Bosni i Hercegovini, Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Univerzitet u Banja Luci, Banja Luka, (1-118)
 - Milatović D., M., Nikolić, N., Miletić, 2015: Trešnja i višnja, ured. Veličković M., Ognjanov V., Naučno voćarsko društvo Srbije, Čačak, (19-128).
 - Miljković, D., M., Stefanović, S., Orlović, M., Stanković Nedić, L., Kesić, S., Stojnić, 2019: Wild cherry (*Prunus avium* L.) leaf shape and size variations in natural populations at different elevations. Alpine Botany 129 (2): 163–74.
 - Mratinic E., M., Fotirić Akšić, R., Jovković, 2012: Analysis of wild sweet cherry (*Prunus avium* L.) germplasm diversity in south-east Serbia. Genetika, 44(2), 259–268.
 - Mratinic E., M., Kojić, 1998: Samonikle vrste voćaka Srbije, ured. Mišić P., Tucović A., Šoškić M., Institut za istraživanja u poljoprivredi, Beograd: 5-366.
 - OECD, 2014: Rules and Regulations of the OECD Forest Seed and Plant Scheme.
 - Piotto B., G., Bartolini, F., Bussotti, A.A., Calderón, I., García Chessa, C., Ciccarese, L., Ciccarese, R., Crosti, A., Cullum Di Noi, P., García-Fayos, M., Lambardi, M., Lisci, S., Lucci, S., Melini, J.C.M., Reinoso, S., Murranca, G., Nieddu, E., Pacini, G., Pagni, M., Patumi, F., Pérez García, C., Piccini, M., Rossetto, G., Tranne, T., Tylikowski, 2003: Seed propagation of mediterranean trees and shrubs, “Fact sheets on the propagation of mediterranean trees and shrubs from seed”, ed. Piotto B., Di Noi A., APAT - Agency for the protection of the environment and for technical services, Italy, Roma (42).
 - Popović, V., I., Kerkez, 2016: Varijabilnost populacija divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Srbiji prema morfološkim svojstvima listova. Sumar list, 7-8, 347-355.
 - Rakonjac, V., 1993: Genetička varijabilnost populacije trešnje (*Prunus avium* L.) Kraljevačkog regiona, Magistrska teza, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
 - Rakonjac, V., E. Mratinic, R. Jovkovic, M. Fotirić Akšić, 2014: Analysis of morphological variability in wild cherry (*Prunus avium* L.) genetic resources from central Serbia, J. Agr. Sci. Tech., 16: 151-162.
 - Russell, K., 2003: EUFORGEN Technical guidelines for genetic conservation and use for wild cherry (*Prunus avium*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. p. 6.
 - Schirone, B., F. Spada, 2000: Some remarks on the conservation of genetic resources of Mediterranean oaks. U: S. Borelli, M. C. Varela (ur.): Mediterranean Oaks Network, Report of the first meeting, 21–26, Antalya.

- Seiwa, K., 2000: Effects of seed size and emergence time on tree seedling establishment: Importance of developmental constraints. *Oecologia* 123 (2): 208–215.
- Stjepanović, S., 2012: Pokazatelji kvaliteta jednogodišnjih sadnica divlje trešnje (*Prunus avium* L.), Master rad. Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd (8-45).
- Sweet, G.B., 1995: Seed orchards in development, *Tree Physiology* 15: 527-530
- Tančeva Crmarić , O., S. Štambuk, Z. Šatović, D. Kajba 2011: Genotipska raznolikost divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u dijelu prirodne rasprostranjenosti u Hrvatskoj, *Sumars list*, 130 (11–12): 543–555.
- Tomić, Z., 2004: Šumarska fitocenologija, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, (133-174).
- Turet-Sayar, M., A., Turkec, T., Demir, 2012: Identification of sweet cherry cultivars (*Prunus avium* L.) and analysis of their genetic relationship using microsatellite DNA Fingerprinting. *Journal of Agricultural Science* 4 (8): 134-140.
- Vavilov, N.I., 1935: Teoretičeskie osnovi selekcii rastenij. Gos izdat kolhoznoj i sovhoznoj literaturi, Moskva-Leningrad.
- Žukovsky, P.M., 1965: Main gene centers of cultivated plants and their wild relation within the territory of the USSR. *Euphytica*, p 14.
- Wang, T., A., Hamann, D.L., Spittlehouse, T.Q., Murdock, 2012: ClimateWNA – Highresolution spatial climate data for western North America. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 51: 16-29.
- Welk, E., D., de Rigo, G., Caudullo, 2016: *Prunus avium* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e01491d.

SUMMARY

Natural wild cherry populations in Serbia are a part of the southern border of this valuable forest tree species distribution range. The survival of these marginal provenances in Serbia as well as in the wider region is threatened by climate change, small population sizes, low competitiveness, etc. Therefore, it is recommended to artificially assist population regeneration while increasing their genetic diversity. Although knowledge of the amount and pattern of the species' genetic diversity is a prerequisite for its effective conservation and use, related research in the region is scarce. The main goal of this study was to determine the amount and pattern of phenotypic variability of natural wild cherry populations in Serbia. Possible link between revealed pattern of phenotypic variability and genetic differentiation of the provenances was discussed.

Fruits were collected in nine natural populations. Ten morphological traits of the fruits were measured, and average germination rate of the provenances was assessed. The least variable trait was the fruit width (CV = 6.2%), while the most variable trait was the petiole thickness (CV = 29.4%). Analysis of variance revealed significant among-provenance variation for investigated fruit characteristics ($p < 0.01$; $\alpha = 0.05$), except for the petiole thickness ($p = 0.92$). Although variability among provenances was significant, the level of within-population variability was much higher (41.2-52.1%) than among-provenance differentiation (5.3-15.2%). The pattern of among-provenance variation was determined by a correlation analysis between provenance mean values and their climatic-geographical variables, whereby fruit thickness and petiole length proved to be useful diagnostic traits. Mean fruit thickness was significantly and positively correlated with altitude ($R = 0.69$; $p = 0.04$), annual precipitation as snow ($R = 0.80$; $p = 0.01$), and annual degree-days below 0 °C ($R = 0.70$); $p = 0.04$). The average petiole length was significantly and negatively correlated with the annual precipitation as snow ($R = -0.69$; $p = 0.04$), while it was positively correlated with annual heat to moisture index ($R = 0.71$; $p = 0.03$). The results revealed an ecocline pattern of phenotypic differentiation among the provenances due to their habitat's altitude and other ecological variables closely related to altitude.

Although this study basically dealt with phenotypic variability of wild cherry fruits originating from natural populations, the results indicate likelihood for genetic differentiation of the provenances due to altitude. This likelihood provides the basis for recommending vertical seed zonation, as well as congruent use of reproductive material for assisted restoration of wild cherry populations in Serbia. However, to confirm this presumption of ecocline pattern of genetic differentiation, it is necessary to conduct analyses of various phenotypic traits in common garden experiments (e.g. provenance trials) as well as analyses of appropriate DNA markers.

KEY WORDS: morphology, seed, phenotypic traits, provenance differentiation, ecocline.

RASADNIČKA PROIZVODNJA ŠUMSKIH VOĆKARICA U RASADNICIMA HRVATSKIH ŠUMA D.O.O.

NURSERY PRODUCTION OF FOREST FRUIT TREES IN NURSERIES OF CROATIAN FORESTS D.O.O.

Damir DRVODELIĆ¹, Milan ORŠANIĆ¹, Mirjana GRAHOVAC-TREMSKI²

SAŽETAK

U članku se definira pojam šumskih voćkarica ili šumskoga voća koji je godinama prisutan u hrvatskom šumarstvu i navedeni pojam se uspoređuje s ostalim pojmovima koji nisu istoznačnice, a odnose se na šumsko drveće, grmlje i prizemno rašće jestivih i ljekovitih plodova, samonikle voćke i domesticirane voćke. Za svaki pojam navode se tipični predstavnici vrsta. Prikazana je proizvodnja po vrstama drveća u rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. u 2019./2020. godini prema upravama šuma podružnicama (UŠP), organizacijskim jedinicama i rasadnicima. Što se tiče proizvodnje šumskih voćkarica, drveća jestivih i ljekovitih plodova, samoniklog voća i domesticiranih voćki ista je prisutna u samo tri rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. (Zelendvor, Oštarije i Lukavec). U navedena tri rasadnika ukupno se proizvodi (2019./2020.) svega četiri vrste iz navedene četiri kategorije: oskoruša, divlja trešnja, pitomi kesten i crni orah. Sve četiri vrste se proizvode u rasadniku Zelendvor, dok se u rasadniku Oštarije proizvode šumske sadnice oskoruše i divlje trešnje, a u rasadniku Lukavec samo šumske sadnice divlje trešnje. Prikazana je proizvodnja i isporuka sadnog materijala navedenih vrsta iz rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. za razdoblje od 2012. do 2017. godine. Na zalihamu ili u proizvodnji, u svim rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. za razdoblje od 2012. do 2018. godine najviše je bilo sadnica crnog oraha u iznosu od 183 670 komada, slijede sadnice divlje trešnje s 132 069 komada, pitomog kestena s 53 010 komada i divlje kruške s 4 882 komada. Najviše isporučenih sadnica, sukladno proizvodnji, bilo je kod crnog oraha i to u iznosu od 191 435 komada, slijede sadnice divlje trešnje s 71 954 komada, pitomog kestena s 28 515 komada i divlje kruške s 2 860 komada. U promatranom istraživanom razdoblju (2012.-2018.) u svim rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. proizvodilo se samo 4 vrste iz navedenih kategorija, s ukupnom zalihom ili proizvodnjom od 373 631 komada šumskih sadnica i isporukom od 294 764 komada. Ukupno gledano za sve četiri vrste vidi se da je 78 867 komada sadnica više uzgojeno nego što je isporučeno. Zbog mogućnosti ekološkog uzgoja, dobre prilagodljivosti vrsta na globalne klimatske promjene, davanja državnih poticaja i ne previše zahtjevne njegе, u bliskoj budućnosti bit će sve naglašeniji uzgoj vrsta za pridobivanje sekundarnih ili ne drvnih šumskih proizvoda u plantažama. Zbog promjene klimatskih uvjeta i synergizma brojnih nepovoljnih biotskih i abiotičkih čimbenika, mnoge autohtone vrste su danas ugrožene i postepeno se ili naglo suše i propadaju. Nekim će vrstama šumskih voćkarica, šumskog drveća, grmlja i prizemnog rašća jestivih i ljekovitih plodova, samoniklih voćki i domesticiranih voćki pogodovati promjena klime, što će dovesti do širenja njihovog prirodnog areala, uz povećanje potencijalnih površina pogodnih za umjetni uzgoj.

KLJUČNE RIJEČI: rasadnička proizvodnja, crni orah, divlja trešnja, divlja kruška, oskoruša

¹ Doc.dr. sc. Damir Drvodelić, Prof. dr.sc. Milan Oršanić, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, HR-10 000 Zagreb, Svetosimunska 25

² Mirjana Grahovac-Tremski, dipl. ing. šum., Hrvatske šume d.o.o., UŠP Koprivnica R.J. Rasadničarstvo Koprivnica, HR-48 000 Koprivnica, Ulica Močile 12
korespondencija: doc. dr. sc. Damir Drvodelić, ddrvodelic@inet.hr

UVOD

INTRODUCTION

Drveće i grmlje jestivih plodova ima višestruku važnost u šumskim ekosustavima. Služi kao hrana brojnim životinjskim vrstama koje obitavaju u šumi. Ove vrste su izvanredno važne za stabilnost šuma jer su:

- sastavni dio genetskog bogatstva naših šuma,
- nezamjenjiva karika u hranidbenom lancu za niz vrsta od mikroorganizama, kukaca, ptica, glodavaca i velikih bijojeda do velikih grabežljivaca,
- činitelj zdravstvene otpornosti šumskih sastojina,
- s ostalim vrstama drveća i grmlja stanište velikom broju drugih vrsta i
- mikrostanište različitim vrstama koje se na njima razvijaju (Šatalić i Štambuk 1997).

Šumske voćkarice ili šumske voće služi kao hrana mnogim životinjskim vrstama koje obitavaju unutar šume. Prema Andrašiću (1980), lisica, osim mesa, rado jede šumske voće, kao i smeđi medvjed koji se uglavnom hrani biljnom hranom.

U šumske voćkarice ili šumske voće pripadaju sporedne vrste drveća koje doprinose biološkoj raznolikosti sastojina, služe kao potpora glavnim vrstama drveća i poboljšavaju kvalitetu tla. Sporedne vrste drveća u šumama rastu pojedinačno, u manjim grupama ili skupinama i nikada u pravilu ne tvore čiste šumske sastojine. Zadatak sporednih vrsta drveća u mješovitoj sastojini je da pomažu rast i razvoj glavne vrste drveća, da pomažu prirodno čišćenje debla glavne veste drveća od grana, da ih zaštite od upale kore, mrazopuca, da stimuliraju brži rast glavne vrste drveća u visinu te da pomažu formiranju punodrvnoga debla. Sporedne vrste povoljno utječu na šumsko tlo obilnim količinama listinca, osiguravaju gušći sklop krošnja i na taj način zaštićuju tlo od neposrednoga utjecaja atmosferilija. U slučaju mješovite sastojine, šumskouzgojni postupci se obavljaju na način da pomažu glavnu ili glavne vrste drveća. U sastojini hrasta lužnjaka i običnoga graba, glavna vrsta drveća je hrast lužnjak, a sporedna obični grab ili neka šumska voćkarica kao što je divlja jabuka ili divlja kruška.

Oskoruši i brekinja imaju u Hrvatskoj veću ekološku nego gospodarsku vrijednost i zanemarene su usprkos vrlo cijenjenog drva. Danas se uzgajaju samo radi dobivanja plodova, a još prije šezdesetak godina njihovo drvo korišteno je za izradu različitih proizvoda i kao ogrjev (Matić i Vukelić 2001). Uz sve to, pojedine voćkarice imaju izuzetno kvalitetno drvo koje postiže visoku cijenu i u novije doba postoji sve veća potražnja za njim. Na primjer, zbog male i ograničene količine drva oskoruše na europskom tržištu cijena 1 m³ doseže i do 6000 eura (Drvodelić i sur. 2015).

Šumske voćkarice su vrste koje se često sade kao zaštitni šumski pojasi (poljozaštitni, snjegozaštitini, vodozaštitini i

antierozijski). Kapper (1952), piše o pogodnosti mukinje za vjetrobrane pojase, kao pomoćnu vrstu u plantažama crnogorice i bjelogorice, za pošumljavanje područja černozema i za podstojnu etažu u sastojinama bora i hrasta na svježim i vlažnim tlima. Iako u našim prirodnim šumskim ekosustavima i raznim oblicima degradiranih šuma pridolazi mnogo drvenastih vrsta koje možemo svrstati u šumske voćkarice (šumsko voće), drveće, grmlje i prizemno rašće jestivih ili ljekovitih plodova, samonikle voćke i domesticirane voćke, tijekom povijesti nije se pridavala veća pozornost kako njihovom očuvanju i njezi u prirodi tako niti u rasadničkoj proizvodnji. Malo je pisanih radova o rasadničkoj proizvodnji šumskih voćkarica. Nitko nije jasno i temeljito definirao pojmove kao što su: šumske voćkarice ili šumsko voće, šumsko drveće, grmlje i prizemno rašće jestivih i ljekovitih plodova, samoniklo voće i domesticirane voćke i to donosi mnoge praktične probleme kako u šumarskoj i agro-nomskoj znanosti, tako i praktičnom razmnožavanju i uzgoju. Uz sve to nije razjašnjena podjela šumskih voćkarica i prikazan njihov popis kao dio zavičajnih vrsta Republike Hrvatske.

U Hrvatskoj enciklopediji (Leksikografski zavod Miroslav Krleža) navodi se definicija voća kao plodovi kulturnih ili samoniklih voćaka, koji se upotrebljavaju u prehrani u svježem ili suhom stanju i u obliku prerađevina (kompoti, džemovi, marmelade, slatko, sokovi i dr.). Prema pomološkoj klasifikaciji razlikuju se: jezgrčavo voće, koštičavo voće, lupinasto voće, jagodasto voće, suptropsko ili južno, tropsko voće (banana, mango, avokado, anona, ananas, datulja). Voće ima veliku hranjivu i zaštitnu (dijetoprofilaktičnu i dijetoterapeutsku) vrijednost. Osnovni su sastojci voća: voda, šećeri, škrob, pektini, tanini, ulja, bjelančevine, celuloza, hemiceluloza, lignin, organske kiseline, mineralne tvari, vitamini, fermenti i mirisne tvari (aroma). Od šećera najviše ima glukoze, fruktoze i saharoze, a od organskih kiselina jabučne i limunske (<https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=65101>).

Podjelu voća možemo načiniti prema više kriterija. Ako kao kriterij upotrijebimo godišnje doba u tom slučaju razlikujemo: proljetno, ljetno i jesensko voće. Tako podjela voća može biti na jabučasto, koštuničavo, jezgrasto, bobičasto, jagodasto i južno voće.

Najjednostavnija definicija voća glasila bi kako su to višegodišnje biljke čije plodove možemo jesti svježe. Prema vlastitim istraživanjima u navedenoj definiciji mnogi traže izuzetke i sigurno je kako nije do kraja razjašnjena. Tako je i s podjelom voćaka, koja je još do danas predmet rasprava kako unutar znanosti tako i u praksi. Zbog preglednosti i lakšeg proučavanja stvoreno je više pomoloških klasifikacija, a kao najprikladnija se pokazala podjela voćaka prema osnovnim obilježjima i građi plodova prema kojoj razlikujemo: jezgrčave voćne vrste (*Pomoideae*) (jabuka, kruška,

dunja, mušmula i dr.), koštičave voćne vrste (*Prunoideae*) (šljiva, breskva, marelica, trešnja, višnja i dr.), lupinaste voćne vrste (lijeska, orah, kesten, badem i dr.) i jagodaste voćne vrste (jagoda, malina, kupina, borovnica, brusnica, ribiz, ogrozd, stolno grožđe i dr.). Posebne skupine voćaka čine: citrusi odnosno agrumi, južno, suptropsko voće i egzotično voće (http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/vocarstvo/vocne-vrste).

Plodovi voća mogu biti klimakterijski i neklimakterijski. Klimakterijski plodovi odlikuju se maksimumom respiracije neposredno prije nastupa senescence (jabuka, kruška, dunja, oskoruša, mušmula, banana, kivika i avokado). Etilen ima jaki učinak na dozrijevanje plodova koji mogu do spjeti odvojeni od stabla. Kod neklimakterijskih plodova nema jasno izraženog maksimuma respiracije (trešnja, višnja, smokva, grožđe, ananas, jagoda, malina, kupina, naranča, limun, mandarina i grejpfruit). Plodovi navedenih vrsta ne mogu dospjeti odvojeni od stabla. Postoji i pojam plodova s potisnutim klimakterijem, a odnosi se na neke sorte šljiva kod kojih je koncentracija endogenog etilena i do 500 puta manja od uobičajene. S gledišta sakupljanja neklimakterijskih plodova za potrebe rasadničke proizvodnje, važno je znati da sjeme u njima ne dozrijeva kad se plod otkine sa stabla. Tako su mnogi propusti učinjeni npr. s plodovima divlje trešnje koji su ubrani u nezrelom stanju i vitalitet takvog sjemena iznosio je nula %.

S obzirom na povoljne stanišne prilike (klima i tlo), u Hrvatskoj prema navedenoj podjeli mogu uspijevati sve navedene skupine voćaka, što nas čini rijetkom državom u Europi. Sve te pogodnosti trebali bi više vrednovati, znanstveno proučavati, o njima pisati i u konačnici ih pretvoriti u konkretan uzgoj u šumskim plantažama ili voćnjacima.

Šumske voćkarice ili šumsko voće do sada nitko nije podijelio u skupine prema osnovnim obilježjima i gradi plodova iz razloga što se neke vrste mogu svrstati u pojedinu skupinu ali ne sve. U šumarstvu treba razlikovati sljedeće pojmove: šumske voćkarice ili šumsko voće, šumsko drveće, grmlje i prizemno rašće jestivih i ljekovitih plodova, samonikle voćke i domesticirane voćke. Šumske voćkarice su asocijalne vrste koje rijetko tvore biljne zajednice ili šumske fitocenoze, a u sastojinama rastu kao pojedinačna stabla ili u većim ili manjim skupinama i grupama. Pojedine vrste šumskog voća poput divlje jabuke najbolju ekološku nišu imaju na rubovima šuma gdje je fruktifikacija obilna, dok druge vrste poput oskoruše često rastu kao soliterna stabla u starim voćnjacima oko kuća, uz putove, vinograde, na livadama, na kršu ili rjeđe u šumskim sastojinama niskog i srednjeg uzgojnog oblika, a vrlo rijetko u sjemenjačama. Šumske voćkarice doprinose biološkoj raznolikosti šumskih sastojina, njihovim svježim plodovima se hrani čovjek i životinja (divljač, ptice, stoka) i mikroorganizmi u tlu. Upravo su životinje glavni prenositelji sjemena šumskog voća, a mikoorga-

nizmi razgradnjom plodova i otpale organske tvari (lišće, izbojci, grane, kora,...) povećavaju mikrobiološku aktivnost tla i doprinose procesu kruženja makro i mikro hranjiva u prirodi. Iz toga razloga može se reći kao je šumsko voće izuzetno važno, posebno u čistim sastojinama gdje povećavaju stabilnost i produktivnost glavne socijalne vrste drveća.

S gledišta sabiranja i ekstrakcije (vađenja) sjemena, možemo sjeme svrstati u tri grupe: pravo sjeme, suhi plodovi i mesnatni plodovi (Regent 1980). S obzirom na navedenu podjelu, šumske voćkarice pripadaju u grupu mesnatih plodova (*Sorbus domestica* L., *Malus sylvestris* Mill., *Cornus mas* L., *Ziziphus jujuba* Mill., *Rubus idaeus* L., *Fragaria vesca* L., itd.).

Kod šumskih voćkarica ili voća važno je napomenuti da ih čovjek konzumira u svježem ili neprerađenom stanju i u vrijeme njihove potpune zriobe koja ovisi o vrsti i podneblju. Većina vrsta je zoohorno. Sve vrste šumskih voćkarica mogu se preraditi u mnoštvo raznih i skupocjenih proizvoda. Važno je naglasiti kod šumskih voćkarica ili voća da rastu na šumskom i degradiranom šumskom tlu. Tako ih susrećemo od prirodnih šumskih zajednica do raznih oblika degradacijskih šuma eumediterana (makija, rjedi i gušći garig i kamenjara) i submediterana (šikara, šibljak i kamanjera). Prema fitocenološkoj klasifikaciji, šumsko voće raste u sloju drveća (*Sorbus domestica* L.), grmlja (*Cornus mas* L.) i prizemnog rašća (*Fragaria vesca* L.). Okus šumskih voćkarica podsjeća često na drage uspomene iz djetinjstva, budući ih danas ljudi sve manje konzumiraju zbog sve manjeg učešća stabala u prirodi i nemogućnosti kupovine na tržnicama ili trgovinama s voćem.

Prepostavka je kako od prirode u Hrvatskoj raste između 30 i 40 vrsta šumskog voća ili šumskih voćkarica. Točan popis vrsta do sada nije sastavljen i to treba što prije napraviti, a u istraživanje treba uključiti šumare i agronomе. Navedenom problematikom do sada se nije nitko bavio.

Drugi pojam odnosi se na šumsko drveće, grmlje i drvenasto prizemno rašće jestivih i ljekovitih plodova u koji pripadaju višegodišnje vrste koje rastu od prirode na šumskom tlu, od prirodnih sastojina visokog, srednjeg i niskog uzgojnog oblika do raznih degradacijskih oblika šuma eumediterana i submediterana kod kojih se koristi sjeme ili plod za potrebe čovjeka u svježem i prerađenom stanju. Tu pripadaju vrste iz skupine pravog sjemena (*Pinus pinea* L., *Robinia pseudoacacia* L.), suhih plodova (*Castanea sativa* Mill., *Corylus avellana* L., *Quercus robur* L.) i mesnatih plodova (*Juglans nigra* L., *Malus sylvestris* Mill., *Prunus dulcis* (Mill.) D., *Prunus avium* L., *Prunus spinosa* L., *Prunus cerasus* L., *Prunus padus* L., *Ribes uva-crispa* L.). Važno je naglasiti da su mnoge vrste vrlo ljekovite i njih posebno proučavaju fitofarmaceuti, prehrambeni tehnolozi, etnobotaničari i još mnogi drugi. U Hrvatskoj još nije prikazan točan popis vrsta šumskog drveća, grmlja i prizemnog rašća jestivih i ljekovitih plodova. To je potrebno što hitnije

napraviti i razlučiti ovu kategoriju od šumskih voćkarica ili šumskog voća. Pretpostavka je kako od prirode u Hrvatskoj raste između 150 i 160 vrsta šumskog drveća, grmlja i prizemnog rašća jestivih i ljekovitih plodova.

Treći pojam odnosi se na samonikle voćke. U tu skupinu pripadaju višegodišnje samonikle vrste koje rastu od prirode, a nastale su sjemenom ili vegetativno, kod kojih se koristi sjeme ili plod za potrebe čovjeka u svježem ili preradjenom stanju, ali ne cvjetovi i ostali vegetativni organi biljke. One rastu od prirode na šumskim i poljoprivrednim tlima. Tu pripadaju vrste iz skupine pravog sjemena (*Pinus pinea L.*, ...), suhih plodova (*Castanea sativa Mill.*, *Corylus avellana L.*, ...) i mesnatih plodova (*Cornus mas L.*, *Juglans regia L.*, *Malus sylvestris Mill.*, *Prunus dulcis* (Mill.) D., *Prunus avium L.*, *Punica granatum L.*, *Rosa canina L.*, *Sambucus nigra L.*, *Taxus baccata L.*, *Viburnum opulus L.*, *Vitis vinifera subsp. *sylvestris* Hegi*, ...). Kod vrste *Pinus pinea L.* postoji velika mogućnost iskorištanja zbog ekonomski, ekološke, pejzažne, nutritivne i zdravstvene vrijednosti sjemena koje je bogato proteinima, vitaminima A, B, C, D, E, od minerala željezom, magnezijem, fosforom, selenom i cinkom, nezasićenim masnim kiselinama i polifenolima (Jakovljević i sur. 2009).

I ovdje je potrebno što hitnije napraviti i razlučiti ovu kategoriju od šumskih voćkarica ili šumskog voća i šumskog drveća, grmlja i prizemnog rašća jestivih i ljekovitih plodova. Pretpostavka je kako samoniklog voća u Hrvatskoj raste 81 vrsta (najvažnije) iz 44 roda. Kao prvu od važnih mjeru, potrebno je napraviti detaljan popis svih vrsta samoniklog voća i njihovu botaničku sistematizaciju.

Cetvrti pojam odnosi se na domesticirane voćke. Domestikacija je proces nasljedne reorganizacije divljih životinja i biljaka u domaće i kultivirane oblike koji odgovaraju interesima i potrebama ljudi. Temeljna razlika između domesticiranih životinja i biljaka od njihovih divljih predaka je ta da su stvorena ljudskim radom da zadovolje specifične zahtjeve ili želje, i prilagođavaju se uvjetima u kojima ljudi kontinuirano brinu i njeguju biljke i životinje; brane ih od predadora, hrane ih, pružaju sklonište,štite ih od parazita i tako dalje (Kuhar 2018.). Za domesticirane voćke najbolji su primjeri divlja jabuka (*Malus sylvestris* Mill.), divlja kruška (*Pyrus pyaster* (L.) Burgsd. i divlja maslina (*Olea europaea* L.). Od prirodnih vrsta danas na sortnoj listi u svijetu i Republici Hrvatskoj postoji izuzetno mnogo sorata jabuka, krušaka i maslina koje su uzgojene ljudskim radom i raznim tehnikama oplemenjivanja (križanje ili hibridizacija, cijepljenje, itd.). Sortna lista voćaka Republike Hrvatske mijenja se svake godine, a u svijetu je danas nemoguće reći koliko sorata neke voćke postoji. Često su problem i stotine narodnih imena koja se koriste na primjer za samo jednu sortu.

U praksi razlikujemo vrste koje se uzgajaju zbog drvnih šumskih proizvoda i/ili ne drvnih šumskih proizvoda kao što su plodovi, sjeme, listinac i sl.. Šumske voćkarice ili šumsko voće, šumsko drveće, grmlje i prizemno rašće jestivih

i ljekovitih proizvoda i domesticirane voćke mogu se uzgajati u prvom redu za pridobivanje drvnih šumskih proizvoda (biomasa) ukoliko imaju vrijedno i skupocjeno drvo, mogu se uzgajati primarno za ne drvine šumske proizvode tj. plodove i sjeme, kao što je primjer sa žižulom, a postoji puno vrsta koje se uzgajaju zbog drvnih i ne drvnih šumskih proizvoda kao što je na primjer drijen, drnjola, drnjule, dren ili drnkalići. Zbog male raspoložive količine drva i njegove izvrsne kvalitete i primjene u drvnoj industriji, drvo drijena postiže izuzetno visoke cijene na licitacijama drva npr. u Republici Sloveniji (<https://www.gozd-les.com/novice/rezultati-12-drazbe-lesa-slovenj-gradcu-2018>), a od plodova kao sekundarnih ili ne drvnih šumskih proizvoda može se koristiti svježi plod za potrebe čovjeka ili životinja (najčešće ptica) i za preradu u sirupe, marmelade, likere, rakije i sl. Tako preradeni plodovi imaju vrlo često visoku cijenu zbog male ponude, a velike potražnje i specifičnosti okusa. Iz tog razloga može se reći da se mnoge vrste koje se uzgajaju primarno zbog ne drvnih šumskih proizvoda zauzimaju posebno mjesto u fitofarmaciji, prehrabenoj tehnologiji, kulinarstvu i voćarstvu. Zbog mogućnosti eko-loškog uzgoja, dobre prilagodljivosti vrsta na globalne klimatske promjene, davanja držanih poticaja i ne previše zahtjevne njege, u bliskoj budućnosti bit će sve naglašeniji uzgoj vrsta za pridobivanje ne drvnih šumskih proizvoda u plantažama. Zbog promjene klimatskih uvjeta i sinergizma brojnih nepovoljnih biotskih i abiotских čimbenika mnoge vrste su danas ugrožene i postepeno se ili naglo suše i propadaju, dok će nekim vrstama šumskih voćkarica kao što je oskoruša pogodovati promjena klime, što će dovesti do širenja njezin areala uz povećanje pogodnosti površina za njezin uzgoj (Drvodelić i sur. 2020).

O značajkama sjemena i rasadničkoj proizvodnji šumskih voćkarica u novije vrijeme pišu Idžočić i sur. (2006), Oršanić i sur. (2006, 2007, 2009, 2009a), Drvodelić i sur. (2009, 2012, 2015, 2015a, 2019, 2019a, 2020) i Drvodelić (2010, 2016, 2016a, 2017, 2017a).

Buduća istraživanja treba usmjeriti na slabije istražene vrste šumskih voćkarica kroz istraživanja dinamike plodonosnja, najučinkovitijih metoda sabiranja plodova i sjemena, vađenja, čuvanja i predsjetvene pripreme sjemena te rasadničku proizvodnju s ciljem dobivanja kvalitetnih, uniformnih i tržišno profitabilnih šumskih sadnica. Na isti način treba istražiti nutritivne i zdravstvene vrijednosti plodova i sjemena onih vrsta za koje nemamo dovoljno podataka ili su oni starijeg datuma.

Znanstvene i stručne publikacije te popularizacija šumskih voćkarica kroz različite medije povećale su interes za rasadničkom proizvodnjom u rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o.

Cilj rada je dati pregled rasadničke proizvodnje šumskih voćkarica u rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. za razdoblje od 2012. do 2018. godine. Navedeni pregled je potreban kako bi se utvrdili trendovi u dosadašnjoj rasadničkoj proizvodnji,

Tablica 1. Rasadnička proizvodnja šumskih sadnica šumskih voćkarica po vrstama u rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. u 2019./2020. godini prema UŠP, organizacijskim jedinicama i rasadnicima (izvor: Hrvatske šume d.o.o., Služba za proizvodnju i razvoj, travanj 2020.)

Table 1. Production of forest seedlings of forest fruit trees by species in nurseries of Hrvatske šume d.o.o. in 2019/2020 year according to Forest Administration (FD), organizational units and nurseries (source: Hrvatske šume d.o.o., Production and Development Department, April 2020)

Redni broj Ordinal number	UŠP Forest Administration (FD)	Organizaciona jedinica Organizational units	Rasadnik Nursery	Proizvodnja 2019./2020. Production 2019/2020
1.	Koprivnica	R.J. Rasadničarstvo Koprivnica	Drnje	hrast lužnjak u kontejnerima, topola
			Močile	bukva, ukrasne sadnice
			Limbuš	hrast lužnjak, crna joha
			Zelendvor	oskoruša, divlja trešnja, pitomi kesten, crni orah, lipa i repromaterijal za božićna drvca i plantaža božićnih drvaca
2.	Ogulin	R.J. Rasadnik Oštarije	Župetnica	božićna drvca
3.	Zagreb	Rasadnik Zagreb	Oštarije	smreka, crni bor, obična jela, oskoruša, divlja trešnja
			Lukavec	hrast lužnjak, hrast kitnjak, poljski jasen i divlja trešnja
			Brestje	ukrasne sadnice, stablašice i poljski jasen

zalihe i isporučene količine po vrstama i godinama te kako bi se potaknuo uzgoj onih vrsta koje nedostaju, a važan čimbenik bioraznolikosti i stabilnosti šumskih ekosustava.

RAZULTATI I RASPRAVA

RESULTS AND DISCUSSION

Proizvodnja i uzgoj sadnica se odvija u 24 rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. na području 14 Uprava šuma Podružnica (UŠP). Unutar devet UŠP osnovane su samostalne Radne jedinice (R.J.). Najviše R.J. imaju UŠP Koprivnica (R.J. Rasadničarstvo Koprivnica) koja ima pet rasadnika, slijedi UŠP Osijek (R.J. Rasadnici Višnjevac) koja ima 4 rasadnika. Ostale UŠP imaju po jedan ili dva rasadnika sa i bez R.J. Ukupna bruto površina svih 24. rasadnika iznosi oko 300 ha. Trgovačko društvo Hrvatske šume d.o.o. u 2019./2020. godini imaju prijavljenu proizvodnju: šumskih sadnica, ukrasnih sadnica, božićnih drvaca, šumskih voćkarica, plemenitih vrsta bjelogorice, repromaterijala za božićna drvca, plantaže božićnih drvaca i stablašice. U tablici 1. prikazana je rasadnička proizvodnja šumskih sadnica šumskih voćkarica po vrstama u rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. u 2019./2020. godini prema UŠP, organizacijskim jedinicama i rasadnicima. Sve sadnice šumskih voćkarica proizvode se iz sjemena, odnosno generativnim načinom. Kako se radi o vrstama brze ontogeneze u rasadniku, uzgajaju se uglavnom kao sadnice gologa korijena dobi 1+0.

Rasadnička proizvodnja šumskih voćkarica i drveća jestivih i ljekovitih plodova je prisutna u samo tri rasadnika i to u rasadniku Zelendvor (R.J. Rasadničarstvo Koprivnica, UŠP Koprivnica), rasadniku Oštarije (R.J. Rasadnik Oštarije, UŠP Ogulin) i u rasadniku Lukavec, organizacijska jedinica Rasadnik Zagreb, UŠP Zagreb. U navedena tri rasadnika ukupno se proizvodi (2019./2020.) svega četiri vrste šumskih sadnica šumskih voćkarica i drveća jestivih i ljekovitih plodova: oskoruša, divlja trešnja, pitomi kesten i crni orah. Sve četiri vrste se proizvode u rasadniku Zelen-

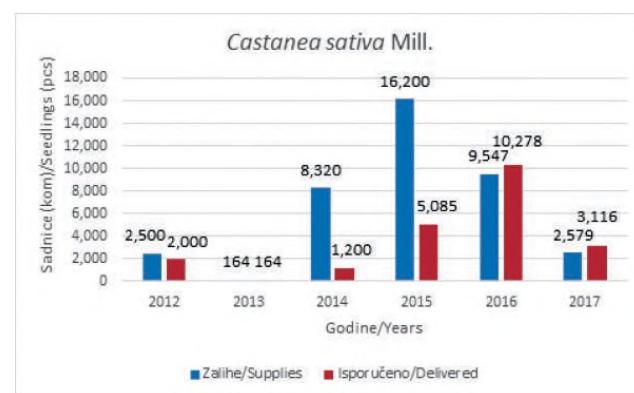
dvor, u rasadniku Oštarije proizvode se šumske sadnice oskoruše i divlje trešnje, a u rasadniku Lukavec samo šumske sadnice divlje trešnje.

Proizvodnja i isporuka sadnog materijala šumskih voćkarica iz rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. za razdoblje od 2012. do 2017. godine – *Production and delivery of planting material of forest fruits trees from the nursery of Hrvatske šume d.o.o. for the period 2012 to 2017*

1. Pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.)

1. Sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.)

Iz slike 1. je vidljivo kako je u šest istraživanih godina proizvodnje najviše sadnica pitomog kestena na zalihamu (30.09.) bilo u 2015. godini u iznosu od 16 200 komada,



Slika 1. Proizvodnja i isporuka sadnica pitomog kestena iz rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. za razdoblje od 2012. do 2017. godine. Zalihe sadnica (plavi stupci) iskazuju se s obveznom inventurom (30.09.) u rasadnicima. Crveni stupci označuju isporuku sadnica iz rasadnika u tekućoj godini.

Figure 1. Production and delivery of sweet chestnut seedlings from the nursery of Hrvatske šume d.o.o. for the period 2012 to 2017. Stocks of seedlings (blue columns) are reported with mandatory inventory (30.09.) in nurseries. Red columns indicate the delivery of seedlings from the nursery in the current year.

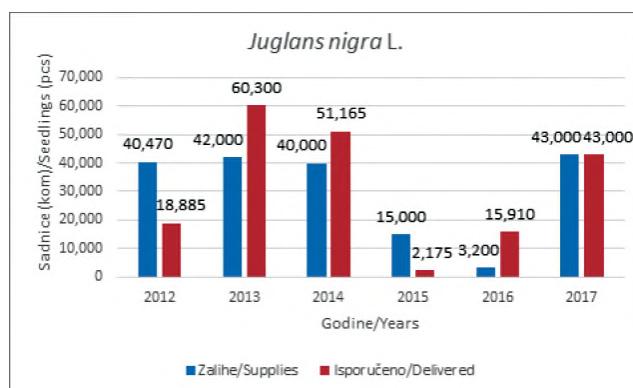
slijedi 2016. godina s 9 547 komada, 2014. godina s 8 320 komada, 2017. godina s 2 579 komada, 2012. godina s 2 500 komada i 2013. godina sa 164 komada.

U promatranom istraživanom razdoblju (2012.-2017.) u svim rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. ukupno je bilo na zalihamama 39 310 komada šumske sadnica pitomoga kestena, a isporučeno je iz rasadnika 21 843 komada. Iz izračuna se može vidjeti razlika između proizvodnje i isporuke sadnica u iznosu od 17 467 komada.

2. Crni orah (*Juglans nigra* L.)

2. Black walnut (*Juglans nigra* L.)

Iz slike 2. vidljivo je kako je u šest istraživanih godina proizvodnje najviše sadnica pitomog crnog oraha na zalihamama (30.09.) bilo u 2017. godini u iznosu od 43 000 komada, slijedi 2013. godina sa 42 000 komada, 2012. godina sa 40 470 komada, 2014. godina sa 40 000 komada, 2015. godina s 15 000 komada i 2016. godina s 3 200 komada.



Slika 2. Proizvodnja i isporuka sadnica crnog oraha iz rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. za razdoblje od 2012. do 2017. godine.

Figure 2. Production and delivery of black walnut seedlings from the nursery of Hrvatske šume d.o.o. for the period 2012. to 2017.

U promatranom istraživanom razdoblju (2012.-2017.) u svim rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. ukupno je bilo na zalihamama 183 670 komada šumske sadnica crnog oraha, a isporučeno je iz rasadnika 191 435 komada.

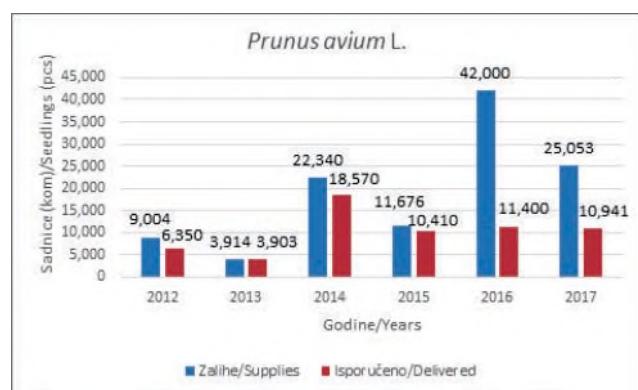
Iz izračuna se može vidjeti kako je 7 765 komada sadnica više isporučeno nego što je proizvedeno, što nije logično.

3. Divlja trešnja (*Prunus avium* L.)

3. Wild cherry (*Prunus avium* L.)

Iz slike 3. vidljivo je kako je u šest istraživanih godina proizvodnje najviše sadnica divlje trešnje na zalihamama (30.09.) bilo u 2016. godini u iznosu od 42 000 komada, slijedi 2017. godina sa 25 053 komada, 2014. godina sa 22 340 komada, 2015. godina s 11 676 komada, 2012. godina s 9 004 komada i 2013. godina s 3 914 komada.

U promatranom istraživanom razdoblju (2012.-2017.) u svim rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. ukupno je bilo na



Slika 3. Proizvodnja i isporuka sadnica divlje trešnje iz rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. za razdoblje od 2012. do 2017. godine.

Figure 3. Production and delivery of wild cherry seedlings from the nursery of Hrvatske šume d.o.o. for the period 2012 to 2017.

zalihamama 113 987 komada šumske sadnica divlje trešnje, a isporučeno je iz rasadnika 61 574 komada.

Iz izračuna se može vidjeti kako je 52 413 komada sadnica više uzgojeno nego što je isporučeno.

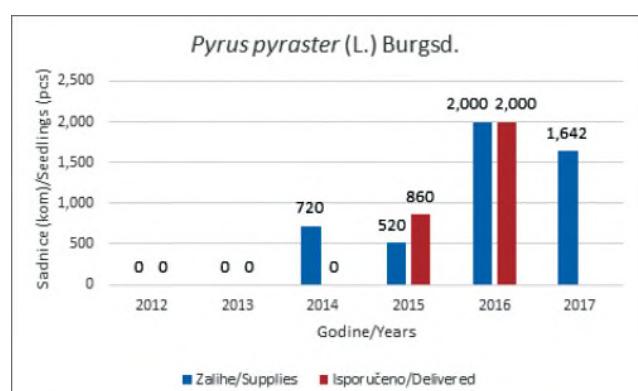
4. Divlja kruška (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.)

4. Wild pear (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.)

Iz slike 4. vidljivo je kako je u šest istraživanih godina proizvodnje najviše sadnica divlje kruške na zalihamama (30.09.) bilo u 2016. godini u iznosu od 2 000 komada, slijedi 2017. godina s 1 642 komada, 2014. godina sa 720 komada i 2015. godina s 520 komada. U 2012. i 2013. godini nije bilo na zalihamama sadnica divlje kruške.

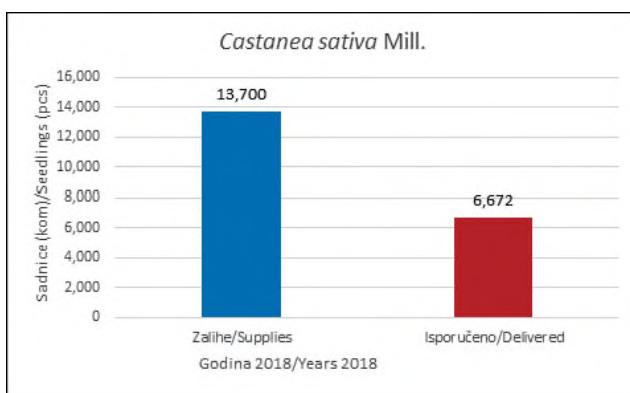
U promatranom istraživanom razdoblju (2012.-2017.) u svim rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. ukupno je bilo na zalihamama 4 882 komada šumske sadnica divlje kruške, a isporučeno je iz rasadnika 2 860 komada.

Iz izračuna se može vidjeti kako je 2 022 komada sadnica više uzgojeno nego što je isporučeno.



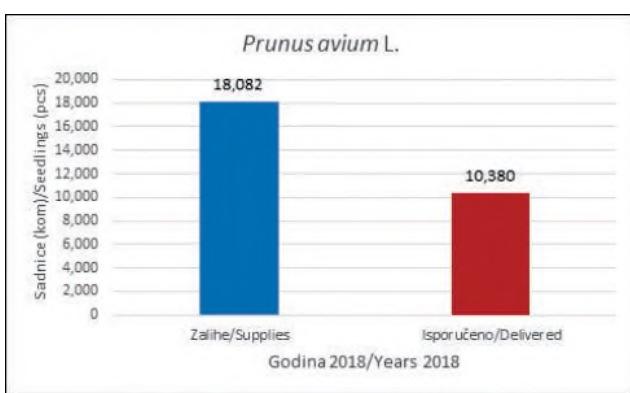
Slika 4. Proizvodnja i isporuka sadnica divlje kruške iz rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. za razdoblje od 2012. do 2017. godine.

Figure 4. Production and delivery of wild pear seedlings from the nurseries of Hrvatske šume d.o.o. for the period 2012 to 2017.



Slika 5. Proizvodnja i isporuka sadnica pitomog kestena iz rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. u 2018. godini

Figure 5. Production and delivery of sweet chestnut seedlings from nurseries of Croatian forests d.o.o. in 2018



Slika 6. Proizvodnja i isporuka sadnica divlje trešnje iz rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. u 2018. godini

Figure 6. Production and delivery of wild cherry seedlings from nurseries of Croatian forests d.o.o. in 2018

Na slikama 5. i 6. prikazana je proizvodnja i isporuka sadnica pitomog kestena i divlje trešnje iz rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. u 2018. godini

5. Pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.)

5. Sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.)

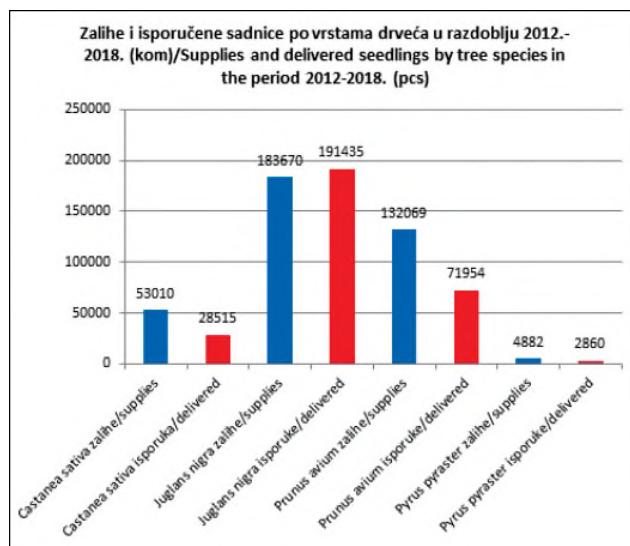
Iz slike 5. vidljivo je kako je u 2018. godini u svim rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. na zalihamu bilo 13 700 komada sadnica, dok je isporučeno 6 672, što znači kako je ostalo u rasadnicima 7 028 komada sadnica.

6. Divlja trešnja (*Prunus avium* L.)

6. Wild cherry (*Prunus avium* L.)

Iz slike 6. vidljivo je kako je u 2018. godini u svim rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. na zalihamu bilo 18 082 komada sadnica, dok je isporučeno 10 380, što znači kako je ostalo u rasadnicima 7 702 komada sadnica.

Zalihe i isporučene sadnice šumskih voćkarica po vrstama drveća iz rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. za razdoblje od 2012. do 2018. godine



Slika 7. Zalihe i isporučene sadnice šumskih voćkarica po vrstama drveća iz rasadnika Hrvatskih šuma d.o.o. za razdoblje od 2012. do 2018. godine

Figure 7. Supplies and delivered seedlings of forest fruit trees by tree species from the nursery of Hrvatske šume d.o.o. for the period from 2012 to 2018

Iz slike 7. vidljivo je kako je na zalihamu ili u proizvodnji, u svim rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. za razdoblje od 2012. do 2018. godine najviše bilo sadnica crnog oraha u iznosu od 183 670 komada, slijede sadnice divlje trešnje sa 132 069 komada, pitomog kestena s 53 010 komada i divlje kruške sa 4 882 komada.

Najviše isporučenih sadnica, sukladno proizvodnji, bilo je kod crnog oraha i to u iznosu od 191 435 komada, slijede sadnice divlje trešnje sa 71 954 komada, pitomog kestena s 28 515 komada i divlje kruške s 2 860 komada.

Iz izračuna se može vidjeti kako je 78 867 komada sadnica više uzgojeno nego što je isporučeno.

U 2018. godini posijano je 1 104 kg sjemena pitomog kestena, 1 500 kg sjemena crnog oraha i 13 kg sjemena divlje trešnje. Ostale šumske voćkarice nisu sijane. U 2019. godini u Dunemannove lijehe posijano je sjeme oskoruše koje je preležalo i rezultati klijavosti sjemena u proljeće 2020. godine su iznenadjujuće dobri. Ostale vrste šumskih voćkarica, šumskog drveća, grmlja i prizemnog rašča jestivih i ljekovitim plodova, samoniklih voćki i domesticirani voćki nisu sijane.

U promatranom istraživanom razdoblju (2012.-2018.) u svim rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. proizvodilo se samo 4 vrste šumskih voćkarica s ukupnom zalihom ili proizvodnjom od 373 631 komada šumskih sadnica i isporukom od 294 764 komada, što je jako mali broj u odnosu na proizvodnju sadnica glavnih vrsta drveća. Perić i dr. (2009) pišu kako se u svih 49 rasadnika upisanih u Upisnik proizvođača šumskih sadnica u Republici Hrvatskoj proizvo-

dilo oko 20 vrsta četinjača (sjeme se skuplja na 1 350 ha priznatih ili izabranih sjemenskih sastojina) te oko 20 vrsta listopadnog drveća (sjeme se skuplja na 16 309 ha priznatih ili izabranih sastojina). Količina i kvaliteta proizvedenoga šumskog reprodukcijskog materijala varirala je od godine do godine. Najzastupljenije su bile sljedeće vrste bjelogorice: hrast lužnjak, hrast kitnjak i poljski jasen. Od četinjača najzastupljenija je bila obična smreka. U istraživanih 17 godina (od 1992. do 2008. godine) ukupno je proizvedeno 484,85 milijuna sadnica, s najmanjom proizvodnjom od 12,03 milijuna sadnica u 2005. godini te najvećom proizvodnjom od 46,85 milijuna u 1998. godini.

U rasadnicima Hrvatske šume d.o.o. trebale bi se sijati sve vrste šumskih voćkarica, jer postoji mogućnost sabiranja autohtonog sjemena i poznata rasadnička proizvodnja. Sadnice šumskih voćkarica treba unositi prilikom umjetne obnove šuma kako bi se povećala biološka raznolikost, stabilnost, produktivnost i vitalitet šumskih ekosustava, što u konačnici znači i veće gospodarske i opće korisne vrijednosti šuma koje doprinose boljoj kvaliteti života ljudi.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Najjednostavnija definicija voća glasila bi kako su to višegodišnje biljke čije plodove možemo jesti svježe. U navedenoj definiciji mnogi traže izuzetke i sigurno je kako nije do kraja razjašnjena. Tako je i s podjelom voćaka koja je još do danas predmet rasprava kako unutar znanosti tako i u praksi. Šumske voćkarice ili šumsko voće do sada nitko nije podijelio u skupine prema osnovnim obilježjima i građi plodova iz razloga što se neke vrste mogu svrstati u pojedinu skupinu ali ne sve.

U šumarstvu treba razlikovati sljedeće pojmove: šumske voćkarice ili šumsko voće, šumsko drveće, grmlje i primarno rašće jestivih i ljekovitih plodova, samonikle voćke i domesticirane voćke.

Trgovačko društvo Hrvatske šume d.o.o. u 2019./2020. godini imaju prijavljenu proizvodnju: šumskih sadnica, ukrasnih sadnica, božićnih drvaca, šumskih voćkarica, plemenitih vrsta bjelogorice, repromaterijala za božićna drvca, plantaže božićnih drvaca i stablašice. Što se tiče proizvodnje šumskih voćkarica i drveća jestivih i ljekovitih plodova ona je prisutna u samo tri rasadnika: Zelendvor, Oštarije i Lukavec. Proizvodnju je potrebno planirati s obzirom na realne potrebe za sadnjom na terenu, uzimajući u obzir brzi rast šumskih voćkarica u mladosti i mogućnosti da sadnice prerastu u rasadniku ukoliko se ne isporuče na vrijeme. Rasadničku proizvodnju potrebno je povećati u količinama s postojećim vrstama, ali i proizvodnjom mnogih drugih vrsta koje se do sada nisu uzgajale s obzirom na postojeće

i nove konvencije o biološkoj raznolikosti šuma, europskim i nacionalnim strategijama i zakonodavstvu.

U navedena tri rasadnika ukupno se proizvodi (2019./2020.) svega četiri vrste šumskih sadnica šumskih voćkarica i drveća jestivih i ljekovitih plodova: oskoruša, divlja trešnja, pitomi kesten i crni orah. Sve četiri vrste se proizvode u rasadniku Zelendvor, u rasadniku Oštarije proizvode se šumske sadnice oskoruše i divlje trešnje, a u rasadniku Lukavec samo šumske sadnice divlje trešnje.

Na zalihamu ili u proizvodnji, u svim rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. za razdoblje od 2012. do 2018. godine najviše je bilo sadnica crnog oraha u iznosu od 183 670 komada, sljedeće sadnice divlje trešnje s 132 069 komada, pitomog kestena s 53 010 komada i divlje kruške s 4 882 komada. Najviše isporučenih sadnica, sukladno proizvodnji, bilo je kod crnog oraha i to u iznosu od 191 435 komada, sljedeće sadnice divlje trešnje s 71 954 komada, pitomog kestena s 28 515 komada i divlje kruške s 2 860 komada. U promatranom istraživanom razdoblju (2012.-2018.) u svim rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. proizvodilo se samo 4 vrste šumskih voćkarica s ukupnom zalihom ili proizvodnjom od 373 631 komada šumskih sadnica i isporukom od 294 764 komada.

Pitomi kesten pripada u skupinu neklimakterijskog šumskog drveća jestivih i ljekovitih plodova (suhi plodovi), samoniklog i domesticiranog voća. Danas se primarno uzgaja zbog vrijedne biomase, jer ima skupocjeno i vrlo trajno drvo (kolje za vinograde i ograde) a sekundarno zbog plodova u preradenom stanju ili za proizvodnju generativnih podloga za cijepljenje ukrasnih kultivara za potrebe urbanog šumarstva ili u voćarstvu za cijepljenje brojnih kultiviranih sorti.

Crni orah pripada u skupinu neklimakterijskog šumskog drveća jestivih i vrlo ljekovitih plodova (suhi plodovi). Danas se primarno uzgaja zbog vrijedne drvne biomase (drvni šumski proizvod), jer ima skupocjeno i vrlo trajno drvo (kolje za vinograde i ograde), a sekundarno zbog ljekovitih plodova (nedrvni šumski proizvod). Nalazi se u skupini šumskog drveća jestivih i ljekovitih plodova s najvećom cijenom m³ drva trenutno na tržištu Hrvatske i mnogih drugih zemalja članica EU.

Divlja trešnja pripada u skupinu neklimakterijske šumske voćkarice ili šumskoga voća, drveća jestivih i ljekovitih plodova (mesnati plodovi), samonikle voćne vrste ili voćke i domesticirane voćke. Danas se primarno uzgaja zbog biomase jer ima drvo vrlo lijepo boje i široke primjene u drynoj industriji i proizvodnji namještaja i proizvoda od drva, a samo sekundarno zbog plodova koji se konzumiraju u svježem i češće u preradenom stanju ili za proizvodnju generativnih podloga za cijepljenje ukrasnih kultivara japan-

skih trešanja za potrebe urbanog šumarstva ili u voćarstvu za cijepljenje brojnih kultiviranih sorti.

Divlja kruška pripada u skupinu klimakterijske šumske voćkarice s mesnatim usplođem, u skupinu šumskog drveća jestivih i ljekovitih plodova, u samonikle voćke i domesticiranu voćku. Uzgaja se primarno zbog vrijedne biomase jer ima skupocjeno drvo, a sekundarno zbog plodova. Divlja kruška pripada u skupinu šumskih voćkarica ili šumskoga voća, drveća jestivih i ljekovitih plodova (mesnati plodovi), samonikle voćne vrste ili voćke i domesticirane voćke. Danas se primarno uzgaja zbog biomase jer ima trajno, lijepo i skupocjeno drvo sa širokom primjenom u drvnoj industriji i proizvodnji namještaja i proizvoda od drva, a samo sekundarno zbog plodova koji se konzumiraju u svježem i češće u prerađenom stanju ili za proizvodnju generativnih podloga za cijepljenje brojnih kultiviranih sorti u voćarstvu.

LITERATURA LITERATURE

- Andrašić, D. D., 1980: Šumarska enciklopedija II izdanje, Jugoslavenski leksikografski zavod, str. 36, Zagreb.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, T. Jemrić, 2009: Morfološka svojstva plodova i sjemena oskoruše (*Sorbus domestica* L.). Radovi, 44(1): 5-15.
- Drvodelić, D., 2010: Značajke sjemena i rasadnička proizvodnja nekih vrsta roda *Sorbus* L.. Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 568 str.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, Z. Zeman, 2012: Uspjeh pošumljavanja jednogodišnjim (1+0) i školovanim (1+1) sadnicama divlje kruške (*Pyrus pyraster* Burgsd.). Šumarski List, 7-8: 355-366.
- Drvodelić, D., T. Jemrić, M. Oršanić, V. Paulić, 2015: Krupnoća ploda divlje jabuke (*Malus sylvestris* (L.) Mill.): utjecaj na morfološko-fiziološka svojstva sjemena. Šumarski list, 3-4: 145-153.
- Drvodelić, D., T. Jemrić, M. Oršanić, 2015a: Oskoruša: važnost, uporaba i uzgoj . Sveučilište u Zagrebu-Šumarski fakultet, sveučilišna monografija,182 str.
- Drvodelić, D., 2016: Razmnožavanje duda. Gospodarski list.
- Drvodelić, D., 2016a: Cijepljenje pitomog kestena. Gospodarski list.
- Drvodelić, D., 2017: Jarebika-zaboravljena, a korisna. Gospodarski kalendar. Gospodarski list, Zagreb.
- Drvodelić, D., 2017a: Plantažni uzgoj kestena. Gospodarski kalendar. Gospodarski list, Zagreb.
- Drvodelić, D., T. Jemrić, M. Oršanić, 2019: Jarebika: važnost, uzgoj i uporaba. Sveučilište u Zagrebu-Šumarski fakultet, sveučilišna monografija,166 str.
- Drvodelić, D., I. Poljak, I. Perković, M. Šango, K. Tumpa, I. Zegnal, M. Idžojić, 2019a: Ispitivanje laboratorijske klijavosti pitomoga kestena (*Castanea sativa* Mill.) u skladu s pravilima ISTA. Šumarski list, 9-10: 469-477.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, I. Poljak, V. Paulić, V. Pintar, 2020: Sezonska varijabilnost plodova i utjecaj klimatskih promjena na prirodnu rasprostranjenost oskoruše (*Sorbus domestica* L.) u Hrvatskoj, Zbornik radova „Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih katastrofa“, ur. Igor Anić, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 37-48 str.
- Idžojić, M., M. Zebec, D. Drvodelić, 2006: Varijabilnost populacija brekinje u kontinentalnom dijelu Hrvatske prema morfološkim obilježjima lišća i plodova. Glasnik za šumske pokuse. Posebno izdanje, 5: 305-314.
- Jakovljević, T., M. Gradečki-Poštenjak, I. Radojić Redovniković, I., 2009: Sjeme pinije (*Pinus pinea* L.), šumski reproduksijski materijal i hrana. Radovi, 44(1): 29-35.
- Kapper, O. G., 1952: Rjabina obyknovennaja, iligorjkaja. Lesn. Hoz., 5(8): 37-38.
- Kuhar, B., 2018: Domestikacijski centri i domestikacija životinja. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, završni rad, 22 str.
- Matić, S., J. Vučelić, 2001: Speierling und Elsbeere in den Wälldern Kroatiens. Corminaria 16: 31-33.
- Oršanić, M., D. Drvodelić, I. Anić, S. Mikac, 2006: Morphological-biological properties of fruit and seed of the genus *Sorbus* (L.) species. Periodicum biologorum, 108(6): 693-706.
- Oršanić, M., D. Drvodelić, I. Kovačević, 2007: Rasadnička proizvodnja sadnica crnoga oraha (*Juglans nigra* L.). Šumarski list, 5-6: 207-217.
- Oršanić, M., D. Drvodelić, T. Jemrić, I. Anić, S. Mikac, 2009: Variability of morphological and biological characteristics of Wild Service Tree (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz) fruits and seeds from different altitudes. Periodicum biologorum, 111(4): 495-504.
- Oršanić, M., D. Drvodelić, T. Jemrić, 2009a: Morfološka svojstva plodova i sjemena oskoruše (*Sorbus domestica* L.). Knjiga sažetaka „Uloga i značaj šumskog sjemena u obnovi šuma“, 50. obljetnica šumskog sjemenarstva u Republici Hrvatskoj. Zagreb, 28-29. listopada 2009.
- Perić, S., M. Tijardović, M. Oršanić, J. Margaletić, 2009: Rasadnička proizvodnja i važnost šumskoga reproduksijskog materijala u RH. Radovi, 44(1): 17-26.
- Regent, B., 1980: Šumsko sjemenarstvo. Jugoslovenski poljoprivredni- šumarski centar, Beograd, 201 str.
- Šatalić, S., Š. Štambuk, 1997: Šumsko drveće i grmlje jestivih plodova. Državna uprava za zaštitu okoliša, Zagreb, 143 str.
- <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=65101> (17.06.2020.)
- <https://www.gozd-les.com/novice/rezultati-12-drazbe-le-slovenj-gradcu-2018> (17.06.2020.)
- http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/vocarstvo/vocne-vrste (17.06.2020.)

SUMMARY

The article defines the term forest fruit trees or forest fruits that have been present in Croatian forestry for years and compares the term with other terms that are not synonymous and refer to forest trees, shrubs and ground growth of edible and medicinal fruits, wild fruits and domesticated fruits. Typical species representatives are listed for each term. The production by types of trees in the nurseries of Hrvatske šume d.o.o. is shown. in 2019/2020 years according to Forest Administration (FD), organizational units and nurseries. Regarding the production of forest fruit trees, edible and medicinal fruit trees, wild fruits and domesticated fruits, it is present in only three nurseries of Hrvatske šume d.o.o. (Zelendvor, Oštarije and Lukavec). In these three nurseries, a total of only four species from the above four categories are produced (2019/2020): service tree, wild cherry, sweet chestnut and black walnut. All four species are produced in the Zelendvor nursery, while in the Oštarije nursery, wild cherry seedlings are also produced, and in the Lukavec nursery only wild cherry seedlings are produced. The production and delivery of planting material of these species from the nursery of Hrvatske šume d.o.o. is shown. for the period 2012 to 2017. In stock or in production, in all nurseries of Hrvatske šume d.o.o. for the period from 2012 to 2018, there were mostly black walnut seedlings in the amount of 183,670 pieces, followed by seedlings of wild cherry with 132,069 pieces, sweet chestnut with 53,010 pieces and wild pear with 4,882 pieces. The most delivered seedlings, according to production, were black walnuts in the amount of 191,435 pieces, followed by wild cherry seedlings with 71,954 pieces, sweet chestnuts with 28,515 pieces and wild pears with 2,860 pieces. In the observed research period (2012–2018) in all nurseries of Hrvatske šume d.o.o. only 4 species from the above categories were produced with a total stock or production of 373,631 pieces of forest seedlings and a delivery of 294,764 pieces. In total, for all four species, it can be seen that 78,867 pieces of seedlings were grown more than delivered. Due to the possibility of organic farming, good adaptability of species to global climate change, providing incentives and not too demanding care, in the near future there will be increasing emphasis on species breeding to obtain secondary or non-timber forest products in plantations. Due to changing climatic conditions and the synergy of a number of unfavorable biotic and abiotic factors, many indigenous species are endangered today and are gradually or abruptly drying up and decaying. Some species of forest fruit trees, forest trees, shrubs and ground growth of edible and medicinal fruits, wild fruits and domesticated fruits will benefit from climate change, which will lead to the expansion of their natural range with increasing potential areas suitable for artificial cultivation.

KEY WORDS: nursery production, black walnut, wild cherry, wild pear, service tree

MALI ŽALAR (*Calidris minuta* Leisler)

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

Naraste u dužinu oko 12-14 (16) cm s rasponom krila 28-32 cm, te ima 20-30 (17-44) grama težine pa je po veličini manji od vrapca i pripada u jedne od najmanjih žalara. Boja perja tijekom gniaježđenja na gornjoj strani tijela, glavi i vratu je smeđe narančasta gusto prošarana crnim pjegama. Na gornjoj strani tijela po plaštu kod mlađih ptica karakteristično je bijelo perje u obliku slova V. Grlo, trbuš i ostali donji dijelovi su bijele boje, dok su prsa djelomično prošarana, a djelomično bijele boje. Zimi su gornja strana tijela, glava i vrat sivo smeđi prošarani sa crnim pjegama, dok su

ostali dijelovi tijela bijeli, a može se pojaviti i bijedo siva prsna pruga. Kljun je umjereno dug, crne boje kao i noge. Glasanje je oštra zvuka i zvuči kao „stt“. Leti vrlo brzo i vješto. Veza je za područja arktičkih tundri sa tresetištima, travnim površinama, uz obale rijeka i niske morske obale od Skandinavije do istočnog Sibira. Gniaježdi jedan puta godišnje tijekom lipnja i srpnja u plitkim udubljenjima na tlu koja su skrivena u zeljastoj vegetaciji. Nese 3-5 bijedo zelenkastih jaja koja su prošarana s tamnim mrljama i pjegama. Veličina jaja je oko 20 x 30 mm. Na jajima sjede mužjak i ženka oko tri tjedna. Zabilježena je pojava dvostrukih poligamija i polaganje jaja u dva odvojena gniaježda. Mlađi ptičići su potrušci. Hrane se insektima, njihovim ličinkama, račićima i manjim mekušcima koje love u plitkoj vodi s muljevitim dnem, osobito za vrijeme trajanja oseke. Hranu traže danju i noću neprestano žustro trčeći i ključajući.

U Hrvatskoj je redovita preletnica kada dolazi u manjim jatima od nekoliko desetaka ptica. Kroz Hrvatsku postgnjezdeća selidba traje od kraja srpnja pa do kraja listopada, dok proljetna selidba traje od ožujka do lipnja. Evropska populacija seli prema jugu u širokom pojusu preko čitavog kontinenta, pa se jata susreću uz morskou obalu i u kontinentalnom dijelu. Zimuje na području zapadne i južne Europe, Afrike i na Arapskom poluotoku.

Mali žalar je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.



Karakteristično ljetno ruho, te kljun i noge crne boje



Žustro traženje hrane u manjim jatima tijekom selidbe na ninskim solanama

ZAPISI IZ HRVATSKIH ŠUMA (7) ŠUMSKI DRAGULJI, ekologija

Dr. sc. Radovan Kranjčev

O staništima i najpovoljnijim ekološkim uvjetima za život miksomiceta (u dalnjem tekstu M) već smo istakli nekoliko općih napomena. Međutim, za potpunije razumevanje nužno je prikazati ovu problematiku podrobnije, kako bi se bolje shvatilo mjesto i značaj tih organizama, odnosno tog dijela carstva prirode u šumskim ekosustavima.

Ako u neku šumsku sastojinu zađemo tijekom vrućih ljetnih dana, ili zimi kad prevladavaju niske temperature, posebice one ispod nule, postoji vrlo mala vjerojatnost susresti neku od svojti M ili opaziti njihove jedva prepoznatljive tragove, ostatke. Za razvoj M najpovoljniji uvjeti su umjerena temperatura ($15\text{--}25^{\circ}\text{C}$) tla i zraka te istovremeno umjerena do povećana vlažnost. Ako takvog poklapanja između temperatura i vlažnosti nema, vidljivo pojavljivanje M može potpuno izostati u jednom ili dva vegetacijska ciklusa. M su međutim sposobni preživjeti i takva kritična razdoblja, jer u njihovom razvojnim ciklusu postoje posebne anatomske strukture spremne opstati i tijekom najekstremnijih ekoloških uvjeta (sklerocij).

Poklapanje umjerene vlažnosti i temperatura zraka i tla optimalni su dakle preduvjeti za njihov razvoj. Naravno, u najvećem broju slučajeva nužan je i raspoloživi supstrat, odnosno mrtvo drvo u raznim etapama biološke razgradnje. Živa i zdrava šumska stabla najmanje su izložena razvoju M, ali i onda kada su stojeća stabla mrtva, M ih rijetko naseljavaju, jer plazmodiji preferiraju ležeće dijelove biljaka.

Dok je plazmodij u odnosu na svjetlo negativno fototaksičan, sporokarpi su pretežito pozitivno foto-taksični. Plazmodij koji je u početku negativno fototaksičan i u razmjerne visokoj vlazi (pozitivna hidro-taksija), mijenja osjetljivost i kod većeg broja svojti ispuže na bolje osvijetljeni i razmjerno suhi dio mikro-staništa, ali nikada na izravnu sunčanu svjetlost. Mali plazmodiji se zdržuju u veću višejezgrenu tvorevinu, kojoj je glavna gradivna tvar keratin. Zreli plazmodij na početku fruktifikacije stvara čvorove, pupove ili uzlove koncentrirane protoplazme. Uz veliki gubitak vode (gutacija), kod većine svojti oblikuje jedan od moguća četiri oblika plodišta ili sporangija: sporokarp, plazmodiokarp, etalij ili pseudo etalij.

U razmjerne kratkom razdoblju proljeća i jeseni M naseljavaju svaku pogodnu površinu drveta ili drugog biljnog

materijala. Najčešće je to mrtvo drvo starih panjeva, odnosno njihove unutrašnjosti, dijelovi otpale kore, trulih grana i grančica, suhog lišća, odbačene daske, grede ili letve, drvena strugotina, okrajci drvenih trupaca i pilovina na pilanama, odlagalištima drveta, kao i sav drugi drveni materijal raznih starih ograda, kolje i stari čokoti u vinogradima, voćnjacima i drugdje. Međutim, M naseljavaju i različite biljne organe živih biljaka, ali uvjek ili pretežito samo nekih vrsta, poput listova i stabljika koprive, listova raznih šaševa, kaljužnice, rogoza, i drugih. Ponekad su kolonije nekih svojti M duboko skrivene u šupljinama mrtvog debla ili ispod debele kore, primjerice bukvii ili hrastova. Neke svojte susrest ćemo i unutar busenja različitih mahovina i lišajeva, a neke naseljavaju, čini se, golu površinu kamenja. Ove posljednje prilagođene su na život u visoko planinskom području (nivalne svojte) i one su za sada u Hrvatskoj neistražene.

Dosadašnja istraživanja u Hrvatskoj pokazuju da M najčešće i s najvećim brojem svojti naseljavaju sljedeće vrste šumskog drveća: joha, topola, bukva, bor, ariš. Najmanje naseljavaju javor, grab i jasen.

Fagocitoza je glavni način primanja hrane. Hrana M su neka živa bića poput bakterija, praživotinja, alga, dijelovi lišajeva i gljiva, kvasovci, spore gljiva, ali ipak najčešće je to mrtvi drveni supstrat. Prema tomu M su saprofiti i paraziti i svojom metabolitičkom aktivnošću, nerijetko udružene s hifama gljiva, dugotrajno utječu na biološku razgradnju drveta te time pomažu općem kruženju tvari i protjecanju energije u šumskom ekosustavu.

Među M ima i takvih svojti koje su nametnici na drugim svojstama M, ali i takvih koje su napadnute nekim, uvjek određenim, svojstama gljiva.

Ako pratimo ove ekološke prilike u nekom šumskom ekosustavu, nerijetko se dogodi opažanje nekolicine svojti M koje istovremeno u trajanju od 1-3 dana prekriju najpogodnija mikro-staništa, pa nam tada, primjerice, velik dio šumskog tla i drvenih ostatka na njemu odjednom postaje bijel od guste populacije općepoznate M bijele sluznjače (*Ceratiomyxa fruticulosa* (Müll.) Macbr.). Tako se u „valovima“ smjenjuju populacije i nekih drugih svojti, samo što su njihova plodna tijela mala, makar nazočna u većim ili velikim kolonijama, pa nisu tako dobro vidljiva u šumi. I još nešto: takvi „valovi“ pojavljivanja M istovre-



Sl. 1. Kolonija sporokarpa ogoljele metlice (*Arciria denudata* (L.) Wetst.). Šuma bukve i jele na Ličkoj Plješivici.



Sl. 3. Završni dio procesa oblikovanja sporokarpa. Šuma crne johe i dugoklasog šaša u Crnim jarcima kod Kalinovca u Podravini.



Sl. 2. Sporokarpi nepoznate miksomicete iz šume uz Dobru u okolini Vrbovskog



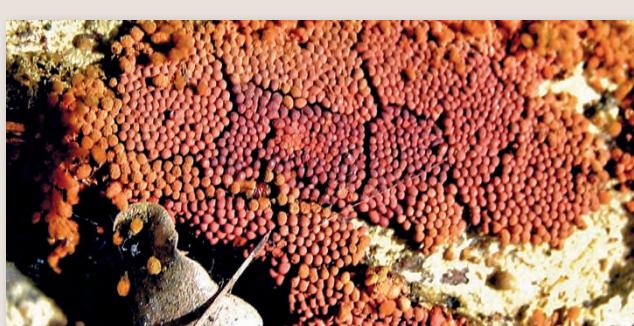
Sl. 4. Jedan od čestih oblika plazmodija. Ameoboidno kretanje i početak formiranja sporokarpa.

meni su u svim vegetacijski i floristički te klimatološki istovjetnim ili sličnim šumskim sastojinama, primjerice onim u Podravini i Slavoniji te Posavini. U Gorskem kotaru to se zbiva oko mjesec dana kasnije.

Značajno je napomenuti da se zbog posebnih obilježja podneblja M u našem primorskom pojusu i na otocima javljaju najviše tijekom zimske polovice godine, ali i tada s daleko manjim brojem svojti.

Trajanje razvoja plazmodija do zrele faze, a isto tako i trajanje razvoja rasplodnih tijela (sporokarpa, i drugih), različito je od vrste do vrste, ali u pravilu u povoljnim uvjetima ono se odvija u kratkom intervalu od samo nekoliko sati do 1 ili 2 dana. Primjerice, ako sam želio i fotografski zabilježiti sve promjene (strukturne i kolorističke) na plazmodiju svoje kukmaste sraštenice (*Sympylocarpus cristatus* Nann.-Bremek) čiji sam uzorak skinuo 16. IV. s dijelom kore američkog borovca (*Pinus strobus* L.) u Zagorju, u okolini Brodarovca, trebao sam na putu do doma u Koprivnici zastati i snimati uzorak dva puta. Na taj način sam bio i svjedokom tog jedinstvenog procesa koji se dogodio u nepuna dva sata. Ili, kako bi snimio rast i oblikovanje plazmodija i sporokarpa jedne nepoznate svoje čiji sam uzorak skinuo s dijelom kore crne johe (*Alnus glutinosa* Gärtn.) u šumi Ris nedaleko Rasinje, budio sam se tri puta noću, jer je taj razvoj trajao samo nekoliko sati.

U tim kratkim vremenskim intervalima u kojima brzo protječu procesi rasta, zbivaju se velike i fascinirajuće



Sl. 5. Velika kolonija sporokarpa ogoljele metlice (*Arciria denudata* (L.) Wetst.) različite starosti. Šuma Ris kod Rasinje na sjeveroistočnim ogranicima Kalnika.

promjene, čiji tijek u nekim slučajevima gotovo možemo pratiti prostim okom. One se posebice očituju: u veličini plazmodija (ponekad naraste do 2m uzduž debla); u oblikovanju i izgledu plazmodija (puzi ili pretače se po podlozi kao pseudopodiji neke amebe i često ima oblik razgranjenog stabalca); boje plazmodija (od skoro bezbojnog prozirnog sluzavog tijela ili mrlje do završnih oblika jarke ili zagasite crvene, modre, bijele, zelene, smeđe boje); od početnih do završnih oblikovanja sporokarpa različitih boja, oblika i veličina. Prema tome, razumljivo je da poznavanje ekologije i biologije pojedine svoje M iziskuje od istraživača poznavanje svih ovih činjenica, jer nam u protivnom život pojedinih svojstava ostaje nedovoljno poznat i opterećen krivim ili nepotpunim zaključcima.

PROF. DR. SC. JOSO VUKELIĆ

PROFESSOR EMERITUS SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

Prof. dr. sc. Dario Baričević



Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu u lipnju je 2020. godine pokrenuo postupak za dodjelu počasnoga zvanja *professor emeritus* dr. sc. Josi Vukeliću, redovitomu profesoru u trajnom zvanju. Odluku s pripadajućom dokumentacijom Fakultet je uputilo Senatu Sveučilišta u Zagrebu, koji je imenovao Povjerenstvo za ocjenu prijedloga u sastavu dr. sc. Milan Oršanić, redoviti profesor u trajnom zvanju, dr. sc. Dario Baričević, redoviti profesor u trajnom zvanju, i akad. dr. sc. Vladimir Beus, *professor emeritus*, Univerzitet u Sarajevu.

Senat je prihvatio pozitivno izvješće Povjerenstva i na 1. redovitoj sjednici u 352. akademskoj godini, održanoj 13. listopada 2020. godine, donio Odluku o dodjeli počasnoga zvanja i titule *professor emeritus* profesoru Josi Vukeliću. U obrazloženju odluke ističe se da prof. dr. sc. Joso Vukelić ima „posebne zasluge za razvitak i napredak Sveučilišta te međunarodno priznatu znanstvenu izvrsnost, a svojim je plodnim pedagoškim i znanstvenim doprinosom uvelike pridonio ugledu Sveučilišta u Zagrebu, Šumarskoga fakulteta i Republike Hrvatske“.

Time je prof. dr. sc. Joso Vukelić postao četvrti *professor emeritus* na Šumarskom odsjeku Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Iz izvješća Povjerenstva donosimo najznačajnije podatke.

Prof. dr. sc. Joso Vukelić rođen je 3. travnja 1955. godine u Senju. Po završetku Osnovne škole u Krasnu i srednje Kemijске tehničke škole u Zagrebu diplomirao je na Šumarskom odsjeku Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 1979. godine. Nakon dvije godine rada u Šumskom gospodarstvu Sisak i jedne godine predavanja stručnih predmeta u srednjoj Šumarskoj školi u Karlovcu, 1981. godine zaposlio se na Šumarskom fakultetu u Zagrebu, na kojemu je magistrirao 1984. i doktorirao 1990. godine. Iste godine izabran je za docenta, 1993. za izvanrednoga profesora, 1997. redovitoga profesora, a 2000. godine za redovitoga profesora u trajnom zvanju.

Prof. dr. sc. Joso Vukelić vrlo je aktivno sudjelovao u kreiranju i izvođenju diplomske i poslijediplomske nastave iz više kolegija na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a osim toga predavao je predmet Fitocenologija na studiju Krajobrazne arhitekture Agronomskoga fakulteta i na Poslijediplomskom znanstvenom studiju Prostorno planiranje, urbanizam i parkovna arhitektura Arhitektonskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Bio je mentor triju doktorata



znanosti, četiriju magisterija i preko pedeset diplomskih rada. Proveo je više od godinu dana na stručnim usavršavanjima u inozemstvu, od kojih izdvajamo tromjesečne boravke u Botaničkom institutu u Grazu (1985), na Sveučilištu za kulturu tla u Beču (1986) i na šumarskim fakultetima u Freiburgu i Münchenu (1990).

Na temelju opsežnoga i bogatoga znanstvenoistraživačkog rada, profesor Vukelić je samostalno ili u suautorstvu objavio pet udžbenika, priručnika i knjiga, 101 znanstveni rad, 20 stručnih članaka, 10 vegetacijskih karata, tri biografije i preko 30 različitih priopćenja. Sudjelovao je na brojnim međunarodnim i domaćim znanstvenim skupovima i znanstvenoistraživačkim projektima vezanim uz fundamentalne, ali i primjenjene spoznaje iz problematike sastava, strukture i funkcioniranja šumskih ekosustava. O istraženoj problematiči profesor Vukelić više je puta javno nastupao i iznosio znanstvene spoznaje u radijskim i televizijskim emisijama.

Tijekom rada na Šumarskom fakultetu u Zagrebu prof. dr. sc. Joso Vukelić bio je dekan i prodekan Šumarskoga fakulteta, član Nacionalnoga vijeća za visoku naobrazbu te glavni urednik *Glasnika za šumske pokuse*. Od ostalih dužnosti ističemo da je bio pomoćnik ministra za poljoprivredu i šumarstvo, tajnik razreda za Uzgajanje šuma u Akademiji šumarskih znanosti i urednik područja Šumski ekosustavi u *Šumarskom listu*. Za svoj je rad dobio više priznanja, među kojima su najznačajnija odlikovanje Red Danice Hrvatske s likom Ruđera Boškovića za doprinos razvoju znanosti (1997), Nagrada Šumarskoga fakulteta za izvrsnost u nastavi

i radu sa studentima (2019), Priznanje Akademije šumarskih znanosti za zasluge u njezinu stvaranju, razvoju i promicanju (2016) te Zlatnik Hrvatskoga šumarskoga društva i Priznanje za višegodišnji rad na dobrobiti šumarske struke (2016).

Od ostalih aktivnosti profesora Vukelića podsjećamo na njegovu vrlo važnu ulogu u osnivanju Akademije šumarskih znanosti u Hrvatskoj, stručno-popularne manifestacije

„Dani hrvatskoga šumarstva“, u osnivanju i opremanju Šumarskoga muzeja u Krasnu, a bio je i poticatelj i glavni urednik šest znanstvenih i stručnih monografija u Hrvatskoj, od kojih ističemo monografije *Silvae nostrae Croatiae* (1995), *Šume i šumarstvo sjevernoga Velebita* (2004) i *Poplavne šume u Hrvatskoj* (2005).

Čestitamo profesoru Josi Vukeliću na zasluženom priznaju i želimo mu i dalje plodonosan znanstveni i stručni rad.

KRATKI PRIKAZ STRUČNOG SKUPA „POLITIKE I ZAKONODAVSTVO EU I RH U POTRAJNOM GOSPODARENJU ŠUMAMA – IZAZOVI I POSLJEDICE“

Prof. dr. sc. Tibor Pentek

Online stručni skup „Politike i zakonodavstvo EU i RH u potrajnem gospodarenju šumama – izazovi i posljedice“ održan je 2. prosinca 2020. godine u organizaciji Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatskog saveza udruga privatnih šumovlasnika.

Skup je okupio preko 150 sudionika, među kojima vodeće stručnjake iz znanstvenih i gospodarskih institucija te kreatore javnih politika u Republici Hrvatskoj, a svoja iskustva predstavili su gosti iz Austrije i Slovenije. Iako su mjerodavni za pripremu i provedbu mjera zaštite prirode, skupu nisu prisustvovali predstavnici Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja.

Uvodni govor održao je dekan Šumarskog fakulteta prof. dr. sc. Tibor Pentek čiji sadržaj zbog aktualnosti problematike za budućnost šumarske struke u Hrvatskoj prenosimo u cijelosti.

„Poštovane dame i gospodo, cijenjene kolegice i kolege, dopustite mi da vam se u povodu stručnoga skupa „**Politike i zakonodavstvo EU i RH u potrajnem gospodarenju šumama – izazovi i posljedice**“, kojega je naš Fakultet, zajedno s Hrvatskim savezom udruga privatnih šumovlasnika suorganizator, obratim s nekoliko prigodnih riječi.

Na početku vas sve srdačno pozdravljam i zahvaljujem što na daljinu, *on-line*, sudjelujete na ovom stručnom skupu, svjesni iznimne važnosti teme o kojoj ćemo danas raspravljati kako za buduće gospodarenje šumama u Hrvatskoj, za

sektor šumarstva, sektor drvne industrije i sve sektore temeljene na šumi, tako i za cijelokupno hrvatsko gospodarstvo, ali i za svekoliku društvenu zajednicu Lijepe Naše.

Poseban pozdrav upućujem saborskoj zastupnici **gospodini Marijani Petir**, predsjednici saborskog Odbora za poljoprivredu i izaslanici predsjednika Hrvatskoga sabora gospodina Gordana Jandrokovića, koja je prepoznala značaj današnjeg stručnog skupa te svojom nazočnošću uveličala ovaj događaj.

Osobita mi je čast i veliko zadovoljstvo srdačno pozdraviti sve cijenjene **pozvane predavače iz Hrvatske i inozemstva na današnjem skupu** te im zahvaliti na vremenu i trudu uloženom u pripremu zanimljivih predavanja.

Lijep pozdrav i veliku zahvalu upućujem svim domaćim i stranim **sudionicima panel-rasprave** koji će, siguran sam, dati značajan doprinos kvaliteti, dinamičnosti i zanimljivosti panel-rasprave.

Republika Hrvatska je zahtjev za ulazak u Europsku uniju podnijela 21. veljače 2003. godine, a država članica EU postala je 1. srpnja 2013. godine. Hrvatska je ulaskom u Europsku uniju, osim svojih mnogih ostalih prirodnih i kulturnih bogatstava kojima je oplemenila EU, unijela i jedne od najljepših i najprirodnijih šuma u čitavoj Europi, koje se prostiru na 47 % kopnene površine naše države, odnosno na približno 2,7 milijuna hektara.

Za današnje izuzetno dobro stanje šuma u Hrvatskoj zaslužno je organizirano i stručno gospodarenja šumama, koje traje već 255 godina, točnije od 23. veljače 1765. godine kada je osnovana Uprava šuma karlovačkoga generalata sa šumarijama u Krasnu, Oštarijama i Petrovoj gori.

Od 20. listopada 1898. godine, kada je u okviru tadašnjega Mudroslovnoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu započela raditi Šumarska akademija, visoko obrazovani šumarski stručnjaci školju se u Hrvatskoj. Potrebno je posebno nagnjeti snažnu, više od stoljeća dugu povezanost visokoga školstva, znanosti, struke i resornoga ministarstva u hrvatskom šumarstvu.

Šume i šumska zemljišta dobra su od iznimnoga interesa za RH te su kao takva zaštićena Ustavom Republike Hrvatske. Šumarstvo i drvna industrija zajedno u ukupnom BDP-u Hrvatske sudjeluju s približno 3,50 %, a zapošljavaju oko 35.000 ljudi. Prerada drva i proizvodnja namještaja čine oko 7,50 % industrijske proizvodnje u Hrvatskoj. Zahvaljujući kvalitetnoj drvnoj sirovini izvoz drvoprerađivačke industrije stalno raste i dostigao je 1,1 milijardu eura u 2019. godini.

Šume su posebno važne u ruralnim područjima Republike Hrvatske jer osiguravaju mogućnost zapošljavanja u šumarstvu i u sektorima temeljenim na šumi, što, nedvojbeno, pozitivno utječe na smanjenje trenda depopulacije ruralnih područja.

Ipak, važnost šuma za Republiku Hrvatsku mnogo je šira nego što pokazuju upravo navedeni podaci. Naime, s ekološkoga su stajališta šume izuzetno bitne za svekoliku društvenu zajednicu jer pružaju mnogobrojne značajne usluge koje je, vrlo često, teško mjerljivo odrediti.

Posljednjih smo tridesetak godina svjedoci klimatskih promjena, koje su na razini EU potaknule vlade država članica, uz suradnju s mjerodavnim institucijama i nevladinim udrugama, na donošenje novih zakonodavnih okvira radi očuvanja prirode i ublažavanja klimatskih promjena.

Republika Hrvatska je, kao odgovorna članica EU, prihvatiла nove zakonodavne okvire i počela ih primjenjivati. Sa stajališta EU prihvaćanje novih zakonodavnih okvira, usmjerena očuvanju prirode i ublažavanju klimatskih promjena, za Hrvatsku bi značilo prilično mijenjanje uobičajenih navika i obrazaca ponašanja prema prirodi, uključivo prema šumskim ekosustavima.

Pri tome nije dovoljno prepoznata činjenica kako su šume sredstvo, a šumarstvo iznimno snažan alat za smanjenje posljedica klimatskih promjena i s njima povezanih prirodnih nepogoda.

Tri ključne institucije EU – Komisija, Vijeće i Parlament, svjesne su činjenice da na razini EU treba mijenjati pristup prema prirodi, uz istodobnu prilagodbu gospodarstva, te

sukladno tomu predlažu i donose različite politike, strategije i ostale dokumente EU, ali nisam siguran jesu li pri tome u potpunosti svjesne velikih različitosti među državama članicama Europske unije.

Značajna heterogenost država članica EU prema kriteriju trenutačno dostignutoga stupnja gospodarskoga razvoja i životnoga standarda s jedne strane, ali i prema kriteriju sadašnjega stanja očuvanosti prirode, posebno šumskih ekosustava, ponajprije zahvaljujući dosadašnjemu pristupu njihovu gospodarenju, s druge strane, otvara mnoga pitanja koja proizlaze iz važećih politika i zakonodavstva i Europske unije i Republike Hrvatske.

Dio članica EU, koje su dostigle vrlo visok stupanj razvoja svojega gospodarstva uz istodobni izuzetno visok standard svojih građana, pogrešnim su odnosom prema prirodi, a time i šumskim ekosustavima, narušile njihovu strukturu i stabilnost, a u ponekim slučajevima prirodne šumske ekosustave potpuno devastirali. Možemo slobodno kazati da je priroda „žrtvovana“ radi gospodarskoga razvoja i podizanja standarda građana.

S druge pak strane imamo članice EU koje se nalaze na nižem stupnju gospodarskoga razvoja i životnoga standarda od drugih članica EU, ali su one svojim šumama kroz prošlost, a tako čine i danas, gospodarile stručno, na održiv i prirodi blizak način. Njihove su šume sačuvale prirodnost i bioraznolikost. Hrvatska se, nažalost ili na sreću, ja ipak mislim na sreću, nalazi u toj skupini država članica EU.

Općenito govoreći, šumske ekosustave u članicama EU možemo podijeliti na dvije vrste. Prva su vrsta šumski ekosustavi u onim državama koje prevladavajuće gospodare umjetno podignutim sastojinama, kulturama i plantažama, brzorastućih, često alohtonih vrsta drveća, vodeći se pri gospodarenju ponajviše ekonomskim kriterijem, kratkoročnom i srednjoročnom dobiti u šumarstvu i sektorima temeljenim na šumi, a nešto manje imaju na umu odgovoran odnos prema prirodi i posljedice koje takav pristup, dugoročno, može i zasigurno će imati na prirodne šumske ekosustave.

Drugu vrstu šumskih ekosustava čine prirodne šume autohtonih vrsta drveća u onim državama članicama EU koje dugi niz godina, neke i više stoljeća, kontinuirano, stručnim, održivim gospodarenjem, potpomažu prirodne procese obnove šuma, istodobno primjenjujući holistički odnos šumarstva prema čitavoj društvenoj zajednici.

U Hrvatskoj su, zahvaljujući stoljetnoj snažnoj povezanioti i suradnji visokoga školstva, znanosti i struke u šumarstvu, u gospodarenje šumama utkana načela održivoga ili potrajnoga gospodarenja, temeljenoga na znanstvenim spoznajama zagrebačke škole uzgajanja šuma, uz prirodnu obnovu šuma i očuvanje klimatogenih šumskih zajednica,

te uz istodobno pružanje mnogih općekorisnih usluga šume cijelomu društvu.

Ovakav je, održivi i prirodni pristup gospodarenju šumama u Hrvatskoj, neprekinut već više od stoljeća, osigurao ljetopu, prirodnost i stabilnost naših šuma te posljedično njuhovu bioraznolikost koja je jedna od najvećih u Europskoj uniji. To je naša posebnost i vrijednost unutar, ali i izvan granica EU.

S obzirom na važeće zakonske okvire u Europskoj uniji i u Republici Hrvatskoj, ali i nove dokumente EU koji su netom doneseni ili su u završnoj fazi donošenja, potpuno se opravdanom čini bojazan hrvatske šumarske struke da se održiv pristup gospodarenju šumama, kakav njegujemo već više od stoljeća, potpuno neosnovano dovodi u pitanje.

Ne želimo ni pomisliti da bi, pod različitim političkim ili populističkim pritiscima, mogle na raznim razinama u Hrvatskoj i u Europskoj uniji uskoro biti donesene odluke koje će ići na štetu naših šuma kojima se ponosimo, a kojima se ponosi i EU jer značajno pridonose bioraznolikosti na razini cijele Europske unije.

Aktualni dokumenti EU, „Green deal“ („Zeleni plan“) i „Strategija EU za bioraznolikost do 2030. godine“, samo dodatno pojačavaju sumnje hrvatske šumarske struke da je namjera EU, pod izlikom povećanja i očuvanja bioraznolikosti na razini Republike Hrvatske, zatvoriti prirodne šumske ekosustave u Hrvatskoj te ih prvo djelomično, a zatim potpuno izuzeti iz prirodnoga gospodarenja.

Postupak djelomičnoga ograničavanja šumskogospodarskih aktivnosti u našim prirodnim šumama već je u tijeku, a posljedice su vidljive i u šumarskom i u drvoprerađivačkom sektoru, a što je najvažnije, i na samim šumskim ekosustavima.

Hrvatska je jedna od najvećih oaza prirodnih šuma bogatih biljnim i životinjskim vrstama u Europskoj uniji, a način gospodarenja našim šumama može i treba biti putokaz mnogim državama članicama EU kako bi odgovornim poнаšanjem prema prirodi te održivim, potrajnim i prirodi bliskim gospodarenjem šumama, i one mogle imati prirodne i bioraznolike šume umjesto sadašnjih monokultura i plantaža.

Smatramo da Hrvatska ne smije i ne može biti „kažnjena“ zato što ima prirodne i bioraznolike šume, jedne od najljepših prirodnih šuma u Europi; upravo suprotno, EU treba prepoznati održivo gospodarenje šumama u Hrvatskoj kao primjer dobre prakse koji treba implementirati na što širem području EU, a hrvatski šumarski stručnjaci i njihov „know – how“ u toj im implementaciji može biti od velike pomoći.

Donositelji odluka na nacionalnoj razini i na razini EU trebali bi i čuti i poslušati glas hrvatske šumarske struke jer naše, hrvatske šume najbolje potvrđuju našu stručnost i

više od dva i pol stoljeća dug i odgovoran odnos prema prirodi.

Stoga se nadam, poštovane dame i gospodo, da će ovaj stručni skup rezultirati donošenjem kvalitetnih zaključaka na dobrobit i daljnji napredak šumarskoga sektora i svih sektora temeljenih na šumi u Republici Hrvatskoj.

Iza organizacije predmetnog stručnoga skupa stoji golem posao i velik broj ljudi koji su taj posao odradili. Ovom prilikom iskreno zahvaljujem svima koji su, na bilo koji način, pridonijeli organizaciji stručnoga skupa: suorganizatorima, predavačima, sudionicima panel-rasprave, moderatorima, članovima Organizacijskoga odbora, članovima Programskoga odbora te svima ostalima uključenima u organizaciju ovoga skupa.

Današnjim okupljanjem u ovako velikom broju, šaljemo poruku podrške organizaciji stručnoga skupa, iskazujemo potporu zaključcima koje ćemo na kraju skupa donijeti i prihvatići, te dajemo motivaciju i poticaj čelnicima dionika u sektoru šumarstva i ostalim sektorima temeljenima na šumi za što uspešnije zastupanje zajedničkih interesa na razini RH i EU.“

Nakon dekana na skup se nakratko uključila kako bi pozdravila sudionike Marijana Petir, predsjednica saborskoga Odbora za poljoprivredu i izaslanica predsjednika Hrvatskoga sabora Gordana Jandrovčića.

U prvom dijelu programa održana su plenarna izlaganja, a prvu prezentaciju pod naslovom „Održivost gospodarenja šumama u odnosu na zahtjeve očuvanja biološke raznolikosti i zaštite prirode“, održao je prof. Jura Čavlović sa Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, koji je predstavio stanje i razvojne značajke šumskih resursa u RH te istaknuo ekonomsku, okolišnu i socijalnu ulogu šuma koje se ostvaruju održivim gospodarenjem. Uzao je i na brojne nelogičnosti koje se pojavljuju u mjerama očuvanja biološke raznolikosti, a koje su u nesuglasju s osnovnim postulatima gospodarenja šumama u Hrvatskoj. Posebno je naglasio da će za uvođenje novih zahtjeva u području zaštite prirode u gospodarenje šumama biti potrebna dodatna edukacija šumarskih stručnjaka kao i definiranje i uspostava sustava financiranja nastalih troškova i gubitaka prihoda.

Na kraju prezentacije svim sudionicima je postavljeno pitanje: je li poznato stanje i posljedice primjene ograničenja proizašlih iz mjera zaštite prirode na šumarstvu u RH, na što je čak 83% odgovorilo kako nije poznato te smatra kako je potrebna detaljna procjena i analiza.

Na drugom pitanju vezanom uz postojeće stanje ekološke mreže i mjera zaštite prirode u RH, čak 78% sudionika se složilo kako je nužno redefiniranje mreže i mjera zaštite.

Prezentaciju pod naslovom „Sektor LULUCF u svijetu EU politike do 2050.“ održala je dr. sc. Nirvana Franković Mi-

helj iz Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost. Tema su klimatske promjene i strategije EU koje se bave s utjecajem klimatskih promjena na ekosustave te važnost poticanja upravitelja šuma na održivo upravljanje šumama na nacionalnoj razini. Napomenula je kako je glavni cilj strategija za buduće vremensko razdoblje pošumljavanje, očuvanje i obnova šuma, kako bi se povećala apsorpcija CO₂, smanjila pojava i širenje šumskih požara te promicalo biogospodarstvo u skladu s ekološkim načelima koja pogoduju biološkoj raznolikosti. Posebno je naglasila da je za povećanje ponora ugljika potrebno drvne proizvode dovesti do visokog stupnja finalizacije jer izvozom poluproizvoda i ogrjeva paralelno dopuštamo da se uvoznici koriste odlivom koji je proizведен u Hrvatskoj.

Nakon predavanja rezultati ankete pokazali su kako se 98% sudionika stručnog skupa slaže kako je potrebno dio sredstava koje RH prikupi od prodaje emisijskih jedinica usmjeriti u provedbu projekata u šumarskom sektoru s ciljem povećanja ponora ugljika.

Na pitanje kakve šume predstavljaju veći ponor ugljika 75% je odgovorilo da su to normalne gospodarske šume, dok 25% sudionika smatra kako su to stare zaštićene šume.

Treću prezentaciju pod naslovom „Šumarstvo i EU fondovi iz hrvatske perspektive“ održao je mr. sc. Goran Gregurović iz Ministarstva poljoprivrede. Kroz prezentaciju je prikazano dosadašnje korištenje EU fondova, Programa ruralnog razvoja RH i Operativnog Programa Konkurentnost i kohezija, koji su važan izvor financiranja razvoja šumarstva i održivog gospodarenja šumama u EU. Među ciljevima šumarstva na nacionalnoj razini koje je spomenuo, nalaze se imovinsko-pravno raščišćavanje i okrupnjavanje privatnih šumoposjeda. Uz to, kao važan cilj naglašena je i optimalna valorizacija općekorisnih funkcija šuma, uspostava održivog kompenzacijskog modela potpora (eng. „Natura payments“), nova zelena radna mjesta u šumarstvu te razvoj urbanog šumarstva. Također je napomenuo važnost učinkovite međusektorske suradnja i zajedničkih projekata s poljoprivredom, energetikom, zaštitom okoliša, zdravstvom i dr.

Iz postavljenog pitanja pokazalo se kako 57% sudionika smatra kako mjere i finansijska sredstva iz EU fondova u finansijskom razdoblju 2014.-2020. namijenjena šumarskom sektoru nisu bili dovoljni, dok 43% smatra kako jesu.

Na drugo pitanje 33% sudionika izjasnilo se kako smatra kako je za naredno finansijsko razdoblje EU najvažniji cilj rješavanje imovinsko-pravnih problema i okrupnjavanje posjeda. Za optimalno vrednovanje općekorisnih funkcija glasalo je 25% sudionika, a za uspostavu održivog kompenzacijskog modela potpora njih 18%, dok najmanji postotak (10%) smatra kako je bitno uložiti u nova zelena radna mjesta u šumarstvu i učinkovitu međusektorsknu suradnju.

U sljedećoj prezentaciji dr. sc. Christian Brawenz iz Saveznog ministarstva poljoprivrede, regija i turizma Republike Austrije predstavio je primjenu Nature 2000 u gospodarenju šumama Republike Austrije, naveo primjer prakse te analizirao problematiku koju određena pravila predstavljaju u gospodarenju šumama. Upoznao je sudionike s problemima koji se pojavljuju u zaštićenim područjima i njihov utjecaj prvenstveno na ruralne krajeve. Posebno je upozorio na činjenicu da imovina i zemljišta u zaštićenim područjima gube vrijednost zbog ograničenja kojima se smanjuju prihodi uslijed pada ekonomskih aktivnosti.

Na pitanje može li se osigurati opskrbu industrije i kućanstva drvom iz obnovljivih izvora energije ako se povećaju površine zaštićenih područja 64% sudionika skupa misli da ne može dok se 34% smatra kako će biti moguće.

Kroz drugo pitanje 64% sudionika smatra da će se odliv CO₂ smanjiti pri povećanju površine zaštićenih područja, dok 36% smatra kako će se odliv povećati.

Na kraju prvog dijela programa mr. sc. Zdenko Bogović iz Hrvatskog saveza udruga privatnih šumovlasnika osvrnuo se na stanje zaštite prirode u šumama RH te ograničenja koja određene zaštite nose kod gospodarenja šumama. Istaknuo je i procjene gubitaka koje ograničenja nose te mogućnosti kompenzacije za njih. Također je napomenuo i važnost komunikacije sa sektorom zaštite prirode pri doноšenju novih zakona i ograničenja. Kao primjer naveo je situaciju u kojoj se na Bioportalu površine jednodobnih šuma koje su u procesu prirodne obnove prikazuju kao degradacijski oblici šikara i živica. Upozorio je i na činjenicu da će smanjenje sjećivog etata imati posljedicu na cijeli lanac vrijednosti u šumarskom sektoru i ostalim, na šumi baziranim sektorima.

Na postavljeno pitanje ograničavaju li se mjere zaštite prirode vlasnike šuma u provedbi održivog gospodarenja, 62% sudionika odgovorilo je kako ograničavaju, 8% kako samo djelomično ograničavaju, dok je 30% sudionika odgovorilo kako smatra da mjere zaštite prirode ne ograničavaju provođenje održivog gospodarenja.

Posljednje pitanje provedene ankete pokazalo je kako 85% sudionika stručnog skupa smatra kako je dosadašnje održivo gospodarenje šumama dovoljno za održavanje visokog nivoa bioraznolikosti bez dodatnih mjera zaštite prirode.

U panel raspravi koju je kao moderator vodio prof. dr. sc. Milan Oršanić sa Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu sudjelovali su:

- Jože Mori, dipl. ing. šum., Zavod za gozdove Republike Slovenije
- doc. dr. sc. Stjepan Šterc, Fakultet hrvatskih studija Sveučilišta u Zagrebu
- mr. sc. Goran Gregurović, Ministarstvo poljoprivrede

- dr. sc. Josip Faletar, Hrvatska gospodarska komora
- mr. sc. Zdenko Bogović, Hrvatski savez udruga privatnih šumovlasnika
- mr. sc. Krešimir Žagar, Hrvatske šume d.o.o.

Na početku je moderator izrazio žaljenje što na skupu nema aktivnih predstavnika iz sektora zaštite prirode, no napomenuo je da je ovo početak i da očekuje da se u narednom razdoblju započne s međusektorskom suradnjom kroz argumentirane rasprave i druge oblike komunikacije. Šumarski sektor i sektor zaštite prirode u konačnici ima isti cilj i dijele mišljenje kako je važno zadržati bioraznolikost i očuvati bogatstvo šuma, bitno je samo uskladiti kako se do toga može doći, za što je potrebno razumijevanje pojma održivo gospodarenje šuma koje uključuje i ekonomski i socijalnu funkciju šuma te suradnja sektora.

S tim stavom složili su se i ostali panelisti. Zdenko Bogović je naznačio da implementacija mjera proizašlih iz Zakona o zaštiti prirode zatvara šume kao jedan od najznačajnijih obnovljivih resursa što će posljedično dovesti do gubitaka radnih mjeseta i depopulacije ruralnih područja.

To je potvrdio i demograf Stjepan Šterc koji je upozorio kako je zemlju pogodio demografski slom jer je prirodan pad stanovništva na razini 16.000 godišnje. Negativnim trendovima svakako pridonosi politika u sektoru zaštite prirode koja donosi niz ograničenja bez prethodne analize posljedica na gospodarstvo i populaciju posebice u ionako osiromašenim krajevima RH (Lika, Gorski kotar, Slavonija).

Krešimir Žagar naglasio je kako će smanjenje etata, uz direktni utjecaj na opseg radova u upravljanju šumama imati i indirektni utjecaj na poduzetništvo u šumarskom sektoru koje obavlja značajan dio radova sječe i privlačenja, transporta i uzgojnih radova u državnim šumama. Josip Faletar istaknuo je problem mogućeg nedostatka sirovine za drvnu industriju koji će uzrokovati smanjenje broja radnih mjeseta, a samim time i negativne gospodarske pokazatelje u cijelom sektoru drvne industrije kao jednoj od vrlo značajnih gospodarskih grana, pogotovo u ruralnim krajevima.

Slična iskustva iznio je i Jože Mori iz Zavoda za gozdove Slovenije, uz opasku da u Sloveniji nisu u praksi provedena ograničenja u gospodarenju šumama, a naknade za ograničenja u gospodarenju šumama su u fazi uvođenja.

Goran Gregurević je rekao da su od strane nadležnih ministarstava prepoznati problemi te da su u pripremi strateški dokumenti koji će uključiti i mjere za ublažavanje po-

sljedica primjene ograničenja uzrokovanih mjerama zaštite prirode.

Na skupu su doneseni slijedeći zaključci koje je iznio dekan Šumarskog fakulteta prof. dr. sc. Tibor Pentek.

1. Održivo i potrajno gospodarenje šumama u Republici Hrvatskoj temelji se na stručnom i odgovornom gospodarenju šumama i šumskim zemljиштima. Takvim se gospodarenjem održava biološka raznolikost, stabilnost šumskoga ekosustava i dostupnost drvne sirovine te optimalno ispunjavanje ekološke, gospodarske i društvene funkcije šuma.
2. Implementacijom mjera zaštite prirode, koje su propisane Zakonom o zaštiti prirode, u šumskogospodarske planove, postavljaju se ograničenja u gospodarenje šumama, što prekida normalno gospodarenje i obnovu šumskoga ekosustava.
3. Među osobito negativnim posljedicama ograničenja gospodarenja šumama, koje nastaju provedbom Zakona o zaštiti prirode, svakako je smanjenje dostupnosti drvne sirovine, zbog čega se smanjuje proizvodnja u šumarstvu i drvnoj industriji te broj radnih mjeseta u ruralnim područjima.
4. Uredba 1305/2013 EU-a predviđa kompenzacijске mjere za vlasnike šuma zbog njihovih gubitaka, dok njome nisu obuhvaćeni povezani gubici u cijelom lancu vrijednosti u šumarstvu i sektorima koji se temelje na šumi i koji su izravno pogodjeni smanjenjem drva na tržištu.
5. Mjere zaštite prirode postavljaju ograničenja u održivom gospodarenju šumama što utječe na smanjenje odliva CO_2 u šumama.
6. Prijeko je potrebno:
 - a. provođenje znanstvene, cjelovite analize stanja i posljedica primjene sadašnjih ograničenja gospodarenja šumama koja nameće Zakon o zaštiti prirode na nacionalnoj razini
 - b. poduzimanje aktivnosti koje su usmjerene smanjenju trenutačnih ograničenja mjera zaštite prirode u šumskim ekosustavima u suglasju s načelima stručno utemeljenoga održivoga i prirodi bliskoga gospodarenja šumama te smanjenju površine šuma pod mjerama zaštite prirode
 - c. hitno pokretanje postupka izrade Nacionalnoga šumarskoga programa i Strategije šumarstva Republike Hrvatske, koji će uključiti sve dionike u šumarstvu i sve sektore koji se temelje na šumi.

DARIO KREMER I KREŠIMIR ČULINOVIĆ DRVEĆE I GRMLJE NACIONALNOG PARKA „PLITVIČKA JEZERA“ SLIKOVNI VODIČ



Prof. dr. sc. Milan Glavaš

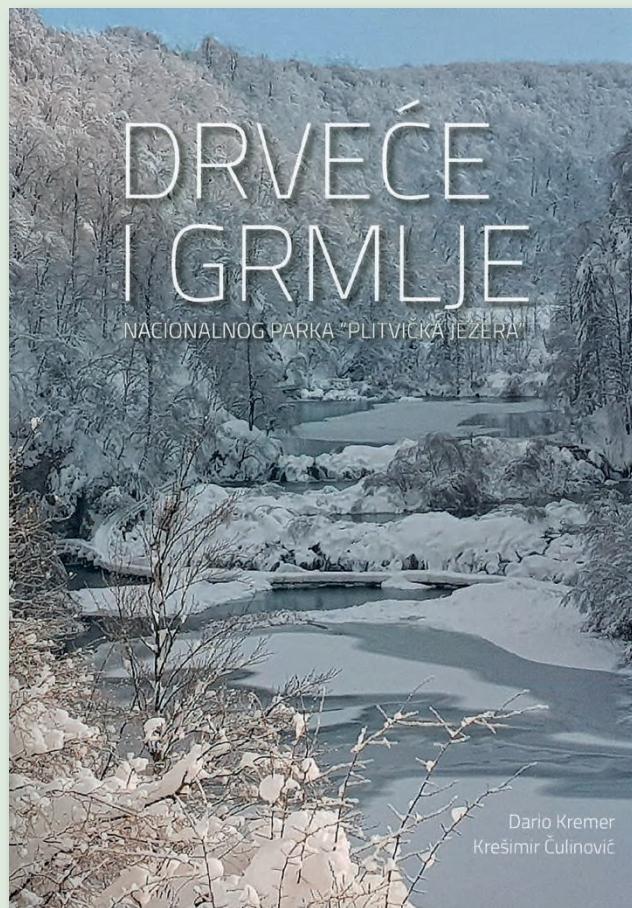
Nakladnik knjige je Javna ustanova Nacionalni park „Plitvička jezera“. Tisak je obavila firma Denona d. o. o, Zagreb, 1919. godine. Knjiga započinje Predgovorom i Zahvalama. Slijedi Uvod (autor je Krešimir Čulinović), pa značajno poglavlje Botanički podatci. Glavni dio knjige je Pregled biljnih vrsta, autor je Dario Kremer, obuhvaća 400 stranica teksta i brojnih fotografija. Nakon toga je navedena literatura, 263 domaća i strana autora. Na kraju je Kazalo latinskih, hrvatskih i engleskih naziva opisanih biljaka. Knjiga završava biografskim podacima o autorima. Ukupno obuhvaća 464 stranice s oko 2300 slika. Slijedi prikaz knjige.

U Predgovoru autori navode što knjiga – vodič predstavlja i kome je namijenjena. Temelj knjige čine brojne fotografije stručni opis pojedinih vrsta. UKazuju na namjeru vodiča posjetiteljima Nacionalnog parka. Objasnjavaju značenje dendrologije i botanike. Na kraju ukazuju na doprinos i namjeru vodiča za važnost biljnog svijeta.

Slijede Zahvale svima, ponajprije Upravi i djelatnicima Nacionalnog parka, zatim pojedincima koji su pomogli pri dvogodišnjem radu na identifikaciji drvenastih biljnih vrsta na području Parka.

Na početku Uvoda je navedeno da je raznovrsnost biljnog svijeta na području Nacionalnog parka velika, s preko 1450 biljnih vrsta, među kojima značajan dio čine drvenaste biljne vrste. UKazuju tko su bili posjetitelji i posebno navodi imena istraživača prirodoslovaca toga područja. Zatim ukazuje na važnost geoloških i klimatskih prilika. Posebno je naglašeno da je najveći ekosustav u Parku šuma koja prekriva gotovo $\frac{3}{4}$ njegove površine. Daju se i drugi podaci. Tekst je popraćen slikama.

Na početku poglavlja Botanički podaci navedeno je da su u knjizi opisane drvenaste vrste koje rastu od prirode ili su unesene na područje Parka. Zatim objašnjavaju što je stablo, grm i polugrm. Navode kako započinje opis svake vrste. Naglašavaju da su opisane biljne vrste grupirane na Domaće i udomaćene i na Unesene biljne vrste. Kod svake grupe najprije su opisane četinjače, a listače su razvrstane u skupine podjednake boje cvjetova. Unutar pojedine skupine biljke su navedeni abecednim redom prema latinskom nazivu vrste. Za svaku opisanu vrstu naveden je njen latin-



ski nazive (i sinonimi), hrvatski naziv (jedan ili više uobičajenih), te engleski naziv i porodica kojoj dotična vrsta pripada. Opis vrste teče sljedećim redom: **habitus, kora, izbojci, pupovi, listovi i plodovi**. Zatim je navedeno **stanište, razmnožavanje, zanimljivosti, rasprostranjenost** i predio Plitvičkih jezera na kojem je vrsta uočena. Navodi pod stavkom **Zanimljivosti** su posebno značajni. Tu je nglasak dat na ljekovita svojstva dotične vrste. Značajno je da su uz opis biljne vrste priloženi grafički znakovi: vrijeme cvatnje, vrijeme dozrijevanja plodova, da li je biljka otrovna, ljekovita medenosna, zakonom zaštićena, osjetljiva, ugrožena i znakovi za spolnost cvijeta. Izuzetno je značajno da je opis svake vrste (jedna stranica) dopunjeno s više fotografija s važnim detaljima za svaku biljku.

Poglavlje PREGLED BILJNIH VRSTA

Autor je Dario Kremer. To je u stvari cijela knjiga, obuhvaća 400 stranica, podijeljena je u dva dijela. O tome se daje nužan prikaz i to grupirano prema boji cvjetova.

Domaće i udomaćene biljne vrste

To je najveći dio knjige, obuhvaća 265 stranica.

Od četinjača u 3 porodice i 5 rodova opisno je 6 vrsta među kojima je 5 ljekovitih i 5 medonosnih.

Skupina **zelenih** cvjetova obuhvaća 11 porodica, 25 rodova i 47 vrsta; 30 ljekovitih, 39 medonosnih, 10 otrovnih.

Skupina **bijelih** cvjetova obuhvaća 11 porodica, 23 roda i 39 vrsta. Najbrojnija je porodica *Rosaceae*. U skupini je 21 ljekovita, 29 medonosnih, 6 otrovno-ljekovitih i preko 20 vrsta čiji su plodovi jestivi.

Skupina **ružičastih i crvenih** cvjetova obuhvaća 11 porodica, 14 rodova i 21 vrstu; ljekovitih 15, medonosnih 18, s jestivim plodovima 8.

Skupina **ljubičastih i plavih** cvjetova obuhvaća 4 porodice, 4 roda i 4 vrste; ljekovite 2, medonosne 3, otrovno-ljekovite 2.

Skupina žutih cvjetova obuhvaća 7 porodica, 10 rodova i 15 vrsta; ljekovite 4, medonosnih 11, otrovno-ljekovite 4, otrovne 4.

U ovoj skupini opisane su 132 vrste.

Unesene vrste

To je drugi po veličini dio knjige, obuhvaća 132 stranice.

Od četinjača u 2 porodice i 10 rodova opisano je 14 vrsta, 11 ljekovitih, 5 medonosnih, 2 ljekovito-otrovne.

Skupina **zelenih** cvjetova obuhvaća 8 porodica, 8 rodova i 12 vrsta; ljekovite 4, medonosnih 7, jestivih plodova 1.

Skupina **bijelih** cvjetova obuhvaća 6 porodica, 11 rodova i 12 vrsta; ljekovite 4, medonosnih 7, otrovna 1, ljekovito-otrovne 3. Po jestivosti plodova važne su 2 vrste.

Skupina **ružičastih i crvenih** cvjetova obuhvaća 8 porodica, 12 rodova i 13 vrsta; ljekovitih 6, medonosnih 3, otrovna 1, otrovno-ljekovite 3.

Skupina **ljubičastih i plavih cvjetova** obuhvaća 4 porodice, 5 rodova i 5 vrsta; ljekovite 2, medonosne 4, ljekovito-otrovna 1.

Skupina **žutih cvjetova** obuhvaća 8 porodica, 9 rodova i 9 vrsta; ljekovitih 3, medonosna 1, otrovna 1, otrovno-ljekovite 3.

U ovoj skupini opisano je 65 vrsta.

Ukupno je u knjizi opisano 197 vrsta, domaćih 132 unesenih 65. Opisane vrste pripadaju u 3 porodice i 9 rodova četinjača i 45 porodica i 102 roda listača. Među svim opisanim biljkama najbrojnija je porodica *Rosaceae* koja obuhvaća 18 rodova i 44 vrste. Slijede je porodice *Fagaceae* (9 rodova i 12 vrsta), *Laminaceae* (5 rodova i 5 vrsta), *Oleaceae* (4 roda i 7 vrsta) i *Salicaceae* (2 roda i 12 vrsta, rod *Salix* je najbrojniji s 10 vrsta).

Zaključno

Ovo je vrijedna knjiga za upoznavanje flore Plitvičkih jezera i svestranih koristi od biljaka. Knjiga može poslužiti svim posjetiteljima, jer upućuje na prepoznavanje biljaka, njihovu važnost i čuvanje. Također može dobro poslužiti stručnjacima i znanstvenicima biološke struke, pogotovo šumarima. Zato je preporučujem za uporabu, a autori zaslužuju svaku pohvalu.



Prof. Anica Mrzljak, dipl. ing. šum. (29. svibnja 1931. – 22. kolovoza 2020.)

Oliver Vlainić, dipl. ing. šum. ispred HŠD ogranka Karlovac

Na karlovačkom rimokatoličkom groblju Dubovac 1. rujna 2020. sahranjena je Anica Mrzljak, diplomirana inženjerka šumarstva i čuvena profesorica Šumarske i drvodjelske škole Karlovac. Epidemiološke mjere uzrokovane epidemijom bolesti COVID-19 uzrokovale su posljednji ispraćaj s maksimalno 50 sudionika sprovoda. Ispred njenih nekadašnjih učenika iz Šumarske škole tužnom skupu obratio se voditelj USP Karlovac Marin Svetić, čiji govor prenosim u cijelosti:

„Draga naša profesorice, u ime brojnih generacija učenika Šumarske škole Karlovac, kao jedan od Vaših đaka, u ovom teškom trenutku oprostit ću se s Vama s nekoliko prigodnih rečenica.

Ana (Anica) Mrzljak, kći Josipa i Janje Babić, rođena je 29. svibnja 1931. u Duboviku pokraj Slavonskog Broda. Osnovnu školu je završila u Gradištu kraj Županje 1942. godine, a gimnaziju u Vinkovcima 1950. godine. Upisala je studij na Šumsko-uzgojnem odsjeku Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu koji je završila 1955. godine. Iste godine 1. svibnja zaposlila se na Šumarskoj školi u Karlovcu. U Karlovcu je zasnovala i obiteljski dom s Ivanom Mrzljak, također šumarskim inženjerom, s kojim je dobila i sina Ladislava.

Stručni ispit za zvanje profesorice srednje stručne škole položila je 1958. godine na Filozofskom fakultetu u Zagrebu. Kao glavne predmete na školi predavala je dendrologiju i zaštitu šuma, a uz to i botaniku, kemiju i ekonomiku. Napisala je nekoliko skripti za potrebe učenika škole. Predavala je i u školi za obrazovanje odraslih. Bila je profesor šumarstva s najdužim stažom na Šumarskoj školi. Osnovala je i upotpunjivala zbirke predložaka iz dendrologije i zaštite šuma.

Povrh toga bila je dugogodišnja voditeljica grupe „Tribina mladih“, a njenim odlaskom grupa je prestala djelovati. „Grupa je okupljala velik broj učenika, koji su s velikim interesom i pozornošću nazočili svake godine nadasve edukativnim i zanimljivim predavanjima i susretima. Godišnje je bilo organizirano 10-15 takvih druženja, a gosti su najčešće bili istaknuti stručnjaci iz različitih područja, kao što su: medicina, šumarstvo, povijest, glazbena kultura, zatim poznati karlovački alpinisti, kao i stručnjaci iz škole.“



Odgajala je i obrazovala 39 generacija učenika, budućih šumarskih tehničara, i time dala značajan doprinos hrvatskom šumarstvu. U zaslужenu mirovinu otišla je 31. kolovoza 1993.

Bila je članica Šumarskog kluba Karlovac, kasnije karlovačkog ogranka Hrvatskoga šumarskog društva, a 1956.-57. godine i tajnica kluba.

Nakon duge i teške bolesti preminula je u Karlovcu 22. kolovoza 2020.

Moram naglasiti da ste nama učenicima bili i autoritet i uzor. S velikim zanimanjem upijali smo i pamtili svaku Vašu rečenicu, svaku karakteristiku pojedine šumske vrste s kojom ste nas upoznavali: „Klinastu bazu lista ima hrast kitnjak, a uškastu lužnjak.“, „Češer jele stoji uspravno, a smrekov visi.....“, „Ivane, ne idi kući u Slavoniju za veliki vikend, jer ćeš sve naučeno zaboraviti do ponedjeljka.“, „Marine, prije odlaska na nogomet ponovi vrste u makiji i garigu“.

Bili ste nam sve godine školovanja i puno više od profesorce dendrologije i zaštite šuma, oprostite nam za sve naše đačke nestasluke, i veliko Vam hvala na svemu pruženom u stručnom i nadasve ljudskom i roditeljskom pristupu.

Vaša konstatacija da su „ljudi gusto posijani, a rijetko nikli“ je svevremenska.

Izražavam duboku sućut suprugu Ivanu, sinu Ladislavu, snahi Jasni, unuci Maji i ostaloj tugujućoj rodbini. Čuvala Vas laka hrvatska zemlja i počivali u miru.“

U ime Šumarske i drvodjelske škole Karlovac posljednji pozdrav uputila je pedagoginja škole prof. Mirna Korkut.

Tomislav Rukavina, dipl. ing. šum.

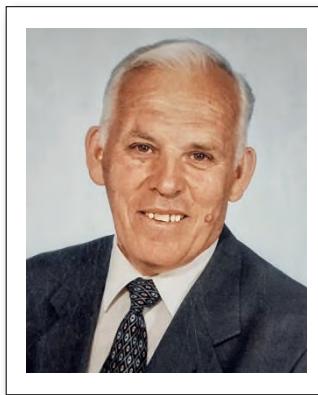
(6. lipnja 1936. – 24. lipnja 2020.)

Mr. sp. Mandica Dasović, dipl. ing. šum.

Još jedan kolega iz stare garde ličkih šumara napustio nas je početkom ljeta 2020. godine. Srce Tomislava Rukavine prestalo je kucati 24. lipnja u 85. godini, a posljednjem ispraćaju na gospićkom gradskom groblju Sv. Marije Magdalene, bio je 26. lipnja 2020.

Životni put kolege Tomislava započeo je 6. lipnja 1936. u Gospicu. Roditelji, otac Nikola i majka Antonija Marija, rođ. Alić, preminuli su nažalost već 1950. godine i ostavili Tomislava s četvero braće i trima sestrama još nezbrinute. Ipak školovanje nije zapustio, u čemu mu je pomagala preostala obitelj. U rodnom gradu završio je osnovnu školu i gimnaziju maturiravši 1956. godine. Nakon toga u Zagrebu je upisao Poljoprivredno-šumarski fakultet, studirao na Šumsko-gospodarskom odsjeku Šumarskog odjela. Apsolvirao je akademске godine 1959./60., a diplomirao 19. ožujka 1962. na osamostaljenom Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na Šumsko-gospodarskom odsjeku. Nakon odsluženja vojnog roka prvo zaposlenje dobio je u Šumskom gospodarstvu Gospic 15. svibnja 1963. Pripravnicički staž odradio je u Odjelu za uređivanje šuma. S 1. ožujkom 1965. postao je prvi upravitelj novoosnovanog Pogona za plantažiranje s rasadničkom proizvodnjom za pošumljavanje ličkih vriština i bujadnica. I nakon pripajanja pogona Šumariji Gospic, nastavio je rad na istim ili sličnim poslovima ostavivši iza sebe brojne novo pošumljene površine. Od 1970. do osnutka Hrvatskih šuma 1991. obavlja poslove referenta za uzgoj, rukovodioca rasadničarske proizvodnje i plantaže te referenta za tehničku pripremu rada i normiranje u RO Šumarstvo na kršu Gospic.

Osnutkom Hrvatskih šuma i Uprave šuma Gospic 1991. godine dobiva novi posao u Stručnim službama na mjestu stručnog suradnika za uzgoj i zaštitu šuma te lovstvo, a zatim suradnika za ekologiju i zaštitu šuma. Najveći doseg, a i satisfakcija, bilo je imenovanje upraviteljem Uprave šuma Gospic 1. svibnja 1996. Na toj dužnosti proveo je dvije godine do 15. srpnja 1998. te je dao svoj obol u teškim godinama ponovnog kadrovskog i materijalnog stvaranja Uprave šuma Gospic, nakon povratka na oslobođena područja završetkom Domovinskog rata. U mirovinu odlazi



13. svibnja 1999., a umirovljeničke dane provodi u svom rodnom Gospicu.

U sedamdesetim godinama 20. stoljeća obilježio ga je hrvatski zanos, ali to je utjecalo na etiketiranje kao hrvatskoga nacionalista te tegobnije življenje do početka devedesetih i osamostaljenja Republike Hrvatske. U vrijeme Domovinskog rata svoj obol dao je radom u civilnim službama.

Rani gubitak roditelja formirao ga je kao osobu, a svoje neproživljeno bezbrižno djetinjstvo svesrdno je omogućio mlađim naraštajima svoje bliže i šire obitelji dajući im dobrotu, blagost i ljubav.

Druželjubiv i sklon da svoje bogato iskustvo prenosi na mlađe kolege zadužio je i Uredništvo Hrvatsko-šumarskoga životopisnog leksikona, pruživši mu vrijedne podatke o ličkim šumarima. Brojni šumarski znanstvenici i stručnjaci rado su se s njim družili.

Bio je član Matice Hrvatske i Hrvatskoga šumarskog društva. Pamtimmo naše druženje na Rokovo 2017. godine prilikom obilježavanja 140 godina osnutka Šumarije Sveti Rok. Poslovno-stambena zgrada šumarije, uništena 1991. godine, obnovljena je i puštena u funkciju 1997. godine upravo za vrijeme kolege Tomislava Rukavine kao upravitelja Uprave šuma Gospic.

Dragi kolega Tomislave hvala ti za sve što si u životu učinio u ljudskom i stručnom smislu. Neka ti je laka hrvatska gruda koju si tako jako volio.

VIKTOR LOCHERT, dipl. ing. šum. (1940.-2020.)

Prof. dr. sc. Milan Glavaš

Viktor Lochert je rođen u Zagrebu 25. 12. 1940. godine, a preminuo također u Zagrebu 30. 9. 2020. godine. Njegovi roditelji Rudolf i Štefica, rođena Barić, bili su intelektualci. Viktor je u Zagrebu završio osnovnu školu i gimnaziju 1959. godine. U školi za strane jezike u Zagrebu učio je njemački i engleski jezik, što mu je kasnije bilo od velike koristi.

Viktor Lochert spada u prvu generaciju studenata kada je Šumarski fakultet u Zagrebu postao samostalan 1960. godine. Zanimljivo je da je on u toj generaciji na prvom mjestu popisa studenata s indeksom broj 1. Kasnije je u životu bio na mnogim prvim mjestima. Diplomirao je na Šumsko-gospodarskom odsjeku 1966. godine. Slijede zaposlenja u Hrvatskoj i Njemačkoj.

Prvo radno mjesto kao tehničkog suradnika bilo mu je na Katedri za šumsku genetiku i dendrologiju na matičnom fakultetu, gdje je radio od 1966. do 1967. godine. Nakon odsluženja vojnog roka zapošljava se u Šumskom gospodarstvu Buzet, gdje radi od 1969. do 1974. godine. Od 1972. godine nadalje bio je upravitelj šumarije Labin.

Životni preokret Viktora Locherta nastupio je 1974. godine kada se zaposlio u Njemačkoj u Hamburgu kod tvrtke Krämer kao voditelj gradilišta (djecjeg igrališta). Posebno je značajno da je od 1975. do 1997. godine radio u Nürnbergu u Uredu za zelenilo grada. U tom Uredu je obavljao poslove nadzora izgradnje javnog zelenila i sportskih objekata, a od 1979. do 1997. godine rukovodio je odjelom za njegu i održavanje ukupnog zelenila grada Nürnbergra.

Upravo za vrijeme rada u Nürnbergu kolega Lochert je stekao izuzetna stručna znanja i primjenjivao ih u gradovima u Njemačkoj i Hrvatskoj. U samom početku rada upoznao je vrlo uvažene stručnjake s kojima je surađivao u Njemačkoj, Hrvatskoj i mnogim mjestima u svijetu. To ukazuje na ljudsku i stručnu kvalitetu kolege Locherta.

Kao vrstan stručnjak sudjelovao je na međunarodnim seminarima i kongresima. Za nas je od posebnog značaja kada je 1987. godine na njegovu inicijativu održan međunarodni seminar (savjetovanje) Njega i zaštita drveća u naseljenim prostorima. Seminar je održan u Zagrebu, a nositelji su bili Šumarski fakultet i JP „Zrinjevac“. Tada je kolega Lochert radio u Nürnbergu u gradskoj upravi i to u Uredu za zelene površine u kojem je rukovodio



Odjelom za održavanje gradskog zelenila. Seminaru su prisustvovali brojni domaći stručnjaci i stručnjaci iz Njemačke, predstavnici Svjetskog udruženja za njegu i zaštitu stabala i vlasnici firmi za njegu stabala u Njemačkoj. Na seminaru su izneseni brojni stručni elementi, a na području Zrinjevca pokazana je praktična obrada stabala. Upravo na tom seminaru začeta je ideja za osnivanje Hrvatske udruge za arborikulturu (HUA), koja je osnovana na Brijunima 2003. godine, a on je kao inicijator nazočio osnivanju. Viktor Lochert je u toj udruzi bio vrlo aktivan i kao takav postao je njen počasni predsjednik 2013. godine. Zbog iznimnog doprinosa zaslужan je za razvoj arborikulture u Hrvatskoj. Bio je sudionik svih aktivnosti HUA-e, organizator edukacija i promocija HUA-e u zemlji i inozemstvu. Doprino je razvoju udruge i struke. Surađivao je s inozemstvom, a posebno treba navesti suradnju s Europskim vijećem za arborikulturu (European Arboricultural Council – EAC). Također je osnivač Sekcije za urbano šumarstvo Hrvatskog šumarskog društva. Član je Hrvatskog hortikulturnog društva i Fränkische Gartenbaugesellschaft.

Sredinom 90-ih godina prošlog stoljeća organizirane su aktivnosti njegove stabala u urbanim prostorima. Pokretači toga bili su Viktor Lochert, domaći znanstvenici i stručnjaci iz Nürnbergra. Sljedećih godina sanirana su oštećenja brojnih stabala diljem Hrvatske. Za nas je značajno i to da je kolega Lochert 1995. godine bio suiniciator i sudionik radova na ispitivanju i sanaciji soliternih stabala u Zadru i okolicama. Spašavao je tzv. Hajdukovu murvu u Splitu i Napoleonovu platanu u Trstenom.

Posljednjih nekoliko godina prije odlaska u mirovinu 2006. godine bio je savjetnik glavnog direktora Ureda za zelenilo grada Nürnberga. Radio je i samostalno, posebno nakon odlaska u mirovinu. Kao savjetnik za njegu stabala i voditelj tečajeva urbanog šumarstva, posebno ETW edukacija, najviše kroz tvrtku Stablosan d.o.o. čiji su vlasnici bili Viktor Lechert i njemački kolega Bodo Siegert, koji je vrlo mnogo doprinio sanaciji oštećenih stabala u Hrvatskoj.

Za svaku je pohvalu da je bio inicijator uzgoja tulipana Croatia, 1992.-1993. godine, kojeg je uzgajila grupa stručnjaka iz Europe u suradnji s prijateljem Pieterom Hopmanom iz Hillegoma iz Nizozemske. Taj tulipan u svome cvijetu ima crvenu, bijelu i plavu boju.

Kao projektant, savjetnik ili kao Nadzor bio je uključen u projekte širom Europe, pa i izvan nje, kao npr. u Tadžikistanu gdje je boravio u tri navrata nadzirući projekt ozeleđivanja parka predsjedničke palače u Dušanbeu.

U oproštajnom govoru generacijski kolega Ante Ledić je za njega iznio vrlo značajne činjenice. Istaknuo je da je Viktor bio izuzetan čovjek, obdaren mnogim krijeponstima. Sve što je radio radio je zdušno i s ljubavlju. Imao je neizmjernu ljubav prema svojoj obitelji, domovini i svakom čovjeku. Ljubav je dijelio svima s kojima je dolazio u kontakt i potome je bio prepoznatljiv i cijenen. U struci je ostavio duboke korijene u organizaciji Floraarta, u Hrvatskoj udruzi za arborikulturu i Sekciji urbanog šumarstva pri hrvatskom šumarskom društvu, gdje će ostati jedan velik, neizbrisiv trag u njegovim djelima. Ledić je na kraju zaželio da njegova djela svima budu svjetiljka koja će osvijetliti put kojim ćemo ići u pravom smjeru.

Viktor Lochert je održavao svoj poziv i borio se s njime, posebno s urbanim šumarstvom, sve do zadnjih dana. Viktor je radio za opće dobro.

Njegova djela će služiti budućim generacijama. Hvala mu i neka počiva u miru.

Dr. sc. STEVO ORLIĆ (1934. – 2020.)

Dr. sc. Sanja Perić

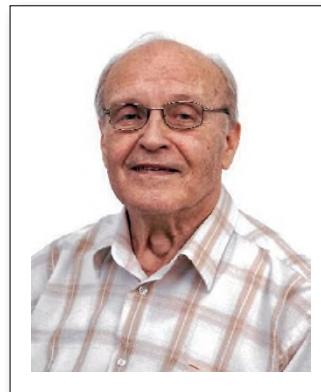
S velikom tugom u srcu i posebnim poštovanjem oprštamo se od prijatelja, kolege, umirovljenog znanstvenog savjetnika u trajnom zvanju, gospodina dr. sc. Steve Orlića.

Dana 25. studenog 2020. godine napustio nas je naš dragi prijatelj, kolega i znanstvenik. Ispraćaj dragoga nam kolege obavljen je na Gradskom groblju Mirogoj. Zbog teške epidemiološke situacije u kojoj se nalazimo, naš dragi kolega ispraćen je u krugu obitelji inekolicine prijatelja, na isti način kako je i živio, samozatajno i tiho, ali uz veliku ljubav.

Dr. sc. Stevo Orlić rođen je 15. studenog 1934. godine u Brinju. Osnovnu školu završio je u Brinju 1950. godine, a Srednju šumarsku školu u Karlovcu 1955. godine. Kao šumarski tehničar radio je u šumarijama Crikvenica i Brinje. Od šumarije Brinje dobio je stipendiju za studij šumarstva, koji je i upisao školske godine 1956./57. na Poljoprivredno šumarskom fakultetu u Zagrebu, na kojemu je apsolvirao. Diplomirao je na već osamostaljenom Šumarskom fakultetu u Zagrebu 1961. godine. Nakon završetka studija zaposlio se u Šumskom gospodarstvu Ogulin kao referent za uzgoj i zaštitu šuma.

Godine 1963. primljen je u radni odnos u tadašnjem Zavodu za četinjače, Jastrebarsko, koji se tijekom godina povezao s drugim institucijama iz kojih je formiran i današnji Hrvatski šumarski institut. Tijekom rada u Institutu upisao je poslijediplomski studij 1964. godine na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu iz područja silvikulture, gdje je magistrirao 1971. godine te doktorirao 1986. godine. Nakon doktorata svojim aktivnim znanstveno-istraživačkim radom napredovao je u znanstvenim zvanjima, od znanstvenog suradnika (1975. godine) do znanstvenog savjetnika (1991. godine). Njegova ljubav i predanost prema šumarskoj znanosti, ali i iznimna znanstvena kvaliteta prepoznata je već vrlo rano u njegovoj znanstvenoj karijeri. Na temelju toga dobiva stipendiju najstarijeg i prestižnog sveučilišta u Sjedinjenim Američkim Državama, Sveučilišta Harvard te boravi studijsku godinu 1970./1971. u znanstvenom usavršavanju u Sjedinjenim Američkim Državama.

Znanstveni i stručni opus dr. sc. Steve Orlića bilježi preko 100 znanstvenih i stručnih radova iz područja uzbujanja šuma objavljenih u nacionalnim i međunarodnim znanstvenim časopisima. Evidentirano je više od 150 projekata,



elaborata i ekspertiza koje je izradio za potrebe hrvatske šumarske prakse.

Njegov doprinos hrvatskoj šumarskoj znanosti i praksi očituje se kroz istraživanja šumskih kultura crnogoričnih vrsta šumskog drveća; od osnivanja šumskih kultura i analize produktivnosti pojedinih tala; preko izbora adekvatnih vrsta šumskog drveća; istraživanja produktivnosti i adaptabilnosti domaćih i stranih vrsta crnogorice u komparativnim pokusima; rasadničke proizvodnje šumskih sadnica i praćenja njihovog uspijevanja nakon presadnje na teren, do istraživanja uzgojnih zahvata njege u šumskim kulturama.

Posebno se ističe i dugogodišnje zalaganje dr. sc. Orlića u prijenosu znanja znanstvenoj i stručnoj javnosti tijekom brojnih domaćih i međunarodnih znanstvenih i stručnih savjetovana na kojima je sudjelovao, ali i mnogim generacijama studenata šumarskog smjera na Šumarskom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom održavanja terenske nastave na pokusnim objektima koje je i sam osnovao i istraživao, studentima je nesobično prenosio svoje znanje, ali i strast i ljubav prema šumarskoj struci. Znanstveni objekti koje je osnovao nalaze se diljem Hrvatske, od Durđutovice u Slavoniji (Uprava šuma podružnica Vinkovci), Mikleuške u Kutini, Slatkog potoka u Bjelovaru (Veliki Grđevac), Breznika i Gajna u Jastrebarskom, Zelendvora u Varaždinu, Lokvi u Karlovcu (Bosiljevo), Roga u Delnicama, Kontije u Istri, niza lokacija oko Josipdola i Ogulina te Medak, Žitnik, Mušaluk i Laudonov Gaj u Upravi šuma podružnici Gospic. Njegov trud i predanost, a napose znanstvena kvaliteta rezultirali su međunarodno priznatim

znanstvenim i stručnim rezultatima, a napose brojnim osnovanim pokusnim plohamama kojima je zadužio hrvatsku znanost. Tako su komparativni pokusi provenijencija autohtonih i alohtonih šumskih vrsta drveća, zbog dugog monitoringa koji traje već preko pet desetljeća te visoke stručnosti i detaljnosti koje je dr. sc. Orlić poklonio u samome osnivanju, prepoznati u međunarodnoj znanstvenoj zajednici te plijene osobitu pozornost i interes znanstvenika u uvjetima promjene areala vrsta i klimatskih promjena.

Znanje i iskustvo dr. sc. Steve Orlića posebno je cijenjeno te je kao znanstvenik bio član u mnogim povjerenstvima diplomskih i magistarskih radova te doktorskih disertacija. U Hrvatskom šumarskom društvu obnašao je različite dužnosti, od kojih se ističu mjesto Predsjednika Znanstvenog vijeća, predstojnika Zavoda za ekologiju i uzgajanje šuma te 10-godišnjeg glavnog urednika časopisa Radovi. Dr. sc. Stevo Orlić također je bio dugogodišnji član Uredničkog odbora Šumarskog lista – znanstveno-stručnog i staleškog glasila Hrvatskog šumarskog društva iz područja šumskih

kultura. Bio je i član Hrvatskog šumarskog društva, Hrvatskog ekološkog društva, Hrvatskog biološkog društva te međunarodne znanstveno-stručne organizacije IUFRO.

Dr. sc. Stevu Orliću pamtit ćeemo na Hrvatskom šumarskom institutu i u širim šumarskim krugovima kao samozatajnog, mirnog, ali susretljivog kolegu, blage naravi, koji je svoja znanja rado i nesebično dijelio s mlađim kolegama.

S osobitim poštovanjem i zahvalnošću pozdravljamo se s Vama, dragi dr. sc. Orliću, u ime svih djelatnika Hrvatskog šumarskog instituta, umirovljenih znanstvenika s kojima ste proveli veći dio svojega radnoga vijeka, kolega znanstvenika sa Šumarskog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu, kolega iz šumarske operative Hrvatskih šuma d. o. o. i Hrvatskog šumarskog društva koji nisu bili u mogućnosti ispratiti Vas onako kako bi oni to željeli. Na samome kraju oprštamo se i ja s Vama, dragi moj šefe i mentore! Hvala na svemu!

Počivao u miru Božjem!



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, obnavlja 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.

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 obljetnicama, 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 objavljivanja 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 elekroničkom adresom (E-mail). Stranice treba obrojati.

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 poglavlja, Naslov knjige, Izdavač, str.–str., Grad

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

Disertacije i magistarski 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. Habitus prave datulje.

■ Figure 1. Date palm habit.



Slika 3. Plodne metlice su viseće, do 1,8 m dugačke.

■ Figure 3. Fruit clusters are up to 1.8 m long and nodding.



Slika 2. Listovi su 5–6 m dugački, sivkastozeleni, sastavljeni od brojnih liski V-oblika.

■ Figure 2. Leaves are 5–6 m long, greyish-green, containing numerous V-shaped leaflets.



Slika 4. Plodovi su elipsoidni, 4–7 cm dugački, narančasti, crvenkastosmeđi ili žućkastosmeđi, zoohorni; mezokarp je debeo, mesnat, sladak i jestiv.

■ Figure 4. Fruits are ellipsoid, 4–7 cm long, orange, reddish-brown or yellowish-brown, zoochorous; mesocarp is thick, fleshy, sweet and edible.

***Phoenix dactylifera* L. – prava datulja, datulja (Arecaceae)**

Prava datulja je 15–25 (–35) m visoka palma, s jednom uspravnom stabljikom promjera oko 1 m. Na vrhu stabljike nalazi se rozeta brojnih, dugačkih, perasto sastavljenih listova. Cvjetovi su dvodomni, anemofilni, sitni, žućkastobijeli, skupljeni u višecvjetne metlice sastavljene od klasova. Ženski cvjetovi se u uzgoju umjetno oprasaju. Plodovi su jednosjeme bobe. U sušnim područjima Bliskog istoka i sjeverne Afrike datulja je jedna od najvažnijih voćnih vrsta i jedna od prvih vrsta udomaćenih radi dobivanja plodova. U Sredozemlju, sumpropskim i sušnim tropskim područjima širom svijeta često je sađena vrsta za dobivanje plodova, kao i ukrasna biljka. Prema staroj arapskoj izreci "datulja živi s nogama u vodi i glavom u planjem nebu". U Hrvatskoj prava datulja raste u južnoj Dalmaciji, ali nije tako često prisutna ukrasna palma. Datulja ima više od 3.000 kultivara, od kojih su na tržištu najtraženiji 'Medjool', 'Deglet Noor' i 'Barhi'.

***Phoenix dactylifera* L. – Date Palm, Date (Arecaceae)**

Date palm grows 15–25(–35) m tall, with solitary, erect stem about 1 m in diameter. The stem is topped with a rosette of numerous, long, pinnately compound leaves. Flowers are dioecious, anemophilous, small, yellowish-white, arranged in many-flowered panicles of spikes. Under cultivation the female flowers are artificially pollinated. Fruits are single-seeded berries. Date palm is one of the most important and one of the first fruit crops to be domesticated in the arid regions of the Middle East and North Africa. It is widely grown for its fruits and as an ornamental plant in the Mediterranean, subtropical and dry tropical areas. According to an old Arabic adage "date palm lives with its feet in water and its head in the fire of the sky". Date palm is an ornamental species in southern Dalmatia (Croatia), but not very common. There are more than 3,000 date cultivars, three of which are mostly required on the market: 'Medjool', 'Deglet Noor' and 'Barhi'.