

TOPOLA

POPLAR

2017 (MMXVII)

NOVI SAD

N° 199/200

ISSN 0563-9034

Izdavač

INSTITUT ZA NIZIJSKO ŠUMARSTVO I ŽIVOTNU SREDINU

Redakcioni odbor

Prof. dr Saša Orlović, Dr Zoran Galić, Dr Branislav Kovačević, Dr Vladislava Galović, Dr Siniša Andrašev, Dr Saša Pekeč, Dr Verica Vasić, Dr Milan Drekic, Dr Predrag Pap, Dr Andrej Pilipović, Dr Miroslav Marković, Dr Bratislav Matović, Dr Mirjana Stevanov, Dr Srđan Stojnić, Dr Marina Katanić, Dr Dejan B Stojanović, Dr Leopold Poljaković-Pajnik, Dr Marko Keber, Dr Dejan V Stojanović, Dr Milica Zlatković

Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad

Dr Sc. Hojka Kraigher - Slovenian Forestry Institute, Ljubljana, Slovenia

Assoc. Prof. Dr. Iantcho Naidenov - Forest Protection Station, Sofia, Bulgaria

Dr. Károly Rédei - Forest Research Institute (ERTI), Budapest, Hungary

Glavni i odgovorni urednik

Prof. dr Saša Orlović

Glavni urednik

Dr Branislav Kovačević

Tehnički urednik

Dr Leopold Poljaković-Pajnik

UDK klasifikacija

Matica srpska, Novi Sad

Štampa

Štamparija "DIV print" – Sremski Karlovci

Uredništvo i administracija: Novi Sad, Antona Čehova 13, telefon: +381 21 540 383,
+381 21 540 384, Fax +381 21 540 385, Tekući račun: NLB banka a.d. 310-15276-72.
Časopis izlazi dva puta godišnje

SADRŽAJ
CONTENT

Zoran Galić, Zoran Novčić, Radenko Ponjarac, Alen Kiš, Vasić Sreten

KARAKTERISTIKE ZEMLJIŠTA U GJ MUŽLJANSKI RIT

Zoran Galić, Zoran Novčić, Radenko Ponjarac, Alen Kiš, Vasić Sreten

SOIL TYPES IN MANAGEMENT UNIT MUZLJANSKI RIT

5

Саша Пекеч, Саша Орловић, Марина Катанић, Срђан Стојнић, Милан Дрекић
ФЕНОЛОШКА ОСМАТРАЊА ХРАСТА КИТЊАКА (*Quercus petrea* Matt/Liebl.) И ХРАСТА ЛУЖЊАКА (*Quercus robur* L.) НА ПОДРУЧЈУ ВОЈВОДИНЕ

Saša Pekeč, Saša Orlović, Marina Katanić, Srđan Stojnić, Milan Drekić

*PHENOLOGICAL OBSERVATIONS OF SESSILE OAK (*Quercus petrea* Matt/Liebl.) AND PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.) IN THE AREA OF VOJVODINA*

11

Дејан Кеврешан, Миђана Стеванов

УРБАНЕ ЗЕЛЕНЕ ПОВРШИНЕ: БИОДИВЕРЗИТЕТ У ДИЗАЈНИРАНИМ ПАРКОВСКИМ ПРОСТОРИМА НА ПРИМЕРУ ГРАДА ЗРЕЊАНИНА

Dejan Kevrešan, Mirjana Stevanov

URBAN GREEN SPACES: BIODIVERSITY IN DESIGNED CITY PARKS ON THE EXAMPLE OF ZRENJANIN (SERBIA)

21

Zoran Galić, Radenko Ponjarac, Alen Kiš, Zoran Novčić, Sreten Vasić

ТИПОVI ŠUMA U GJ MUŽLJANSKI RIT

Zoran Galić, Radenko Ponjarac, Alen Kiš, Zoran Novčić, Sreten Vasić

FOREST TYPES IN MANAGEMENT UNIT MUZLJANSKI RIT

35

Milan Drekić

PRILOG PROUČAVANJU MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA JASENOVOG SURLAŠA

Milan Drekeć

CONTRIBUTION TO STUDY OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF ASH WEEVIL

45

Milica Zlatković

BOTRYOSPHAERIACEAE-PROUZROKOVAČI RAKA I VASKULARNOG SUŠENJA ČETINARSKOG DRVEĆA I ŽBUNJA U URBANIM SREDINAMA U SRBIJI

Milica Zlatković

BOTRYOSPHAERIACEAE SPECIES ASSOCIATED WITH CANKER AND DIE-BACK DISEASE OF CONIFERS IN URBAN ENVIRONMENTS IN SERBIA

55

Siniša Andrašev, Martin Bobinac, Saša Pekeč, Ranko Sarić

KARAKTERISTIKE PROREDE U ZASADU TOPOLE KLONA I-214 SREDNJE GUSTINE 13 GODINA NAKON OSNIVANJA

Siniša Andrašev, Martin Bobinac, Saša Pekeč, Ranko Sarić

THINNING CHARACTERISTICS IN PLANTATION OF POPLAR SEMI-DENSE I-214 IN 13TH YEAR AFTER ESTABLISHMENT

77

Erna Vaštag, Saša Orlović, Srđan Stojnić, Tamaš Vaštag, Mirjana Bojović
VARIJABILNOST MORFOLOŠKIH OSOBINA PLODA HRASTA LUŽNJAKA
(*QUERCUS ROBUR* L.) IZ NOVOG SADA

Erna Vaštag, Saša Orlović, Srđan Stojnić, Tamaš Vaštag, Mirjana Bojović
VARIABILITY OF THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PEDUNCULATE
OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) FRUITS FROM NOVI SAD

95

Milivoj Stojanović, Saša Pekeč

PROIZVODNJA ŠUMSKOG SADNOG MATERIJALA U RASADNICIMA
JAVNOG VODOPRIVREDNOG PREDUZEĆA „VODE VOJVODINE“

Milivoj Stojanović, Saša Pekeč

PRODUCTION OF FOREST SEEDLING MATERIAL IN THE NURSERIES OF PUBLIC
WATER MANAGEMENT COMPANY “VODE VOJVODINE”

107

Предраг Пап, Милан Дрекић, Леополд Польаковић-Пајник, Мирослав
Марковић, Верица Васић, Дејан В. Стојановић
ПРОБЛЕМИ ЗАШТИТЕ ШУМА НА ТЕРИТОРИИ ВОЈВОДИНЕ У 2017.
ГОДИНИ

Predrag Pap, Milan Drekić, Leopold Poljaković-Pajnik, Miroslav Marković, Verica Vasić,
Dejan V. Stojanović
FOREST HEALTH IN VOJVODINA IN 2017

117

Stefan Stjepanović, Bratislav Matović, Dejan B. Stojanović, Tom Levanić, Saša
Orlović, Lazar Kesić, Lazar Pavlović

UTICAJ SUŠNIH GODINA NA ŠIRINU GODOVA EVROPSKE BUKVE
(*FAGUS SYLVATICA* L.) U ZAPADNOJ REPUBLICI SRPSKOJ

Stefan Stjepanović, Bratislav Matović, Dejan B. Stojanović, Tom Levanić, Saša Orlović,
Lazar Kesić, Lazar Pavlović

INFLUENCE OF DRY YEARS ON WIDTH OF TREE RINGS OF EUROPEAN BEECH
(*FAGUS SYLVATICA* L.) IN THE WESTERN REPUBLIC OF SRPSKA

141

Vanja Vuksanović, Branislav Kovačević, Saša Orlović, Dragana Miladinović,
Marko Kebert, Marina Katanić

PROMENE pH VREDNOSTI PODLOGE PRILIKOM MIKROPROPAGACIJE
BELE TOPOLE

Vanja Vuksanović, Branislav Kovačević, Saša Orlović, Dragana Miladinović, Marko Kebert,
Marina Katanić

CHANGES IN MEDIUM pH DURING WHITE POPLAR MICROPROPAGATION

153

Lazar Pavlović, Dejan B. Stojanović, Milena Kresoja, Stefan Stjepanović, Saša
Orlović, Mirjana Bojović

RAZVOJ MODELA POTENCIJALNE DISTRIBUCIJE VRSTA POMOĆU
METODA MAŠINSKOG UČENJA

Lazar Pavlović, Dejan B. Stojanović, Milena Kresoja, Stefan Stjepanović, Saša Orlović,
Mirjana Bojović

DEVELOPMENT OF A SPECIES DISTRIBUTION MODEL USING MACHINE LEARNING
METHODS

167

Marina Katanić, Miroslav Marković, Predrag Pap, Milica Zlatković, Saša Pekeč,
Branislav Kovačević

BIOLOGIJA I UZGOJ TARTUFA U SVETU I SRBIJI

*Marina Katanić, Miroslav Marković, Predrag Pap, Milica Zlatković, Saša Pekeč, Branislav
Kovačević*

BIOLOGY AND CULTIVATION OF TRUFFLES IN THE WORLD AND SERBIA

177

Mirjana Bojović, Nataša Nikolić, Milan Borišev, Slobodanka Pajević, Rita Horák,
Lazar Pavlović, Erna Vaštag

**UTICAJ SUŠE I OPORAVKA NA PARAMETRE RAZMENE GASOVA KOD
POPULACIJA HRASTA LUŽNJAKA GAJENIH U POLU-KONTROLISANIM
USLOVIMA**

*Mirjana Bojović, Nataša Nikolić, Milan Borišev, Slobodanka Pajević, Rita Horák, Lazar
Pavlović, Erna Vaštag*

**THE EFFECT OF DROUGHT STRESS AND RECOVERY ON PEDUNCULATE OAK
POPULATIONS GROWN IN SEMI-CONTROLLED CONDITIONS THE**

193

UDK: 631.445(497.113 Mužlja)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

KARAKTERISTIKE ZEMLJIŠTA U GJ MUŽLJANSKI RIT

Zoran Galić¹, Zoran Novčić¹, Radenko Ponjarac², Alen Kiš³, Sreten Vasić¹

Izvod: U radu je izvršena analiza rasprostranjenosti različitih sistematskih jedinica zemljišta i osobina zemljišta u GJ Mužljanski rit. Najzastupljeniji tip zemljišta u GJ Mužljanski rit je ritska crnica. Osim navedene sistematske jedinice zemljišta u GJ Mužljanski rit su zastupljene i sistematske jedinice černozem oglejani (livadska crnica) i močvarno glejno zemljište.

Ključne reči: Mužljanski rit, ritska crnica, livadska crnica, močvarno glejno zemljište

SOIL TYPES IN MANAGEMENT UNIT MUZLJANSKI RIT

Abstract: The paper analyzes the spatial distribution of different soil systematic units and soil properties in MU Muzljanski rit. The most common soil type is riparian black soil. In MU Muzljanski rit we detect gley and meadow black soil.

Keywords: Muzljanski rit, riparian black soil, meadow black soil, gley soils

UVOD

Zemljišta pored ravnicaških reka u Vojvodini se mogu svrstati u tri reda zemljišta: automorfni, hidromorfni i halomorfni (Klasifikacija zemljišta Jugoslavije - Škorić et al., 1985). Poznavanje rasprostranjenosti i karakteristika zemljišta u gazdinskim jedinicama služi za determinisanje optimalnih uslova za izbor i gajenje vrsta drveća (Galić, 2003, 2011, Galić et al., 2015).

Gazdinsku jedinicu Mužljanski rit karakteriše obrazovanje tipa zemljišta: ritska crnica. Procesi obrazovanja ritske crnice karakteristične veliko kolebanje podzemne vode (Živković et al., 1972). Oscilacije suvišne vode čine da je i u humusno akumulativnom i u glejnom horizontu dvostran karakter procesa. Uz

¹ Dr Zoran Galić, naučni savetnik, master Zoran Novčić, dipl. inž. Sreten Vasić, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad ² master Radenko Ponjarac, JP Vojvodinašume, Petrovaradin ³ dipl. inž Alen Kiš, Pokrajinski zavod za zaštitu prirode, Novi Sad

¹ Dr Zoran Galić, principal research fellow; Zoran Novčić, MSc, technical associate; Sreten Vasić, BSc, technical associate; University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad

² Radenko Ponjarac, PE Vojvodinasume, Petrovaradin ³ Alen Kiš, BSc, Institute for nature conservation of Vojvodina Province, Novi Sad

period anaerobne razgradnje organske mase i tipične procese hidrogenizacije, deo godine se humus transformiše i u anaerobnim uslovima, a istovremeno se povećava i oksidacija mineralnog dela. To odražava i sklop tla: molični hidromorfni humusni horizont iznad glejnog horizonta sekundarne oksidacije, A_a - G_{so}

Obrazovanje ritske crnice kao sistematske jedinice zemljišta vezano je za priterasni deo poloja i depresije na prvoj nadpolojnoj terasi, gde se takođe osćeća kolebanje nivoa podzemnih vode u vezi sa promenom vodostaja reke (Živković et al., 1972). Osim toga, ritska crnica može da se javi u depresijama centralnog dela poloja, u mrvajama. Supstrat je tu ilovasti do glinoviti fluvijativni nanos.

U radu su iz navedenih razloga izvršena istraživanja rasprostranjenosti i karakteristika zemljišta u GJ "Mužljanski rit".

MATERIJAL I METOD RADA



Slika 1. Prostorni raspored GJ Mužljanski rit
Picture 1. Spatial distribution of MU Muzljanski rit

Prostorna analiza je urađena programskim paketom ArcGIS.

Istraživanja su obavljena u GJ Mužljanski rit (slika 1). Izbor mesta pedološkog profila izvršen je u zavisnosti od mikroreljefnih uslova. Posle izbora mesta za profil izvršeno je otvaranje pedoloških profila, detaljan morfološki opis, definisanje tipova zemljišta (Škorić et al., 1985) i uzimanje uzorka za laboratorijske analize. U laboratoriji Instituta za nizisko šumarstvo i životnu sredinu analize sa urađene analize po metodologiji datoj u priručnicima (Grupa autora, 1971 i Bošnjak et al., 1997).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Na osnovu 3D modela terena u gazdinskoj jedinici Mužljanski rit je izvršeno izdvajanje većeg broja sistematskih jedinica zemljišta (Grafikon 1). Na najvećoj površini su prema otvorenim pedološkim profilima determinisana kao sistematska jedinica ritska crnica odnosno livadska crnica.

Ritska crnica zauzima 66,41% (Tabela 1). Ritsku crnicu u GJ Mužljanski rit karakteriše dubina humusnoakumulativnog horizonta od 42 do 70 cm (Tabela 2), dok je kod livadske crnice definisana manja dubina istog horizonta i kreće se od 30 do 70 cm (Tabela 3).

Tabela 1. Učešće tipova zemljišta u ukupnoj površini %
Table 1. Participation of soil types %

Tip zemljišta <i>Soil type</i>	%
Močvarno glejno zemljište <i>Eugley</i>	12.79
Ritska crnica <i>Humogley</i>	66.41
Livadska crnica <i>Meadow black soil</i>	20.80

Na reprezentativnim profilima ritske crnice uočava se da se sadržaj ukupne gline u humusno akumulativnom horizontu kretao od 66 do 86,8% (Tabela 2). U humusno akumulativnom horizontu ritske crnice je determinisana teksturna klasa glina. Po dubini profila sadržaj ukupne gline opada, tako da je u AG_{so} odnosno u G_{so} horizontu determinisana teksturna klasa glinovita ilovača odnosno ilovača.

Naročito je važno istaći visok sadržaj koloidne gline koja se u humusnoakumulativnom horizontu ritske crnice kretala od 41,6 do 58,8% (Tabela 2), što je vrlo blisko učešću koloidne gline u močvarno glejnom zemljištu (Tabela 5).

Tabela 2. Granulometrijski sastav i teksturna klasa - ritska crnica
Table 2. Particle size composition and textural class – riparian black soil

Horizont <i>Horizon</i>	Dubina (cm) <i>Depth</i> (cm)	Granulometrijski sastav <i>Particle size composition</i>					Teksturna klasa <i>Textural class</i>
		Krupan pesak <i>Coarse sand</i>	Sitan pesak <i>Fine silt</i>	Prah <i>Silt</i>	Gлина <i>Clay</i>	Ukupan pesak <i>Total sand</i>	
A _a	0-56	0.0	31.2	26.4	42.4	31.2	Glina Clay
A/C	56-86	0.6	28.2	33.6	37.6	28.8	Glinovita ilovača <i>Clay loam</i>
CG _{so}	86-180	2.2	46.2	34.8	16.8	48.4	Ilovača Loam
A _a	0-60	0.5	33.5	24.4	41.6	34.0	Glina Clay
A _a	0-70	0.4	25.2	28.8	45.6	25.6	Glina Clay
A _p	0-42	1.4	11.8	28.0	58.8	13.2	Glina Clay
A1	42-72	0.4	12.4	30.4	56.8	12.8	Glina Clay
AG _o	77-110	0.2	27.8	36.4	35.6	28.0	Glinovita ilovača <i>Clay loam</i>
G _{so}	110-192	0.3	50.5	25.2	24.0	50.8	Peskovito glinovita ilovača <i>Sandy silty loam</i>

Livadska crnica u GJ Mužljanski rit zauzima 6,47% ukupne površine ove gazdinske jedinice (Tabela 1). Livadska crnica (Tabela 3) u odnosu na ritsku crnicu u GJ Mužljanski rit u humusno akumulativnom horizontu ima "lakši" teksturni

sastav (glinovita ilovača). Lakši teksturni sastav livadske crnice je povezan sa manjim sadržajem frakcije koloidne gline, a time i ukupne gline u granulometrijskom sastavu. Prema podacima iz tabele 3. sadržaj ukupne gline se u humusno akumulativnom horizontu kretao od 64,8 do 73,2%, a frakcije koloidne gline nije prelazio 39,2%. Manje učešće ukupne gline u livadskoj crnici u odnosu na livadsku crnicu uslovljava povoljnije vodne osobine ove sistematske jedinice zemljišta.

Tabela 3. Granulometrijski sastav i teksturna klasa - livadska crnica
Table 3. Particle size composition and textural class – meadow black soil

Horizont <i>Horizon</i>	Dubina (cm) <i>Depth</i> (cm)	Granulometrijski sastav <i>Particle size composition</i>						Teksturna klasa <i>Textural</i> <i>class</i>
		Krupan pesak <i>Coarse</i> <i>sand</i>	Sitan pesak <i>Fine</i> <i>sand</i>	Prah <i>Silt</i>	Gлина <i>Clay</i>	Ukupan pesak <i>Total</i> <i>sand</i>	Ukupna gлина <i>Total</i> <i>clay</i>	
A _a	0-40	0.2	34.2	26.4	39.2	34.4	65.6	Glinovita ilovača <i>Clay loam</i>
CG _{so}	40-100	0.7	32.9	31.2	35.2	33.6	66.4	Glinovita ilovača <i>Clay loam</i>
A _p	0-70	0.8	26.0	34.8	38.4	26.8	73.2	Glinovita ilovača <i>Clay loam</i>
A _{mo}	0-30	1.0	34.2	27.6	37.2	35.2	64.8	Glinovita ilovača <i>Clay loam</i>
C	30-70	0.8	29.6	34.4	35.2	30.4	69.6	Glinovita ilovača <i>Clay loam</i>
CG _{so}	70-150	1.9	42.1	32.8	23.2	44.0	56.0	Ilovača <i>Loam</i>

Tabela 4. Granulometrijski sastav i teksturna klasa - močvarno glejna zemljišta
Table 4. Particle size distribution and textural class – gleyic soil

Horizon <i>Horizon</i>	Dubina (cm) <i>Depth</i> (cm)	Granulometrijski sastav/Particle size composition						Teksturna klasa <i>Textural</i> <i>class</i>
		Krupan pesak <i>Coarse</i> <i>sand</i>	Sitan pesak <i>Fine</i> <i>sand</i>	Prah <i>Silt</i>	Gлина <i>Clay</i>	Ukupan Pesak <i>Total</i> <i>sand</i>	Ukupna gлина <i>Total</i> <i>clay</i>	
A _a	0-50	2.2	14.0	24.0	59.8	16.2	83.8	Gлина <i>Clay</i>

Reakcija zemljišnog rastvora je na obe tipa zemljišta alkalna do jako alkalna (Tabela 5 i 6) sa izuzetkom jednog humusnoalumulativnog horizonta ritske i livadske crnice.

Sadržaj karbonata raste sa dubinom profila na obe sistematske jedinice zemljišta, a u matičnom supstratu prelazi i 30%. U proseku su zemljišta dobro obezbeđena humusom, sa prosečno većim učešćem humusa u ritskoj crnici. Sadržaj humusa opada po dubini profila i ritske i livadske crnice. Sadržaj ugljenika i azota je u proseku veći kod ritske crnice.

Tabela 5. Hemijske osobine zemljišta - ritska crnica*Table 5. Soil chemical properties – riparian black soil*

Horizont Horizon	Dubina <i>Depth</i>	pH u H ₂ O <i>pH in H₂O</i>	CaCO ₃	C	N	C/N	Humus	Ukupne soli <i>Total salts</i>
	cm	%	%	%	%		%	%
A _a	0-56	8.0	2.1	2.39	0.052	45.97	4.12	0.09
A/C	56-86	8.6	30.4	0.92	0.055	16.67	1.58	0.04
CG _{so}	86-180	8.9	34.9	0.27	0.024	11.36	0.47	<0.03
A _a	0-60	8.1	0.8	2.76	0.168	16.44	4.76	0.08
A _a	0-70	8.2	0.0	2.74	0.143	19.19	4.73	0.08
A _p	0-42	6.6	0	3.28	0.216	15.18	5.65	
A1	42-72	7.5	1.23	1.87	0.102	18.32	3.22	
AG _o	77-110	7.9	2.06	0.83	0.038	21.84	1.43	
G _{SO}	110-192	8.0	0.82	0.65	0.028	23.21	1.12	

Tabela 6. Hemijske osobine zemljišta - livadska crnica*Table 6. Soil chemical properties – meadow black soil*

Horizont Horizon	Dubina <i>Depth</i>	pH u H ₂ O <i>pH in H₂O</i>	CaCO ₃	C	N	C/N	Humus	Ukupne soli <i>Total salts</i>
	cm	%	%	%	%		%	%
A _a	0-40	8.3	5.0	1.98	0.126	15.70	3.41	0.07
CG _{so}	40-100	8.6	33.7	0.72	0.003	239.85	1.24	0.04
A _p	0-70	8.4	7.5	2.88	0.168	17.17	4.97	0.07
A _{mo}	0-30	8.4	5.0	2.62	0.187	14.03	4.52	0.06
C	30-70	8.6	31.2	0.67	0.048	13.90	1.15	0.04
CG _{so}	70-150	8.7	35.4	0.32	0.011	29.01	0.55	<0.03

Edafski uslovi u GJ Mužljanski rit ukazuju da se svega na blizu 87% ukupne površine (ritska i livadska crnica) mogu očekivati optimalni uslovi za gajenje pre svega hrasta lužnjaka. Na močvarno glejnom zemljištu granične uslove predstavljaju mala dubina fiziološki aktivne dubine profila i visoko učešće frakcije praha+gline.

ZAKLJUČCI

Na najvećoj površini u GJ Mužljanski rit je determinisana ritska crnica.

Dubina humusnoakumulativnog horizonta je najveća kod ritske crnice, a najmanja na močvarno glejnim zemljištima.

Na reprezentativnim profilima svih tipova zemljišta se uočava visok sadržaj ukupne gline u humusnoakumulativnom horizontu

Sadržaj karbonata raste sa dubinom profila. U proseku su zemljišta dobro obezbeđena humusom, sa prosečno najvećim učešćem humusa u ritskoj crnici.

Zahvalnica

Rad je realizovan u okviru projekta finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

LITERATURA

- Galić, Z. (2003): Izbor vrsta drveća za pošumljavanje različitih staništa u Vojvodini. Poljoprivredni fakultet Novi Sad. Doktorska disertacija. 120 str.
- Galić, Z. (2011): Izbor vrsta drveća za pošumljavanje različitih staništa u Vojvodini. Univerzitet u Novom Sadu - Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu. Monografija, 102 str.
- Galić, Z., Ponjarac, R., Kiš, A. (2015): Tipovi šuma u GJ "Ristovača". Šumarstvo, 4: 111-117.
- Grupa autora, (1971): Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga I. JGPZ, Beograd
- Bošnjak, Đ., Dragović, S., Hadžić, V., Babović, V., Kostić, N., Burlica, Č., Đorović, M., Pejković, M., Mihajlović, T.D., Stojanović, S., Vasić, G., Stričević, R., Gajić, B., Popović, V., Šekularac, G., Nešić, Lj., Belić, M., Đorđević, A., Pejić, B., Maksimović, I., Karagić, Đ., Lalić, B., Arsenić, I. (1997): Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. JDPZ., Novi Sad: 278 str.
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 13, Sarajevo
- Živković, B., Nejgebauer, V., Tanasijević, Đ., Miljković, N., Stojković, L., Drezgić, P. (1972): Zemljišta Vojvodine, Novi Sad.

Summary

SOIL TYPES IN MANAGEMENT UNIT MUZLJANSKI RIT

by

Zoran Galić, Zoran Novčić, Radenko Ponjarac, Alen Kiš, Vasić Sreten

The paper analyzes the spatial distribution of different soil systematic units and soil properties in MU Muzljanski rit. The most common soil type is riparian black soil.

Analysis of particle size distribution on riparian black soil shows that the humus accumulative horizon are mostly with high percentage of total clay. The high content of total clay causes adverse water features on riparian black soil. Analysis of particle size distribution in meadow black soil (chernozem gleyic) shows the largest content of silt + clay in horizon C, and decreased with increasing depth.

Content of humus is high in riparian black and in meadow black soils. The content of carbon is low in in this management unit.

Edaphic characteristics in MU Muzljanski rit indicate that we have 66.41% of the total area of riparian black soil. On this soil type we can expect optimal conditions for forest growing, primarily of pedunculate oak.

УДК: 582.632.2(497.113)

Изворни научни рад *Original scientific paper*

ФЕНОЛОШКА ОСМАТРАЊА ХРАСТА КИТЊАКА (*Quercus petrea* Matt/Liebl.) И ХРАСТА ЛУЖЊАКА (*Quercus robur* L.) НА ПОДРУЧЈУ ВОЈВОДИНЕ

Саша Пекеч¹, Саша Орловић¹, Марина Катанић¹, Срђан Стојнић¹, Милан Дрекић¹

Извод: На подручју Војводине на парцелама за праћење утицаја загађења ваздуха на шумске екосистеме нивоа 2, у периоду од 2011-2016. године, су вршена фенолошка осматрања у саставу храстова китњака и храстова лужњака. Фенолошка осматрања су обухватила 15 стабала храстова китњака (*Quercus petrea* Matt/Liebl.) у саставу на подручју Фрушка горе (N 45°09' 23,58" E 19°48' 38,61") на надморској висини 484 м и 15 стабала храстова лужњака (*Quercus robur* L.) у близини села Дероње (N 45°27' 19,61" E 19°10' 23,85") на надморској висини 85 м. У оквиру фенолошких осматрања приказане су фенофазе листања и опадања лишћа за праћени период. Приметно је да су фенофаза листања и фенофаза опадања лишћа варирале у зависности од године посматрања. За истражени шестогодишњи период најдужи период листања код храстова китњака је 30 дана, док је најкраћи период 16 дана, а код храстова лужњака је најдужи период листања био такође 30 дана, а најкраћи 7 дана. Најдужи период опадања лишћа за храст китњак је 25 дана а најкраћи 13 дана, док је код храстова лужњака најдужи период опадања лишћа износио 29 дана, а најкраћи период 8 дана.

Кључне речи: Фенологија, листање стабала, опадање лишћа, храст китњак, храст лужњак

PHENOLOGICAL OBSERVATIONS OF SESSILE OAK (*Quercus petrea* Matt/Liebl.) AND PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.) IN THE AREA OF VOJVODINA

Abstract: In the period 2011-2016, on the ICP Level 2 plots for monitoring of the impact of air pollution on forest ecosystems in Vojvodina, phenological observations were performed in stands of the sessile and pedunculate oak. Phenological observations included 15 trees of sessile oak (*Quercus petrea* Matt/Liebl.) in stand from the area of Fruška gora (N 45°09' 23,58" E 19°48' 38,61") at an altitude of 484 m and 15 trees of pedunculate oak (*Quercus robur* L.)

¹ Др Саша Пекеч, виши научни сарадник; Проф. др Саша Орловић, научни саветник; Др Марина Катанић, научни сарадник; Др Срђан Стојнић, научни сарадник; Др Милан Дрекић, научни сарадник - Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину, Антона Чехова 13, Нови Сад

¹ Dr Saša Pekč, senior research associate; Prof. dr Saša Orlović, principal research fellow; Dr Marina Katanić, research associate; Dr Srdan Stojnić, research associate; Dr Milan Drekić, research associate - University of Novi Sad, Institute of lowland forestry and environment, Antona Čehova 13, Novi Sad

from stand near the village Deronje ($N\ 45^{\circ}27'19.61''\ E\ 19^{\circ}10'23.85''$) at an altitude of 85 m. Within the phenological observations, the leaf unfolding phase and the leaf fall phase for the monitored period are presented. It is noticeable that leaf unfolding and leaf fall phase varied depending on the year of observation. For the researched six-year period, the longest period of leaf unfolding in sessile oak was 30 days, while the shortest period was 16 days, and in the pedunculate oak tree the longest period of leaf unfolding was also 30 days, and the shortest 7 days. The longest period of leaf fall for the sessile oak tree was 25 days and the shortest 13 days, while in the pedunculate oak tree the longest period of leaf fall was 29 days, and the shortest period was 8 days.

Keywords: Phenology, tree leaf, leaf fall, sessile oak, pedunculate oak

УВОД

Биљке су значајни чиниоци при идентификацији и праћењу климе неког подручја. Њихово пристуство указује на макро климу одређеног подручја, али такође и одређене фазе у вегетационом периоду код развоја биљака су зависне од климатских параметара, првенствено температуре ваздуха. С обзиром да са порастом температуре у пролећном периоду почетком вегетационог периода долази до покретања одређених фаза развоја код биљака, а које су уочљиве такође и на јесен пред ванвегетациони период, можемо закључити да су биљке значајни индикатори климатских параметара неког подручја. Фенолошке појаве се прате и осматрају на различитим географским ширинама, надморским висинама или нагибима терена те се на тај начин могу установити просторне промене почетка и трајања поједињих фенофаза (Фенолошки годишњак БиХ, 2005), па тако имамо истраживања на *Quercus Ithaburensis* на подручју Медитерана (N e' E m a n, 1993), а Askeyev et al., (2005) описују ефекат климе на фенологију храстовог лужњака на делу средњег подручја Волге у Тартарстану у Русији. Jensen i Hansen, (2008), истражују географске варијације у фенологији храстовог китњака и лужњака гајених у стакленику. Прва систематска фенолошка осматрања за научне сврхе спровео је шведски ботаничар Carl von Linne евидентирајући фенолошке појаве на укупно 18 тачака за фенолошка осматрања, од 1750. до 1752. године. На основу осматрања листања, цветања, зрења плодова и опадања лишћа, направио је „Биљни календар“ а свој рад презентовао је у делу „Philosophia botanica“ према Фенолошки годишњак БиХ, (2005). Прве националне фенолошке мреже организоване су у Русији од 1850. године, у Британији од 1857. године и у 33 државе САД 1851–1859. године, а прву фенолошку мапу централне Европе израдио је Hermann Hofmann 1881. године (Агропрес, 2016). У периоду непосредно после Другог светског рата фенолошко осматрање у читавој Европи се изузетно добро развило у саставу агрометеоролошких служби. У периоду од 1962. до 1987. године на подручју Републике Србије организована је мрежа од око 1000 пунктара за фенолошка осматрања (Пољопривреда Инфо, 2005). Такође у оквиру истраживања ICP Forest, (The International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests) одређено је 2009. године пет

парцела другог нивоа за праћење утицаја загађења ваздуха на шумске екосистеме (биоиндикацијских тачака другог нивоа) на којима се између осталог врши и фенолошко осматрање шумског дрвећа у Републици Србији, од чега су две такве тачке постављене на подручју Војводине. На биоиндикацијским тачкама другог нивоа се спроводи интензивни мониторинг стања шума, на парцелама које се инсталирају у најкарактеристичнијим екосистемима и представљају мултидисциплинарни приступ праћењу утицаја климе на стање шумских екосистема, (Национални фокал центар, 2017). На подручју Војводине на једној биоиндикацијској тачки се врше фенолошка осматрања на храсту китњаку, док се на другој тачки осматра фенологија храста лужњака. Циља рада је да на основу вишегодишњих осматрања прикаже резултате за истраживања одређених фенолошких фаза на поменутим тачкама, односно почетак и крај фазе листања и фазе опадања лишћа за обе биоиндикацијске тачке на подручју Војводине за економски веома значајне врсте дрвећа као што су храст лужњак и храст китњак.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

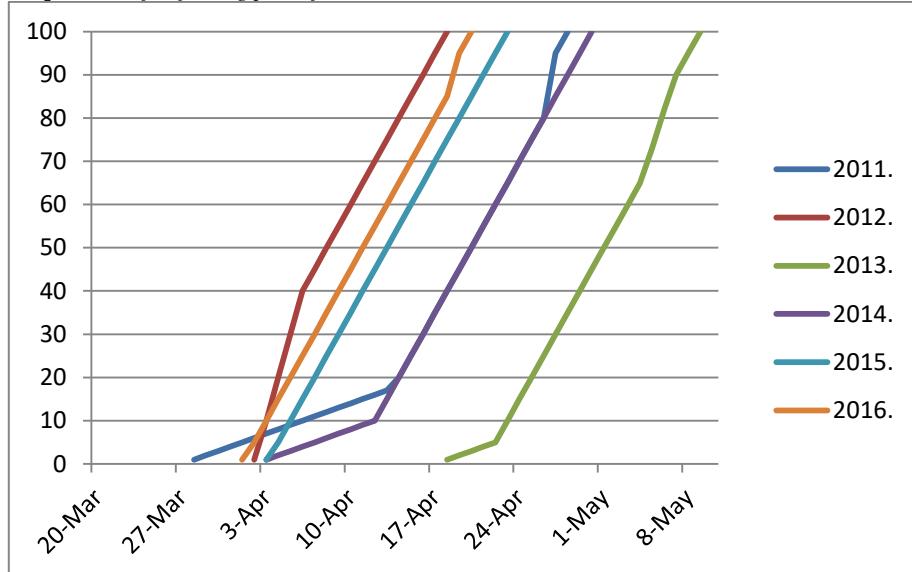
На подручју Војводине су формиране парцеле другог нивоа за праћење утицаја загађења ваздуха на шумске екосистеме (биоиндикацијске тачке) на којима се врше фенолошка опажања шумског дрвећа. Једна биоиндикацијска тачка се налази у брдском подручју на Фрушкој гори на 484 м надморске висине, ($N\ 45^{\circ}09'23,58''\ E\ 19^{\circ}48'38,61''$) где се налази састојина храста китњака, док се друга тачка налази у околини села Дероње (недалеко од места Оџаци), у равничарском подручју, на надморској висини од 85 м ($N\ 45^{\circ}27'19,61''\ E\ 19^{\circ}10'23,85''$) која означава састојину храста лужњака. На свакој тачки је означен по 15 стабала на којима се врши праћење фенолошких фаза. Осматрају се следећи параметри: пупљење, секундарно пупљење, листање, цветање, плодоношење, промена боје лишћа и опадање лишћа, значајни знаци оштећена листа и крошње и остала оштећења (ломови грана и стабала и изваљивање стабала). Праћење фенолошких фаза као и уношење података, те шифрирање података се ради по методици коју прописује важећи ICP приручник за фенолошка опажања (*ICP Forest manual 2016, Part VI, Phenological Observations*). Фенолошка опажања на храсту китњаку се врше од 2009. год., док се за храст лужњак подаци сакупљају од 2011. године. У раду су приказани подаци листања и опадања лишћа за шестогодишњи период од 2011. – 2016. године.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

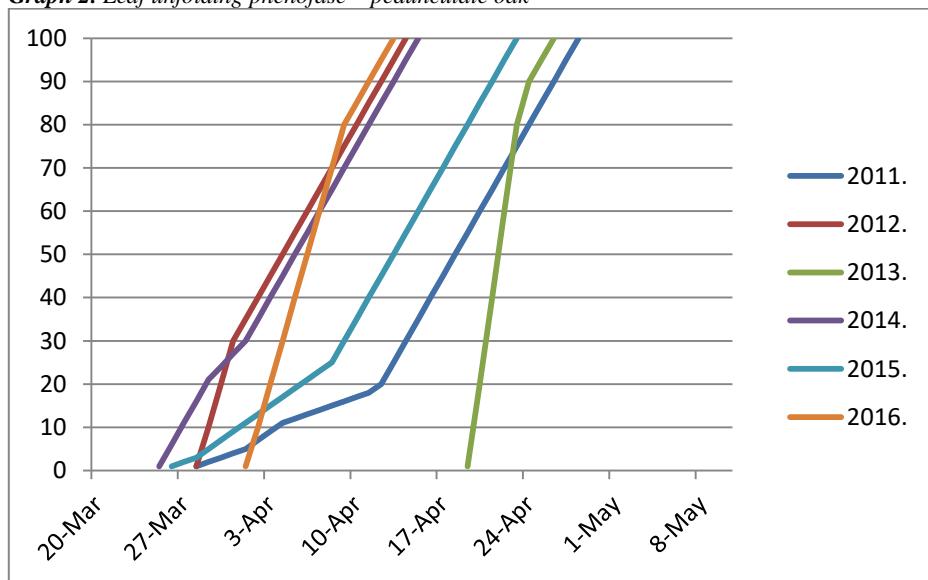
Анализирајући податке за локалитет на биоиндикацијској тачки на Фрушкој гори, где се налази храст китњак може се уочити да је почетак листања стабала најраније почeo 2011. године, односно 28. марта, наведене године, док је најкаснији почетак листања био 2013. године, тј. 18. априла.

Најранији завршетак листања стабала је био 2012. године, 18. априла, док је најкаснији завршетак листања био 2013. године, 9. маја.

Графикон 1. Фенофаза листања – Храст китњак
Graph 1. Leaf unfolding phenofase – sessile oak



Графикон 2. Фенофаза листања – Храст лужњак
Graph 2. Leaf unfolding phenofase – pedunculate oak



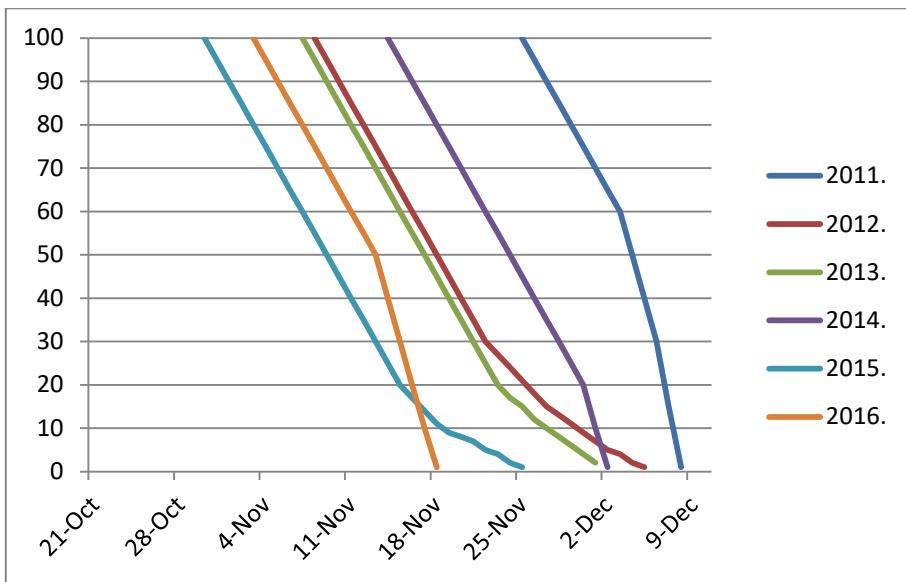
Измерен је најдужи период листања 2011. године који је трајао од 28. марта до 28. априла, односно 30 дана, док је најкраћи период листања био 2012. године, од 2. априла до 18. априла, или 16 дана. Матаруга et al., (2010), проучавајући фенолошке фазе цветања и плодоношења, те здравствено стање, предлажу генетичке мелиорације у састојинама храста китњака, како би се побољшале наведене фенофазе у времену постојећих климатских промена.

Према подацима представљеним (графикон 2), за локалитет у Дероњама, где се налази храст лужњак, најранији почетак листања је био 2014. године, 25. марта, док је најкаснији почетак листања био 2013. године, односно 20. априла. Најраније је листање завршило 2016. године, 12. априла, док је најкаснији завршетак листања био 2011. године, 28. априла. Најдужи период листања је био 2011. године, од 28. марта до 28. априла, 30 дана, а најкраћи период листања је износио 7 дана у 2013. години, односно од 19. до 26. априла. Подаци Завода за хидрометеорологију и сеизмологију Црне Горе пратећи фенологију шумског дрвећа указују да је почетак листања храста лужњака на подручју Никшића и Цетиња за 2017. годину био 25. априла, што је доста касније у односу на праћену састојину имајући у виду да се ради о местима са већим надморским висинама (од 500 до 1000 м/нм) те ником просечном температуром ваздуха. Федерални хидрометеоролошки завод БиХ наводи да је почетак листања храста лужњака у 2005. години на подручју мрнне станице Тузла, био 110. дан у години, што одговара датуму од 21. – 22. априла, те се као и у претходном наводу касније листање може образложити већим надморским висинама (изнад 300 м/нм) што резултира и низким просечним температурама ваздуха на локалитетима који су праћени. У висинском погледу у Босни и Херцеговини храст лужњак показује велику амплитуду. Храст лужњак има широку амплитуду рас прострањења те га тако налазимо од 90 до 150 м надморске висине у Посавини дуж реке Саве и њених притока до 900 м на Гласиначкој висоравни (Мемишевић-Хоџић et al., 2016).

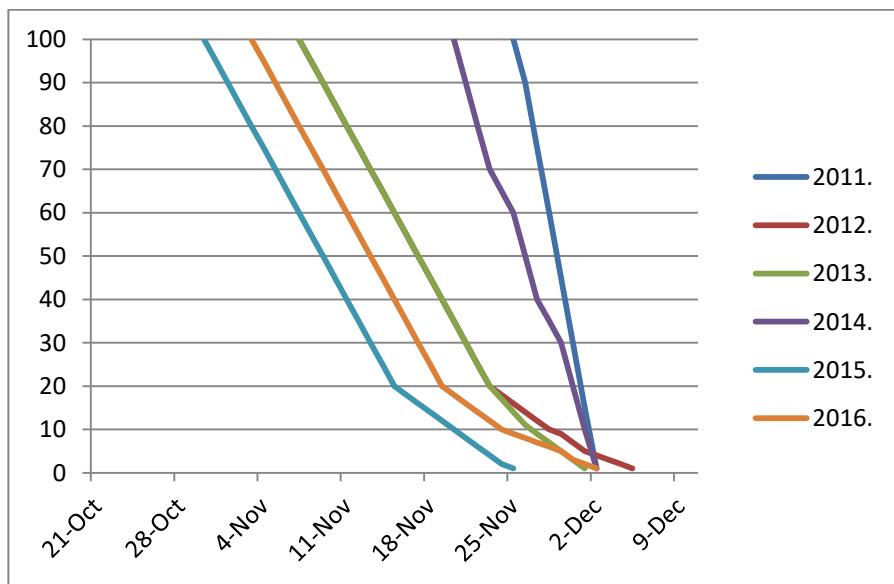
Анализом опадања лишћа код храста китњака на Фрушкој гори, (графикон 3) може се констатовати да је најраније опадање лишћа почело 2015. године, 30. октобра, док је најкаснији термин опадања лишћа био 2011. године, 25. новембра. Најранији завршетак опадања лишћа, односно појава кад је сво лишће опало са стабала је евидентиран 2016. године, 18. новембра, док је најкаснији завршетак опадања лишћа био 2011. године, 25. новембра. Најкраћи период опадања лишћа је констатован 2011. године, од 25. новембра па до 8. децембра, тј. 13 дана, а најдужи период опадања лишћа је био 2012. године, од 9. новембра до 4. децембра или 25 дана.

Опадањем лишћа код храста лужњака (графикон 4) може се увидети да је најраније опадање лишћа почело 2015. године, 31. октобра, док је најкасније лишће почело опадати 2011. године, 25. новембра. Завршетак опадања лишћа је најраније констатован у 2015. године, 25. новембра, док је најкаснији завршетак опадања лишћа констатован 2012 године, 5. децембра. Најдужи период опадања лишћа је био 2016. године, од 3. новембра до 2. децембра или 29 дана, док је најкраћи период опадања лишћа био 2011. године и кретао се од 26. новембра до 2. децембра, односно 8 дана.

Графикон 3. Фенофаза опадања лишћа – Храст китњак
Graph 3. Phenofase leaffall – sessile oak



Графикон 4. Фенофаза опадања лишћа – Храст лужњак
Graph 4. Phenofase leaffall – pedunculate oak



На подручју Тузле према наводима Федералног хидрометеоролошког завода у 2005. години, храст лужњак је имао почетак жућења листа 296. дан у години, (око 22. октобра) а потпуно опало лишће 303. дан (око 1. новембра) што указује на ранији завршетак вегетационог периода и раније опадање лишћа на стаблима храста лужњака у околини Тузле, услед нижих годишњих температура ваздуха с обзиром да се ради о надморским висинама изнад 300 метара.

Посматрајући наведене податке може се закључити да је фенофаза листања као и фенофаза опадања лишћа варирала за период праћења од 2011. до 2016. године, а такође постоје и разлике у самим локалитетима односно у врсти дрвећа, зависно да ли се ради о храсту китњаку на Фрушкој гори који се налази на надморској висини од 484 метра или храсту лужњаку на подручју села Дероње на 85 метара надморске висине. Основни покретач наведених фенофаза су климатски фактори, односно сунчево зрачење, влага и температура ваздуха која утиче на покретање физиолошких процеса у биљкама и резултира процесима листања или опадања лишћа.

Батош *et al.*, (2014) испитујући фенологију цветања храста лужњака су груписали стабла у три фенолошке групе: рана, просечна и касна стабла, зависно о временском периоду цветања наведене врсте дрвећа.

Мемишићи Ходићић, (2015) истражујући фенолошку варијабилност провенијенција храста лужњака у Босни и Херцеговини у две узастопне године је утврдила варијабилност по провенијенцијама, као и по годинама праћења, што указује на утицај који климатске прилике имају на појаву појединих фенолошких фаза, а што се може и поредити са нашим истраживањем где је приметна варијабилност испитаних појава по годинама праћења за храст лужњак и храст китњак .

ЗАКЉУЧАК

На основу резултата праћења фенолошке фазе листања и фенолошке фазе опадања лишћа на храсту китњаку на локалитету Фрушка гора и храсту лужњаку на локалитету Дероње у периоду од 2011. до 2016. године може се констатовати да постоје варирања у фенолошкој фази листања у обе састојине у зависности од године када су ове фазе праћене. Такође фенолошка фаза опадања лишћа се разликује и варира по годинама праћења. Најдужи период фенофазе листања код храста китњака је 30 дана, док је најкраћи период листања износио 16 дана, код храста лужњака је најдужи период фенофазе листања био такође 30 дана, а најкраћи период 7 дана. Најкраћи период фенофазе опадања лишћа за храст китњак је 13 дана, а најдужи период опадања лишћа је био 25 дана, а за храст лужњак је најкраћи период фенофазе опадања лишћа 8 дана, а најдужи период фенофазе опадања лишћа је износио 29 дана. Имајући у виду биолошке и еколошке аспекте истражених врста дрвећа, те њихову реакцију на климатске утицаје, а с обзиром да се ради о различитим врстама дрвећа које се налазе у другачијим еколошким условима, испитане састојине нису упоредиве по фенолошким фазама, али добијени

подаци указују на варирање праћених фенолошких фаза у одређеном временском периоду за сваки локалитет.

Захвалница

Овај рад је реализован у оквиру програма праћења утицаја прекограницног аерозагађења у шумским екосистемима на територији АП Војводине у 2017. години - који финансира Министарство за пољопривреду и заштиту животне средине Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

- Агропресс (2016): Фенофазе у служби пчеларства, Удружење новинара за пољопривреду.
<http://www.agropress.org.rs/lat/rubrike/stocarstvo/pcelarstvo/item/127-fenofaze-u-sluzbi-pcelarsva>
- Askeyev, O.V., Tischin, D., Sparks, T.H. (2005): The effect of climate on the phenology, acorn crop and radial increment of pedunculate oak (*Quercus robur*) in the middle Volga region, Tatarstan, Russia. International Journal of Biometeorology, Volume 49, [Issue 4](#): 262–266.
- Batoš, B., Šešlija Jovanović, D., Miljković, D. (2014): Spatial and temporal variability of flowering in the pedunculate oak (*Quercus robur* L.), Šumarski list, 7–8: 371–379.
- Beuker, E., Raspe, S., Bastrup-Birk, A., Preuhlsler, T., Fleck, S. (2016): Part VI: Phenological Observations., In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 18 стр. [<http://www.icpforests.org/Manual.htm>]
- Федерални хидрометеоролошки завод, Босна и Херцеговина (2005): Фенолошки годишњак. Федерални хидрометеоролошки завод, Босна и Херцеговина, Федерација Босне и Херцеговине, Сарајево.
- Jensen, J.S., Hansen, J.K. (2008): Geographical variation in phenology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl and *Quercus robur* L. oak grown in a greenhouse, Scandinavian journal of forest research, 23(2): 179-188.
- Матаруга, М., Исајев, В., Илић, Б., Цвјетковић, Б. (2010): Значај генетичких мелиорација у сјеменским састојинама храста китњака (*Quercus petrea* Mat/Liebl) у светлу климатских промјена. Радови шумарског факултета, Универзитет у Сарајеву, 2: 71-86.
- Мемишићић, Хоџић, М., (2015): Морфолошко-фенолошко-генетичка варијабилност храста лужњака (*Quercus robur* L.) у босанскохерцеговачком тесту провенијенција. Докторска дисертација, Шумарски факултет Универзитета у Сарајеву: 190 стр.

- Мемишевић Хоцић, М., Мурлин И., Баллиан Д. (2016): Фенолошка варијабилност храста лужњака (*Quercus robur*, L.) у Босни и Херцеговини, Унапређење пољопривреде, шумарства и водопривреде у крашким, брдским и планинским подручјима – рационално кориштење и заштита, Посебна издања АНУБИХ CLXIX, ОРМН 26: 241-256.
- Национални фокал центар (2017): Тематска БИТ публикација: „Процена и праћење ефеката – утицаја ваздушних загађења на шумске екосистеме у Републици Србији - 2017“, Извештај за 2016. годину, Ниво I и Ниво II, НФЦ - Национални фокал центар за праћење стања – виталности шума Републике Србије, Београд.
- Neeman, G., (1993): Variation in Leaf Phenology and Habit in *Quercus Ithaburensis*, a Mediterranean Deciduous Tree, *Journal of Ecology*, 81(4): 627-634.
- Пољопривреда Инфо, (2005): Агрометеорологија – Календар природе. <https://poljoprivreda.info/tekst/kalendar-prirode>
- Завод за хидрометеорологију и сеизмологију Црне Горе (2017): Фенологија шумског дрвећа 2017. године, <http://www.meteo.co.me/index.php>

Summary

PHENOLOGICAL OBSERVATIONS OF SESSILE OAK (*Quercus petrea* Matt/Liebl.) AND PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.) IN THE AREA OF VOJVODINA

by

Saša Pekeč, Saša Orlović, Marina Katanić, Srđan Stojnić, Milan Drekić

*Phenological observations were carried out on the second level plots for monitoring of the impact of air pollution on forest ecosystems in the period 2011-2016, in stands of the sessile oak and pedunculate oak on the area of Vojvodina. Phenological observations included 15 trees of sessile oak (*Quercus petrea* Matt/Liebl.) in stand from the area of Fruška gora (N 45°09'23.58 " E 19°48'38.61") at an altitude of 484 m and 15 trees of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) from stand near the village Deronje (N 45°27'19.61" E 19°10'23.85") at an altitude of 85 m. Within the phenological observation, the leaf unfolding phase and the leaf fall phase will be showed for the monitored period. It is noticeable that leaf unfolding and leaf fall phase varied depending on the year of observation. For the researched six-year period, the longest period of leaf unfolding in sessile oak was 30 days, while the shortest period was 16 days, and in the pedunculate oak tree the longest period of leaf unfolding was also 30 days, and the shortest 7 days. The longest period of leaf fall for the sessile oak tree*

was 25 days and the shortest 13 days, while in the pedunculate oak tree the longest period of leaf fall was 29 days, and the shortest period was 8 days. Observing the biological and ecological aspects of the investigated tree species and their reaction to the climatic effects, and given that these are different types of trees that are found in different ecological and climatic conditions, the tested stands are not comparable in phenolic phases, but the obtained data indicate the variation of the monitored phenological phases In a specific time period for each site.

УДК: 574:712(497.113 Zrenjanin)

Претходно саопштење *Preliminary report*

УРБАНЕ ЗЕЛЕНЕ ПОВРШИНЕ: ДЕНДРОФЛОРА У ДИЗАЈНИРАНИМ ПАРКОВСКИМ ПРОСТОРИМА НА ПРИМЕРУ ГРАДА ЗРЕЊАНИНА

Дејан Кеврешан¹, Мирјана Стеванов²

Извод: Дендрофлора као део биодиверзитета је веома битна, како у природним срединама, тако и у дизајнираним урбаним просторима. По угледу на истраживања рађена у иностранству, слично истраживање постављено је и на парковским површинама града Зрењанина. Како би се утврдио ниво развијености биодиверзитета рађено је теренско истраживање дендрофлоре и утврђивано њено бројно стање. Паркови Зрењанина поседују 97 различитих врста од који су 44 аутохтоне, 46 интродуковане, а 7 хибридне. Већина биљака није аутохтона, него интродукована (45,4% аутохтоних, 54,6% интродукованих), што може имати негативне последице по биодиверзитету.

Кључне речи: паркови Зрењанина, дендрофлора, аутохтоне и интродуковане врсте

URBAN GREEN SPACES: DENDROFLORA IN DESIGNED CITY PARKS ON THE EXAMPLE OF ZRENJANIN (SERBIA)

Abstract: *Dendroflora as part of biodiversity is very important, both in natural environments and in designated urban areas. Based on the researches done abroad, a similar research was also set up for the parks of the city of Zrenjanin. In order to determine the level of biodiversity development, a field study of dendroflora was performed and its numerous state was determined. Zrenjanin parks have 97 different species of which 44 are indigenous, 46 are introduced and 7 are hybrid. Most plants are not indigenous, but introduced (45.4% indigenous, 54.6% intruders), which can harm biodiversity.*

Keywords: *parks of the city of Zrenjanin, dendroflora, indigenous and introduced species*

¹ Дејан Кеврешан, Мастер пејзажне архитектуре, дипл. на Польопривредном факултету Универзитета у Новом Саду, dejan_kevresan@yahoo.com; ² др Мирјана Стеванов, Научни сарадник,

Институт за низијско шумарство и животну средину, Универзитет Нови Сад, mzavodj@gwdg.de

¹ Dejan Kevrešan, MSc landscape architecture, BSc on Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, dejan_kevresan@yahoo.com; ² dr Mirjana Stevanov, Research associate, Institute of lowand forestry and environment, University of Novi Sad, mzavodj@gwdg.de

УВОД

Урбани зелени простори испуњавају људску потребу за лепотом и повезаношћу са природом. Веома мали вртови, зелени простори, контејнерска садња, па чак и појединачно стабло у најурбанијим градовима, могу имати велики значај за добрбит грађана. Људи осећају и функционишу боље када имају приступ парковима, вртовима или садовима који су укључени у њихову дневну рутину (Nassauer, 1997). Све су бројније студије о биодиверзитету у урбаним зеленим површинама (Savard et al., 2000; Zerbe et al., 2002; Jim и Chen, 2000; Colding и Folke, 2009; Underwood et al., 2009), а њихова открића приказују крхкост и истрајност, како биљне, тако и животињске популације и заједнице, у озбиљно изменењим или новоствореним стаништима. Посматрање урбане вегетације из еколошког угла, почело је убрзаним растућим интересом од 1970.-их година. Највећим делом, за ову тематику су се интересовале пејзаже архитекте и урбанисти, као на пример МекХарг (McHarg, 1963), који је имао намеру да стопи функцију са формом и естетиком. Вегетација у градовима је најизложенија јавним оценама (естетским, физичким и политичким), међу урбаним елементима, одмах након изграђеног окружења. Биљке могу бити подједнако важне, као и објекти у дефинисању карактеристика градова.

Многи аутори, међу којима су Пишек (Pyšek, 1998), Сукоп (Sukopp, 2002), Ла Сорт и сарадници (La Sorte et al., 2008) су документовали флору градова Европе констатујући обиље аутохтоних и интродукованих врста. Увидом у литературу, утврђено је да флора већине градова Европе и САД-а садржи 30-50% интродукованих биљака. У градовима централне Европе, према Пишековим истраживањима из 1998. године, има у просеку 260 интродукованих врста (распон је од 94 до 748) и оне представљају 40% укупне урбане флоре. Занимљиво је да је у двадесетом веку већина интродукованих врста у Кијеву пореклом из северне Америке (чак 36% доскорашњих интродукованих врста).

На локални биодиверзитет утичу, како његова величина, тако и удаљеност од других станишта. Урбани засади могу бити мање значајни од природних исте величине (Dunn и Henehan, 2011). Међутим, ови засади могу да садрже бројне врсте (Smith et al., 2006) на релативно малим просторима, иако такве биљне заједнице нису у могућности да преживе без сталне људске интервенције. Биодиверзитет градова зато често може бити већи него у окружењу, јер су узгајане врсте екстремно поједностављене у односу на природне екосистеме или декоративну садњу.

Највећа препрека функционалном биодиверзитету у урбаним засадима је та што су намере дизајна обично усмерене ка људској перцепцији естетике и ка визуелном доживљају, а не функционалним вредностима. Дизајнирани урбани пејзаж садржи изграђене елементе (абиотичке компоненте: наводњавање, субстрат, поплочање, урбани мобилијар, фонтане и друге), а тек на другом месту долази биљни материјал одабран због својих специфичних карактеристика (боје, текстуре и величине) или због затева за одржавање.

Рано одумирање, пре свега сајеног дрвећа, дешава се због разних услова, а највише због екстремних услова живота у граду (Jim, 1993; Bassuk и Trowbridge, 2004), тако да није могуће гарантовати постојање здраве крошње упркос разноврсности врста на том простору.

Честа очекивања корисника урбаних зелених површина су специфична и заокружена, тражи се поуздано зеленило, очекују се сезонске промене боја и пре свега, тражи се, потпуно нелогично, минимално одржавање. Сви елементи пејзажне архитектуре апсолутно захтевају редовно одржавање. Уколико се одаберу праве биљке за дату локацију, оне ће по дефиницији захтевати мање одржавање него биљке које се нису прилагодиле условима.

У раду је представљен извод из истраживања везан за анализу бројног стања дендрофлоре у свим парковима Зрењанина, којих укупно има девет. Емпиријски материјал сакупљен је 2017. године и подаци упоређени са истраживањем из 2004. године, чиме је омогућено приказивање врста које су се одржале те колико се радило на озелењавању у протеклом периоду. Резултати се могу употребити при изради катастра слободних површина за садњу новог садног материјала и анализу земљишта за садњу, између осталог. Такође, анализирано је и колико је испоштован просторни план града, односно колико су кориштене аутохтоне врсте предвиђене истим.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

Теренским истраживањем у периоду фебруар - март 2017 године утврђиване су врсте дендрофлоре, као и појединачни број сваке врсте, чиме се дошло до пописа тренутног стања. То стање је затим упоређено са резултатима претходних/ог истраживања рађеног на истом простору (Мраковић, 2004). Истраживање је постављено у сваком од девет паркова појединачно: Градска башта, Планкова башта, Парк пољубаца, Карађорђев парк, Шећерански парк, Железнички парк, Спомен парк на Багљашу, Титов гај и Парк у Мужњи. Резултати су у раду приказани збирно како би се на тај начин могла стечи слика тренутног стања на територији целог града.

РЕЗУЛТАТ: АНАЛИЗА ДЕНДРОФЛОРЕ У ПАРКОВИМА ЗРЕЊАНИНА

Зрењанин је град од 76511 становника у Средњебанатском округу, где је степен пошумљености иначе релативно низак (3,4% - Просторни план града Зрењанина) што дизајнираним парковским просторима још више даје на значају, нарочито када је аспект биолошке разноврсности у питању. Анализом прикупљеног материјала, применом метода представљених у претходном поглављу, дошло се до пописа свих врста у парковима Зрењанина, њиховог порекла и распрострањености, као и укупног бројног стања 2004. и 2017. године, што је сумирало у табели 1. Сива поља означавају врсте распрострањене у континенталном делу Европе, али пошто се неке врсте

распростиру и на другим континентима, означене су и оне јер чине целину. Врсте које се распростиру у Медитеранском делу нису узете у обзор из простог разлога другачије климе.

Табела 1. Попис дендрофлоре паркова Зрењанина, порекло/распрострањеност и укупан број / m^2 у 2004 и 2017. години (Вукићевић, 1987; Мраковић, 2004; Кеврешан, 2017)

Table 1. List of dendroflora in parks of Zrenjanin, origin / distribution and total number / m^2 in 2004 and 2017 (Vukićević, 1987; Mraković, 2004; Kevrešan, 2017)

Народни назив <i>Common name</i>	Латински назив <i>Latin name</i>	Порекло/ Распрострањеност <i>Origin/Coverage</i>	2004. у парковима <i>In parks in 2014</i>	2017. у парковима <i>In parks in 2017</i>
Четинари / Conifers				
1. Аризонски чемпрес чемпрес <i>Cupressus arizonica Greene</i>		Аризона	6	6
2. Ариш <i>Larix decidua Mill.</i>		Карпати, Алпи, Судети	-	1
3. Атласки кедар кедар <i>Cedrus atlantica G. Don</i>		Алжир и Мароко	24	35
4. Бели бор <i>Pinus sylvestris L.</i>		Умерени појас Европе и северна Азија	21	32
5. Бодљива смрча <i>Picea pungens Engelm.</i>		Колорадо САД	13	11
6. Вајмутов бор <i>Pinus strobus</i>		Северна Америка	-	8
7. Вирџинијс ка клека <i>Juniperus virginiana L.</i>		Источна обала САД	30	28
8. Дуготиглич ава јела <i>Abies concolor Lindl.</i>		Запад САД	14	12
9. Западна туја <i>Thuja occidentalis L.</i>		Северна Америка	11	57
10. Златни бор <i>Pinus sylvestris L. – Aurea zlatiborica</i>		Умерени појас Европе и северна Азија	-	4
11. Источна туја <i>Thuja orientalis L.</i>		Северна Кина	213	176
12. Јела <i>Abies alba Mill.</i>		Средња, јужна и западна Европа	-	1
13. Коника <i>Picea glauca Moench - Conica</i>		Северна Америка	-	1

Табела 1. Наставак*Table 1. Continued*

Народни назив <i>Common name</i>	Латински назив <i>Latin name</i>	Порекло/ Распрострањеност <i>Origin/Coverage</i>	2004. у парковима <i>In parks in 2014</i>	2017. у парковима <i>In parks in 2017</i>
14. Лавсонов чемпрес	<i>Chamaecyparis lawsoniana Parl.</i>	Калифорнија	6	9
15. Полегла клека	<i>Juniperus horizontalis L.</i>	Северна Америка	-	61 m ²
16. Смрча	<i>Picea abies Karst.</i>	Северна Европа, планине средње и јужне	30	23
17. Тиса	<i>Taxus Baccata L.</i>	Европа, северна Африка, Кавказ, Мала Азија	38	40
18. Хималајски бор	<i>Pinus wallichiana A.B. Jacks</i>	Јужни и западни Хималаји	1	13
19. Црни бор	<i>Pinus nigra Arn.</i>	Јужна Европа	391	389
			$\sum 798$	$\sum 907$

Лишћари / Broadleafs

1. Албиција	<i>Albizia julibrissin Dur.</i>	Африка и Азија	-	1
2. Амерички копривић	<i>Celtis occidentalis L.</i>	Источна и средња Северна Америка	43	67
3. Багрем	<i>Robinia pseudoacacia L.</i>	Северна Америка	56	79
4. Бела врба	<i>Salix alba L.</i>	Европа, Азија и северна Африка	5	2
5. Бели дуд	<i>Morus alba L.</i>	Средња и источна Азија	12	19
6. Бели јасен	<i>Fraxinus excelsior L.</i>	Европа	44	51
7. Бисерак	<i>Symporicarpos albus (L.) Blake</i>	Северна Америка	-	41 m ²
8. Брза	<i>Betula verrucosa Ehrh.</i>	Европа, Мала Азија, Кавказ, Сибир	119	31
9. Брекиња	<i>Sorbus torminalis Fries.</i>	Европа, Мала Азија, северна Африка	4	-
10. Бршљен	<i>Hedera helix L.</i>	Средња Европа до Кавказа	-	5 m ²

Табела 1. Наставак*Table 1. Continued*

Народни назив <i>Common name</i>	Латински назив <i>Latin name</i>	Порекло/ Распрострањеност <i>Origin/Coverage</i>	2004. у парковима <i>In parks in 2014</i>	2017. у парковима <i>In parks in 2017</i>
11. Ванхутеова суручица	<i>Spiraea vanhoutteii</i> Zbl.	x Хибридна врста ком.	нема бр.	67 m ²
12. Ватрени грм	<i>Pyracantha coccinea</i> M. Roem.	Јужна Европа, Крим, Кавказ, Мала Азија	нема бр. ком.	5 m ²
13. Вејгела	<i>Weigela florida</i> DC.	Северна Кина, Кореја	-	1
14. Вишесемени глог	<i>Crataegus oxyacantha</i> L. <i>Emed.</i>	Европа	1	1
15. Влакнаста јука	<i>Yucca filamentosa</i> L.	Северна Америка	-	7
16. Гинко	<i>Ginkgo Biloba</i> L.	Југоисточна Кина	9	8
17. Гледичија	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	Северна Америка	68	116
18. Горски јавор	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Западна, средња, јужна Европа	63	47
19. Граб	<i>Carpinus betulus</i> L.	Средња Европа	1	1
20. Дафина	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Медитеран, Азија	21	21
21. Девојачка лозица	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> L.	Север САД, источна Канада	-	25
22. Дивљи кестен	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Аркотерцијарни реликт Балкана	71	61
23. Дудовац	<i>Broussonetia papyrifera</i> L'Her. ex Vent.	Источна Азија	8	15
24. Еводија	<i>Evodia daniellii</i> (Benn.) Hemsl.	Korea	17	17
25. Евроамеричка црна топола	<i>Populus x euramericana</i> Guinier.	Хибридна врста	20	23
26. Европска буква	<i>Fagus sylvatica</i> L.	Средња Европа	1	1
27. Жалосна врба	<i>Salix babylonica</i> L.	Централна и источна Азија, јужна Европа, Африка, Австралија	-	5
28. Жутика	<i>Berberis vulgaris</i> L.	Средња и јужна Европа, Балкан	нема бр. ком.	4

Табела 1. Наставак*Table 1. Continued*

Народни назив <i>Common name</i>	Латински назив <i>Latin name</i>	Порекло/ Распрострањеност <i>Origin/Coverage</i>	2004. у парковима <i>In parks in 2014</i>	2017. у парковима <i>In parks in 2017</i>
29. Ива	<i>Salix caprea L.</i>	Европа и Азија	-	1
30. Јаблан	<i>Populus nigra L. - Italica</i>	Европа, централна и западна Азија, западни Сибир	2	1
31. Јаворолисни платан	<i>Platanus acerifolia Willd.</i>	Хибридна врста настала у Енглеској	50	56
32. Јапанска јабука	<i>Malus floribunda Van Houtte</i>	Распрострањена у култури	-	3
33. Јапанска калина	<i>Ligustrum ovalifolium Hassk.</i>	Јапан	нема бр. ком.	5 m ²
34. Јоргован	<i>Syringa vulgaris L.</i>	Југоисточна Европа	нема бр. ком.	10
35. Јудино дрво	<i>Cercis siliquastrum L.</i>	Источни Медитеран	2	6
36. Каталпа	<i>Catalpa bignonioides Walt.</i>	Југоисточни делови северне Америке	109	90
37. Келреутерија	<i>Koelreuteria paniculata Laxm.</i>	Кина, Кореја, Јапан	87	158
38. Кисели руј	<i>Rhus typhina L.</i>	Исток САД	12	15
39. Кисело дрво	<i>Ailanthus altissima Sw.</i>	Кина, одомаћена у Европи и Америци	23	23
40. Клен	<i>Acer campestre L.</i>	Европа, западна Азија	13	9
41. Копривић	<i>Celtis australis L.</i>	Јужна Европа, Медитеран, Мала Азија и Кавказ	25	30
42. Корални бисерак	<i>Symporicarpus orbiculatus Moench</i>	Северна Америка		46
43. Крупнолисна липа	<i>Tilia platyphyllos Scop.</i>	Јужна Европа	10	15
44. Лужњак	<i>Quercus robur L.</i>	Европа и западна Азија	16	28
45. Магнолија	<i>Magnolia soulangeana Soul. - Bod.</i>	Хибридна врста	-	1

Табела 1. Наставак*Table 1. Continued*

Народни назив <i>Common name</i>	Латински назив <i>Latin name</i>	Порекло/ Распрострањеност <i>Origin/Coverage</i>	2004. у парковима <i>In parks in 2014</i>	2017. у парковима <i>In parks in 2017</i>
46. Маклутра	<i>Maclura aurantiaca Nutt.</i>	Северна Америка	13	11
47. Махонија	<i>Mahonia aquifolium Nutt.</i>	Северна Америка	-	5
48. Мечја леска	<i>Corylus colurna L.</i>	Југоисточна Европа и Оријент	26	100
49. Млеч	<i>Acer platanoides L.</i>	Северна и источна Европа	230	217
50. Обична леска	<i>Corylus avellana</i>	Европа	2	-
51. Олеандер	<i>Nerium oleander L.</i>	Медитеран, Азија	-	4
52. Опах	<i>Juglans regia L.</i>	Балкан, Авганистан, Мала Азија, Кина, Кореја	-	18
53. Оријентална трешња	<i>Prunus serrulata Lindl.</i>	Кина, Кореја, Јапан	-	3
54. Пајавац	<i>Acer negundo L.</i>	Речне долине северне Америке	67	72
55. Пауловнија	<i>Paulownia tomentosa Steud.</i>	Источна Азија	2	3
56. Пекиншка врба	<i>Salix matsudana Koidz.</i>	Источна Азија	2	-
57. Польски брест	<i>Ulmus minor Mill.</i>	Европа, северна Африка, Мала Азија	3	-
58. Польски јасен	<i>Fraxinus angustifolia Vahl.</i>	Југоисточна Европа	50	38
59. Пузава дуњарица	<i>Cotoneaster horizontalis Decne.</i>	Кина и Хималаји	нема бр. ком.	10 m ²
60. Ружа	<i>Rosa canina L. floribunda</i>	Европа, Африка, западна и северна Азија		80
61. Сибирски брест	<i>Ulmus pumila L.</i>	Источна Азија	82	158

Табела 1. Наставак*Table 1. Continued*

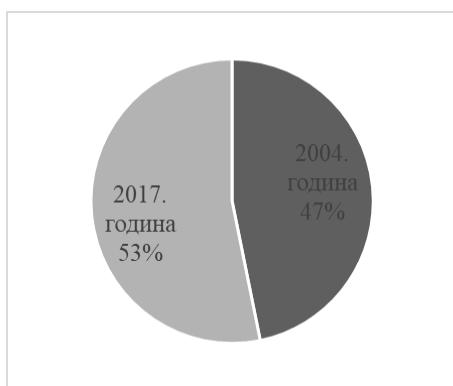
Народни назив <i>Common name</i>	Латински назив <i>Latin name</i>	Порекло/ Распрострањеност <i>Origin/Coverage</i>	2004. у парковима <i>In parks in 2014</i>	2017. у парковима <i>In parks in 2017</i>
62. Ситнолисна липа	<i>Tilia cordata Mill.</i>	Европа и Азија	5	8
63. Сјајнолисна лоницера	<i>Lonicera nitida Wils.</i>	Западна Кина	нема бр. ком.	40
64. Софора	<i>Sophora japonica L.</i>	Кина, Кореја	217	201
65. Сребрнолисна липа	<i>Tilia tomentosa Moench.</i>	Југоисточна Европа и Оријент	128	119
66. Сребрнолисни јавор	<i>Acer saccharinum L.</i>	Источна и средња Северна Америка	10	14
67. Сремза	<i>Padus racemosa C. K. Schneid.</i>	Европа и Азија	1	-
68. Тамарикс	<i>Tamarix tetrandra Pall.</i>	Југоисточна Европа и Оријент	-	4
69. Трепетљика	<i>Populus tremula L.</i>	Европа, северна Африка и Азија	1	4
70. Тунбергова жутика	<i>Berberis Thunbergii DC.</i>	Кина и Јапан	-	10
71. Хибридна лоницера	<i>Lonicera purpusii Rehd.</i>	Хибридна врста	нема бр. ком.	102
72. Хибридна форзитија	<i>Forsythia intermedia Zab.</i>	Хибридна врста	нема бр. ком.	117
73. Црвенолисна цанарика	<i>Prunus cerasifera Ehrh.</i>	Иран, Кавказ и Балкан	43	38
74. Црна зова	<i>Sambucus nigra L.</i>	Европа, Мала Азија, Кавказ	1	10
75. Црна топола	<i>Populus nigra L.</i>	Европа, централна и западна Азија, западни Сибир	2	22
76. Црни орах	<i>Juglans nigra L.</i>	Средња и источна САД	10	21
77. Шведска мукиња	<i>Sorbus scandica Fries.</i>	Скандинавија и Прибалтик	-	2
78. Шимшир	<i>Buxus sempervirens L.</i>	Медитеран	10+	39
Σ 1817				Σ 2703

2004. год. четинара	2017. год. четинара
+	+
лишћара	лишћара
Σ 2615	Σ 3610

Као што се из табеле 1 може видети, бројно стање 19 четинарских и 78 лишћарских врста појединачно варира. Свеукупан број четинара повећан је са 798 на 907 (Графикон 1). Од 19 врста четинарских врста које се налазе у парковима Зрењанина, 7 има ареал распрострањености у Европи, док је највећи број пореклом из Северне Америке (Графикон 2).

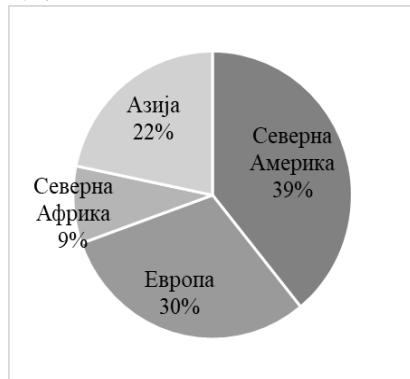
Графикон 1: Процентуални однос броја четинара 2004. и 2017. године (извор: Дејан Кеврешан, 2017)

Graph 1: The percentage of the number of conifer trees and shrubs in 2004 and 2017



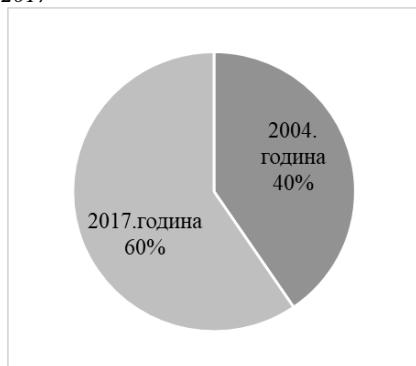
Графикон 2: Порекло врста четинара у парковима Зрењанина 2017. године (извор: Дејан Кеврешан, 2017)

Graph 2: Origin of species of conifer trees and shrubs in Zrenjanin parks in 2017



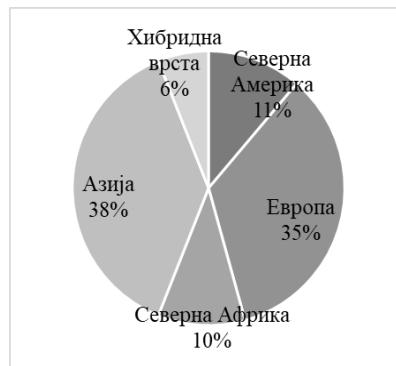
Графикон 3: Процентуални однос броја лишћара 2004. и 2017. године (извор: Кеврешан, 2017)

Graph 3: The percentage of the number of deciduous trees and shrubs in 2004 and 2017



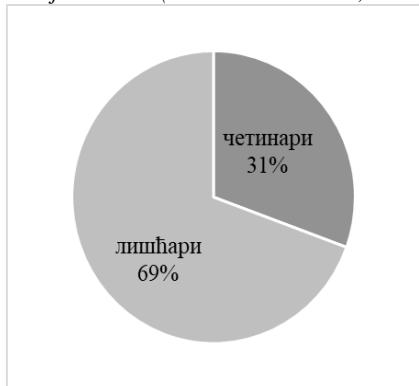
Графикон 4: Порекло врста лишћара у парковима Зрењанина 2017. године (извор: Кеврешан, 2017)

Graph 4: Origin of species of deciduous trees and shrubs in Zrenjanin parks in 2017



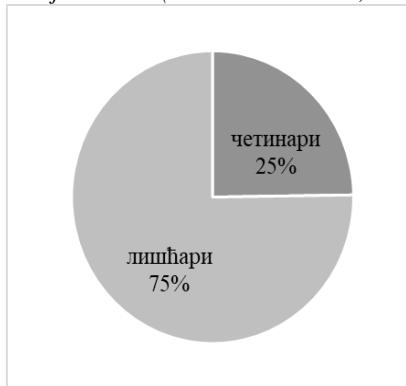
Графикон 5: Однос лишћара и четинара у парковима Зрењанина 2004. године (извор: Кеврешан, 2017)

Graph 5: The ratio of deciduous and conifer trees and shrubs in the parks Zrenjanin 2004 (source: Kevrešan, 2017)



Графикон 6: Однос лишћара и четинара у парковима Зрењанина 2017. године (извор: Кеврешан, 2017)

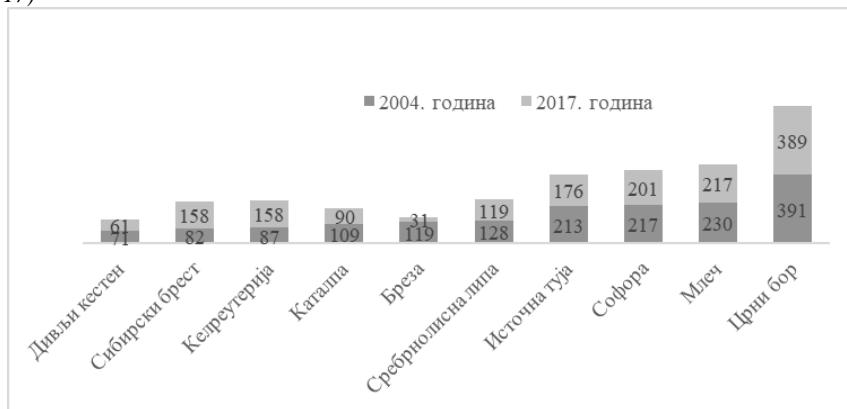
Graph 5: The ratio of deciduous and conifer trees and shrubs in the parks Zrenjanin 2017 (source: Kevrešan, 2017)



Свеукупан број лишћара је повећан са 1817 на 2703 (Графикон 3). Од 78 лишћарских врста које се налазе у парковима Зрењанина, 40 има ареал распрострањености у Европи, међу којима је дивљи кестен који је Арктотерцијарни реликт Балкана, док је остатак са простора Азије, Северне Америке, Северне Африке или су хибридне врсте. Највећи проценат лишћарских врста потиче из Азије (Графикон 4). Однос лишћара и четинара се променио у протеклих 13 година (Графикон 5 и Графикон 6), тако да сада има за 6% мање четинара него пре.

Графикон 7: Однос 10 најбројнијих врста у 2004. наспрам 2017. године (извор: Кеврешан, 2017)

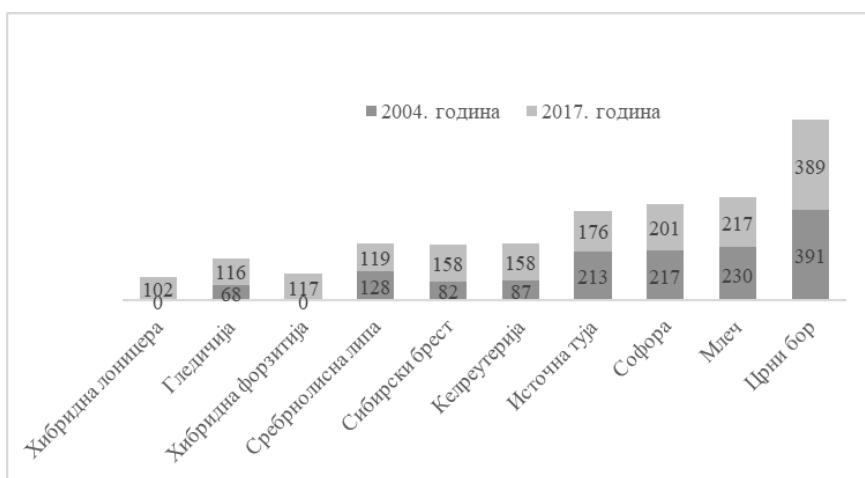
Graph 7: The ratio of the 10 most numerous species in 2004 to 2017 (source: Kevrešan, 2017)



Најбројнијих 10 врста (Графикон 8) према подацима из 2004. и 2017. године се разликује за 3 врсте. Најбројнија врста је и даље црни бор, док је бројно стање сибирског бреста скоро дупло веће, а бреза скоро четири пута мање (Графикон 7 и Графикон 8). Смит говори о урбаним засадима који на малим просторима садрже већи број врста него много веће површине, па је то случај и у Титовом гају, који је један од најмањих паркова у Зрењанину, а има 48 различитих дендрораста, за једну више од највећег парка у граду, Карађорђевог парка. Док дизајн урбаног зеленила углавном узима у обзир аспекте као што су уживање корисника у сезонским променама боја, стварања хладовине, итд (Quigley, 2011) биолошки аспект се готов не узима у обзир. Зато малим просторима урбаног зеленила, као деконструисаним фрагментима замишљеног пејзажа, углавном недостаје веома битан структурални и функционални диверзитет.

Графикон 8: Однос 10 најбројнијих врста у 2017. наспрам 2004. године (извор: Кеврешан, 2017)

Graph 7: The ratio of the 10 most numerous species in 2017 to 2004 (source: Kevrešan, 2017)



ЗАКЉУЧАК

Приликом теренског истраживања паркова Зрењанина, дошло се до следећих закључака:

- за разлику од већине градова Европе и САД где су вршена бројна истраживања и утврђено да је проценат интродукованих врста 30-50%, у Зрењанину је случај да их има 54,6%, што се мора смањити обзиром да и у планским документима града стоји да треба садити аутохтоне врсте.

- Паркови Зрењанина поседују 97 различитих врста од који су 44 аутохтоне, 46 интродуковане, а 7 хибридне. Четинари су већински пореклом из Северне Америке, док су лишћари из Азије.
- упркос просторном плану града, већина биљака није аутохтона, него интродукована (45,4% аутохтоних, 54,6% интродукованих), те као и овај део, тако ни већи део осталог текста из овог планског документа, а који се односи на зелене површине, није испоштован. Истраживање је показало да је већини паркова потребна реконструкција, и на тај начин би се ти паркови могли поново оживети, односно постати много посећенији него што јесу.
- претходна анализа такође упућује на закључак да би требало утврдити тачан разлог наглог смањења броја одређених врста. Такође, потребно је испитати и да ли постоје фитопатолошка или ентомолошка оштећења постојеће дендрофлоре, како би се спречило њено даље одумирање.

ЛИТЕРАТУРА

- Bassuk, N., Trowbridge, P. (2004): Trees in Urban Landscape: Site Assessment, Design and Installation. Wiley and Sons, Inc. Hoboken, NJ: 207 pp.
- Dunn, C.P., Heneghan, L. (2011): Composition and diversity of urban vegetation. Oxford University Press
- Zerbe, S., Maurer, U., Schmitz, S., Sukopp, H., (2003): Biodiversity in Berlin and its potential for nature conservation. *Landscape and Urban Planning* 62(3):139-148.
- Jim, C., Chen, W. (2000): Pattern and divergence of tree communities in Taipei's main urban green spaces. *Landscape and Urban Planning* 84(3-4): 312-323.
- Jim, C., (1993): Trees and landscape of a suburban residential neighbourhood in Hong Kong. *Landscape and Urban Planning* 23(2): 19-143.
- La Sorte, F.A., McKinney, M.L., Pyšek, P., Klotz, S., Rapson, G.L., Celesti-Grapwo, L., Thompson, K. (2008): Distance decay of similarity among European urban floras: the impact of anthropogenic activities on diversity. *Global Ecology and Biogeography* 17: 363-371.
- Мраковић, В. (2004): Зеленило Зрењанина, Народна библиотека Србије, Београд
- McHarg, I. (1963): Design with Nature, Doubleday, Garden City, NJ
- Nassauer, J. (1997): Placing Nature: Culture and Landscape Ecology, Island Press, Washington, DC
- Pyšek, P. (1998): Alien and native species in Central European Urban Floras: a quantitative comparison. *Journal of Biogeography* 25(1): 155-163.
- Savard, J-P., Clergeau, P., Mennechez, G. (2000): Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* 48(3-4): 131-142.

- Smith, R.M., Warren, P.H., Thompson, K., Gaston, K.J. (2006): Urban domestic gardens (VI): environmental correlates of invertebrate species richness. *Biodiversity and Conservation* 15: 2415-2438.
- Sukopp, H. (2002): On the early history of urban ecology in Europe. In: *Urban ecology*, Marzluff, J.M., Shulenberger, E., Endlicher, W., Alberti, M., Bradley, G., Ryan, C., Simon, U., ZumBrunnen, C. (eds.). Springer: 79-97.
- Underwood, E.C., Viers, J.H., Klausmeyer, K.R., Cox, R.L., Shaw, M.R. (2009): Threats and biodiversity in the Mediterranean biome. *Diversity and Distribution* 15(2): 188-197.
- Colding, J., Folke, C. (2009): The role of golf courses in biodiversity conservation and ecosystem management. *Ecosystems* 12(2): 191-206.
- Quigley, F.M. (2011): *Potemkin Gardens: Biodiversity in Small Designed Landscapes*, Urban Ecology, Oxford

Summary

URBAN GREEN SPACES: DENDROFLORA IN DESIGNED CITY PARKS ON THE EXAMPLE OF ZRENJANIN (SERBIA)

by

Kevrešan, D., Stevanov, M.

During the field study of Zrenjanin parks, the following conclusions were reached:

- unlike most of the cities in Europe and the US, where number of researches were carried out, and found that the percentage of introduced species is 30-50%, in Zrenjanin there are 54.6% of them, which has to be reduced, since in the planning documents of the city it is said that it is necessary to plant indigenous species. - Zrenjanin parks have 97 different species, of which 44 are indigenous, 46 are introduced and 7 are hybrid. The mills are mostly of North America, while the leaves are from Asia.
- despite the spatial plan of the city, most of the plants are not indigenous, but introduced (45.4% indigenous, 54.6% intruders), and like this part, so much of the rest of the text from this planning document, referring to green surface is not respected. The research has shown that most of the parks need reconstruction, and in this way these parks could revive, and become much more visited than they are.
- The previous analysis also points to the conclusion that the exact reason for the sudden decrease in the number of certain species should be determined. Also, it is necessary to examine whether there are phytopathological or entomological damages of the existing dendro-flora, in order to prevent its further death

UDK: 631.445.4(497.113 Mužlja)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

TIPOVI ŠUMA U GJ MUŽLJANSKI RIT

Zoran Galić¹, Radenko Ponjarac², Alen Kiš³, Zoran Novčić¹, Sreten Vasić¹

Izvod: U radu je izvršena analiza rasprostranjenosti različitih sistematskih jedinica zemljišta, vrsta drveća i tipološke pripadnosti u GJ Mužljanski rit. Najzastupljenije zemljište je ritska crnica (66,41%), a najzastupljenija vrsta *Populus x euramericana* cl. I-214. Močvarno glejna zemljišta su zastupljena na 12,79% ukupne površine. Sa aspekta tipološke klasifikacije je izdvojeno šest tipova šuma. Najzastupljeniji tip šume je tip šume poljskog jasena i lužnjaka na ritskim crnicama.

Ključne reči: Mužljanski rit, tipovi šuma, ritska crnica, hrast lužnjak

FOREST TYPES IN MANAGEMENT UNIT MUŽLJANSKI RIT

Abstract: The paper analyzes the spatial distribution of different soil systematic units, tree species and forest types. The most common soil type is riparian black soil (66.41%) , the most common tree species is *Populus x euramericana* cl. I-214. Gleyic soil covered 12,79% of total area. In MU Muzljanski rit has recorded six forest type. Most common forest type is ash and pedunculate oak forest on riparian black soil.

Keywords: Muzljanski rit, forest types, riparian black soil, pedunculate oak

UVOD

Tipološkim istraživanjima se definišu ekološki i razvojno-proizvodni pokazatelji kao kriterijumi za izdvajanje i definisanje klasifikacionih jedinica (Jović et al., 1991). Tipoloških istraživanja je u kompleksu aluvijalno higrofilnih šuma nedovoljno (Galić et al., 2015), što je između ostalog i posledica nedovoljno zastupljenih istraživanja kartiranja zemljišta (Galić et al., 2014; Galić et al., 2015). Nepoznavanje jednog od osnovnih faktora stanišnog kompleksa (zemljišta) može dovesti do bitnih neuspeha u gazdovanju šumama na tipološkoj osnovi.

¹ Dr Zoran Galić, naučni savetnik, master Zoran Novčić, dipl. inž. Sreten Vasić, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad ² master Radenko Ponjarac, JP Vojvodinašume, Petrovaradin ³ dipl. inž Alen Kiš, Pokrajinski zavod za zaštitu prirode, Novi Sad

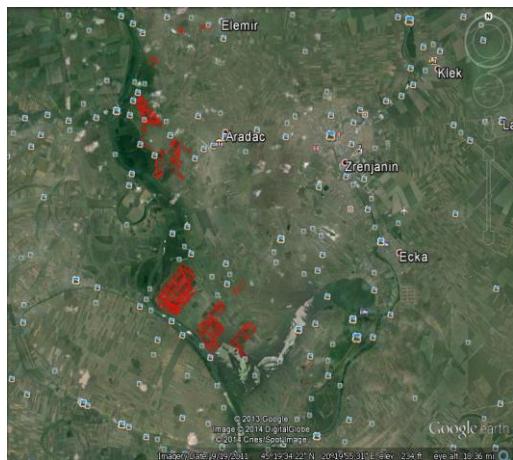
¹ Dr Zoran Galić, principal research fellow; Zoran Novčić, MSc, technical associate; Sreten Vasić, BSc, technical associate; University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad

² Radenko Ponjarac, PE Vojvodinasume, Petrovaradin ³ Alen Kiš, BSc, Institute for nature conservation of Vojvodina Province, Novi Sad

U GJ Mužljanski rit preovlađuje ritska crnica, kao intrazonalna tvorevina. Ritska crnica se obrazuje u uslovima znatnog kolebanja podzemnih voda (Živković et al., 1972). Prema istom autoru se najčešće obrazuje u priterasnim delovima poloja, kao i depresijama centralnog dela poloja. Prema Živanov i Ivanišević, (1986), kao i Jović et al., (1991) se na ritskoj crnici javljaju prirodne šume tvrdih liščara (šume hrasta lužnjaka i poljskog jasena).

U GJ Mužljanski rit se u kompleksu aluvijalno higrofilnih šuma prema Jović et al., (1991) izdvajaju dve cenoekološke grupe: šuma bele vrbe i topola (*Salicion albae*) na nerazvijenim semi-glejnim zemljištima, kao i ceno-ekološka grupa tipova šuma lužnjaka i jove (*Alno-Quercion roboris*) na semiglejnim i nekim automorfnim zemljištima. U radu su izvršena istraživanja rasprostranjenosti tipova šuma u GJ Mužljanski rit.

MATERIJAL I METOD RADA



Slika 1. Prostorni raspored GJ Mužljanski rit
Picture 1. Spatial distribution of MU Muzljanski rit

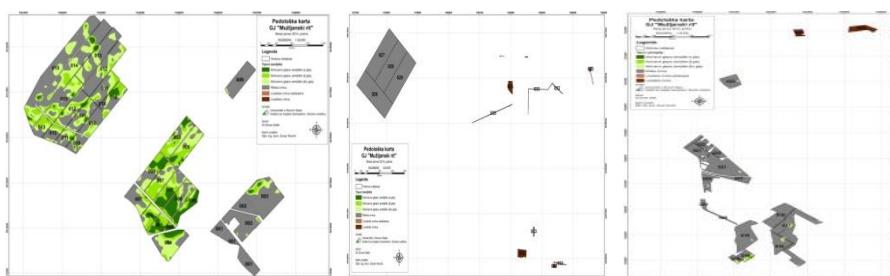
Analiza proizvodnih karakteristika je osnove gazdovanja šumama za GJ Mužljanski rit. Podela na tipove šuma je izvršena prema klasifikaciji Jović et al., (1991). Prostorne analize su urađene u programskom paketu ArcGIS.

Istraživanja su obavljena u GJ Mužljanski rit (Slika 1). Podloge za izradu modela terena su bile osnovne državne karte, a poslužili su za izradu mikroreljefa, a potom i za izbor mesta pedološkog profila. Posle izbora mesta za profil izvršeno je otvaranje pedoloških profila, detaljan morfološki opis, definisanje tipova zemljišta (Škorić et al., 1985) i uzimanje uzorka za laboratorijske analize. U laboratoriji Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu analize po metodologiji datoj u priručnicima (Grupa autora, 1971 i Bošnjak et al., 1997).

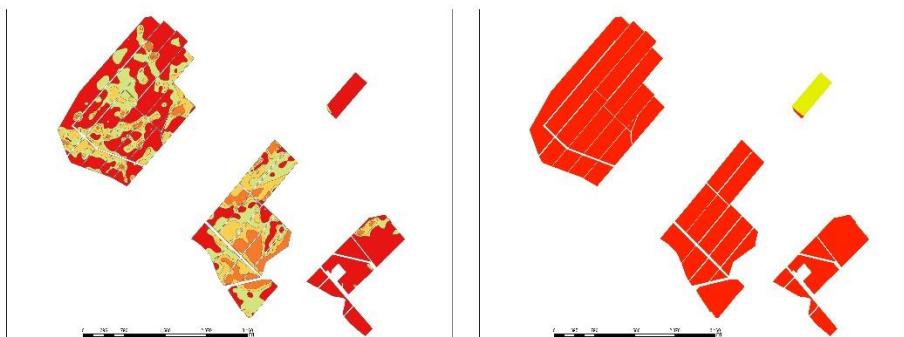
Izvršena na osnovu podataka iz 3D modela terena u gazdinskoj jedinici Mužljanski rit je izvršeno izdvajanje većeg broja sistematskih jedinica zemljišta (Galić et al., 2014, Slika 2). Na najvećoj površini je prema otvorenim pedološkim profilima determinisana kao sistematska jedinica zemljišta ritska crnica.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Na osnovu 3D modela terena u gazdinskoj jedinici Mužljanski rit je izvršeno izdvajanje većeg broja sistematskih jedinica zemljišta (Galić et al., 2014, Slika 2). Na najvećoj površini je prema otvorenim pedološkim profilima determinisana kao sistematska jedinica zemljišta ritska crnica.



Slika 2. Determinisani tipovi zemljišta prema Galić et al., 2014
Picture 2. Soil types in MU Mužljanski rit, by Galić et al., 2014



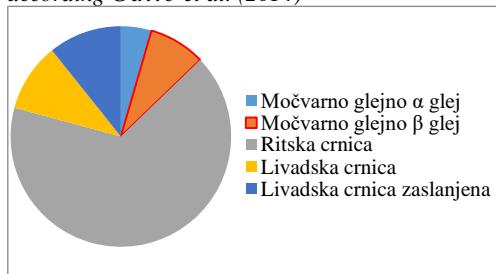
Galić et al., 2014

Nejgebauer et al., 1971

Slika 3. Razlike u rasprostranjenosti zemljišta u GJ Mužljanski rit prema kartama
 Galić et al., (2014) i Nejgebauer et al., (1971)
Picture 3. Differences in soil distribution in MU Mužljanski rit according to the maps by
 Galić et al., (2014) and Nejgebauer et al., (1971)

Grafikon 1. Učešće determinisanih sistematskih jedinica zemljišta u ukupnoj površini prema Galić et al., (2014)

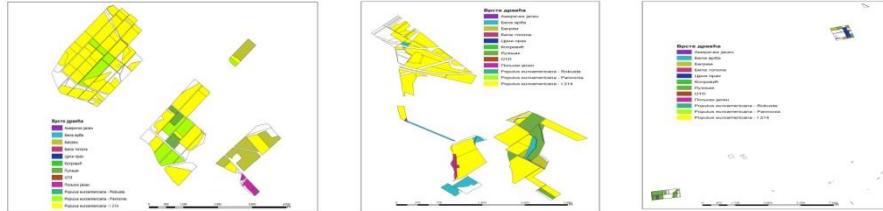
Graph 1. Participation of soil types in total area according Galic et al. (2014)



Prema karti Galić et al., (2014) preovlađujući tip zemljišta je ritska crnica sa 1100,08 ha, močvarno glejno zemljište zauzima 439,16 ha, a livadska crnica je zastupljena na 166,50 ha. Prema karti Nejgebauer et al., (1971) ritska crnica zauzima svega 504,92 ha, livadska crnica 50,10 ha, dok je močvarno glejno zemljište prema istoj karti zastupljeno na 3,11 ha. Navedene razlike rasprostranjenosti zemljišta mogu bitno uticati i na izdvajanje tipova šuma.

Upoređujući kartu Galić et al., (2014) sa kartom Nejgebauer et al., (1971) uočava se znatna razlika (Slika 3) u rasprostranjenosti sistematskih jedinica u prostoru. Slična odstupanja su utvrđena i u drugim gazdinskim jedinicama (Galić et al., 2017).

Sastojinska karta (Slika 3) ukazuje na najveće učešće po površini *Populus x euramericana* cl. I-214, potom bagrema, hrasta lužnjaka i *Populus x euramericana* cl. Pannonia. Ostale zasupljene vrste drveća su crni orah, bela topola i vrba. Ostale vrste su neznatno zastupljene.

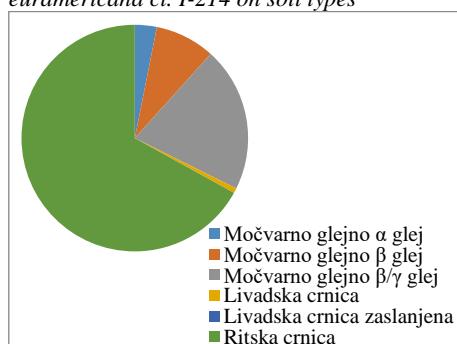


Slika 3. Zastupljene vrste drveća
Picture 3. Tree species distribution

Najveće učešće *Populus x euramericana* cl. I-214 po površini i po zapremini je na ritskoj crnici, potom na močvarno glejnom (β/γ gleju) (Grafikon 2 i 3).

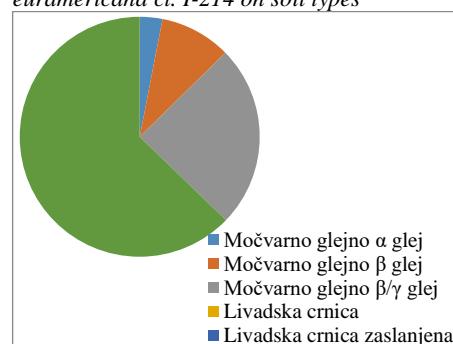
Grafikon 2. Učešće *Populus x euramericana* cl. I-214 po površini po sistematskim jedinicama zemljишta

Graph 2. Spatial distribution of *Populus tremuloides* on soil types



Grafikon 3. Učešće *Populus x euramericana* cl. I-214 po zapremini po sistematskim jedinicama zemljišta

Graph 3. Volume share of *Populus x euramericana* cl. I-214 on soil types



Učešće bagrema po površini i po zapremini je dominantno na ritskoj crnici (Grafikon 4 i 5).

Hrast lužnjak je po površini najzastupljeniji na livadskoj crnici (Grafikon 6), a po zapremini na ritskoj crnici (Grafikon 7).

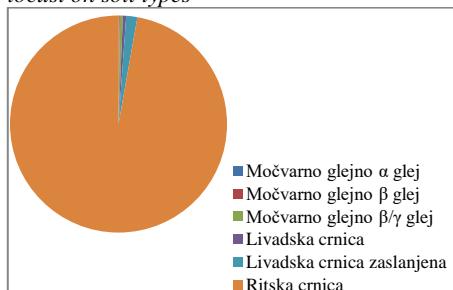
Sume u ovoj gazdinskoj jedinici se nalaze van uticaja poplavne vode, a uticaj podzemne vode se manifestuje uglavnom posredno putem podzemnih voda. Prema Jović et al., (1991) u GJ "Mužljanski rit" je izdvojeno pet tipova šuma i to:

- tip šume i ve na α/β gleju

- tip šume bele vrbe na β gleju
- tip šuma topola na semiglejnim i glejnim zemljištima
- tip šume poljskog jasena i lužnjaka na ritskim crnicama
- tip šume poljskog jasena i lužnjaka na livadskim crnicama.

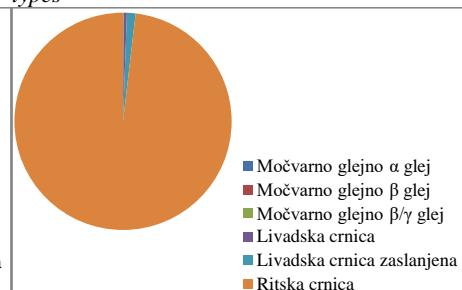
Grafikon 4. Učešće bagrema po površini po sistematskim jedinicama zemljišta

Graph 4. Spatial distribution of black locust on soil types



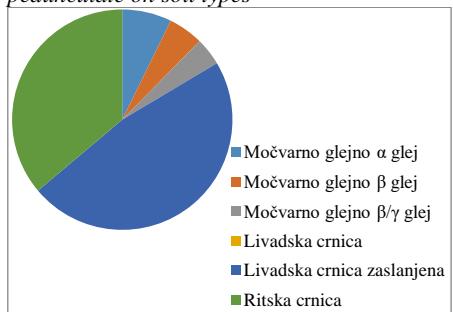
Grafikon 5. Učešće bagrema po zapremini po sistematskim jedinicama zemljišta

Graph 5. Volume share of black locust on soil types



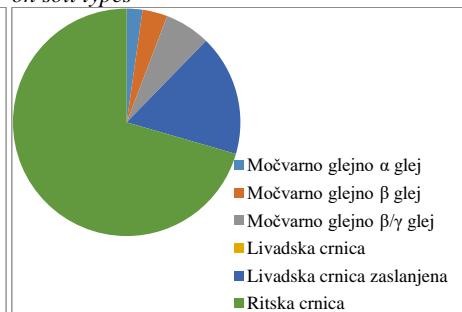
Grafikon 6. Učešće hrasta lužnjaka po površini po sistematskim jedinicama zemljišta

Graph 6. Spatial distribution of pedunculate oak on soil types



Grafikon 7. Učešće hrasta lužnjaka po zapremini po sistematskim jedinicama zemljišta

Graph 7. Volume share of pedunculate oak on soil types



Uz navedene tipove šuma je potrebno izdvojiti i tip šume:

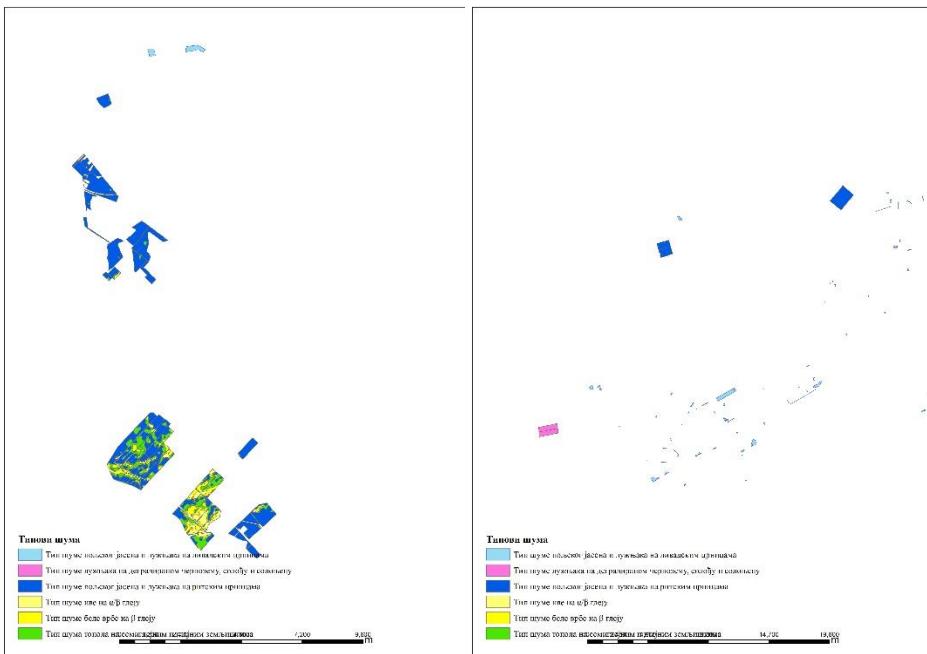
- lužnjaka na degradiranom černozemu, solođu i solonjelu (Galić et al., 2015).

Na osnovu predloženih šest tipova šuma je urađena tipološka karta u GJ Mužljanski rit (slika 4).

Procentualna zastupljenost tipova šuma je data u grafikonu 8.

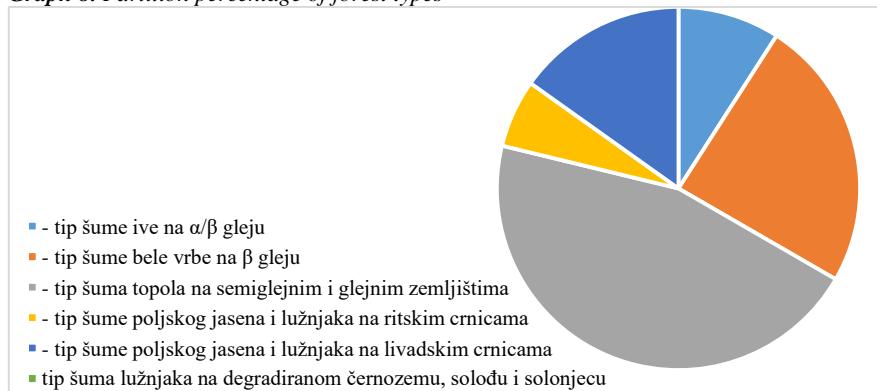
Na osnovu tipološke karte za GJ Mužljanski rit se vidi da je znatno učešće *Populus x euramericana cl. I-214* i bagrema u tipu šume poljskog jasena i hrasta lužnjaka na ritskim crnicama. Na ukupnoj površini gazdinske jedinice učešće *Populus x euramericana cl. I-214* je 37,22%, dok je učešće bagrema u tipu šume poljskog jasena i hrasta lužnjaka na 15,95% ukupne površine gazdinske jedinice.

Zajedno učešće *Populus x euramerican cl. I-214* i bagrema u ovom tipu šume je 53,18% ukupne površine gazdinske jedinice. U prethodno navedenom tipu šume na degradirane šume ostalih tvrdih lišćara, američkog jasena otpada 1,14% ukupne površine gazdinske jedinice.



Slika 4. Tipovi šuma u GJ Mužljanski rit
Picture 4. Forest types in MU Muzljanski rit

Grafikon 8. Procentualna zastupljenost tipova šuma
Graph 8. Partition percentage of forest types



U tipu šume ive na α/β gleju je učešće *Populus x euramericana* cl. I-214 i *Populus x euramericana* cl. Pannonia je 80% ukupne površine ovog tipa šume. U tipu šume bele vrbe na β gleju učešće *Populus x euramericana* cl. I-214 i *Populus x euramericana* cl. Pannonia je 93,08%.

Gajenjem vrsta drveća van optimalnih stanišnih uslova uslovljava smanjen proizvodni potencijal i nedovoljno korišćenje stanišnih uslova (Ivanović et al., 2006, Ivanović et al., 2008, Galić, 2011, Galić et al., 2015).

ZAKLJUČCI

Na najvećoj površini je prema otvorenim pedološkim profilima determinisana kao sistematska jedinica zemljишta ritska crnica, zauzimajući ukupnu površinu od 66,41%, dok močvarno glejna zemljишta zauzimaju 12,79 % ukupne površine.

Sastojinska karta ukazuje na najveće učešće po površini *Populus x euramericana* cl. I-214, potom bagrema, hrasta lužnjaka i *Populus x euramericana* cl. Pannonia. Ostale zasupljene vrste drveća su crni orah, bela topola i vrba. Ostale vrste su neznatno zastupljene.

U GJ "Mužljanski rit" je moguće izdvojiti šest tipova šuma (tip šume ive na α/β gleju; tip šume bele vrbe na β gleju; tip šuma topola na semiglejnim i glejnim zemljишima; tip šume poljskog jasena i lužnjaka na ritskim crnicama; tip šume poljskog jasena i lužnjaka na livadskim crnicama, kao i tip šume lužnjaka na degradiranom černozemu, solođu i solonjecu).

Na osnovu tipološke karte za GJ Mužljanski rit se vidi da je znatno učešće *Populus x euramericana* cl. I-214 i bagrema u tipu šume poljskog jasena i hrasta lužnjaka na ritskim crnicama.

U tipu šume ive na α/β gleju, kao i u tipu šume bele vrbe na β gleju utvrđeno je znatno učešće *Populus x euramericana* cl. I-214 i *Populus x euramericana* cl. Pannonia.

Gajenjem vrsta drveća van optimalnih stanišnih uslova uslovljava smanjen proizvodni potencijal i nedovoljno korišćenje stanišnih uslova.

Zahvalnica

Rad je realizovan u okviru projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- Galić, Z. (2011): Izbor vrsta drveća za pošumljavanje različitih staništa u Vojvodini. Univerzitet u Novom Sadu - Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu. Monografija, 102 str.
- Galić, Z., Novčić, Z. (2014): The use of GIS based technology in soil mapping of local level. Forest and sustainable development - Book of abstracts: Braşov, Romania, 24-25 October 2014: 99
- Galić, Z., Ponjarac, R., Kiš, A. (2015): Tipovi šuma u GJ "Ristovača". Šumarstvo, 4: 111-117.
- Galić, Z., Kiš, A., Ponjarac, R., Novčić, Z. (2017): Forest soil mapping. 2nd International and 14th National Congress of Soil Science Society of Serbia „Solutions and projections for sustainable soil management“. Book of abstracts. p 112. 22-25th september 2017. Novi Sad, Serbia
- Grupa autora (1971): Hemijeske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga I. JGPZ, Beograd
- Bošnjak, Đ., Dragović, S., Hadžić, V., Babović, V., Kostić, N., Burlica, Č., Đorović, M., Pejković, M., Mihajlović, T.D., Stojanović, S., Vasić, G., Stričević, R., Gajić, B., Popović, V., Šekularac, G., Nešić, Lj., Belić, M., Đorđević, A., Pejić, B., Maksimović, I., Karagić, Đ., Lalić, B., Arsenić, I. (1997): Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. JDPZ, Novi Sad: 278 str.
- Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Pekeč, S. 2006. Stanišni resursi u funkciji povećanja šumovitosti Vojvodine. Topola 177/178: 106-137
- Nejgebauer, V., Živković, B., Tanasijević, Đ., Miljković, N. (1971): Pedološka karta. Institut za poljoprivredna istraživanja
- Živković, B., Nejgebauer, V., Tanasijević, Đ., Miljković, N., Stojković, L., Drezgić, P. 1972. Zemljišta Vojvodine, Novi Sad, 19 str.
- Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Kovačević, B., Marković, M. 2008. Značaj podizanja zasada šumskog drveća i žbunja za stabilnost i održivi razvoj ekosistema u Vojvodini. Topola 181/82: 31-41.
- Jović, N., Tomić, Z., Jović, D. (1991): Tipologija šuma. Šumarski fakultet u Beogradu.
- Škorić, A., Filipovski G., Ćirić, M. Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 13, Sarajevo, 1985

Summary

FOREST TYPES IN MANAGEMENT UNIT MUZLJANSKI RIT

by

Zoran Galić, Radenko Ponjarac, Alen Kiš, Zoran Novčić, Sreten Vasić

*The paper analyzes the spatial distribution of different soil systematic units, tree species and forest types. The most common soil type is riparian black soil , the most common tree species is *Populus x euramericana* I-214. Gleyic soil covered 12,79%, and meadow black soil cover 20,80% of total area.*

In MU Muzljanski rit has recorded six forest type. Most common forest type is ash and pedunculate oak forest on riparian black soil.



UDK: 630*45:595.768.1

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

PRILOG PROUČAVANJU MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA JASENOVOG SURLAŠA

Milan Drekić¹

Izvod: Jasenov surlaš je najčešći i najznačajniji defolijator jasena u zemljama jugoistočne Evrope. U radu su prikazani rezultati istraživanja morfoloških karakteristika jasenovog surlaša. Dimenzije razvojnih stadijuma jasenovog surlaša određivane su merenjem na većem broju primeraka, a morfološke karakteristike su opisane i dokumentovane na fotografijama i crtežima.

Polni dimorfizam kod jasenovog surlaša je slabo izražen, a mužjaci i ženke se mogu razlikovati po gradi poslednjeg trbušnog segmenta. Dužina tela mužjaka je od 2,95 - 3,48 mm, a ženki od 3,11 - 3,80 mm. Jaja jasenovog surlaša su belo – žuta dužine 0,52 - 0,70 mm, a širine 0,33 - 0,42 mm. Larve imaju tri razvojna stupnja. Larve prvog stupnja imaju širinu glavenih čaura od 0,16 - 0,23 mm, drugog 0,34 - 0,50 mm, a trećeg stupnja 0,54 - 0,66 mm. Telo prelutaka je dužine od 3,10 - 3,95 mm, a dužina lutaka 3,11 - 3,89 mm.

Ključne reči: morfologija, jasenov surlaš, *Stereonychus fraxini*

CONTRIBUTION TO STUDY OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF ASH WEEVIL

Abstract: Ash weevil is the most common and most important defolijator of ash in the countries of Southeast Europe. The paper presents the results of research of the morphological characteristics of ash weevil. Dimensions of ash weevil developmental stages were determined by measuring on a larger number of specimens. Morphological characteristics were described and documented in photographs and drawings.

Sexual dimorphism of the ash weevil is poorly expressed, and males and females can be distinguished by the structure of the last abdominal segment. Body length of males is from 2.95 mm to 3.48 mm, and females from 3.11 mm to 3.80 mm. Ash weevil eggs are white - yellow length of 0.52 mm to 0.70 mm, a width of 0.33 mm to 0.42 mm. The larvae have three stages of development. Larvae of first instar have a width of head capsule from 0.16 to 0.23 mm. In the second instar width of 0.34 to 0.50 mm, and in the third instar larvae head capsule

¹ Dr Milan Drekić, naučni saradnik - Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad

¹ Dr Milan Drekić, research associate - University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad

width from 0.54 to 0.66 mm. Pre-pupa body is a length of 3.10 to 3.95 mm. Pupa length is from 3.11 mm to 3.89 mm.

Keywords: morfology, ash weevil, *Stereonychus fraxini*

UVOD

Velike štete na jasenu u našem regionu pričinjava jasenov surlaš. Jasenov surlaš je rasprostranjen u Evropi, Severnoj Africi i Maloj Aziji (Wingelmüller, 1921). Jasenov surlaš je u Srbiji konstatovan na poljskom jasenu, belom jasenu i pensilvanijskom dlakavom jasenu (Drekić, 2011). Imaga i larve jasenovog surlaša se hrane lišćem i pupoljcima jasena. Masovne pojave jasenovog surlaša neretko uzrokuju višegodišnje jake defolijacije stabala i sastojina jasena i dovode do smanjenja prirasta, a još je značajnije da imaju za posledicu fiziološko slabljenje i stvaranje uslova za pojavu sekundarnih štetnih organizama. Vezu između napada jasenovog surlaša i potkornjaka uočio je Maksimović, (1954b) i zaključio da jasenovog surlaša treba smatrati kao prethodnu štetočinu u "ulančavanju šteta" kod jasena.

Proučavanja jasenovog surlaša u Srbiji do danas nisu bila obimna, a u domaćoj literaturi se iznose uglavnom podaci o pojavi i štetama koje je prouzrokovao (Maksimović, 1954a; 1954b; Marović, 1963; Avramović et al., 2008). Morfološke karakteristike jasenovog surlaša navodi više autora (Nüsslin, 1913; Nüsslin i Rhumbler, 1927; Mikloš, 1954; 1977; Schwerdtfeger, 1957; Scherf, 1964). Mikloš, (1954) navodi da je naziv roda *Stereonychus* (Suffrian 1854) bio sinonim za rod *Cionus* da bi kasnije zbog značajnih morfoloških razlika jasenov surlaš bio svrstan u zasebni rod *Stereonychus*.

Poznavanje morfoloških karakteristika različitih razvojnih stadijuma štetnih insekata bitno je za njihovu pouzdanu determinaciju. U radu su prikazani rezultati proučavanja morfoloških karakteristika jasenovog surlaša. Cilj rada je da se morfološke karakteristike jasenovog surlaša što detaljnije determinišu i opišu.

MATERIJAL I METODE

Dimenzije različitih razvojnih stadijuma jasenovog surlaša određivane su merenjem na većem broju primeraka radi dobijanja pouzdanijih podataka. Merenjem je obuhvaćeno po 100 imaga mužjaka i ženki, 100 jaja, 50 glavnih čaura larvi različitih razvojnih stupnjeva, prelutaka i lutaka. Navedeni materijal za merenja sakupljen je u G.J. Branjevinu, odelenje 11, u blizini naselja Odžaci u proleće 2008. godine. Merenja su izvršena mesmikroskopom proizvođača Carl Zeiss. Kod morfoloških karakteristika korišćeni su opisi. Morfološke karakteristike su određivane vizuelno, a dokumentovane su fotografijama i crtežima.

REZULTATI I DISKUSIJA

Telo imaga jasenovog surlaša u osnovi je smeđe - crno i pokriveno ljuspicama (Slike 1 i 2). Merenjima je utvrđeno da se dužina tela kod mužjaka kreće od 2,95 - 3,48 mm (prosečno 3,18 mm), ženke su u proseku nešto veće od mužjaka. Njihova dužina je iznosila 3,11 - 3,80 mm (prosečno 3,46 mm).



Slika 1. Mužjak *S. fraxini*
Figure 1 Male of *S. fraxini*



Slika 2. Ženka *S. fraxini*
Figure 2 Female of *S. fraxini*

Glava je napred izdužena u surlicu na čijem kraju se nalazi dobro razvijen usni aparat za grickanje. Surlica je blago povijena na dole. Vršni deo surlice je gotovo crn, dok je bazalni deo braon i pokriven belo - žutim ljuspicama koje u vršnom delu smenjuju retke dlačice. Složene oči su dobro razvijene i smeđe. Čelo, teme i obrazi su smeđe - crni i pokriveni smeđe - žutim ljuspicama.

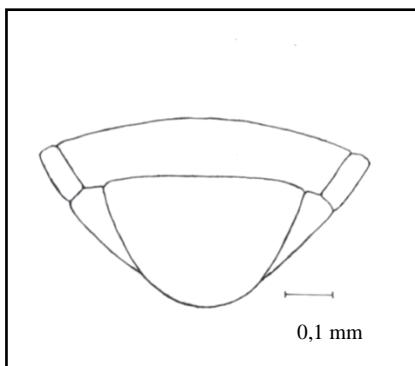
Pipci su prelomljeno glavičasti i nalaze se bočno na surlici. Sastavljeni su od ukupno deset članaka od kojih je najduži prvi članak (*scapus*). Bič (*flagellum*) se sastoji od osam članaka. Prvi grudni segment je jasno odvojen od ostalih segmenata, naruži je u delu koji naleže na glavu, a onda se postepeno širi. Uži je od osnove pokrioca, sa bočnih strana je pokriven braon - žutim, a sa gornje strane tamno braon ljuspicama koje čine jednu tamnije obojenu prugu. Štitić (*scutellum*) je trouglastog oblika i pokriven braon - žutim ljuspicama.

Pokrioca pokrivaju u potpunosti srednje i zadnje grudi i abdomen sa gornje strane. Na pokriocima se nalaze jasno uočljive uzdužne brazde. Pokrioca su pokrivena gusto raspoređenim ljuspicama. Boja ljuspica je pretežno belo - žuta do braon - žuta, uz gornju ivicu u sredini pokrioca nalazi se jedno veće polje sa tamno braon ljuspicama, dok su na ostalom delu pokrioca tamno braon ljuspice raspoređene pojedinačno ili u manjim grupama. Imaga imaju dobro razvijen par krila na zadnjem grudnom segmentu i mogu da lete.

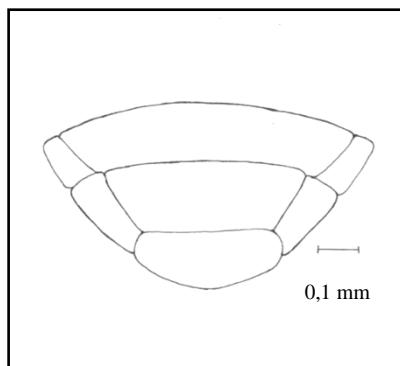
Donja strana tela je braon do braon - crna i pokrivena je svetlim gotovo belim ljuspicama osim bočnih strana donjih ploča grudnih segmenata koje su pokrivenе smeđe - žutim ljuspicama. Noge su smeđe i svi njihovi delovi su dobro razvijeni. Butni valjak je pokriven belo - žutim ljuspicama. But je pokriven belo - žutim i retkim žuto - braon ljuspicama. Sa unutrašnje strane butova kod sva tri para nogu se nalazi trouglasti tamnije obojen izraštaj. Golen je pokrivena belo - žutim ljuspicama koje su u delu do stopala veoma tanke i podsećaju na dlačice. Tarzusi su tročlani sa izduženim belo - žutim ljuspicama.

Napred navedeni opis je karakterističan za tipičnu formu jasenovog surlaša, ali se u prirodi često sreću imaga koja pripadaju tamnije obojenom varijetetu *flavoguttatus*. Telo imaga ovog varijeteta je crno - braon. Surlica i glava su pokrivena tamno braon ljuspicama, a vratni štit takođe većim delom pokriven tamno obojenim ljuspicama sem dve pruge prema bokovima sastavljene od žuto - smeđih ljuspica. Pokrioca su pokrivena sa tamno braon i crnim ljuspicama sa poljem od belo - žutih i žuto - smeđih ljuspica u gornjem vanjskom uglu pokrioca i u sredini pokrioca uz gornju ivicu. Na ostalom delu pokrioca pojedinačno ili u manjim grupama su raspoređene belo - žute i žuto - smeđe ljuspice. Donja strana tela je tamnije obojena, ali su ljuspice iste boje kao kod tipične forme sem na bokovima sternita grudnih segmenata gde se nalaze tamno braon obojene ljuspice.

Polni dimorfizam je slabo izražen i ispoljava se u različitoj veličini imaga, ali to nije dovoljno pouzdana karakteristika za razlikovanje jer krupniji mužjaci mogu imati dimenzije sitnijih ženki. Najpouzdanija karakteristika po kojoj se mogu razlikovati mužjaci i ženke je građa tergita poslednjeg trbušnog segmenta. Kod ženki tergit čini samo jedna ploča (Slika 3), dok se kod mužjaka ovaj tergit sastoji od dve ploče (Slika 4).



Slika 3. Izgled gornje strane dva poslednja segmenta abdomena ženke
Figure 3 The structure of the last abdominal segment of female



Slika 4. Izgled gornje strane dva poslednja segmenta abdomena mužjaka
Figure 4 The structure of the last abdominal segment of male



Slika 5. Jaja jasenovog surlaša
Figure 5. Ash weevil eggs

Jaja jasenovog surlaša su izduženo ovalnog oblika (Slika 5). Jaja su belo - žuta, poluprozirna, sa veoma tankim horionom koji se veoma lako probije i pri laganim dodiru. Kroz tanki horion se jasno uočava formirana larva po završenom embrionalnom razviću. Spoljna površina horiona je glatka i sjajna.

Tabela 1. Dimenzije različitih stupnjeva larvi
Table 1. Dimensions of different larvae instars

Larveni stupanj <i>Larvae instar</i>	Širina glavene čaure <i>Width of head capsule</i> (mm)			Dužina larve <i>Larvae length</i> (mm)		
	min. <i>min</i>	maks. <i>max</i>	Prosečno <i>Average</i>	min. <i>min</i>	maks. <i>max</i>	Prosečno <i>Average</i>
L 1	0,16	0,23	0,20	0,63	1,85	1,21
L 2	0,34	0,50	0,41	1,90	3,91	2,80
L 3	0,54	0,66	0,60	3,54	5,93	4,49

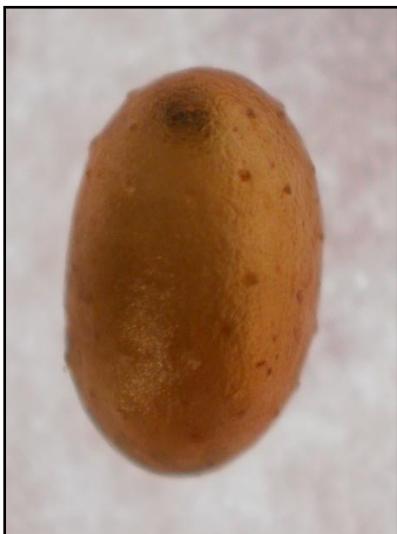
Jaja su u odnosu na veličinu ženki dosta krupna. Dužina izmerenih primeraka kretala se od 0,52 - 0,70 mm (prosečno 0,59 mm), a širina od 0,33 - 0,42 mm (prosečno 0,37 mm). Telo larvi je bledo – žute boje. Dimenzije larvi po stupnjevima utvrđene merenjima navedene su u tabeli 1. Utvrđeno je da larve prolaze kroz tri razvojna stupnja (Slika 6) koji se međusobno razlikuju po širini glavene čaure i dužini tela. Između larvi različitih stupnjeva nisu konstatovane druge izražene morfološke razlike.



Slika 6. Larva jasenovog surlaša (III stupanj)

Figure 6 Ash weevil larvae (III instar)

Glavena čaura je crno – braon obojena. Na glavenoj čauri se nalaze retke dlačice koje su pravilno raspoređene. Po četiri dlačice se nalaze na obrazima, a četiri dlačice na donjoj trećini čela. Na prvom grudnom segmentu sa dorzalne strane nalazi se vratni štit koji se sastoji od dva dela podeljena uzdužnom linijom. Vratni štit je jače hitiniziran od ostatka tela i crno - braon obojen. Na prednjoj ivici svakog od dva dela vratnog štita se nalaze po četiri dlačice, dok se po dve dlačice nalaze na hitiniziranim delovima vratnog štita. Na donjoj strani prvog grudnog segmenta nalaze se bočno raspoređena dva hitinizirana i braon obojena polja na kojima se nalazi jedna ili dve dlačice kao i po jedna dlačica na bokovima ovog segmenta. Na drugom i trećem grudnom segmentu sa leđne strane se nalaze četiri dlačice, na bokovima po jedna i dve bočno raspoređene na donjoj strani tela. Trbušni segmenti imaju na leđnoj strani četiri, na bočnim stranama dve i na trbušnoj strani dve dobro razvijene dlačice. Abdominalni segmenti sa ventralne strane imaju dobro razvijene lokomotorne nabore koji larvi omogućuju kretanje. Jedan par stigmi nalazi se na prvom grudnom segmentu, dok se osam parova stigmi nalazi na bokovima abdominalnih segmenata. Tokom čitavog života telo larve je pokriveno sa sluzi koja omogućava larvama da se "zalepe" za podlogu po kojoj se kreću. Od izlučene sluzi koja na vazduhu očvrsne se po završenom razvoju larve formira kokon. Kokon u kojem se nalaze stadijumi prelutke (pronimfe) i lutke je izduženo ovalnog oblika (Slika 7). Merenjem je utvrđena dužina kokona od 3,33 - 3,94 mm (prosečno 3,59 mm) i širina 2,15 - 2,68 mm (prosečno 2,31 mm). Sveže obrazovani kokon je beličast i veoma mekan i nakon nekoliko časova očvrsne i dobije karakterističnu smeđu boju. Po obrazovanju kokona larva trećeg stupnja se u njemu transformiše u stadijum prelutke. Pri prelasku u stadijum prelutke, na telu larve nastaju promene u boji i obliku tela. Telo prelutke je svetlijе i kraće u odnosu na larvu. Dužina izmerenih primeraka je bila 3,10 - 3,95 mm (prosečno 3,49 mm).



Slika 7. Kokon
Figure 7. Cocoon



Slika 8. Lutka jasenovog surlaša
Figure 8 Pupa of ash weevil

Grudni i abdominalni segmenti su zbijeniji (kraći) nego kod larava, a abdomen je ventralno povijen. Raspored dlačica na glavinoj čauri i telu je isti kao i kod larve trećeg stupnja što je i logično jer ovaj stadijum nastaje bez presvlačenja larve trećeg stupnja. Predlutka nema sposobnost kretanja i čini samo manje pokrete tela, ne luči sluz te joj je telo suvo. Lutka *S. fraxini* obrazuje se u kokonu preobražajem predlutke koja odbacuje glavinu čauru i egzuviju. Po završenom preobražaju ekstremiteti budućeg imaga su jasno vidljivi i prilegli uz telo. Dužina izmerenih lutaka iznosila je 3,11 - 3,89 mm (prosečno 3,38 mm). Sveže obrazovana lutka je belo - žuta i delovi tela se posle postepeno pigmentišu (Slika 8). Surla budućeg imaga je povijena prema ventralnoj strani tela i doseže do stopala prednjih nogu. Pipci su privijeni uz telo i zauzimaju kos položaj od osnove surle prema grudima. Pokrioca samo delom pokrivaju leđni deo zadnjih grudi, dok je ostali deo povijen oko tela i vrh im se nalazi ispod abdomena. Zadnja krila se najčešćim delom nalaze ispod pokrioca i samo njihov vršni deo izlazi ispod donje ivice pokrioca. Vrhovi zadnjih krila se gotovo dodiruju. Prednji i srednji par nogu je savijen i postavljen tako da se but i golen nalaze iznad pokrioca, dok su tarzusi paralelni sa uzdužnom osom tela i usmereni prema vrhu abdomena. Zadnji par nogu je smešten ispod pokrioca i zadnjih krila. Stopala zadnjih nogu se nalaze ispod vrhova zadnjih krila. Na zglobovima koji spajaju but i golen kod sva tri para nogu se nalaze po dve dlake. Dve dlake su smeštene na glavi između očiju, a dve se nalaze na temenu. Na prednjem kraju protoraksa sa gornje strane nalazi se 6 - 8 dlaka, u srednjem delu dve, kao i po jedna na bokovima, a u zadnjoj trećini još dve dlake. Po dve dlake se nalaze na leđnoj strani drugog i trećeg segmenta grudi dok se na leđnoj strani svakog od abdominalnih segmenata nalaze po četiri dlake.

Morfološke karakteristike jasenovog surlaša navodi više autora (Nüsslin, 1913; Nüsslin i Rhumbler, 1927; Mikloš, 1954; 1977; Schwerdtfeger,

1957; Scherf, 1964) i njihovi navodi za morfološke karakteristike koje smo i mi istraživali se u velikoj meri slažu sa našim rezultatima. Razlike u pogledu dimenzija jaja konstatovane su u odnosu na podatke koje navode Mikloš, (1977) i Scherf, (1964) koji konstatuju manje dimenzije u odnosu na naša merenja, kao i u pogledu dužine odraslih larvi za koje, Mikloš, (1954;1977a), Marović, (1963) i Androić et al., (1981) navode dužinu do 8 mm, dok je u našim istraživanjima maksimalna izmerena dužina odraslih larvi bila 5,93 mm. U dostupnoj literaturi nije nađen podatak o broju larvenih stupnjeva i polnom dimorfizmu. Našim istraživanjem je konstatovano da larve prolaze kroz tri razvojna stupnja koji se prevashodno razlikuju po širini glavnih čaura i dužini tela. Osim ovih karakteristika nisu utvrđene druge značajnije morfološke razlike.

ZAKLJUČCI

Polni dimorfizam kod jasenovog surlaša je slabo izražen. Najpouzdanija karakteristika po kojoj se mogu razlikovati mužjaci i ženke je građa tergita poslednjeg trbušnog segmenta. Kod ženki tergit čini samo jedna ploča, dok se kod mužjaka ovaj tergit sastoji od dve ploče. Dužina tela mužjaka je od 2,95 - 3,48 mm, a ženki od 3,11 - 3,80 mm. Jaja jasenovog surlaša su izduženo ovalnog oblika, belo - žuta, sa veoma tankim i glatkim horionom. Dužine su 0,52 - 0,70 mm, a širine 0,33 - 0,42 mm. Telo larvi je bledo žute boje, dok su glavena čaura i vratni štit crno - braon obojeni. Larve imaju tri razvojna stupnja. Larve različitih stupnjeva se međusobno razlikuju po širini glavine čaure. Larve prvog stupnja imaju širinu glavnih čaura od 0,16 - 0,23 mm i dužinu tela od 0,63 - 1,85 mm. U drugom larvenom stupnju širina glavnih čaura je 0,34 - 0,50 mm i dužina tela 1,90 - 3,91 mm, a kod larvi trećeg stupnja širina glavnih čaura je 0,54 - 0,66 mm, a dužina tela 3,54 - 5,93 mm. Telo prelutaka je dužine od 3,10 - 3,95 mm, a dužina lutaka 3,11 - 3,89 mm.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta III 43002, "Biosensing tehnologije i globalni sistem za kontinuirana istraživanja i integrisano upravljanje ekosistemima" - koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja.

LITERATURA

Androić, M., Gavrilović, D., Grujić, D., Harapin, M., Jodal, I., Kuševska, M., Luteršek, D., Mihajlović, LJ., Mikloš, I., Opalički, K., Popo, A., Sidor, C., Spaić, I., Serafimovski, A., Tomić, D., Vasić, K., Glavaš, M., Gojković, N., Grujoska, M., Hočević, S., Karadžić, D., Lazarev, V., Marinković, P., Papazov, V., Peno, M., Šmit, S., Usčuplić, M., Savić, I., Živojinović, D.

- (1981): Priručnik izveštajne i dijagnostičko prognozne službe zaštite šuma. Savez inženjera i tehničara šumarstva i industrije za preradu drveta Jugoslavije, Beograd.
- Avramović, G., Poljaković- Pajnik, L., Vasić, V., Pap, P. (2008): Zaštita šuma tvrdih lišćara od bolesti i štetočina. Monografija 250 godina šumarstva ravnog Srema, JP Vojvodinašume - Petrovaradin: 147-160.
- Дрекић, М. (2011): Проучавање биоекологије и начина сузбијања јасеновог сурлаша - *Stereonychus fraxini* De Geer (Coleoptera, Curculionidae) у Србији, Докторска дисертација, Шумарски факултет, Београд: 98 стр.
- Foggo, A., Speiht, M. R., Gregoire, J. (1994): Root disturbance of common ash, *Fraxinus excelsior* (Oleaceae), leads to reduce foliar toughness and increased feeding by folivorous weevil *Stereonychus fraxini* (Coleoptera, Curculionidae). Ecological Entomology, 19: 344–349.
- Максимовић, М. (1954a): Напад јасеновог сурлаша у сремским шумама. Заштита биља, 24: 95.
- Максимовић, М. (1954б): Неки подаци о штетама у шумама НР Србије у 1953. години. Шумарство, 11-12: 681-686.
- Marović, R. (1963) Štetna pojava jasenovog surlaša u sremskim šumama. Biljni lekar, 6-7: 12-14.
- Mikloš, I. (1954): Jasenova pipa *Stereonychus fraxini* Degeer. Šumarski list, 78: 11-21.
- Mikloš, I. (1977): Jasenova pipa ili jasenov surlaš. Radovi šumarskog instituta Jastrebarsko, 31: 13 -19.
- Nüsslin, O. (1913): Forstinsektenkunde. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin.
- Nüsslin, O., Rhumbler, L. (1927): Forstinsektenkunde. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin.
- Scherf, H. (1964): Die Entwicklungsstadien der mitteleuropäischen Curculioniden (morphologie, Bionomie, Ökologie). Verlag Weldemar Kramer, Frankfurt am Main.
- Schwerdtfeger, F. (1957): Die Waldkranheiten. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Wingelmüller, A. (1921): Bestimmungstabelle der paläarktischen *Cionini* (Curculionidae) nebst Beschreibungen neuer Arten. Koleopterologische Rundschau, Bd. 9: 102-124.

S u m m a r y

CONTRIBUTION TO STUDY OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF ASH WEEVIL

by

Milan Drekić

*Ash weevil *Stereonychus fraxini* De Geer is the most important defoliator of ash in our region. The damage is caused by adults that feeds on buds, shoots and leaves, as well as the larvae that feeds with ash leaves. Ash weevil is pest that caused physuological damages and disorders. Intense defoliations, especially if repeated for several years, consecutively lead to loss of growth and physiological weakening of trees that creates a predisposition to the attack of secondary harmful organisms. The study of the morphological characteristics of various development stages of harmful insects is important for their determination. The paper presents the results of the study of the morphological characteristics of theash weevil.*

The dimensions of the different developmen stages of theash weevil were determined by measuring of a large number of insects samples in order to obtain more reliable data. The material for the measurements was collected from the Branjevina forest near town Odzaci. Descriptions were used for morphological characteristics. Morphological characteristics are determined visually, and they are documented with photographs and drawings.

Sexual dimorphism of the ash weevil is poorly expressed, and males and females can be distinguished by the structure of the last abdominal segment. Body length of males is from 2.95 mm to 3.48 mm, and females from 3.11 mm to 3.80 mm. Ash weevil eggs are elongated oval, white - yellow length of 0.52 mm to 0.70 mm, a width of 0.33 mm to 0.42 mm. The larvae have three instars of development. Larvae of first instar have a width of head capsule from 0.16 to 0.23 mm. Width of second instar head capsule is from 0.34 to 0.50 mm and in the third instar width from 0.54 to 0.66 mm. Length of pre-pupa body is from 3.10 to 3.95 mm. Pupa length is from 3.11 mm to 3.89 mm.

UDK: 582.47:632(497.11)

Pregledni rad *Review paper*

BOTRYOSPHAERIACEAE-PROUZROKOVAČI RAKA I VASKULARNOG SUŠENJA ČETINARSKOG DRVEĆA I ŽBUNJA U URBANIM SREDINAMA U SRBIJI

Milica Zlatković¹

Izvod: Tokom poslednje decenije, u urbanim sredinama u Srbiji zapaženo je intenzivno sušenje i mortalitet različitih četinarskih vrsta drveća i žbunja. Simptomi bolesti su tipični za one koje izazivaju prouzrokovači raka i vaskularnog sušenja i uključuju pojavu smolavih nekrotičnih lezija i rak rana, pojavu pukotina u kori, obilni izliv smole na stablu, granama i četinama, sušenje stabala sa vrha, sušenje pojedinačnih grana ili grupe grana sa vrha i crvenkasto-smeđu ili plavičastu diskoloraciju drveta na poprečnom ili uzdužnom preseku. Ovi simptomi praćeni su crvenilom i posmeđivanjem listova ili opadanjem četina, a često i pojavom brojnih plodonosnih tela-piknida u kori inficiranog tkiva. Smatra se da su uzrok sušenja sve češće ekstremne vremenske prilike, određeni postupci gazdovanja stablima u urbanim sredinama i oportunističke infekcije prouzrokovane gljivama iz familije Botryosphaeriaceae (Ascomycota: Botryosphaerales).

Ključne reči: Botryosphaerales, prouzrokovači raka stabla, prouzrokovači vaskularnog sušenja, patologija drveća u urbanim sredinama

BOTRYOSPHAERIACEAE SPECIES ASSOCIATED WITH CANKER AND DIE-BACK DISEASE OF CONIFERS IN URBAN ENVIRONMENTS IN SERBIA

Abstract: During the course of the last decade, crown die-back and mortality of various coniferous trees and shrubs has been observed in urban environments in Serbia. Disease symptoms and signs have been typical of those caused by canker pathogens and included resin-soaked necrotic lesions and cankers, bark cracking, abundant resin bleeding on the main stems and branches, die-back of stems, branch flagging and red-brown or bluish discoloration of sapwood followed by browning and reddening of the leaves or a needle fall. Moreover, these symptoms were often accompanied by the formation of numerous pycnidia beneath the bark of the infected tissues. The cause of the die-back is thought to be associated with recent climate extremes, urban forest management practices and opportunistic infections caused by fungi residing in the Botryosphaeriaceae (Ascomycota: Botryosphaerales).

Keywords: Botryosphaerales, canker pathogens, die-back disease, urban tree pathology

¹ Dr Milica Zlatković, istraživač saradnik - Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizjsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Republika Srbija (E-mail: milica.zlatkovic@uns.ac.rs)

¹ Dr Milica Zlatković, research assistant - University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia (E-mail: milica.zlatkovic@uns.ac.rs)

UVOD

Pojava intenzivnog sušenja četinarskog drveća u urbanim sredinama Srbije zapažena je još osamdesetih godina prošlog veka i odnosila sa na sušenje stabala *Pinus* vrsta, pre svega *Pinus nigra*. Smatra se da je sušenje bilo prouzrokovano patogenom gljivom iz familije Botryosphaeriaceae čiji je sadašnji naziv *Diplodia sapinea* (syn. *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx., *Sphaeropsis sapinea* (Fr.: Fr.) Dyko & Sutton) (Karadžić, 1983; Karadžić i Stojadinović, 1988; Phillips et al., 2013). Tokom devedesetih godina, sušenju borova pridodato je i sušenje stabala *Sequoiaadendron giganteum* koje je pripisano gljivi *Botryosphaeria dothidea* koja takođe pripada familiji Botryosphaeriaceae (Karadžić et al., 2000; Milijašević, 2002).

Poslednjih desetak godina, u urbanim šumama, parkovima i drugim javnim i privatnim zelenim površinama u gradovima u Srbiji počinje intenzivno sušenje i propadanje različitih četinarskih vrsta drveća i žbunja (Zlatković et al., 2016). Ovaj fenomen naročito je zapažen u velikim gradovima (Beograd, Niš, Novi Sad) sa velikim brojem parkova i drugih zelenih površina u kojima se na malom prostoru sadi veliki broj različitih autohtonih i alohtonih četinarskih vrsta.

Smatra se da su uzrok sušenja sve češće ekstremne vremenske prilike, određeni postupci gazdovanja stablima u urbanim sredinama i posledično oportunističke infekcije prouzrokovane gljivama iz familije Botryosphaeriaceae (Ascomycota: Botryosphaerales; Zlatković et al., 2016; 2017). Cilj ovog rada jeste da prikaže osnovne epidemiološko-ekološke karakteristike Botryosphaeriaceae patogena, diverzitet Botryosphaeriaceae vrsta na četinarskim vrstama u urbanim sredinama u Srbiji i simptome bolesti, ulogu Botryosphaeriaceae vrsta u propadanju četinara, kao i mogućnosti prevencije i kontrole bolesti.

INFEKCIJONA BIOLOGIJA I EPIDEMIOLOGIJA BOTRYOSPHAERIACEAE VRSTA

Botryosphaeriaceae je poznata familija gljivičnih patogena voćkarica, vinove loze, šumskog drveća, a od nedavno i drveća u urbanim sredinama (Slippers i Wingfield, 2007; Pintos Varela et al., 2011; Linaldeddu et al., 2016; Lopes et al., 2016; Zlatković et al., 2016; Pavlic-Zupanc et al., 2017; Pelleteret et al., 2017). Ove gljive u stablo mogu prodreti kroz prirodne otvore (npr. stome na lišću, lenticelle na stablu), ali najčešće ulaze kroz rane. U gradskim sredinama rane na stablu pretežno nastaju kao rezultat ljudskih aktivnosti (npr. orezivanje grana, oštećivanje sadnica prilikom košenja trave i drugih aktivnosti vezanih za negu i održavanje zelenih površina u gradu), ređe usled abiotičkih faktora (oštećenja od vetra, mraza, grada) ili usled drugih biotičkih faktora (npr. insekti) (Slippers i Wingfield, 2007; Mehl et al., 2013; Zlatković et al., 2016).

Botryosphaeriaceae vrste mogu biti primarni patogeni, endofiti i saprofiti na mrtvom drvetu i drugom biljnom materijalu, ali su najuspešnije kao latentni patogeni (patogeni oportunisti) pri čemu egzistiraju i miruju u tkivu biljke domaćina

kao endofiti, a do infekcije dolazi kada se biljka nađe pod stresom. Stres najčešće uzrokuju ekstremne vremenske prilike poput suše i visokih temperatura, a stabla u gradovima trpe i dodatne stresove od npr. zagađenja vazduha i sabijanja zemljišta. Takođe, stabla u gradskim sredinama izložena su i tzv. "efektu toplog ostrva" koji uslovjava veću temperaturu vazduha u urbanoj sredini u odnosu na okolna ruralna područja što povećava nivo stresa u biljci i čini je još podložnijoj napadu oportunističkih patogena, kakve su Botryosphaeriaceae vrste (Slippers i Wingfield, 2007; Mehl et al., 2013; Zlatković et al., 2016).

Četinarske vrste u urbanim sredinama Srbije izložene su i dodatnim stresovima koji se odnose npr. na njihovo unošenje na staništa lišćarskih vrsta koja su najčešće na malim nadmorskim visinama (npr. urbana šuma Košutnjak u Beogradu). Kada su u pitanju introdukovani četinari, nadmorske visine na kojima se ove vrste sade često su niže od onih koje su tipične za područja u kojima su ove vrste autohtone. Tako npr. *Sequoiadendron giganteum* se u okviru svog prirodnog areala u Severnoj Americi javlja u planinskim područjima sa velikom srednjom godišnjom količinom padavina na nadmorskim visinama od 1400 do 2000 m, dok se u Srbiji (npr. Beogradu) često sadi na nadmorskoj visini manjoj od 200m i sa znatno manjom količinom padavina (Zlatković et al., 2016; 2017). Neke vrste (npr. *Picea abies*) karakteriše plitak korenov sistem kojem je dostupna voda samo iz površinskih slojeva zemljišta, dok se *Pinus sylvestris* u Srbiji nalazi na južnoj granici areala rasprostranjenja što ovu vrstu čini posebno osjetljivom na sušu i visoke temperature, bez obzira na dubok korenov sistem. Sušenje ovih vrsta intenzivno je i u šumskim sastojinama i kulturama, a zapaženo je i u drugim zemljama Evrope (Allen et al., 2010; Radulović et al., 2014). U Novom Sadu je npr. drveće i žbunje posađeno na poroznom peskovitom zemljištu sa niskim kapacitetom zadržavanja stablu pristupačne vode što čini nedostatak vlage u zemljištu još izrazitijim (Pekeč, 2010). Takođe, različita oštećenja od insekata u urbanim sredinama fiziološki slabe stabla i podstiču infekcije Botryosphaeriaceae vrsta (Marković i Stojanović, 2004; Radulović, 2004; Mihajlović, 2008). Svi ovi faktori udruženi sa visokim letnjim temperaturama i nedostatkom vlage u zemljištu doprinose tome da stabla četinarskih vrsta zbog smanjenog intenziteta fotosinteze raspolažu manjom količinom ugljenika, što smanjuje proizvodnju smole i povećava osjetljivost biljke prema oportunističkim infekcijama gljivičnih patogena, uključujući i Botryosphaeriaceae vrste (Allen et al., 2010; Zlatković et al., 2016; 2017).

Odgovor biljke domaćina na infekciju Botryosphaeriaceae vrstama ogleda se u tome što parenhimične ćelije formiraju dodatni periderm koga čini nekoliko slojeva odrvenelih ćelija, a njegova uloga je da spreči prodor gljiva u duble slojeve biljnog tkiva. Ipak, Botryosphaeriaceae vrste enzimima ubijaju ćelije epidermisa i periderma (a zatim se hrane njihovim mrtvim sadržajem-nekrotrofi), te se na kori zapažaju grupe mrtvih ćelija-nekroze (nekrotične lezije), a hife dalje prodiru u primarni floem i vaskularni kambijum. Ova tkiva postaju nekrotična i urušavaju se stvarajući šupljine. Korteks se takođe urušava, periderm se širi, a ubrzo zatim i puca i formira se rak rana. Biljka pokušava da zatvori ranu i odbrani se od patogena formirajući kalusno tkivo i proizvodeći veliku količinu smole, koja pored mehaničkog ima i antifungalno dejstvo. Stoga su rak rane prouzrokovane Botryosphaeriaceae vrstama kod četinarskog drveća najčešće lako uočljive i

karakteriše ih obilni izliv smole. Micelija dalje prodire u ksilem kroz zrake ksilema i sprovodni sudovi ksilema postaju začepljeni i ispunjeni micelijom. Parenhimične ćelije koje okružuju ksilem proizvode mehuraste tvorevine-tiloze kojima stablo pokušava da zatvori kolonizovani sprovodni sud i spreči dalje napredovanje gljive. Kao posledica ispunjenosti sprovodnih sudova micelijom i tilozama oni postaju delimično ili potpuno blokirani, a često su i rak rane kružne i prstenuju stablo, te je onemogućen transport vode i mineralnih materija od korena biljke do listova kroz sprovodne sudove ksilema, kao i transport vode i hranljivih materija od listova do ostalih delova biljke kroz sprovodne sudove floema (Milholland, 1972; Brown i Hendrix, 1981; Ramos et al., 1991; Slippers i Wingfield, 2007; Mehl et al., 2013).

Posledično, u daljoj fazi razvoja bolesti dolazi do sušenja stabla sa vrha, a na poprečnom i uzdužnom preseku zapaža se tamna obojenost (diskoloracija) drveta uslovljena prisustvom tamno obojenih hifa u sprovodnim sudovima. Ova diskoloracija često poprima i crvenkastu ili čak ljubičastu nijansu usled prisustva različitih fenolnih i terpenskih materija koje takođe imaju ulogu u odbrani biljke od patogena (Slippers i Wingfield, 2007; Mehl et al., 2013).

U krajnjoj fazi razvoja bolesti dolazi do formiranja plodonosnih tela (najčešće piknida) koja se zapažaju kao sitna crna telašca u kori ubijenog tkiva ili na šišarkama. Konidije se proizvode u većem broju u odnosu na askospore i izbacuju se iz piknida u vidu najčešće beličaste želatinozne mase oblika crvuljka u periodima velike relativne vlažnosti vazduha. Spore se na kraće distance najčešće rasejavaju kišnim kapima, a na duže vетrom. Topli i vlažni uslovi u periodu oslobođanja spora pogoduju njihovom kljanju (Slippers i Wingfield, 2007; Mehl et al., 2013).

Većina Botryosphaeriaceae vrsta se može razvijati u tkivima različitih, često filogenetski udaljenih liščarskih i četinarskih vrsta (Phillips et al., 2013; Jami et al., 2014). Izuzetak je npr. gljiva *Diplodia sapinea* koja se pretežno javlja na četinarama, a u Srbiji je najagresivnija na nekim vrstama iz familije Pinaceae (Zlatković et al., 2017). Botryosphaeriaceae vrste su specifične i teške za izučavanje i zbog toga što jedna vrsta u biljnem tkivu retko kada živi sama i najčešće ko-egzistira sa više Botryosphaeriaceae vrsta koje mogu pripadati i različitim rodovima (Slippers i Wingfield, 2007; Zlatković et al., 2016; Zlatković, 2016).

BOTRYOSPHAERIACEAE VRSTE NA ČETINARSKOM DRVEĆU I ŽBUNJU U URBANIM SREDINAMA U SRBIJI, NJIHOVA ULOGA U PROPADANJU STABALA I SIMPTOMI BOLESTI

Kombinacijom filogenetskih analiza pet delova gena i morfologije asekualnog izgleda Botryosphaeriaceae vrsta utvrđeno je da se u urbanim sredinama Srbije, na različitim vrstama četinarskog drveća i žbunja javljaju sledeće Botryosphaeriaceae vrste:

Diplodia seriata, *Diplodia sapinea*, *Diplodia mutila*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmentorum*, *Dothiorella omnivora*, *Dothiorella* sp. i *Neofusicoccum parvum* (Zlatković et al., 2016). Testovi patogenosti u polju pokazali su da su sve vrste izuzev *Dothiorella* sp. patogeni četinara, ali se u tkivu

domaćina mogu razvijati i kao endofiti bez pojave vidljivih simptoma bolesti, a kada biljno tkivo odumre pod uticajem nekog drugog agensa biotičke ili abiotičke prirode, životni ciklus mogu nastaviti kao saprofiti hraneći se mrtvim čelijskim sadržajem (Zlatković et al., 2016; 2017).

Tabela 1. Četinarsko drveće i žbunje domaćini Botryosphaeriaceae vrsta u Srbiji**Table 1.** Coniferous hosts of Botryosphaeriaceae species in Serbia

Domaćin Host	Botryosphaeriaceae vrsta <i>Botryosphaeriaceae species</i>	Uloga Role
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	<i>Diplodia seriata</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Diplodia sapinea</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Diplodia mutila</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>Dothiorella sarmmentorum</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Dothiorella omnivora</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
<i>Thuja occidentalis</i>	<i>Neofusicoccum parvum</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>D. seriata</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>B. dothidea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>Do. sarmmentorum</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>N. parvum</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>

Tabela 1. Nastavak.*Table 1. Continued.*

Domaćin Host	Botryosphaeriaceae vrsta <i>Botryosphaeriaceae species</i>	Uloga Role
<i>Cedrus atlantica</i>	<i>D. seriata</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>D. mutila</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>B. dothidea</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Do. sarmientorum</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>Dothiorella sp.</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
	<i>N. parvum</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Sequoiadendron giganteum</i>	<i>B. dothidea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>Do. omnivora</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>N. parvum</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Taxus baccata</i>	<i>B. dothidea</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
<i>Picea omorika</i>	<i>D. sapinea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>N. parvum</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Picea pungens</i>	<i>D. sapinea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>

Tabela 1. Nastavak.
Table 1. *Continued.*

Domaćin Host	Botryosphaeriaceae vrsta <i>Botryosphaeriaceae species</i>	Uloga Role
<i>Picea abies</i>	<i>Diplodia sapinea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>B. dothidea</i>	endofit, patogen / latentni patogen <i>endophyte, pathogen / latent pathogen</i>
	<i>N. parvum</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	<i>D. sapinea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>B. dothidea</i>	endofit / saprofit <i>endophyte / saprophyte</i>
<i>Abies concolor</i>	<i>D. seriata</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>D. sapinea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>B. dothidea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Cupressus arizonica</i>	<i>D. mutila</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>B. dothidea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>D. seriata</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Juniperus horizontalis</i>	<i>D. sapinea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
	<i>B. dothidea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>
<i>Pinus nigra</i>	<i>D. sapinea</i>	endofit, saprofit, pathogen / latentni patogen <i>endophyte, pathogen / latent pathogen</i>
<i>Pinus sylvestris</i>	<i>D. sapinea</i>	patogen / latentni patogen <i>pathogen / latent pathogen</i>

***Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl. - Lavsonov pačempres**

Iz stabala *C. lawsoniana* izolovano je čak sedam Botryosphaeriaceae vrsta i to: *Diplodia seriata*, *Diplodia sapinea*, *Diplodia mutila*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmentorum*, *Dothiorella omnivora* i *Neofusicoccum parvum*. Međutim, testovi patogenosti pokazali su da samo vrsta *B. dothidea* učestvuje u procesu sušenja *C. lawsoniana*, dok su ostale Botryosphaeriaceae vrste endofitne i/ili saprofitske gljive (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Tabela 1).



Slika 1. Simptomi bolesti na stablima *C. lawsoniana*. a. Sušenje krune sa vrha. b. Smolava rak rana na stablu

Figure 1. Disease symptoms and signs on *C. lawsoniana* trees. a. Crown die-back. b. Resinous stem canker

Početni simptom bolesti najčešće je par kapi smole ili curenje smole na mestu srastanja grane sa stablom i račvanja izbojaka, kao i pojava smolavih rak rana na izbojcima, tj. na mestima koja su najverovatnije mesta infekcije. Ubrzo zatim ispod kore vidljive su kružne nekrotične lezije kada su u pitanju izbojci ili rak rane kada su u pitanju grane i dolazi do prstenovanja izbojaka i najčešće jedne grane. Izbojci i grana se suše sa vrha, gljiva svoju aktivnost nastavlja dalje u stablu i formira se kružna rak rana koja dovodi do sušenja krune sa vrha. Gljiva završava životni ciklus time što u kori ubijenih grana, stabla i na šišaricama *C. lawsoniana* obrazuje sitna crna plodonosna tela-piknide. Fiziološki slaba i bolesna stabla često

naseljavaju i insekti potkornjaci iz roda *Phloeosinus* (Coleoptera: Curculionidae) i ubrzavaju njihovo propadanje (Marković i Stojanović, 2004; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Slika 1).

***Thuja occidentalis* L. – zapadna tuja**

Stabla *T. occidentalis* naseljavaju četiri Botryosphaeriaceae vrste i to: *Diplodia seriata*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmentorum* i *Neofusicoccum parvum*. Za razliku od *C. lawsoniana* sve četiri Botryosphaeriaceae vrste izolovane iz *T. occidentalis* su patogeni ovog domaćina i učestvuju u procesu sušenja stabala. Najagresivnije vrste su *Diplodia seriata*, *Botryosphaeria dothidea* i *Neofusicoccum parvum* (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Tabela 1).



Slika 2. Simptomi bolesti na stablima *T. occidentalis*. a. Žutilo i crvenilo listova. b. Crvenilo svih listova u odmakloj fazi bolesti.

Figure 2. Disease symptoms and signs on *T. occidentalis* trees. a. Yellowing and reddening of leaves. b. All leaves turning reddish in color.

Početni simptomi bolesti slični su onima karakterističnim za *C. lawsoniana* i odnose se na pojavu smole na mestu srastanja grane sa stablom i račvanja izbojaka, kao i pojavu smolavih rak rana na izbojcima, tj. na mestima koja su najverovatnije mesta infekcije. Ubrzo zatim ispod kore vidljive su kružne nekrotične lezije ili rak rane i dolazi do prstenovanja izbojaka i grana, a na poprečnom i uzdužnom preseku zapaža se tamna centralna obojenost drveta. Dolazi do formiranja kružne rak rane na stablu koja uslovjava sušenje lišća koje počinje sa vrha krune. Listovi postaju najpre

hlorotični, zatim žuti, dobijaju crvenkastu nijansu da bi u krajnjoj fazi razvoja bolesti bili suvi, kruti i često crni i nekrtotirani, ali najčešće ostaju na stablu. Botryosphaeriaceae vrste završavaju životni ciklus time što u kori ubijenih grana i stabla obrazuju crna plodonosna tela-piknide. Ispod ubijene kore često se i kod ove vrste mogu zapaziti galerije insekata potkornjaka iz roda *Phloeosinus* (Coleoptera: Curculionidae) koji takođe doprinose procesu sušenja i odumiranja stabala tuje (Marković i Stojanović, 2004; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Slika 2).

***Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière – atlaski kedar**

Slično *C. lawsoniana* i *T. occidentalis* iz stabala *C. atlantica* izolovan je veliki broj Botryosphaeriaceae vrsta, čak šest i to: *Diplodia seriata*, *Diplodia mutila*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmmentorum*, *Dothiorella* sp. i *Neofusicoccum parvum*. Testovi patogenosti pokazali su da je jedino vrsta *N. parvum* patogen *C. atlantica* i učestvuje u procesu sušenja stabala, dok su ostale Botryosphaeriaceae vrste endofiti i/ili saprofiti atlaskog kedra (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Tabela 1).



Slika 3. Simptomi bolesti na stablima *C. atlantica*. a. Sušenje krune sa vrha. b. Rak rana na stablu. c. Piknidi *N. parvum*

Figure 3. Disease symptoms and signs on *C. atlantica* trees. a. Crown die-back. b. Stem canker. c. Pycnidia of *N. parvum*

Simptomi bolesti jesu obilni izliv smole na granama, stablu i četinama, smolave nekrotične lezije na stablu i sušenje stabla sa vrha krune uz osipanje četina kao posledica kružnog raka vidljivog ispod kore zaraženog stabla, a često i lako uočljivog usled pojave pukotina u kori i curenja smole. U kori ubijenih grana mogu se zapaziti piknidi Botryosphaeriaceae vrsta, a stabla povremeno naseljavaju i ksilofagni insekti-strižibube (Coleoptera: Cerambycidae) (Dobrosavljević i Mihajlović, 2014; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Slika 3).

***Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchh. – džinovska sekvoja**

Stabla *S. giganteum* kolonizuju tri Botryosphaeriaceae vrste: *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella omnivora* i *Neofusicoccum parvum*. Sve tri Botryosphaeriaceae vrste učestvuju u procesu sušenja stabala *S. giganteum*, a *B. dothidea* i *Do. omnivora* su najagresivnije vrste (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Tabela 1).



Slika 4. Simptomi bolesti na stablima *S. giganteum*. a. Nekoliko suvih izbojaka na stablu 2010. godine. b. Višestruke infekcije na istom stablu 2011. godine

Figure 4. Disease symptoms and signs on *S. giganteum* trees. a. Branch flagging in 2010. b. Multiple infections on the same tree in 2011.

Početni simptom bolesti jeste više suvih izbojaka razbacanih u kruni, nakon čega dolazi do prstenovanja i sušenja celih grana, a zatim se bolest širi ka stablu i dolazi do sušenja krune sa vrha. Četine najpre postaju hlorotične, zatim žuto smeđe, često crvenkaste, krute i nekrotirane, a na izbojcima i granama zapažaju se rak rane i izliv smole boje čilibara. Prstenovanje stabala (pogotovo mlađih) takođe je praćeno

obilnim curenjem smole. Na poprečnom i uzdužnom preseku grana prisutna je crvenkasto smeđa obojenost drveta (Karadžić et al., 2000; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Slika 4).

***Picea omorika* (Pančić) Purk., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Picea pungens* Engelm.
– Pančićeva omorika, evropska smrča, bodljiva smrča**

Iz stabala *P. omorika* i *P. pungens* izolovana je vrsta *Diplodia sapinea*, dok stabla *P. abies* kolonizuju dve Botryosphaeriaceae vrste i to *Botryosphaeria dothidea* i *Neofusicoccum parvum* (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016). Recipročni testovi patogenosti pokazali su da je gljiva *Diplodia sapinea* patogen *P. pungens*; da su gljive *D. sapinea* i *N. parvum* patogeni *P. omorika*, kao i da su gljive *D. sapinea*, *N. parvum* i *B. dothidea* patogeni *P. abies*. *Neofusicoccum parvum* i *D. sapinea* agresivnije su prema *P. abies* od gljive *B. dothidea* (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017; Tabela 1).

Botryosphaeriaceae vrste na smrčama (*P. abies*, *P. pungens* i *P. omorika*) najpre dovode do uvenuća izbojaka (kod mlađih stabala i sadnica), zatim dolazi do pojave smolavih rak rana na granama i stablu i izliva smole, pa do formiranja kružnog raka na stablu koji izaziva sušenje krune sa vrha. Sa razvojem bolesti četine postaju suve, krute i dolazi do njihovog osipanja. Neka obolela stabla *P. abies* bila su sa vidljivo kraćim četinama, loptastim smeđim ženkama lažnog smrčinog štitaša *Physokermes piceae* (Homoptera: Coccidae), lepljivom skramom medne rose i na četinama je uočeno prisustvo gljiva čadavica. Ovo je verovatno bio jedan od faktora fiziološkog slabljenja stabala i povećanja njihove osetljivosti prema oportunističkim infekcijama Botryosphaeriaceae vrsta, a povrede koje su larve načinile sisanjem sokova mogle su biti mesta prodora ovih gljiva u stablo (Mihajlović, 2008; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017).

***Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco - duglazija**

Stabla duglazije naseljavaju dve Botryosphaeriaceae vrste: *Diplodia sapinea* i *Botryosphaeria dothidea*. Međutim, utvrđeno je da je samo *D. sapinea* patogen *P. menziesii*, dok je *B. dothidea* endofitna i/ili saprofitska gljiva (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017; Tabela 1).

Simptomi bolesti jesu sušenje grana sa vrha, izliv smole na granama i stablu i pojava smolavih rak rana koje postepeno prstenuju stablo i dovode do sušenja krune sa vrha. Četine dobijaju bakarnu boju, ali najčešće ne opadaju sa stabla (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017).

***Abies concolor* (Gord.) Engelm. – dugoigličava jela**

Iz stabala *A. concolor* izolovane su tri Botryosphaeriaceae vrste i to: *Diplodia seriata*, *Diplodia sapinea* i *Botryosphaeria dothidea* i sve tri vrste su

patogeni *A. concolor*, ali je *B. dothidea* najagresivnija gljiva (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017; Tabela 1).

Simptomi bolesti jesu sušenje izbojaka i grana sa vrha, smolave rak rane na izbojcima i granama i izliv smole, a zatim, slično kao i kod ostalih vrsta, rak rana na stablu prstenuje stablo i dolazi do sušenja krune sa vrha. Četine dobijaju bakarnu boju i najčešće opadaju sa stabla (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017).

***Cupressus arizonica* Greene i *C. sempervirens* L. – arizonski čempres**

Stabla *C. arizonica* naseljavaju gljive *Diplodia mutila* i *Botryosphaeria dothidea* i obe gljive su patogene prema *C. arizonica*. Iz stabala *C. sempervirens* u Srbiji izolovana je gljiva *D. seriata* koja je patogen ovog domaćina. Problem sušenja *C. sempervirens* naročito je izražen u mediteranskom delu Crne Gore, a iz stabala čempresa u Crnoj Gori izolovane su četiri Botryosphaeriaceae vrste: *Diplodia mutila*, *Botryosphaeria dothidea*, *Phaeobotryon cupressi* i *Dothiorella omnivora*, od kojih su *D. mutila* i *B. dothidea* patogeni čempresa, dok su druge dve gljive endofiti i/ili saprofiti *C. sempervirens* (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Tabela 1).

Simptomi bolesti jesu sušenje izbojaka i grana sa vrha usled razvoja kružnih smolavih rak rana, razvoj prstenastog raka na stablu praćen obilnim izlivom smole i posledično sušenje stabala sa vrha. Na poprečnom i uzdužnom preseku grana i stabla uočava se karakteristična smeđa diskoloracija drveta koja često poprima nijanse crvene i ljubičaste boje. Suve ubijene četine dobijaju najpre smeđu, zatim bakarnu, a onda često i sivu boju, ali najčešće ne opadaju sa stabla. U kori ubijenih grana, stabla i na šišaricama pojavljuju se piknidi Botryosphaeriaceae vrsta. U okviru starih rak rana na stablima čempresa u Crnoj Gori mogli su se zapaziti brojni izletni otvori i imaga insekata krasaca (Coleoptera: Buprestidae) i moguće je da su ovi otvori bili ulazna mesta Botryosphaeriaceae vrsta (Roganović, 2007; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Slika 5).



Slika 5. Simptomi bolesti na stablima *C. sempervirens*. a. Bolesno stablo sa suvim četinama bakarne boje. b. Stablo koje se suši sa vrha sa četinama sive boje. c. Rak rana na stablu. d. Crvenkasto smeđa obojenost drveta. e. Ljubičasto smeđa obojenost drveta.

Figure 5. Disease symptoms and signs on *C. sempervirens* trees. a. Diseased tree with reddish brown needles. b. Crown die-back and greyish colored needles. c. Stem canker. d. Reddish brown wood discoloration. e. Purpule brown wood discoloration.

***Juniperus horizontalis* Moench – polegla kleka**

Iz žbunova *J. horizontalis* izolovane su dve Botryosphaeriaceae vrste: *Diplodia sapinea* i *Botryosphaeria dothidea* i obe vrste su patogeni *J. horizontalis* (Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017; Tabela 1).

Simptomi bolesti na žbunovima *J. horizontalis* jesu rak rane na izbojcima koje dovode do sušenja izbojaka sa vrha, te postepeno dolazi i do sušenja celih žbunova. Na obolelim izbojcima je povremeno primećeno prisustvo štitastih vaši *Carulaspis juniperi* (Hemiptera: Diaspididae) koje su verovatno bile jedan od faktora koji je uticao na fiziološko slabljenje žbunova *J. horizontalis* i njihovu podložnost infekcijama Botryosphaeriaceae vrsta. Takođe, sitne povrede koje ovi insekti sisaci biljnih sokova stvaraju prilikom ishrane mogli su biti mesta ulaza Botryosphaeriaceae gljiva (Glavendekić i Mihajlović, 2006; Zlatković, 2016; Zlatković et al., 2016; Zlatković et al., 2017).

***Pinus nigra* J.F.Arnold, *Pinus sylvestris* L. – crni bor, beli bor**

Najznačajniji patogen stabala crnog i belog bora u urbanim sredinama u Srbiji jeste gljiva *Diplodia sapinea*. Prvi simptom bolesti najčešće je pojava nekoliko kraćih četina na mladim izbojcima i izliv smole. Ova gljiva dalje uzrokuje prstenovanje, uvenuće (kod mlađih stabala i sadnica) i sušenje izbojaka, sušenje starijih grana, a često usled prstenovanja stabla dolazi i do sušenja krune sa vrha. U osnovi zaraženih četina i na šišaricama primećuju se brojni crni piknidi gljive *D. sapinea*. Kada su mlade sadnice u gradovima u pitanju, sušenje izbojaka uzrokovano gljivom *D. sapinea* se često može pomešati sa sušenjem terminalnog izbojka prouzrokovanim ubušivanjem gusenica borovog savijača *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Tortricidae). Ipak, bolest sušenja izbojaka uzrokovana gljivom *D. sapinea* može se lako prepoznati po prisustvu piknida u osnovi četina izbojka. Dalje, četine *Pinus* vrsta (pogotovu *P. nigra*) u urbanim sredinama (pogotovu u Novom Sadu) stradaju od crvene prstenaste pegavosti uzrokovane patogenom gljivom *Mycosphaerella pini*, i na istom stablu se mogu uočiti četine sa simptomima *M. pini* i izbojci koji se suše usled napada gljive *D. sapinea*. Moguće je da gljiva *M. pini* kao prouzrokovala sušenja i osipanja četina bora dodatno slabi ove četinarske vrste i time potpomaže latentne infekcije gljive *D. sapinea* (Milijašević i Karadžić, 2004; Mihajlović, 2008; Zlatković et al., 2016; 2017; Tabela 1).

Ostali četinari domaćini Botryosphaeriaceae vrsta u urbanim sredinama u Srbiji

Botryosphaeriaceae vrste izolovane su i iz stabala sedam dodatnih četinarskih vrsta i to:

***Taxus baccata* L. – evropska tisa**

Na uzorkovanim stablima tise mogle su se uočiti rak rane na granama i stablu i sušenje grana sa vrha, a iz prelaza nekrotiranog i na izgled zdravog drvenastog tkiva izolovana je gljiva *Botryosphaeria dothidea*. Međutim, testovi patogenosti pokazali su da je *B. dothidea* endofitna i/ili saprofitna gljiva i da ne učestvuje u procesu sušenja tise (Zlatković, 2016; Tabela 1).

***Thuja plicata* Donn ex D. Don – džinovska tuja**

Iz simptomatičnih stabala džinovske tuge izolovane su tri Botryosphaeriaceae vrste: *Diplodia seriata*, *Botryosphaeria dothidea* i *Dothiorella sarmentorum*. Uočeni simptomi na stablima bili su slični onima kod vrste *C. lawsoniana* i ogledaju se u sušenju najčešće jedne grane ili grupe grana, a zatim dolazi do sušenja krune sa vrha. Ovi simptomi praćeni su izlivom smole na granama i stablu i formiranjem rak rana, a na uzdužnom i poprečnom preseku može se uočiti crvenkasto smeđa centralna diskoloracija drveta, tipični simptom infekcije

Botryosphaeriaceae vrsta. Ubijene grane sukcesivno naseljavaju gljive prourokovači mrke prizmatične truleži, a u kori se formiraju piknidi Botryosphaeriaceae vrsta. Testovi patogenosti na ovoj vrsti nisu mogli biti urađeni zbog nedostatka sadnog materijala i zdravih stabala u gradu na čijim izbojcima bi se sprovedlo testiranje. Međutim, zbog svega iznetog, vrlo je verovatno da makar jedna od tri izolovane Botryosphaeriaceae vrste učestvuje u procesu sušenja *T. plicata* (Zlatković et al., 2016, Zlatković, 2016).

***Chamaecyparis obtusa* (Siebold & Zucc.) Endl. – japanski čempres**

Mlada stabla ove vrste ispoljavala su simptome sušenja izbojaka i stabla sa vrha koje je praćeno curenjem smole, a u kori ubijenih grana bili su prisutni piknidi gljiva *Diplodia mutila* i *Neofusicoccum parvum*. Nije poznato da li su ove gljive endofiti i saprofiti na mrtvom biljnog materijalu ovog domaćina ili su u pitanju patogeni *C. obtusa*, ali je vrlo verovatno da Botryosphaeriaceae vrste doprinose sušenju i ovog četinara iz roda *Chamaecyparis* (Zlatković et al., 2016, Zlatković, 2016).

***Pinus halepensis* Miller – alepski bor**

Gljiva *D. sapinea* izolovana je iz piknida formiranim na šišaricama ovog domaćina, a bolesna stabla pokazivala su simptome sušenja izbojaka sa vrha, koji su tipični za infekciju patogenom gljivom *D. sapinea* (Zlatković et al., 2017). Može se prepostaviti da je ova gljiva uzrok pojave simptoma sušenja izbojaka *P. halepensis* s obzirom da je *D. sapinea* u radovima prethodnih autora (npr. Milijašević, 2002) izolovana upravo iz izbojaka *P. halepensis* sa simptomima sušenja.

***Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. – obalna sekvoja**

Stabla ove vrste pokazivala su simptome sušenja listova sa vrha i rak rane na izbojcima, a iz simptomatičnog biljnog materijala izolovane su gljive *Botryosphaeria dothidea* i *Diplodia mutila* (Zlatković et al., 2016, Zlatković, 2016). Moguće je da Botryosphaeriaceae vrste učestvuju u procesu sušenja ne samo džinovske sekvoje, već i obalne sekvoje kako su nedavno potvrđili rezultati drugih autora (npr. Aćimović et al., 2017).

***Cryptomeria japonica* (L.f.) D.Don – japanska kriptomerija**

Uočeni simptomi na stablima ove vrste bili su sušenje izbojaka sa vrha, a iz simptomatičnog tkiva izolovana je gljiva *Dothiorella sarmmentorum*. Nije poznato da

li ova gljiva učestvuje u procesu sušenja *C. japonica* u Srbiji (Zlatković et al. 2016, Zlatković 2016).

MOGUĆNOSTI KONTROLE BOTRYOSPHAERIACEAE VRSTA PATOGENA ČETINARSKOG DRVEĆA I ŽBUNJA U URBANIM SREDINAMA U SRBIJI

Pošto su Botryosphaeriaceae vrste prouzrokovaci raka i vaskularnog sušenja četinarskog drveća i hife ovih gljiva prodiru u ksilem stabla, smatra se da je kontrola Botryosphaeriaceae vrsta primenom hemijskih sredstava-fungicida gotovo nemoguća (Mehl et al., 2013). Njihova primena je nepraktična i zbog toga što više Botryosphaeriaceae vrsta i genotipova ko-egzistira unutar istog stabla (Bihon et al., 2011; Zlatković, 2016).

Izuzetak je gljiva *Diplodia sapinea*, koja kod vrsta iz roda *Pinus* uzrokuje sušenje izbojaka, tj. dovodi do bolesti i izbojaka i stabla. Istraživanja su pokazala da se u gradskim uslovima gljiva može susbjati primenom bakarnih fungicida u vidu najmanje dve aplikacije u vreme koje je kritično za infekcije gljive (april-maj) (Milijašević, 2002).

Najvažniji način kontrole Botryosphaeriaceae vrsta jesu različite uzgojne i preventivne mere zaštite. Ove mere odnose se pre svega na minimalno izlaganje biljke stresu kroz npr. podudarnost staništa i vrste, redovno zalivanje sadnica u parku i u okviru drugih javnih površina tokom sušnih perioda i perioda ekstremno visokih temperatura, malčiranje sadnica. Ozlede nastale nakon orezivanja grana potrebno je zatvoriti npr. kalemarskim voskom kako bi se sprečio prođor Botryosphaeriaceae vrsta, kao i drugih gljiva i insekata kroz nastale rane u stablo. Premazivanje rana potrebno je vršiti i kada su u pitanju četinarske vrste nasuprot široko rasprostranjenom mišljenju da, pošto četinarsko drveće proizvodi smolu kojom se brani od agenasa biotske prirode, nije potrebno preduzimati nikakve mere zaštite kada su ove vrste u pitanju. Ukoliko se orezivanje ne vrši motornom testerom alat je potrebno dezinfikovati alkoholom ili asepsolom između dve upotrebe, a u slučajevima kada se koristi motorna testera mesta prereza potrebno je dezinfikovati pre nanošenja sredstva za zatvaranje rane.

Ubijene izbojke, grane i stabla potrebno je blagovremeno ukloniti i spaliti, pre nego što piknidi koje su Botryosphaeriaceae vrste proizvele u kori istih sazru i dođe do oslobođanja spora i širenja infekcije. Ukoliko je došlo do sušenja vrha stabla životni vek stabla može se produžiti uklanjanjem ubijenog dela kao i minimum 10-30cm (u zavisnosti od visine stabla) zdravog dela, mada se time znatno narušava estetska vrednost stabla. Opale šišarke *C. lawsoniana*, *Cupressus* spp. i pogotovo *Pinus* spp. na kojima se takođe formiraju piknidi Botryosphaeriaceae vrsta potreno je redovno sakupljati i spaljivati (Zlatković, 2016).

ZAKLJUČCI

1. U Srbiji je iz stabala četinarskih vrsta izolovano osam Botryosphaeriaceae vrsta i to: *Diplodia seriata*, *Diplodia sapinea*, *Diplodia mutila*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmientorum*, *Dothiorella omnivora*, *Dothiorella* sp. i *Neofusicoccum parvum*.
2. Testovi patogenosti u polju pokazali su da su sve vrste izuzev *Dothiorella* sp. patogeni četinara.
3. Najčešći simptomi bolesti uzrokovani Botryosphaeriaceae vrstama su: smolave nekrotične lezije i rak rane, obilni izliv smole na stablu, granama i četinama, sušenje stabala sa vrha, sušenje pojedinačnih grana ili grupe grana sa vrha, diskoloracija drveta na poprečnom ili uzdužnom preseku, crvenilo i posmeđivanje listova ili opadanje četina i pojava piknida u kori inficiranog tkiva.
4. Najvažniji način kontrole Botryosphaeriaceae vrsta jesu različite preventivne mere zaštite.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata "Održivo gazdovanje ukupnim potencijalom šuma u Republici Srbiji" (TR 37008), "Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje (III 43007) Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, i delimično u okviru poslova Prognozno-izveštajne službe zaštite bilja JP Gradsko Zelenilo Novi Sad. Rad je finansiran i od strane Univerziteta u Pretoriji i Kooperativnog programa za zaštitu šuma (Tree Protection Co-operative Programme- TPCP) Južnoafričke Republike, kao i programa Evropske kooperacije u nauci i tehnologiji (COST) kroz projekte „Pathway Evaluation and Pest Risk Management In Transport“ (PERMIT FP1002), "ALIEN Challenge" (TD1209) i "A global network of nurseries as early warning system against alien tree pests (Global Warning FP1401)". Autor se zahvaljuje prof. Č. Markoviću na identifikaciji insekata i oštećenja, kao i prof. N. Keči, B. Slipersu, M. Vingfildu, D. Karadžiću i dr F. Jami na pomoći i usmeravanju tokom dugogodišnjih istraživanja.

LITERATURA

- Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D.D., Hogg E.H.T., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J.-L., Allard, G., Running, S.W., Semerci, A., Cobb, N. (2010): A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259: 660–684.
- Aćimović, S., Rooney-Latham, S., Grosman, D.M., Doccia, J.J. (2017): *Neofusicoccum australe*, *N. luteum*, *N. mediterraneum* and *N. parvum* are new blight and canker pathogens of Coast Redwood (*Sequoia*

- semperfirens*) in California. APS Annual Meeting, San Antonio, DOI: 10.13140/RG.2.2.29836.21122.
- Bihon, W., Burgess, T., Slippers, B., Wingfield, M.J., Wingfield, B.D. (2011): Distribution of *Diplodia pinea* and its genotypic diversity within asymptomatic *Pinus patula* trees. Australian Plant Pathology 40: 540–548.
- Brown, E.A., Hendrix, F.F. (1981): Pathogenicity and histopathology of *Botryosphaeria dothidea* on apple stems. Phytopathology 71: 375–379.
- Dobrosavljević, J., Mihajlović, Lj. (2014): Prilog poznavanju faune strižibuba (Coleoptera:Cerambycidae) sa posebnim osvrtom na zaštićene vrste. Šumarstvo 1-2: 21-31.
- Jami, F., Slippers, B., Wingfield, M.J., Gryzenhout, M. (2014): Botryosphaeriaceae species overlap on four unrelated, native South African hosts. Fungal Biology 118: 168–179.
- Karadžić, D. (1983): Bolesti četina crnog bora (*Pinus nigra* Arn.). Zaštita bilja 34 (3), 165: 329-342.
- Karadžić, D., Stojadinović, B. (1988): Prilog poznavanju gljive *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton sa posebnim osvrtom na životni ciklus. Šumarstvo 5-6: 17–27.
- Karadžić, D., Milijašević, T., Keča, N. (2000): Prilog proučavanju parazitske gljive *Botryosphaeria dothidea* uzročnika raka i sušenja stabala. Glasnik Šumarskog fakulteta 83: 87–97.
- Linaldeddu, B. T., Alves, A., Phillips, A. J. L. (2016): *Sardinella urbana* gen. et sp. nov., a new member of the Botryosphaeriaceae isolated from declining *Celtis australis* trees in Sardinian streetscapes. Mycosphere 7: 893-905.
- Lopes, A., Barradas, C., Phillips, A. J. L., Alves, A. (2016): Diversity and phylogeny of *Neofusicoccum* species occurring in forest and urban environments in Portugal. Mycosphere 7: 906-920.
- Marković, Č., Stojanović, A. (2004): *Phloeosinus thujae* (Perris) i *Ph. aubei* (Perris) (Coleoptera, Scolytidae) prouzrokovaci sušenja izbojaka kleke, tuje i čempresa. Biljni lekar 32(5): 352-354.
- Mehl, J.W.M., Slippers, B., Roux, J., Wingfield, M.J. (2013): Cankers and other diseases caused by Botryosphaeriaceae. In: Gonthier P, Nicolotti G (ed) Infectious forest diseases, CAB International: 298–317.
- Mihajlović Lj. (2008): Najvažnije štetne vrste insekata bora, smrče i jele u Srbiji. Šumarstvo 3-4: 65-81.
- Milijašević, T. (2002): Bioekologija patogene gljive *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton - uzročnika propadanja *Pinus* vrsta. Glasnik Šumarskog fakulteta 86: 7-29.
- Milijašević, T., Karadžić, D. (2004): Parazitske i saprofitske gljive koje se javljaju u koneksiji sa *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton. Glasnik Šumarskog fakulteta 90: 119-128.
- Milholland, R.D. (1972): Histopathology and pathogenicity of *Botryosphaeria dothidea* on blueberry stems. Phytopathology 62: 654–660.
- Pavlic-Zupanc, D., Maleme, H. M., Piškur, B., Wingfield, B. D., Wingfield, M. J., Slippers, B. (2017): Diversity, phylogeny and pathogenicity of

- Botryosphaeriaceae on non-native Eucalyptus grown in an urban environment: A case study. *Urban Forestry & Urban Greening* 26: 139-148.
- Pelleteret, P., Crovadore, J., Cochard, B., Pasche, S., Bovigny, P. Y., Chablais, R., Lefort, F. (2017): Urban London plane tree dieback linked to fungi in the Botryosphaeriaceae. *Urban Forestry & Urban Greening* 22: 74-83.
- Pekeć, S. (2010): Pedološke i hidrološke karakteristike zastićenog dela aluvijalne ravnih u Srednjem Podunavlju, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad: 221 str.
- Phillips, A.J.L., Alves, A., Abdollahzadeh, J., Slippers, B., Wingfield, M.J., Groenewald, J.Z., Crous, P.W. (2013): The Botryosphaeriaceae: genera and species known from culture. *Studies in Mycology* 76: 51–167.
- Radulović Z., Karadžić D., Milenković I., Lučić A., Rakonjac Lj., Miletić Z., Pižurica R. (2014): Sušenje šuma- biotički i abiotički stres. *Glasnik Šumarskog fakulteta Specijalno izdanje*: 71-88.
- Ramos, L.J., Lara, S.P., McMillan, R.T.Jr., Narayanan, K.R. (1991): Tip dieback of mango (*Mangifera indica*) caused by *Botryosphaeria ribis*. *Plant Disease* 75: 315–318.
- Roganović, D. (2007): Insekti stabala i grana čempresa (*Cupressus sempervirens* L.) u Crnoj Gori. Šumarstvo 3-4: 55-71.
- Slippers B, Wingfield MJ (2007): *Botryosphaeriaceae* as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. *Fungal Biology Reviews* 21: 90–106.
- Zlatković, M. (2016): Botryosphaeriaceae kompleks na različitim drvenastim vrstama u Srbiji (Botryosphaeriaceae species occurring on various woody hosts in Serbia), Univerzitet u Beogradu: 220 str. <https://fedorabg.bg.ac.rs/fedora/get/o:13563/bdef:Content/get>.
- Zlatković, M., Keča, N., Wingfield, M.J., Jami, F., Slippers, B. (2016): *Botryosphaeriaceae* associated with the die-back of ornamental trees in the Western Balkans, Antonie Van Leeuwenhoek Journal of Microbiology 109: 543-564.
- Zlatković, M., Keča, N., Wingfield, M.J., Jami, F., Slippers, B. (2017): New and unexpected host associations for *Diplodia sapinea* in the Western Balkans, Forest pathology 47: 1-11.

Summary

BOTRYOSPHAERIACEAE SPECIES ASSOCIATED WITH CANKER AND DIE-BACK DISEASE OF CONIFERS IN URBAN ENVIRONMENTS IN SERBIA

by

Milica Zlatković

*During the course of the last decade, crown die-back and mortality of various coniferous trees and shrubs has been observed in urban environments in Serbia. Disease symptoms and signs have been typical of those caused by canker and vascular wilt pathogens and included resin-soaked necrotic lesions and cankers, bark cracking, abundant resin bleeding on the main stems and branches, die-back of stems, branch flagging and red-brown or bluish discoloration of sapwood followed by browning and reddening of the leaves or a needle fall. Moreover, these symptoms were often accompanied by the formation of numerous pycnidia beneath the bark of the infected tissues. The cause of the die-back is thought to be associated with recent climate extremes and other stresses typical of urban environments, such as air pollution and soil compaction, urban forest management practices and opportunistic infections caused by fungi residing in the Botryosphaeriaceae (Ascomycota: Botryosphaerales). Eight species of the Botryosphaeriaceae were identified, of which seven, i.e. *Diplodia seriata*, *Diplodia sapinea*, *Diplodia mutila*, *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmentorum*, *Dothiorella omnivora* and *Neofusicoccum parvum* were known taxa. The remaining species could be identified only as *Dothiorella* sp.*



UDK: 582.681.81:630*232

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

KARAKTERISTIKE PROREDE U ZASADU TOPOLE KLONA I-214 SREDNJE GUSTINE 13 GODINA NAKON OSNIVANJA

Siniša Andrašev¹, Martin Bobinac², Saša Pekeč¹, Ranko Sarić³

Izvod: Istraživanja su obavljena u zasadu euroameričke topole klona I-214 osnovanom pri razmaku sadnje 5×5 m, odnosno 400 stabala po hektaru, na staništu I boniteta u Donjem Podunavlju. U starosti zasada 13 godina na tri ogledne površine, svaka od po 0,12 ha, je izvršena proreda kojom je broj stabala smanjen na 200 stabala po hektaru. Ogledne površine su sastavni deo dizajna šireg ogleda u kome se sprovode istraživanja proizvodnosti i regulisanja prostora za rast stabala u različitim starostima od osnivanja zasada. Proredom su prioritetsno uklonjeni konkurenti stablima sa povoljnijim fenotipskim karakteristikama i stabla zaostala u rastu tako da je sa prosečno posećenih 45% stabala, 33% temeljnica i 32% zapremine proreda bila jaka, a po karakteru niska ($q_d = 0,79$). S obzirom da je proreda sprovedena u 13. godini od osnivanja zasada, odnosno pet godina nakon perioda intenzivnog rasta u visinu, može se smatrati da je zakasnela. Preostala stabla nakon prorede imala su dvostruko manju varijabilnost prečnika (c_v), odnosno zasad je homogenizovan za produkciju najvrednijih sortimenata do kraja ophodnje. Realizovani etat je, u proseku, iznosio $109 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, od čega se $90 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ nalazilo u kategoriji tehničkih sortimenata, sa ukupnom vrednosti od $3.090 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$. Trošak seče, izrade i privlačenja sortimenata, kao i razlika u osnivanju zasada sa 400 stabala po hektaru, u odnosu na 200 stabala po hektaru, iznosi $1.325 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$, što je manje od polovine vrednosti sortimenata dobijenih proredom ($3.090 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$) i pokazuje visoku ekonomsku isplativost ovakve mere.

Ključne reči: topola, klon I-214, razmak sadnje 5×5 m, proreda, etat, ekomska isplativost.

CHARACTERISTICS OF THINNING IN A PLANTATION OF POPLAR CLONE I-214 WITH MODERATE SPACING 13 YEARS AFTER ESTABLISHMENT

Abstract: The research was performed in the plantation of euramerican poplar clone I-214 with spacing 5×5 m, i.e. 400 trees per ha, on habitat of the first site class in Lower Danube

¹ Dr Siniša Andrašev, viši naučni saradnik, dr Saša Pekeč, viši naučni saradnik - Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad ² Dr Martin Bobinac, redovni profesor - Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, Beograd ³ Ranko Sarić, dipl.inž. - JP "Vojvodinašume", ŠG "Banat", Maksima Gorkog 24, 26000 Pančevo

¹ Dr Siniša Andrašev, senior research associate, dr Saša Pekeč, senior research associate - University of Novi Sad, Institute for lowland forestry and environment, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad ² Dr Martin Bobinac, full professor - University of Belgrade, Faculty of forestry, Kneza Višeslava 1, 11000 Beograd ³ Ranko Sarić, BSc - PE "Vojvodinašume", FH "Banat", Maksima Gorkog 24, 26000 Pančevo

Basin. In the 13 year old plantation, on three experimental plots, each with area of 0.12 ha, the thinning was performed, by which the number of trees was reduced to achieve density of 200 trees·ha⁻¹. Experimental plots are part of the design of broader experiment in which the research on production and space regulation for tree growth in different plantation ages is performed. Predominantly, by thinning, the competitors to the trees with favourable characteristics and the trees that stagnated in growth were removed. Thus, according to the fact that number of trees was reduced by 45%, the total basal area by 33% and volume by 32%, the thinning could be considered as heavy, and low by character ($q_d = 0.79$). As the thinning was performed in 13 years after the plantation establishment, i.e. five years after the ending of intensive height growth, it could be considered to be late. Trees that remained after the thinning had two-times smaller variability of diameter (c_v), i.e. the plantation is homogenised for the production of the most valuable assortments until the end of the rotation. Achieved allowable cut was 109 m³·ha⁻¹ in average, 90 m³·ha⁻¹ of which was in the category of technical assortments, worth 3.090 €·ha⁻¹ in total. The costs of cutting, creating and transporting of the assortments, as well as the difference between establishment costs for plantation with 400 trees·ha⁻¹ and plantation with 200 trees·ha⁻¹, are 1.325 €·ha⁻¹, which is less than a half of the worth of the assortments gained by thinning (3.090 €·ha⁻¹) and shows high economic profitability of such operation.

Keywords: poplar, clone I-214, spacing 5×5 m, thinning, annual income, economic profitability.

UVOD

Topole su brzorastuće i svetloljubive vrste drveća čiji rast značajno opredeljuje gustina zasada, odnosno prostor za rast stabala. To nameće potrebu osnivanja zasada topola optimalne gustine u zavisnosti od namene zasada, kao što su zasadi za proizvodnju trupaca, zasadi za proizvodnju celuloznog drveta i energetski zasadi (Marković et al., 1997). U Srbiji danas gotovo dominiraju zasadi za proizvodnju tehničkog drveta, što je posledica zahteva tržišta za vrednjim sortimentima.

Zasadi topola sa primarnom namenom proizvodnje trupaca se osnivaju pri razmacima sadnje 5 × 5 m, 6 × 6 m ili 7 × 7 m, dok se zasadi srednje gustine od 4 × 4 m ili 4,25 × 4,25 m ređe osnivaju zbog problema u plasmanu tanjih sortimenata, prvenstveno celuloznog drveta, koji se dobijaju proredama, kao redovnim uzgojnim merama u ovakvim zasadima. U zasadima sa 400 i manje stabala po hektaru, odnosno sa razmacima sadnje 5 × 5 m i većim nisu predviđene prorede, a tokom ophodnje od 23-30 godina proizvode se pretežno sortimenti iz kategorije tehničkog drveta (Marković et al., 1997).

Prorede u zasadima topola su uglavnom šematske i svode se na uklanjanje svakog drugog reda (Marković et al., 1994). Međutim, novija istraživanja ističu potrebu i značaj selektivnog pristupa u proredi, jer se na taj način homogenizuje kolektiv preostalih stabala nosilaca produkcije što je osnovni preduslov za planiranu projekciju vrednosti zasada na kraju proizvodnog ciklusa (Andrash et al., 2011; 2012; 2015).

Prorede, kao vrlo osjetljive mere u zasadima topola, opredeljuje poznavanje bioloških zakonomernosti rasta stabala i prema dosadašnjim rezultatima istraživanja

maksimalna reakcija stabala na proredu se može očekivati kada se stabla nalaze u fazi intenzivnog visinskog prirasta (Marković et al., 1994; Andrašev et al., 2011; 2012; 2015).

Klon euroameričke topole I-214 (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier) je danas, i pored značajno ispoljene osetljivosti na patogene, prenstveno rak kore (*Dothichiza populea* Sacc. et Br.), široko gajan u praksi zbog svojih visokih potencijala u proizvodnji dendromase (Andrašev et al., 2010). U poređenju sa klonovima američke crne topole (618, 457, 55/65, S6-36) u starosti 30 godina klon I-214 ostvaruje sličnu produkciju uz povoljnije učešće vrednijih sortimenata (Andrašev et al., 2008).

Cilj rada je da u zasadu klona I-214 osnovanom na staništu I boniteta pri razmaku sadnje od 5×5 m, odnosno sa 400 stabala po hektaru, na bazi strukturnih karakteristika zasada i karakteristika rasta stabala do 13. godine starosti oceni svršishodnost prorede, sprovedene u pravcu uniformisanja zasada i regulisanja prostora za rast stablima sa povoljnijim fenotipskim karakteristikama.

OBJEKAT ISTRAŽIVANJA I METOD RADA

Istraživanja su obavljena u zasadu euroameričke topole klona I-214 osnovanom pri razmaku sadnje 5×5 m, odnosno 400 stabala po hektaru, na aluvijalnom zemljištu u Donjem Podunavlju (JP „Vojvodinašume, ŠG „Banat“, ŠU „Pančevo“, GJ „Donje Podunavlje“, odeljenje 42). Prema podacima ŠU Pančevo sadnja je obavljena sadnicama tipa 1/2 u jesen 2001. godine. U proleće 2002. godine konstatovan je jak napad patogena prouzrokovacha raka kore (*Dothichiza populea* Sacc. & Briard.) što je uslovilo da se na celoj površini zasada odseče nadzemni deo sadnica, izvrši tzv. „čepovanje“, i za regeneraciju iskoristi sposobnost vegetativnog obnavljanja topola iz očuvanog dela sadnice. Usled i dalje prisutnog mortaliteta u jesen 2002. godine izvršeno je popunjavanje sadnicama iz rasadnika, tipa 1/2, na 36% površine zasada. Na ovaj način su nadzemni delovi svih stabala u jesen 2002. godine bili stari jednu godinu. U cilju poređenja starosti istraživanog zasada sa drugim zasadima topola koji su uspešno osnovani sadnicama iz rasadnika, usvojeno je da je prva vegetacija nakon osnivanja zasada bila 2003. godina, odnosno ukupna starost zasada na kraju 2015. godine je bila 13 godina. Za potrebe ovog rada u starosti zasada 13 godina na tri ogledne površine, svaka od po 0,12 ha, je izvršena proreda kojom je broj stabala smanjen na 200 stabala po hektaru.

Ogledne površine su sastavni deo dizajna šireg ogleda u kome se sprovode istraživanja proizvodnosti i regulisanja prostora za rast stabala u različitim starostima (Andrašev i Bobinac, 2017).

Sva stabla na oglednim poljima su numerisana trajnom oznakom (masnom farbom) i premereni su im prsni prečnici iz dva unakrsna merenja sa tačnošću od 1 mm. Svim stablima oborenim u proredi pantljikom je premerena ukupna visina (dužina) i prredni prečnik, a zatim su stabla premerena sekcionim metodom sa dužinom sekcijskih od 1 m. Granjevinu deblja od 3 cm takođe je premerena sekcionim metodom sa dužinom sekcijskih od 1 m. Na 5 srednjih sastojinskim stabala po temeljnici i jednom stablu zaostalom u visinskem i debljinskom rastu, oborenih u

proredi, izvršena je visinska analiza merenjem visina (dužina) svakog pršljena grana koje označavaju visinu stabla u pojedinim godinama u starosnom periodu od druge do 13. godine. Iz svakog oborenog stabla, u uobičajenom postupku koji primenjuje praksu, izrađeni su sortimenti i premerena je debljina trupca bez kore na oba kraja u ciju određivanja njihove zapremine.

Obrada podataka sastojala se u iznalaženju srednjih veličina elemenata rasta stabala i ukupnih veličina elemenata rasta zasada na svakoj oglednoj površini, kao i njihovog proseka. Debljinska struktura je iskazana sumarno za tri ogledne površine i opisana je numeričkim pokazateljima strukture, Gini koeficijentom (C o w e l l , 2011), kao i grafički grupisanjem stabala u debljinske stepene za različite kolektive stabala. Za numeričko definisanje karaktera prorede korišćen je odnos između srednjeg prečnika po temeljnici doznačenih stabala i srednjeg prečnika po temeljnici preostalih stabala posle prorede, koeficijent q_d (P r e t z s c h , 2005). Na osnovu premera ukupne visine (dužine) i prsnog prečnika stabala u oborenom stanju konstruisana je visinska kriva, pri čemu je korišćen model Richards-a (R i c h a r d s , 1959). Premerena stabla u oborenom stanju su poslužila i za konstrukciju lokalnih zapreminskih tablica po modelu Schumacher-Hall-a, odnosno za definisanje zavisnosti zapremina stabala sa korom i granjevinom od njihovih prsnih prečnika i visina. Regresiona analiza je urađena pomoću funkcije *nls* (nonlinear least squares) programskog paketa *MASS* u R okruženju (V e n a b l e s i R i p p l e y , 2002).

Vrednost dobijenih sortimenata iskazana je po važećem cenovniku JP „Vojvodinašume“. Troškovi seče, izrade i privlačenja sortimenata su dobijeni na osnovu normativa koji primenjuju JP „Vojvodinašume“, dok su troškovi osnivanja i nege zasada dobijeni na osnovu radnih operacija koje su obavljene u istraživanom zasadu, takođe po normativima i cenovniku JP „Vojvodinašume“.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U istraživanom zasadu topole klona I-214 u starosti 13 godina utvrđena je srednja visina po Loraju (h_L) 28,6 m, a dominantna visina (H_{100}) 29,1 m. Srednji prečnik (d_g) je iznosio 30,1 cm, dok je dominantni prečnik 35,5 cm. Broj stabala po hektaru je iznosio 364, ukupna temeljnica $25,93 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, a ukupna zapremina $336,21 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (Tabela 1).

Debljinska struktura je unimodalna sa najvećim brojem stabala u debljinskom stepenu 32,5 cm. Numerički pokazatelji debljinske strukture ukazuju na levu asimetriju, leptokurtičnu spljoštenost i koeficijent varijacije od 20,6% (Grafikon 1, Tabela 2).

Tabela 1. Elementi rasta u zasadu pre prorede, prorednog etata i posle prorede u starosti 13 godina.

Table 1. Growth elements in plantation before thinning, in allowable cut and in plantation after thinning, 13 years after establishment

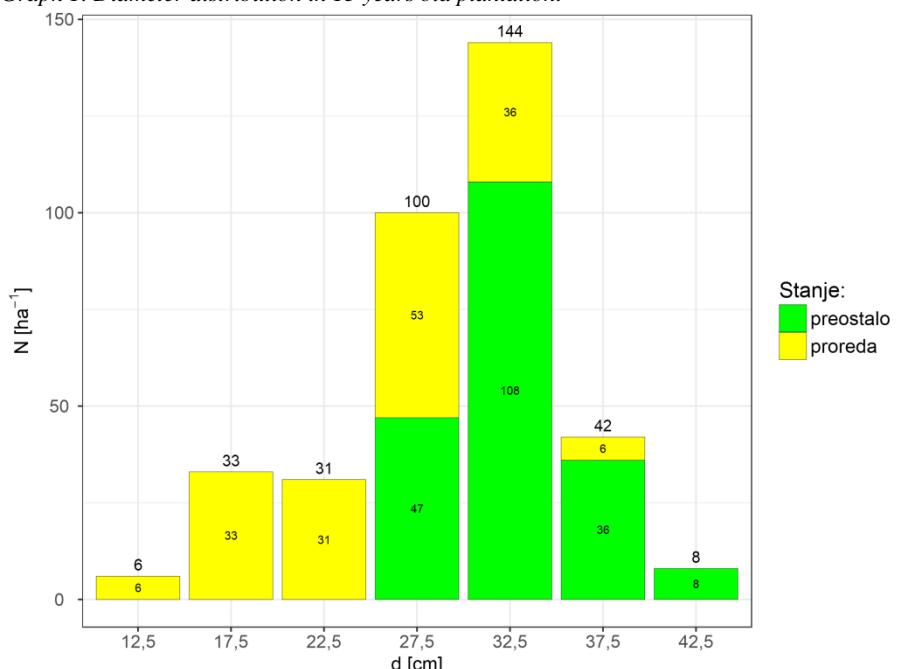
Elemenat rasta <i>Growth element</i>	Pre prorede <i>Before thinning</i>	Proredni etat <i>Allowable cut</i>	Posle prorede <i>After thinning</i>
d_g [cm]	30,1 (0,35)*	26,0 (0,75)	33,1 (0,64)
D_{100} [cm]	35,5 (0,78)		35,3 (0,77)
h_L [m]	28,6 (0,05)	27,8 (0,20)	29,0 (0,04)
H_{100} [m]	29,1 (0,03)		29,1 (0,02)
N [stabala·ha ⁻¹]	364 (3)	164 (3)	200 (0)
G [m ² ·ha ⁻¹]	25,93 (0,80)	8,68 (0,57)	17,25 (0,66)
V [m ³ ·ha ⁻¹]	336,21 (10,84)	108,99 (8,07)	227,23 (9,19)

* aritmetička srednja vrednost za tri ogledna polja i njena standardna greška (u zagradi).

* Arithmetic mean for three experimental plots and its standard error (in brackets).

Grafikon 1. Debljinska struktura zasada u starosti 13 godina.

Graph 1. Diameter distribution in 13 years old plantation.



Visinska kriva ima nagli uspon u tanjim debljinama što ukazuje na prisustvo stabala zaostalih u visinskom i debljinskom rastu. Koeficijent determinacije (r^2) je visok i ukazuje da je izabrana funkcija Richards-a pogodna za

analitičko predstavljanje zavisnosti visina od prsnih prečnika stabala (Tabela 3, Grafikon 2).

Tabela 2. Numerički pokazatelji debljinske strukture zasada pre prorede, prorednog etata i nakon prorede u starosti 13 godina.

Tabel 2. Numerical parameters of diameter distribution in plantation before thinning, in allowable cut and in plantation after thinning, 13 years after establishment.

Stanje State	n	Mean [cm]	Min [cm]	Max [cm]	d [cm]	v [%]	skew	kurt	G
Pre prorede <i>Befor thinning</i>	131	29,5	12,1	43,0	6,08	20,6	-0,711	0,316	0,1125
Proredni etat <i>Allowable cut</i>	59	25,3	12,1	37,3	5,98	23,6	-0,249	-0,767	0,1339
Posle prorede <i>After thinning</i>	72	33,0	26,8	43,0	3,40	10,3	0,622	0,458	0,0569

Legenda: n – broj merenih stabala; Mean – aritmetička sredina; Min – minimum; Max – maksimum; s_d – standardna devijacija; c_v – koeficijent varijacije; skew – asimetrija; kurt – spljoštenost; G – Gini koeficijent.

Legend: n – number of measured trees; Mean – arithmetic mean; Min – minimum; Max – maximum; s_d – standard deviation; c_v – coefficient variation; skew – skewness; kurt – kurtosis; G – Gini coefficient

Grafikon 2. Visinska kriva zasada u starosti 13 godina.

Graph 2. Height curve of 13-year old plantation.

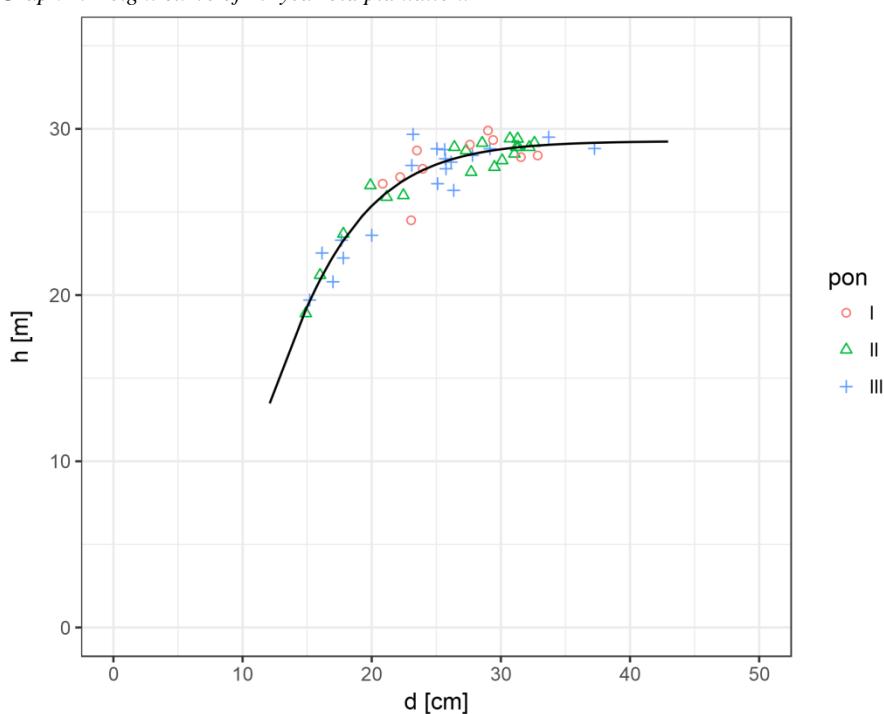


Tabela 3. Parametri i elementi ocene modela zavisnosti visine stabla od prsnih prečnika 13 godina od osnivanja zasada.

Table 3. Parameters and components of model assessment of the dependance between tree height and breast-height diameter 13 years after plantation establishment.

Model: $h = 1,3 + a \cdot (1 - e^{-b \cdot d})^c$			Elementi ocene modela Components of model assessment		
a	b	c	n	r^2	s_e
27.96855	0.2122903	10.42255	48	0.8900048	0.9406969

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

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

Dijagrami rasturanja zapremina stabala u zavisnosti od njihovih prsnih prečnika, kao i u zavisnosti od visina pokazuju u oba slučaja krivolinijsku zavisnost, sa većim variranjem zapremina u zavisnosti od njihovih visina u odnosu na njihovo variranje u zavisnosti od prsnih prečnika. Zavisnost zapremine stabla od njihovih prsnih prečnika i visina, izravnata modelom Schumacher-Hall-a, je visoka. Koeficijent determinacije iznosi 0,99 i ukazuje na visoku pouzdanost modela pri izražavanju zapremine stabala (Tabela 4, Grafikon 3).

Tabela 4. Parametri i elementi ocene modela zavisnosti zapremine stabla od prsnih prečnika i visina u starosti 13 godina.

Table 4. Parameters and components of model assessment of the dependance between tree volume and breast-height diameter and tree height in 13-year old plantation.

Model: $v_{st} = a \cdot d_{1,3}^b \cdot h^c$			Elementi ocene modela Components of model assessment		
a	b	c	n	r^2	s_e
0,00003045401	2,038855	1,0068217	9	0,9876240	0,03710214

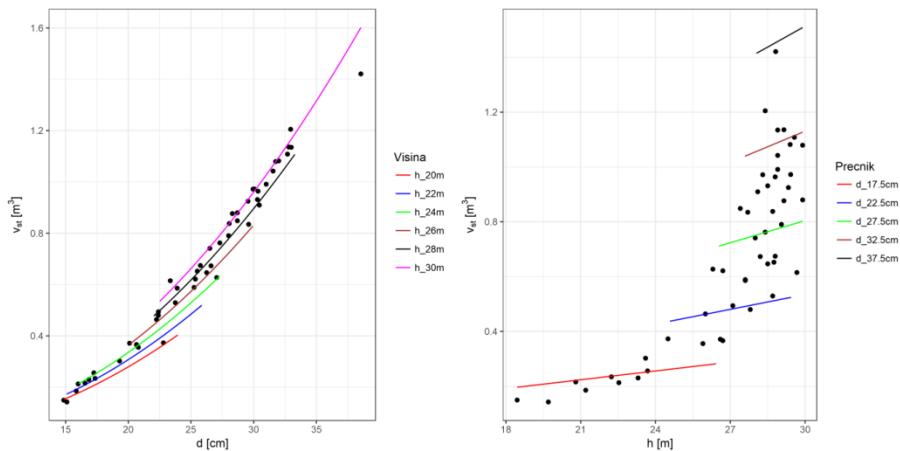
Legenda: a, b, c – parametri modela; n – broj merenih stabala; r^2 – koeficijent determinacije; s_e – standardna greška regresije.

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

Na osnovu rekonstrukcije visinskog rasta pet stabala iz kategorija srednjih stabala utvrđen je njihov sličan tok. Stablo značajno zaostalo u rastu u visinu u 13. godini počelo je da zaostaje u visinskom rastu već od treće godine (Grafikon 4). Tekući prirast visina srednjih stabala imao je visoke kulminacione veličine, preko 3 m u periodu od četvrte do sedme godine, i nagli pad u devetoj godini na oko polovinu prethodno ostvarenih veličina, verovatno uzrokovano nepovoljnim egzogenim uticajem. U periodu 10-11. godine dolazi do blagog povećanja visinskih prirasta na 2-2,5 m, a zatim se manifestuje pad tekućih prirasta koji u 13. godini iznosi 1,5-1,8 m. Analizirano stablo značajno zaostalo u rastu u visinu ima kulminaciju tekućeg prirasta u periodu 5-6. godine, a zatim nagli pad, koji se naročito manifestuje u 13. godini (Grafikon 5).

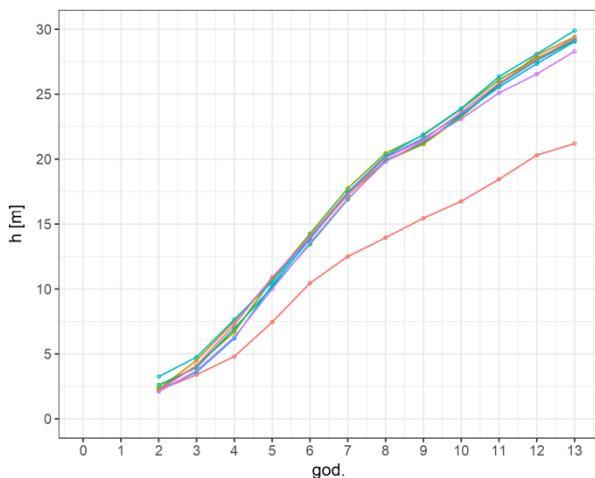
Grafikon 3. Dijagrami rasturanja i modeli zavisnosti zapremine stabla od njihovih prsnih prečnika za određene konstantne visine (levo) i zavisnosti zapremine stabla od visina za određene konstantne prečnike (desno) u starosti 13 godina.

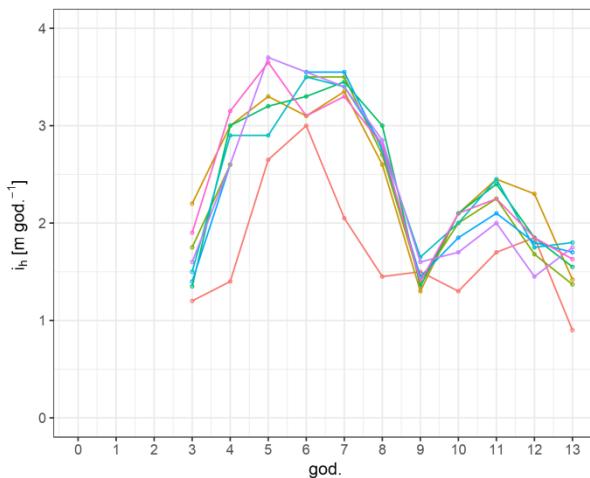
Graph 3. Scatterplots and models of dependance of tree volume by their diameter at breast height for particular constant heights (left) and dependance of tree volume by heights for particular constant diameters (right) in the age of 13.



Grafikon 4. Rast visina stabala u prethodnom periodu.

Graph 4. The height growth of sample trees in previous period.



Grafikon 5. Tekući prirast visina stabala u prethodnom periodu.*Graph 5. Current height increment of sample trees in previous period.*

Proredu u 13 godini nakon osnivanja zasada, sa uklonjenih 164 stabla po hektaru, $8,68 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ temeljnice i zapremine $109 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, sa srednjim prsnim prečnikom 26 cm i srednjom visinom 27,8 m, karakteriše koeficijent prorede (q_d) 0,79, koji ukazuje da je proreda bila niska. Jačina zahvata je iznosila 45% po broju stabala, 33% po ukupnoj temeljnici i 32% po zapremini u odnosu na stanje pre prorede, što predstavlja jak zahvat (Tabela 1). Numerički pokazatelji debljinske strukture prorednog etata pokazuju veću varijabilnost u poređenju sa stanjem pre prorede, levu asimetriju i platikurtičnu spljoštenost (Tabela 2). Proredom su uklonjena sva stabla u debljinskim stepenima 12,5-22,5 cm, polovina stabala u debljinskom stepenu 27,5 cm i četvrtina stabala u debljinskom stepenu 32,5 cm (Grafikon 1).

Izrađeni sortimenti su bili u kategoriji L trupca $2,74 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, trupca I klase za rezanje $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, trupca II klase $27 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, višemetarske tehničke oblice (v.t.o.) od $21 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ i celuloznog drveta $9,07 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, odnosno ukupno $89,85 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ili 82,4% ukupne zapremine. Kada se uključe trenutne cene sortimenata topole na tržištu (JP „Vojvodinašume“) vrednost prorednog etata iznosi oko $3090 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tabela 5), trošak seče, izrade i privlačenja sortimenata prorednog etata iznosi oko $700 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tabela 6), a razlika troška osnivanja zasada pri razmaku $5 \times 5 \text{ m}$ u odnosu na razmak $7 \times 7 \text{ m}$ iznosi oko $625 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tabela 7). Navedeno ukazuje da realizovana proreda ostvaruje pozitivan bilans od preko $1600 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tabela 5. Sortimenti dobijeni iz prorede u starosti zasada 13 godina i njihova vrednost.**Table 5. Assortments from thinning in 13 year old plantation and their value.**

d [cm]	N [tree·ha ⁻¹]	Sortimenti Assortments				
		L [*] L log [m ³ ·ha ⁻¹]	I I class log [m ³ ·ha ⁻¹]	II II class log [m ³ ·ha ⁻¹]	v.t.o. l.p. [m ³ ·ha ⁻¹]	celuloza pulpwood [m ³ ·ha ⁻¹]
17,5	33				4,45	1,93
22,5	31			5,48	4,17	1,96
27,5	53		16,47	12,55	7,48	2,77
32,5	36		11,82	7,8	4,93	2,09
37,5	6	2,74	1,73	1,16		0,32
Ukupno Total		2,74	30,02	26,99	21,03	9,07
Cena Price [€·m ⁻³] ^{**}	55,63	41,42	32,55	28,63	23,56	
Vrednost Value [€·ha ⁻¹]	152,43	1243,43	878,52	602,09	213,69	3090,16

*L – trupac za ljuštenje (prečnik na sredini trupca bez kore 30-35 cm i dužine preko 2 m); I – trupac za rezanje I klase (prečnik na sredini trupca bez kore 25-30 cm i dužine preko 2 m); II – trupac za rezanje II klase (prečnik na sredini trupca bez kore 20-25 cm i dužine preko 2 m); v.t.o. – višematarska tehnička oblica (prečnik na sredini trupca bez kore 15-20 cm i dužine preko 2 m); celuloza – metarsko celulozno drvo prečnika 7-20 cm sa korom.

^{*}L log – peeling log (diameter in the middle of the log without bark is 30-35 cm with length at least 2 m); I – sawlog class I (diameter in the middle of the log without bark is 25-30 cm with length at least 2 m); II – sawlog class II (diameter in the middle of the log without bark is 20-25 cm with length at least 2 m); l.p. – long pulpwood (diameter in the middle of the log without bark is 15-20 cm with length at least 2 m); pulpwood (diameter in the middle of the log with bark is 7-20 cm with length 1 m).

^{**}Cene su iskazane po važećem cenovniku JP „Vojvodinašume“ iskazane u EUR bez PDV.

^{**}The prices are presented according to current price list of PE “Vojvodinašume” in EUR without VAT.

Tabela 6. Direktni troškovi seče, izrade, primanja i privlačenja sortimenata.**Table 6. Direct costs of felling, creating, accepting and transporting of assortments.**

Radna operacija Work operation	Tehničko drvo Technical wood	Prostorno drvo Firewood	Ukupno Total	€·ha ⁻¹
1. Seča i izrada sortimenata 1. Cutting and creation of assortments	228,61	25,67	254,28	
2. Primanje drvih sortimenata 2. Acceptance of wood assortments	59,78	4,81	64,59	
3. Privlačenje drvih sortimenata 3. Transport of the wood assortments	339,28	41,54	380,82	
UKUPNO TOTAL				699,69

Tabela 7. Direktni troškovi osnivanja i nege zasada osnovanih pri razmacima 5×5 m i 7×7 m.

Table 7. Direct costs of establishment and tending measures of the plantations established at a planting distance of 5×5 m and 7×7 m.

Radna operacija <i>Work operation</i>	5×5 m	7×7 m	Razlika <i>Difference</i>
	$\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}$		
1. Priprema terena <i>1. Terrain preparation</i>	182,53	182,53	0
2. Pošumljavanje <i>2. Afforestation</i>	487,78	248,77	239,01
3. Popunjavanje <i>3. Gap filling</i>	175,60	89,56	86,04
4. Nega zasada <i>4. Tending of plantation</i>	1148,85	847,64	301,21
UKUPNO <i>TOTAL</i>	1994,76	1368,50	626,26

Nakon prorede srednji prečnik preostalih stabala je veći za 3 cm, a srednja visina za 0,4 m (Tabela 1). Debljinska struktura je pozitivna i leptokurtična sa dvostruko manjim koeficijentom varijabilnosti prečnika u odnosu na stanje pre prorede (Tabela 2).

DISKUSIJA

Ostvareni elementi rasta stabala u zasadu u 13. godini od osnivanja, prvenstveno srednje visine od 28,6 m, pokazuju visok proizvodni potencijal staništa, koji se može označiti sa I bonitetom (Marković et al., 1987). Prosečno ostvarena zapremina zasada od $336 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ u 13. godini, odnosno prosečan zapreminski prirast od $25,86 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$, su u saglasnosti sa procenjenim I visinskim bonitetom.

U zasadu je u 13. godini od osnivanja utvrđena varijabilnost prsnih prečnika od 20,6%, sa standardnom devijacijom od 6,08 cm, što je velika varijabilnost za srednjedobne zasade topola. U sličnoj starosti u zasadima drugih klonova, odnosno kultivara topola, osnovanim pri istom razmaku sadnje (5×5 m) su utvrđene dvostruko manje veličine standardne devijacije i koeficijenta varijacije prečnika (Mirković, 1968; Andrašev, 2003). U zasadima različitih klonova euroameričkih topola u starostima koje su bliske dužini proizvodnog ciklusa za proizvodnju trupaca (23-25 godina) utvrđene su veličine standardne devijacije prsnih prečnika koje su bliske veličini utvrđenoj u istraživanom zasadu uz manje veličine koeficijenta varijacije (Andrašev et al., 2004; Andrašev, 2008; Andrašev et al., 2009; 2010). Navedeno, kao i snažan uspon visinske krive kod tanjih prečnika, pokazuje da je zasad nehomogen i da se u njemu u 13. godini nakon osnivanja manifestuje intenzivno diferenciranje stabala. Može se prepostaviti da će

proces diferenciranja stabala u narednom periodu biti i izraženiji, i da će rezultirati odumiranjem stabala zaostalih u rastu, odnosno gubicima u proizvodnji.

Prirodni mortalitet stabala, kao krajnji izraz diferenciranja stabala, je nepoželjan u zasadima topola i predstavlja gubitak u proizvodnji. Proreda predstavlja jedan od načina da se eliminiše prirodni mortalitet. Proreda na oglednim površinama nakon 13 godina od osnivanja zasada usmerena je i na homogenizaciju preostalih 200 stabala po hektaru posle seče, sa povoljnim fenotipskim karakteristikama i sa približno ravnomernim rasporedom po površini, kojima su prioritetsko uklonjeni konkurenti od kojih se ne očekuje proizvodni efekat na kraju ophodnje kao kod preostalih stabala. Uklonjena su i stabla zaostala u rastu tako da je ukupno posećeno 45% od početnog broja stabala, 33% temeljnica i 32% zapremine. Na osnovu navedenog proreda je bila jaka, a po karakteru je niska proreda ($q_d = 0,79$). Proredom su iz zasada uklonjena najtanja stabla iz debljinskih stepeni 12,5-22,5 cm i varijabilnost prsnih prečnika je smanjena na polovinu od varijabilnosti pre seče. Ostvaren etat se nalazi u rangu sa etatom pri šematskoj proredi istog klena u 8. u godini od osnivanja zasada na povoljnem staništu, osnovanog pri razmaku sadnje $4,25 \times 4,25$ m, a veći je za 60-65% u odnosu na šematsku proredu istog klena na srednje i slabije povoljnem staništu pri razmaku $4,25 \times 4,25$ m (Pudar, 1986). Ostvareni etat u istraživanom zasadu veći je za 64% od etata dobijenog primenom selektivnog pristupa u proređivanju u zasadu topole klena I-214 u 11. godini od osnivanja zasada na srednje povoljnem staništu, onovanom pri razmaku 6×6 m (Andrašev et al., 2012).

Struktura prorednog etata u istraživanom zasadu povoljnija je od strukture etata pri šematskoj proredi klena I-214 u 8. godini na povoljnem staništu (Pudar, 1986), ali je nešto nepovoljnija od šematske prorede klena I-214 u 9. godini od osnivanja zasada na povoljnem staništu (Novaković, 1981). Znatno je povoljnija od strukture etata pri selektivnoj proredi klena B-229 u 8. godini od osnivanja zasada na srednje povoljnem staništu pri razmaku sadnje 5×5 m (Andrašev et al., 2011).

Vrednost realizovanog etata od $3.090 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$ je dvostruko veća od vrednosti etata klena I-214 u 11. godini od osnivanja zasada na srednje povoljnem staništu pri razmaku sadnje 6×6 m (Andrašev et al., 2012) i trostruko je veća od vrednosti sortimenata pri proredi klena B-229 u 8. godini na srednje povoljnem staništu pri razmaku 5×5 m (Andrašev et al., 2011). Ako se vrednost sortimenata dobijenih šematskim proredama u ranijim istraživanjima iskaže aktuelnim cenama (JP „Vojvodinašume“) proredni etat klena I-214 u starosti 8 godina na povoljnem staništu osnovanog pri razmaku sadnje $4,25 \times 4,25$ m (Pudar, 1986) je sličan ostvarenim efektima u istraživanom zasadu. Proredni etat pri šematskoj proredi sa jačinom zahvata 26% po zapremini klena I-214 u 9. godini na povoljnem staništu (Novaković, 1981) daje za $650 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$ manju vrednost sortimenata, a proredni etat klena I-214 klena u 8. godini na srednje i slabije povoljnem staništu, pri razmaku sadnje $4,25 \times 4,25$ m (Pudar, 1986) ostvaruje manje od polovine vrednosti sortimanata dobijenih u istraživanom zasadu.

Poređenjem vrednosti sortimenata dobijenih u proredi u istraživanom zasadu klena I-214 sa troškovima seče, izrade i privlačenja sortimenata, kao i sa razlikom troškova osnivanja i nege zasada sa razmakom sadnje 5×5 m u odnosu na

razmak 7×7 m, dobija se pozitivan bilans od preko $1600 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$, što ukazuje na visoku ekonomsku isplativost ovakve mere.

Prema rezultatima dosadašnjih istraživanja proreda u zasadima topola proističe da stabla topola imaju povoljnu prirastnu reakciju na povećanje prostora za rast ako se nalaze u fazi intenzivnog visinskog i debljinskog prirasta (Stanturf et al., 2001; Kriňárd i Johnson, 1980). U istraživanom zasadu topole klon I-214, s obzirom da je sprovedena u 13. godini od osnivanja zasada, odnosno pet godina posle perioda intenzivnog rasta stabala u visinu, proističe da je sprovedena proreda zakasnela.

Dalja istraživanja na trajnim oglednim površinama u istraživanom zasadu, odnosno sagledavanja efekata proreda u različitim starostima zasada, jer je proreda na istraživanim oglednim površinama sastavni deo dizajna šireg ogleda, omogućice zaključke o efektima proreda na preostalim stablima, te konačan sud o svrshodnosti primene proreda u zasadima srednje gustine (5×5 m) koji se za klon I-214 na povoljnim staništima pokazuju manje povoljnijim za proizvodnju tehničkih sortimenata.

ZAKLJUČCI

U zasadu topole klon I-214 osnovanom na I bonitetu pri razmaku sadnje 5×5 m u 13. godini od osnivanja zasada na tri trajne ogledne površine utvrđena je znatno veća varijabilnost prsnih prečnika od očekivanih, odnosno ranije publikovanih vrednosti. Konstruisana visinska kriva na osnovu posećenih stabala u proredi je potvrdila i izraženu varijabilnost visina stabala, što ukazuje na proces njihovog intenzivnog diferenciranja. Ocenjeno je da će proces diferenciranja stabala u narednom periodu biti i izraženiji, što će dovesti do odumiranja stabala zaostalih u rastu i time do gubitaka u proizvodnji.

Proreda u 13. godini od osnivanja zasada usmerena je na homogenizaciju preostalih 200 stabala po hektaru posle seče, sa povoljnim fenotipskim karakteristikama i približno ravnomernim rasporedom po površini, kojima su prioritetsno uklonjeni konkurenti od kojih se ne očekuje potpun proizvodni efekat na kraju ophodnje. Uklonjena su i stabla zaostala u rastu tako da je realizovana proreda od 45% po broju stabala, 33% po temeljnici i 32% po zapremini bila jaka, a po karakteru niska ($q_d = 0,79$). S obzirom da je proreda sprovedena u 13. godini od osnivanja zasada, odnosno pet godina nakon perioda intenzivnog rasta u visinu, može se smatrati da je zakasnela. Preostala stabla nakon prorede imala su dvostruko manju varijabilnost prečnika, odnosno stabla su homogenizovana za produkciju najvrednijih sortimenata do kraja ophodnje.

Proredom je uklonjeno $109 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, od čega se $90 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ nalazilo u kategoriji različitih tehničkih sortimenata, sa ukupnom vrednosti od $3.090 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$. Trošak seče, izrade i privlačenja sortimenata, kao i veći trošak osnivanja zasada sa 400 stabala po hektaru, u odnosu na zasad sa 200 stabala po hektaru, iznosi $1.325 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$ što je manje od polovine vrednosti sortimenata dobijenih proredom ($3.090 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$) i pokazuje visoku ekonomsku isplativost ovakve mere.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata:

„Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (III43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integrисаних i interdisciplinarnih istraživanja, i

“Proučavanje kompetičkih odnosa stabala u zasadima različitih klonova topola na aluvijalnim staništima u Vojvodini, kao osnov za regulisanje prostora za rast u skladu sa klimatskim promenama” koji finansira Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost u 2017. godini.

LITERATURA

- Andrašev, S. (2003): Karakteristike rasta tri klonske sorte crnih topola (sekcija *Aigeiros* Duby.) u Srednjem Podunavlju. Magistarski rad, Šumarski fakultet, Beograd, str. 154. COBISS.SR-ID: 512002972; UDK: 630*56:582.623(043.5)
- Andrašev, S., Rončević, S., Ivanišević, P., Kovačević, B., (2004): Strukturne karakteristike zasada selezionisanih klonova crnih topola (sekcija *Aigeiros* Duby). Topola br. 173/174: 27-44.
- Andrašev, S. (2008): Razvojno proizvodne karakteristike selekcionisanih klonova crnih topola (sekcija *Aigeiros* Duby) u gornjem i srednjem Podunavlju. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd, str. 427. COBISS.SR-ID: 512095900; UDK: 630*52/*56:582.681.81(497.113)(043.3)
- Andrašev, S., Rončević, S., Ivanišević, P., Pekeč, S., Radosavljević, N. (2009): Production characteristics of black poplar clones on the river Sava inundation. Proceeding of International Scientific Conference „Forestry in Achieving Millennium Goals“ Held of the 50th Anniversary of Foundation of Institute of Lowland Forestry and Environment Novi Sad, Serbia, November 13 - 15, 2008. (339-348); ISBN: 978-86-912323-0-6; COBISS.SR-ID 238704135; UDK: 630(082)
- Andrašev, S., Rončević, S., Vučković, M., Bobinac, M., Danilović, M., Janjatović, G. (2010): Elementi strukture i proizvodnost zasada klon I-214 (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier) na aluvijumu reke Save. Glasnik Šumarskog fakulteta 101: 7-24; ISSN: 0353-4537
- Andrašev, S., Bobinac, M., Rončević, S., Stajić, B., Janjatović, G., (2011): Karakteristike prorede u zasadu topole klon B-229 (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.) u Donjem Sremu. Topola, 187/188: 99-121, Novi Sad. UDK: 582.681.21 (497.113 Donji Srem); ISSN: 0563-9034
- Andrašev, S., Bobinac, M., Rončević, S., Vučković, M., Stajić, B., Janjatović, G., Obućina, Z. (2012): Effects of thinning in a plantation of poplar clone I-214 with wide spacing. Šumarski list, 1-2: 37-56. Zagreb; UDK: 630* 232.5 + 242 (001); ISSN: 0373-1332

- Andrašev, S., Rončević, S., Bobinac, M. (2015): Early effects of thinning in plantation of Eastern Cottonwood (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.), clone Bora on the Sava river alluvium. In: Ivetić V., Stanković D. (eds.): Proceedings: International conference Reforestation Challenges. 03-06 June 2015, Belgrade, Serbia. Reforesta: 149-158.
- Andrašev, S., Bobinac, M. (2017): Characteristics of the area potentially available in the field trial with thinning of poplar clone I-214 defined by "Voronoi" polygons. "Forest Science for Sustainable Development of Forests". 25 Years of Forestry of the Republic of Srpska. December 7 - 9, 2017. Banja Luka, Bosnia and Herzegovina (u štampi).
- Cowell, F. (2011): Measuring Inequality. Oxford University Press, London School of Economics Perspectives in Economic Analysis Series. ISBN 9780199594047.
- Krinard, R.M., Johnson, R.L. (1980): Fifteen years of cottonwood plantation growth and yield. South. J. Appl. For. 4 (4): 180–185.
- Marković, J., Živanov, N., Herpk, I., (1987): Proizvodne mogućnosti staništa za uzgoj topola i vrba na području ŠG 'Josip Kozarac' Nova Gradiška. Radovi Instituta za topolarstvo, Novi Sad 18: 85-132.
- Mirković, D. (1968): Strukturne osobine ogledne plantaže *Populus marilandica*. Jelen, br. 7. Beograd. (39-54).
- Novaković, M., (1981): Utjecaj smanjenja broja stabala na proizvodnju u plantaži topola „Pampas“, Magistarski rad. Složena šumska gospodarska organizacija „Slavonska šuma“, Osijek: 61 str.
- Pretzsch, H. (2005): Stand density and growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.): evidence from long-term experimental plots., Eur J Forest Res 124: 193–205.
- Pudar, Z. (1986): Ekonomski aspekti proizvodnje drveta topole, *Populus × euramericana* (Dode) Guinier, cl. I-214 u zasadima različite gustine. Radovi Instituta za topolarstvo, Novi Sad 17: 1-121.
- Richards, F.J. (1959): A flexible growth function for empirical use. J. Exp. Bot. 10: 290-300.
- Stanturf, J. A., van Oosten, C., Netzer, D.A., Coleman, M.D., Portwood, C.J. (2001): Ecology and silviculture of poplar plantations. In: D. I. Dickmann, J. G. Isebrands, J. E. Eckenthaler and J. Richardson (Ed.), Poplar Culture in North America. Part A, Chapter 5, NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, ON K1A OR6, Canada: 153–206.
- Venables, W. N., Ripley, B. D. (2002): Modern Applied Statistics with S. Springer, New York, fourth edition. ISBN 0-387-95457-0.

Summary

CHARACTERISTICS OF THINNING IN A PLANTATION OF POPLAR CLONE I-214 WITH MODERATE SPACING 13 YEARS AFTER ESTABLISHMENT

by

Siniša Andrašev, Martin Bobinac, Saša Pekeč, Ranko Sarić

The research was performed in plantation of euramerican poplar clone I-214, established at spacing 5 × 5 m, i.e. 400 trees per ha, on alluvial soil in Lower Danube Basin (Public Enterprise „Vojvodinašume“, Forest Holding „Banat“, Forest Administration „Pančevo“, Management Unit „Donje Podunavlje“, compartment 42). The thinning was performed in 13 years old plantation, on three experimental plots, each on an area of 0,12 ha, by which the number of trees was reduced to 200 trees per ha. Experimental plots are a component of the design of broader experiment in which the research on production and space regulation for tree growth in different plantation ages is performed.

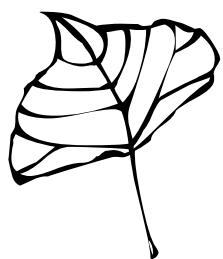
All trees on experimental plots were numbered by permanent mark (greasy paint) and their diameters at breast height from two cross measurements were made with 1 mm precision. For all trees cut in thinning, the total height (length) was measured by tape, and after that the trunks were measured by section method, with section length of 1 m. Branches thicker than 3 cm were also measured by section method with section length of 1m. On 5 average trees and on one tree that stagnated by height and diameter, cut in thinning, the height analysis was performed by measuring heights (lengths) of every node of a trunk that marks the height of tree in particular years in the period from the second to the age of 13 years. From every cut tree, in procedure regularly used in practice, the assortments were created and the thickness of log without bark was measured on both ends in order to calculate its volume.

The obtained components of the tree growth in the plantation, 13 years after the establishment, particularly top and mean heights from 29,1 m and 28,9 m, show the high potential of the habitat, that could be marked as the first site class. The obtained average volume of a plantation, which is 336 m³·ha⁻¹ after 13 years, as well as average volume increment, which is 25,86 m³·ha⁻¹·year⁻¹, are in concordance with the first height class.

In the plantation, the variability of diameters on breast height was 20,6% and standard deviation 6,08 cm was found, which is great variability for middle-aged poplar plantations. The constructed height curve confirmed also the considerable variability of tree heights, which points out on the process of their intensive differentiation. It is estimated that the process of trees differentiation in next period will be more pronounced, which will cause the decay of stagnating trees and by that losses in production.

The performed thinning at 13 years after the plantation establishment was focused on homogenisation of remaining 200 trees per hectare after the cut, with favourable phenotypic characteristics and approximately uniform distribution on the area. Competitors of the selected trees are primarily eliminated of that the full production effect at the end of the rotation was not expected. The stagnating trees were also removed, so by achieved reduction of 45% for number of trees, 33% for total basal area and 32% for total volume, the thinning was heavy, and by character it was low ($q_d = 0,79$). Considering that the thinning was performed at 13 years after the plantation establishment, i.e. five years after the period of intensive height growth, it could be considered as late. Trees that remained after the thinning had two times smaller diameter variability, i.e. trees were homogenized for the production of the most valuable assortments until the end of a rotation.

Total wood volume of $109 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ was removed by thinning, where $90 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ of that was categorized as various technical assortments, with total value of $3.090 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$. The cost of cutting, creation and transport of assortments, as well as greater cost of the establishment of plantation with 400 trees per hectare, comparing to the establishment of plantation with 400 trees per hectare is $1.325 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$, which is less than half of the value of assortments gained by thinning ($3.090 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$) and shows high economic profitability of such measure.



UDK: 582.632.2(497.113 Novi Sad)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

VARIJABILNOST MORFOLOŠKIH OSOBINA PLODA HRASTA LUŽNJAKA (*QUERCUS ROBUR L.*) IZ NOVOG SADA

Erna Vaštag¹, Saša Orlović², Srđan Stojnić², Tamaš Vaštag³, Mirjana Bojović⁴

Izvod: U istraživanju je posmatrano ukupno 17 stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) koji se nalaze u drvoredu u Novom Sadu, na Bulevaru vojvode Stepe (N 45° 25'61.75", E 19 °79'73.47"). Sa svakog stabla je tokom oktobra 2017. godine metodom slučajnog uzorka sakupljeno po 50 žira - radi istraživanja varijabilnosti genotipova na osnovu morfoloških osobina ploda. Ispitivani su morfološki parametri dužina ploda (mm), širina ploda (mm), koeficijent izduženosti (odnos dužine i širine ploda) i masa ploda (g). Rezultati jednofaktorske analize varijanse ukazuju na statistički značajne razlike između plodova posmatranih genotipova hrasta lužnjaka. U slučaju parametra izduženosti ploda (odnos dužine i širine ploda), utvrđena F vrednost se pokazala kao najveća ($F= 99.36$) i na nivou je statističke značajnosti od $p<0.001$. Za dužinu ploda utvrđena je vrednost $F=97.86$ na nivou značajnosti od $p<0.001$, za masu ploda $F=5.844$ na nivou značajnosti od $p<0.05$, dok se razlike između srednjih vrednosti širine ploda pokazale kao statistički ne signifikantne. Na osnovu analiziranih podataka moguće je izdvojiti individue 1,2,6,11,12,13,16,17, koje se po poželjnim karakteristikama ploda (veća dužina, širina i masa ploda) izdvajaju od ostalih i predstavljaju osnovu za dalja istraživanja. U narednom periodu će biti sprovedena istraživanja vezano, kako za uticaj veličine semena na morfološke karakteristike sejanca hrasta lužnjaka, tako i na otpornost sejanaca prema abiotičkim faktorima stresa (suša, itd.).

Ključne reči: *Quercus robur L.*, Srbija, Novi Sad, varijabilnost, morfologija ploda, dužina, širina, koeficijent izduženosti, masa

¹ Erna Vaštag, Master pejzažne arhitekture, doktorant, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni Fakultet, Novi Sad, E-mail:ernavastag@protonmail.ch, ² prof. dr Saša Orlović, redovni professor, dr Srđan Stojnić, naučni saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, ³ dr Tamaš Vaštag, doktor medicine, Institut za kardiovaskularne bolesti Vojvodine, Sremska Kamenica, Republika Srbija; ⁴Dr Mirjana Bojović, saradnik u nastavi, Univerzitet Edukons, Fakultet zaštite životne sredine, Vojvode Putnika 87, 21208 Sremska Kamenica.

¹Erna Vaštag, MSc landscape architecture, PhD student, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, E-mail:ernavastag@protonmail.ch, ²dr Saša Orlović, Full professor, dr Srđan Stojnić, Research associate, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, ³ dr Tamaš Vaštag, Doctor of Medicine, Institute for Cardiovascular Diseases of Vojvodina, Sremska Kamenica, Republic of Serbia

**VARIABILITY OF THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF
PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBUR L.*) FRUITS FROM NOVI SAD**

Abstract: In this experiment seventeen Pedunculate oak trees (*Quercus robur L.*) were observed, located in an alley on the Boulevard of Vojvode Stepe (N 45° 25'61.75", E 19 °79'73.47") in Novi Sad, Serbia. From each tree, fifty acorns were randomly collected for the purpose of researching the variability of the genotypes based on the morphological characteristics of their fruits. The characteristics researched were the length and width of the fruit (mm, respectively), coefficient of elongation (ratio of the fruit length and width) and the weight of the fruit (g). Results of the one-way ANOVA show that there are statistically significant differences between the fruits of the observed Pedunculate oak genotypes. In the case of the coefficient of the elongation, the calculated F value turned out to be the highest ($F=99,36$), and it is on the level of statistical significance $p<0.001$. For the length of the fruit the determined value of $F=97.86$ is on the level of significance $p<0.001$, for the weight of the fruit $F=5.884$ is on the level of significance $p<0.05$, but the differences between the mean values of the width of the fruits are not shown as statistically significant. The analysis of the data from this research shows that genotypes 1, 2, 6, 11, 12, 13, 16 and 17 stands out from the others based on the desired characteristics of their fruits, and they present an interesting base for further research. In the following period experiments will be conducted regarding the effects of seed dimensions on the morphological characteristics of *Quercus robur L.* seedlings, and the resistance of seedlings to abiotic factors of stress (draught, etc.).

Keywords: *Quercus robur L.*, Serbia, Novi Sad, variability, fruit morphology, length, width, coefficient of elongation, weight

UVOD

Hrast lužnjak (*Quercus robur L.*) pripada familiji Fagaceae, rodu *Quercus*, koju sačinjava više od 600 listopadnih i zimzelenih vrsta hrastova. Šume lužnjaka su sa ekonomskog aspekta najcenjenije šume u Evropi (Orlović et al., 2000). Prema Banković et al., (2009) hrast lužnjak predstavlja devetu najzastupljeniju vrstu u Srbiji gde zauzimaju površinu od 32400.0 ha.

Klimatske promene imaju za posledicu čitav lanac promena u ekosistemu koje dovode do smanjenja biološke raznovrsnosti i površina pod šumama. To su prvenstveno promena temperature vazduha, promene pod uticajem aerozagađenja, promene hidrološkog bilansa i nivoa voda, kao i promene zemljišnog supstrata. Među izuzetno vrednim šumskim vrstama koje su ugrožene je i hrast lužnjak (Batos, 2002).

Smanjenje površine lužnjakovih šuma zabeleženo je na području Evrope, Azije, kao i u Srbiji (Yakovlev i Kleinschmidt, 2002; Paulius i Gustiene, 2006; Kovačević i Orlović, 2007). Propadanje šuma hrasta lužnjaka na području AP Vojvodine je problem koji je aktuelan više od jednog veka (Stojnić et al., 2014). Naime, Manojlović, (1924), je zabeležio sušenje u periodu od 1909. do 1924., dok Medarević et al., (2009) ukazuju na isti problem nakon 1950., u periodu od 1983. do 1986. Posmatrajući stanje krošnji hrasta lužnjaka i kitnjaka (*Quercus petrea* Matt.) Drekić et al., (2014) su ustanovili da se suša u 2011. i 2012. godini značajno odrazila na zdravstveno stanje krošnje, dok je od 2012. do 2014. godine zabeleženo sušenje celih stabala.

Proizvodnja visokokvalitetnih sadnica hrasta lužnjaka se zasniva na selekciji kvalitetnog reproduktivnog materijala. Veličina ploda predstavlja ključni faktor u ranom razvoju sejanca. Oblik i veličina ploda su elementi morfologije vrste (Major, 2002). Veličina ploda odrasle individue je promenljiva i zavisi od starosti stabala i uslova sredine u kojoj se ono nalazi, kao i od obilnosti uroda i drugih faktora koji utiču na rast (Maksimović et al., 1982), dok je ovalan oblik konstantna osobina (Sárkány i Szalai, 1966). Aizen i Woodcock, (1996) su zabeležili direktnu korelaciju između veličine žira i preživelih sejanaca u stresnim uslovima, kao i između veličine žira i visine sadnice. Takođe, proučavanja sprovedena na nekim američkim i evropskim vrstama hrasta potvrđuju da veličina žira ima pozitivni uticaj na procenat klijavosti, rast izdanka, stopu preživljavanja, odnos izdanka i korena kao i na brzinu oporavka sejanca nakon defolijacije (Tripathi i Khan, 1990; Tecklin i McCreary, 1991; Bonfil, 1998; Roth et al., 2011; Ivanković et al., 2011). Veličina žira ima značajnu ulogu i u određivanju gustine i dubine setve (Major, 2002).

S obzirom da hrast lužnjak spada među ugrožene vrste, do sada su se činili veliki naporci da se on očuva kroz različite oblike *in situ* i *ex situ* konzervacije (Orlović et al., 2008). Savremene concepcije očuvanja genetičkih resursa hrasta lužnjaka se u velikoj meri oslanjaju na ranu selekciju, prema Stojnić et al., (2014). Testovi potomstva predstavljaju mogućnost za upravljanje genetskog potencijala određene vrste, kao i metod očuvanja genetičke varijabilnosti sadržane u prirodnim populacijama.

Cilj ovog istraživanja je ispitivanje varijabilnosti morfoloških karakteristika ploda hrasta lužnjaka zasađenih u Novog Sada, na osnovu kojih se mogu izdvojiti genotipovi koji se odlikuju poželjnim karakteristikama ploda. Poželjne karakteristike ploda su veća dužina, širina i masa.

Prema Vučković, (2002), osnovni zadatak zasada duž ulica je izolacija obodnih zgrada od kolskog saobraćaja, stvaranje povoljno sanitarno-higijenskih i mikroklimatskih uslova za stanovnike, a takođe i povećanje estetskog kvaliteta gradskog pejzaža. S obzirom da se posmatrani zasad nalazi na zelenoj površini širine 15 m između trotoara i parking prostora dok najveća širina krošnje ispitivanih genotipova lužnjaka iznosi 12.7 m, osipanje plodova nema negativni uticaj na saobraćaj.

MATERIJAL I METOD

Istraživanje je obuhvatilo 17 genotipova hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) koji se nalaze u drvoredu u Novom Sadu, na Bulevaru vojvode Stepe (N 45° 25'61.75", E 19°79'73.47"). Sa svakog stabla je tokom oktobra 2017. godine metodom slučajnog izbora sakupljeno po 50 plodova, te ukupno količina sakupljenog žira iznosi 850 kom.

U okviru istraživanja je ispitana varijabilnost sledećih morfoloških parametara: dužina ploda (mm), širina ploda (mm), koeficijent izduženosti (odnos dužine i širine ploda) i masa ploda u svežem stanju (g).

Od laboratorijskog pribora korišćena je laboratorijska vaga METTLER AJ100 za merenje težine plodova (u gramima), i analogni šubler FAG za merenje dužine i širine ploda (u milimetrima).

Za obradu dobijenih podataka upotrebljen je statistički program R-3.3.2. Za analizu podataka korišćena je analiza varijanse (ANOVA), nakon koje je izvršena post hoc analiza korišćenjem testa najmanje značajnih razlika (NZR-test) na nivou značajnosti od $p < 0.05$.

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati jednofaktorijske analize varijanse ukazuju na statističke značajne razlike između plodova ispitivanih genotipova hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*). Visoko statistički značajne razlike su utvrđene za dužinu ($F=97.86$; $p<0.001$), koeficijent izduženost žira ($F=99.36$; $p<0.001$), kao i masu žira ($F=5.84$; $p<0.05$), dok su se razlike između srednjih vrednosti širine ploda pokazale kao statistički ne signifikantne. Za razliku od dobijenih rezultata, Nikolić i Orlović (2002) su zabeležili statističko značajne razlike u pogledu dužine i širine žira kod genotipova lužnjaka poreklom iz vegetativne semenske plantaže Banov Brod (Srem, Vojvodina).

Grafikon 1. Variabilnost dužine ploda lužnjaka (*Quercus robur L.*). Vertikalni stubovi predstavljaju standardnu devijaciju uzorka

Graph 1. Fruit length variability of Pedunculate oak (*Quercus robur L.*). The error bars represent the standard deviation of sample

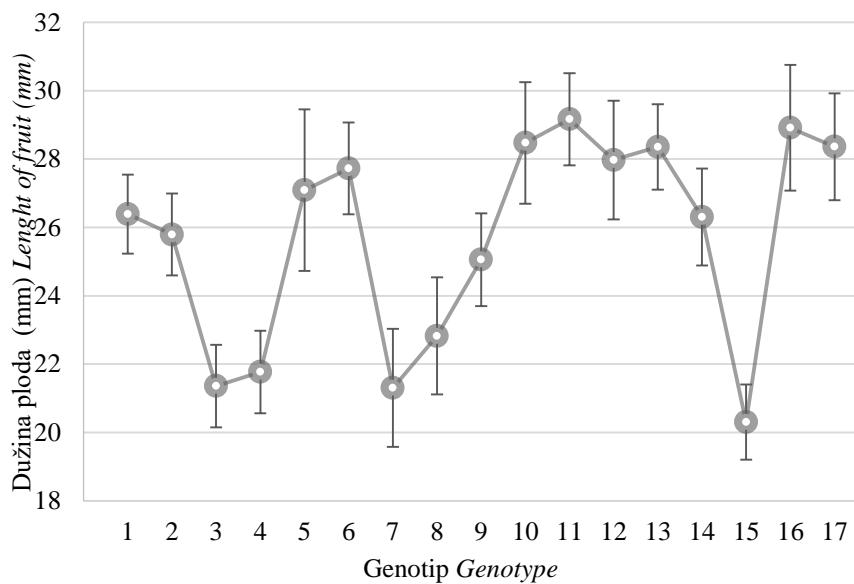


Tabela 1. Varijabilnost morfoloških karakteristika ploda lužnjaka (*Quercus robur L.*), NZR test**Table 1.** Variability of the morphological characteristics of Pedunculate oak fruits (*Quercus robur L.*), LSD test

Genotip Genotype	Dužina (mm) Length (mm)			Širina (mm) Width (mm)			Koefficijent izduženosti Coefficient of elongation			Masa (g) Mass (g)		
	Min	Max	$\bar{x} \pm Sd$	Min	Max	$\bar{x} \pm Sd$	Min	Max	$\bar{x} \pm Sd$	Min	Max	$\bar{x} \pm Sd$
1	24	28.8	26.39±1.15 bcd	11.9	16.0	13.65±0.83 ab	1.69	2.16	1.94±0.11 efg	2.91	5.27	3.94±0.49 bcd
2	23	29	25.79±1.20 cd	11.5	15.0	13.08±0.81 bcd	1.73	2.25	1.98±0.12 efg	2.47	4.59	3.62±0.47 cd
3	18	24	21.36±1.21 fg	10.0	13.5	11.29±0.87 efg	1.59	2.14	1.90±0.11 fg	1.67	3.63	2.34±0.40 gh
4	18	24.7	21.77±1.21 fg	10.2	14	11.96 ±0.74 def	1.58	2.27	1.83±0.14 g	1.64	3.81	2.59±0.45 fgh
5	17.2	30.5	27.09±2.36 ab	11.0	14	12.40±0.76 cde	1.32	2.52	2.19±0.20 cd	1.76	4.1	2.38±0.52 gh
6	25	30.5	27.73±1.34 abc	12	15.5	13.46±0.79 abc	1.86	2.31	2.06±0.10 def	3.51	6.68	5.04±0.75 a
7	17	25.5	21.30±1.73 fg	8.5	11.8	10.05±0.81 h	1.84	2.53	2.12±0.14 de	1.18	2.77	1.87±0.41 h
8	19.2	27	22.83±1.72 ef	8.2	11.2	9.84±0.76 h	2.03	2.71	2.32±0.12 c	1.15	2.69	1.96±0.37 h
9	22.6	27.8	25.06±1.36 de	9	12.1	11.09±0.82 ef	2.05	2.56	2.27±0.12 cd	1.72	3.7	2.74±0.42 efg
10	23.5	33.5	28.47±1.78 ab	8.2	11.5	10.23±0.64 gh	2.5	3.44	2.79±0.18 a	1.19	3.18	2.24±0.36 gh
11	26.2	32.2	29.17±1.35 a	9.2	13.5	11.51±0.93 ef	2.05	2.96	2.55±0.17 b	2.22	4.4	3.28±0.54 def
12	25	33	27.97±1.73 abc	12.5	16.7	14.55±0.86 a	1.64	2.16	1.93±0.10 fg	3	6.27	4.41±0.66 ab
13	26	31.2	28.36±1.25 ab	10.5	17	11.95±1.02 def	1.76	2.71	2.38±0.16 bc	2.57	4.54	3.36±0.43 de
14	23.7	30.5	26.31±1.42 bcd	9.9	13	11.35±0.77 efg	2.07	2.7	2.32±0.15 c	2.11	4.16	2.76±0.44 efg
15	18.2	23.9	20.30±1.10 g	9.8	13	10.97±0.76 fgh	1.55	2.16	1.86±0.11 g	1.29	2.82	1.84±0.32 h
16	25.5	33.2	28.91±1.84 a	12	16.2	13.84±0.93 ab	1.82	2.44	2.09±0.13 def	2.26	5.71	4.38±0.80 abc
17	23.5	32.5	28.36±1.56 ab	10.7	14.3	12.24±0.82 de	2.04	2.54	2.32±0.12 c	2.89	5.51	3.83±0.61 bcd
\bar{x}			25.72	11.98			2.16			3.09		
CV%			12.32	13.50			12.75			34.88		

* Razlike između aritmetičkih sredina obeleženih istim slovom nisu statistički značajne, dok su razlike između aritmetičkih sredina obeleženih različitim slovom statistički značajne na nivou značajnosti od $p<0.05$ (NZR test).

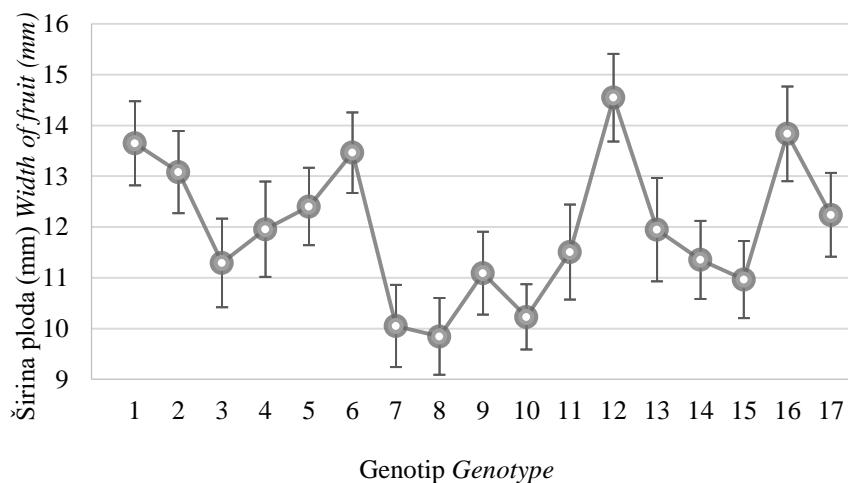
* Differences between arithmetic means labeled by the same letter are not statistically significant, while differences between arithmetic means labeled with the same letter are statistically significant at the level of $p<0.05$ (LSD test)

Rezultati merenja dužine ploda (Tabela 1.), pokazali su da je najveća dužina ploda izmerena kod genotipa lužnjaka označenog brojem 11 ($\bar{x}=29.17$ mm), dok su plodovi bili najsitniji kod genotipa 15 ($\bar{x}=20.30$ mm). Prema rezultatima testa najmanje značajnih razlika (NZR), kao statistički najznačajnija izdvojila se razlika između genotipa 16 – 15, kao i genotipa 11 - 15 gde je $p<0.05$. Između proseka dužina ploda genotipova 11 - 16, 3 - 4 - 7, 6 - 12, 5 - 10- 13- 17 ne postoji statistički značajna razlika. Najniža standardna devijacija od 1.10 izračunata kod genotipa 15 (Grafikon 1.), ukazuje na najmanji stepen varijacije dužine plodova ovog genotipa, dok su kod genotipa broj 5 odstupanja od proseka najveća (standardna devijacija 2.36). Najveća vrednost dužine ploda zabeležena je kod genotipa 10 (Max=33.5 mm), dok je najmanja vrednost utvrđena kod genotipa 7 (Max=17.0 mm).

Najveća prosečna širina ploda ($\bar{x}=14.55$ mm) izračunata je kod genotipa 12, dok je najmanja širina zabeležena kod genotipa 8 i iznosi 9.84 mm. Najveća standardna devijacija izračunata je za genotip 13 (1.02), a najniža za genotip 10 i iznosi 0.64 (Grafikon 2). Kod genotipa 13 je izmerena najveća širina poloda od 17 mm, dok je najmanja zabeležena kod genotipa 10 (8.2 mm). Razlike između srednjih vrednosti širina plodova nisu statistički značajne.

Grafikon 2. Varijabilnost širine ploda lužnjaka (*Quercus robur L.*). Vertikalni stubovi predstavljaju standardnu devijaciju uzorka

Graph 2. Fruit width variability of Pedunculate oak (*Quercus robur L.*). The error bars represents the standard deviation of sample

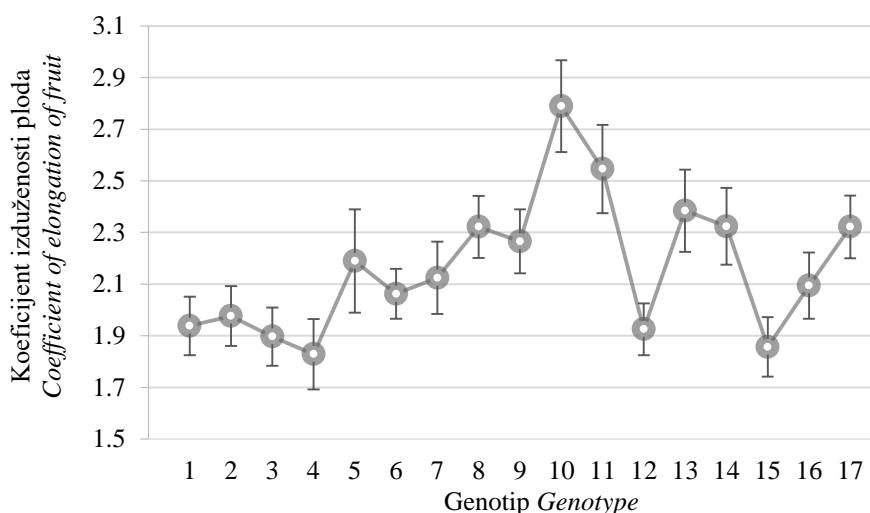


Primenom F testa ustanovljena je statistički signifikantna varijabilnost između genotipova za koeficijent izduženosti ploda na nivou od $p<0.05$. Najznačajnija razlika između koeficijenta izduženosti ustanovljena je između genotipova 10-4, dok prema LSD testu ne postoji signifikantna razlika između 1-2, 5-9 i 14-17 genotipova. Najveća varijacija je prisutna kod stabla 5 (0.20), dok je najmanja zabeležena kod 6 i iznosi 0.10 (Grafikon 3). U pogledu srednje vrednosti odnosa dužine i širine ploda, najveća vrednost je ustanovljena kod genotipa 10

($\bar{x}=2.79$) i prema Šermanovoj skali odlikuje se usko jajastom formom ploda, a najmanja kod 15 ($\bar{x}=1.55$) i pripada jajastoj formi. Maksimalna vrednost koeficijenta izduženosti je ustanovljena kod genotipa 10 (3.44), a najmanja (1.55) kod genotipa 15.

Grafikon 3. Varijabilnost koeficijenta izduženosti ploda lužnjaka (*Quercus robur* L.). Vertikalni stubovi predstavljaju standardnu devijaciju uzorka

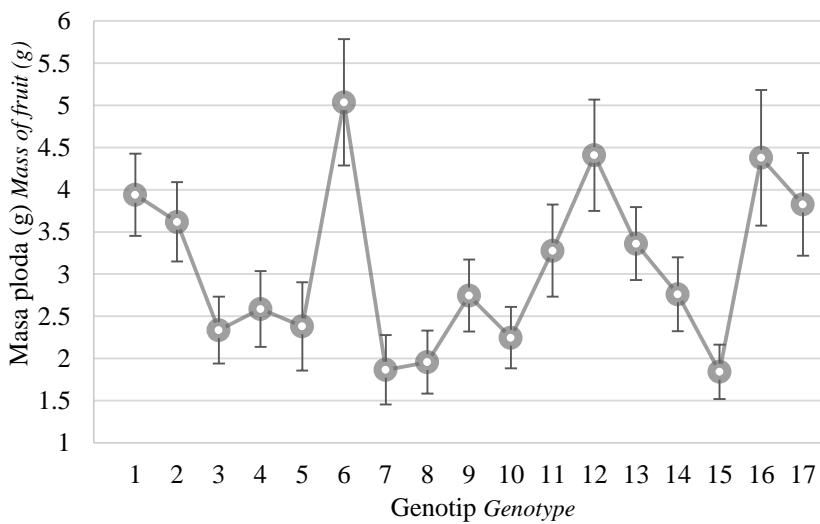
Graph 3. Fruit coefficient of elongation variability of Pedunculate oak (*Quercus robur* L.). The error bars represents the standard deviation od sample



U pogledu odnosa genotipova i mase, takođe je primetna varijabilnost između različitih stabala. Major (2002) je ispitivao varijabilnost morfoloških osobina ploda hrasta lužnjaka i kitnjaka (*Quercus petrea* Matt.) u Panonskoj regiji. Rezultati su pokazali značaju varijabilnost suve mase plodova sa koeficijentom varijacije 23.4%, što je u saglasnosti sa našim rezultatima (CV=34.88%). Statistički najznačajnija razlika između srednjih vrednosti mase plodova je ustanovljena između genotipova 6–7, 6–8, 6–15. Kod genotipova 7–8–15 i 3–5–10 razlike između mase plodova nisu statistički značajne na nivou $p<0.05$. Plodovi sakupljeni sa genotipa 6 se odlikuju najvećom prosečnom masom ($\bar{x}=5.04$ g), dok su najmanje srednje vrednosti izračunate kod genotipa br. 7 ($\bar{x}=1.87$ g). Najveća varijabilnost mase plodova je primećena kod genotipa 16 (0.80), dok se genotip 15 odlikuje sa najujednačenijim plodovima tj. najmanjom standardnom devijacijom od 0.32 (Grafikon 4). Prema Kormanik et al. (1998), visina biljke, prečnik korenovog vrata i procenat preživljavanja zavise od mase ploda sadnice kod američkog hrasta (*Quercus rubra* L.). Miao (1995) je istraživao uticaj mase ploda na prirast jednogodišnjih sadnica američkog hrasta i došao je do saglasnih rezultata, da se sa povećanjem mase ploda, povećava se i ukupna biomasa.

Grafikon 4. Varijabilnost mase ploda lužnjaka (*Quercus robur L.*). Vertikalni stubovi predstavljaju standardnu devijaciju uzorka

Figure 4. Fruit weight variability of Pedunculate oak (*Quercus robur L.*). The error bars represents the standard deviation of sample



ZAKLJUČAK

Utvrđivanje varijabilnosti morfometrijskih karakteristika plodova kod različitih genotipova hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) pokazalo je postojanje statistički značajnih razlika između genotipova u pogledu većine istraživanih parametara (dužina, masa i koeficijent izduženosti). Statistički značajne razlike individue na osnovu morfoloških osobina plodova su ustanovili i drugi autori (Franjić et al., 2001; Nikolić i Orlović, 2002; Ivanković et al., 2011).

Nikolić i Orlović, (2002) su došli do rezultata da je varijacija najveća između mase plodova sa vrednostom koeficijenta varijacije od 17.26 %, zatim između širine CV=6.28%, a najmanja između dužine plodova CV=5.23%. Rezultati pomenutih autora su u saglasnosti sa našim, s obzirom da je najveći koeficijent varijacije izračunat za masu plodova 34.88%, zatim za širinu CV=13.50%, a najmanja za dužinu CV=12.32%.

Na osnovu obrađenih podataka moguće je izdvojiti stabla (1, 2, 6, 11, 12, 13, 16 i 17) koja su se karakterisala poželjnim karakteristikama ploda (veća dužina, širina i masa ploda), i time predstavljaju interesantnu osnovu za dalja istraživanja. U narednom periodu će biti sprovedena istraživanja vezano, kako za uticaj veličine semena na morfološke karakteristike sejanca hrasta lužnjaka, tako i na otpornost sejanaca prema abiotičkim faktorima stresa (suša, itd.).

U urbanim sredinama u pojedinim okolnostima veliki plodovi mogu biti i nepoželjne karakteristike. Kada se individua nalazi nedovoljno udaljeno od kolovoza osipanje plodova može negativno uticati na saobraćaj. U slučaju kada se individua nalazi dovoljno udaljeno od kolovoza i parking mesta, prednost se daje individuama sa većim plodovima, s obzirom da prestavljaju potencijalnu genetičku bazu reproduktivnog materijala za dalju selekciju otpornih genotipova.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata: „Biosenzing tehnologije i globalni sistem za kontinuirana istraživanja i integrisano upravljanje ekosistemima“ (III 43002) koji finansira Ministarstvo prosvete nauke i tehnološkog razvoja na osnovu stipendije za studenta doktorskih studija Erna Vaštag po Ugovoru br 2192 od 01.aprila 2017. godine.

LITERATURA

- Aizen, M. A., Woodcock, H. (1996): Effects of acorn size on seedling survival and growth in *Quercus rubra* following simulated spring freeze. Canadian Journal of Botany 74, 2: 308—314.
- Banković, S., Medarević, M., Pantić, D., Petrović, N., Škljukić, B., Obradović S. (2009): Šumski fond Republike Srbije – stanje i problemi
- Batos, B. (2002): Diverzitet hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) Monografija, Ed. Posebna izdanja, Zadužbina Andrejević, Beograd. ISSN 1450-801X ISBN 978-86-525-0057-4: 102 str.
- Bonfil, C. (1998): The effects of seed size, cotyledon reserves and herbivory on seedling survival and growth in *Quercus rugosa* and *Q. laurina* (*Fagaceae*). Am. J. Bot. 85: 79-87.
- Drekić, M., Poljaković-Pajnik, L., Orlović, S., Kovačević, B., Vasić, V., Pilipović, A. (2014): Rezultati višegodišnjeg monitoringa stanja krošnji stabala. Topola 193/194: 23–35.
- Franjić, J., Dalbelo-Basić, B., Skvorc, Ž. (2001): Acorn form variability in the common oak (*Quercus robur* L.) in Croatia, Sauteria 11, Biotopkartierung in Bergregionen: 383-394.
- Ivanković, M., Popović, M., Bogdan, S. (2011): Acorn morphometric traits and seedling heights variation of Pedunculate oak (*Quercus robur* L.) from the seed stands in Croatia. Šum. list – Posebni broj (2011): 46-58.
- Kormanik, P. P., Sung, S. S., Kormanik, T. L., Schlarbaum, S. E., Zarnoch, S. J. (1998): Effect of acorn size on development of northern red oak 1-0 seedlings. Canadian Journal of Forest Research 28 (12):1805—1813.
- Kovačević, B., Orlović, S. (2007): Trends in vegetative propagation in Common oak (*Quercus robur* L.). Topola 179/180: 63-70.

- Major, S. (2002): Variability of *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. acorn size in the region of the Pomeranian plains, Dendrology 47(25):1-3.
- Maksimović, M., Milivojević, B., Pekić, R. (1982): Štetočine hrastovog žira u semenskoj sastojini Kupinske grede. Zaštita bilja 33 (3), 161: 222-257.
- Manojlović, P. (1924): Sušenje hrastovih šuma. Šumarski list XIVIII: 502–505.
- Medarević, M., Banković, S., Cvetković, Đ., Abjanović, Z. (2009): Problem sušenja šuma u Gornjem Sremu. Šumarstvo 61: 61–73.
- Miao, S. (1995): Acorn mass and seedling growth in *Quercus rubra* in response to elevated CO₂. Journal of Vegetation Science 6 (5): 697—700.
- Nikolić, N., Orlović, S. (2002): Genotypic Variability of Morphologic Characteristics of English oak (*Quercus robur* L.) Acorn, Proceedings for Natural Sciences, Matica Srpska Novi Sad, 102: 53—58.
- Orlović, S., Erdeši, J., Radivojević, S., Obućina, Z., Janjatović, G. (2000): Strategy and previous results of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) breeding in Yugoslavia. Oak 2000 — Poster Abstracts, Zagreb:75—76.
- Orlović, S., Šimunovački, Đ., Đorđević, Z., Pilipović, A., Radosavljević, N. (2008): Očuvanje genofonda i proizvodnja semena hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.).
- Paulius, Z., Gustiene, A. (2006): Oak decline in Lithuania. IUFRO Proceedings of the Workshop Austria: 150-153.
- Roth, V., Dekanić, S., Dubravac, T. (2011): Effect of acorn size on morphological development of one-year-old seedlings of Pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in different light conditions. Šum. list. – Posebni broj (2011): 159-168.
- Sárkány, S., Szalai, I. (1966): Növény-szervezettani gyakorlatok. Tankönyv-kiadó, Budapest: 307—308.
- Stojnić, S., Trudić, B., Galović, V., Šimunovački, Đ., Đorđević, B., Rađević, V., Orlović, S. (2014): Očuvanje genetičkih resursa hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Javnog Preduzeća „Vojvodinašume“, Topola/Poplar No 193/194: 47-71.
- Tecklin, J., McCreary, D. D. (1991): Acorn size as a factor in early seedling growth of blue oaks. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW. 126: 48-53.
- Tomović, Z., Orlović, S., Janjatović, G., Jezdić, D., Dobrojević, P., Ivanišević, P. (ed.). Monografija 250 godina šumarstva Ravnog Srema, JP Vojvodinašume: 161-168.
- Tripathi, R.S., Khan, M.L. (1990): Effects of seed mass and microsite characteristics on germination and seedling fitness in two species of *Quercus* in a subtropical wet hill forest. Oikos. 57: 289-296.
- Vujković, Lj. (2003): Pejzažna arhitektura-planiranje i projektovanje, Šumarski fakultet, Beograd: 130 str.
- Yakovlev, L. A., Kleinschmidt, J. (2002): Genetic Differentiation of Pedunculate Oak *Quercus robur* L. in The European Part of Russia Based on RAPD Markers. *Russian Journal of Genetics* 38 (2): 148-155.

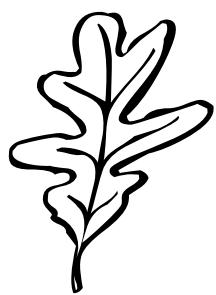
Summary

**VARIABILITY OF THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF
PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBUR L.*) FRUITS FROM NOVI SAD**

by

Erna Vaštag, Saša Orlović, Srđan Stojnić, Tamaš Vaštag, Mirjana Bojović

Acorn size might have significant effect on seedlings field performances, such as germination, growth and survival. In the present study the acorn size, mass and shape were observed in seventeen Pedunculate oak trees (*Quercus robur L.*), located in an alley on the Boulevard of Vojvode Stepe (N 45°25'61.75", E 19°79'73.47") in Novi Sad, Serbia. From each tree, fifty acorns were randomly collected for the purpose of researching the variability of the genotypes based on the morphological characteristics of their fruits. The characteristics researched were the length and width of the fruit (mm, respectively), coefficient of elongation (ratio of the fruit length and width) and the weight of the fruit (g). Results of the one-way ANOVA show that there are statistically significant differences for the majority of acorn traits (except acorn width) between observed Pedunculate oak genotypes. The analysis showed that genotypes 1, 2, 6, 11, 12, 13, 16 and 17 stands out from the others based on the desired characteristics of their fruits, and they present an interesting base for further research. In the following period experiments will be conducted regarding the effects of seed dimensions on the morphological characteristics of *Quercus robur L.* seedlings, and the resistance of seedlings to abiotic factors of stress (draught, etc.).



UDK: 630*232.31(497.113)

Стручни рад *Professional work*

PROIZVODNJA ŠUMSKOG SADNOG MATERIJALA U RASADNICIMA JAVNOG VODOPRIVREDNOG PREDUZEĆA „VODE VOJVODINE“

Milivoj Stojanović¹, Saša Pekeč²

Izvod: Rasadnici Javnog vodoprivrednog preduzeća "Vode Vojvodine" koriste se za proizvodnju sadnog materijala topola i vrba te ostalih vrsta drveća (sitnolisni brest, bagrem, piramidalni hrast itd.). Osnovna namena ovih rasadnika je proizvodnja kvalitetnog sadnog materijala. Proizvodnja se obavlja na aluvijalnom zemljištu, gde su zastupljeni vegetativni i generativni način proizvodnje sadnog materijala. U rasadnicima se sprovode odgovarajuće agrotehničke mere, a proizvodnja sadnica prilagođena je specifičnostima vodoprivrede. Rasadnička proizvodnja je namenjena potrebama uspešnog održavanja i rekonstrukcije postojećih šuma uz kanale Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav sa jedne strane i uspostavljanja kontinuiteta gazzdovanja šuma s druge strane.

Ključне reči: proizvodnja, rasadnik, sadni material, vodoprivreda

PRODUCTION OF FOREST SEEDLING MATERIAL IN THE NURSERIES OF PUBLIC WATER MANAGEMENT COMPANY "VODE VOJVODINE"

Abstract: Nurseries of Public water management company "Vode Vojvodine" are facilities for the production of poplars and willows, and we also produce some other kinds of seedlings such as: elm, black locust, oak, etc. The production itself takes place on deep alluvial soil, and we produce seeding material in two ways: vegetative and generative. The production facilities are composed in several sections where we use appropriate agro-technical measures and care that is needed for breeding seeding material. These facilities are in fact a unique system that is fully adapted to the specific needs and characteristics of the water management field and business. Their role and purpose is adapted to the needs of a successful maintenance and reconstruction of existing forests along the canals Danube-Tisa-Danube and establishing continuity of forest management in general.

Keywords: production, nursery, plant material, seedling , water management

¹ Master Milivoj Stojanović, student doktorskih studija, JVP „Vode Vojvodine“ Novi Sad; ² Dr Saša Pekeč, viši naučni saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

¹Milivoj Stojanović, MSc, student of doctoral studies, PWMC „Vode Vojvodine“ Novi Sad; ² Dr Saša Pekeč, senior research associate, University of Novi Sad, Institute of lowland forestry and environment, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

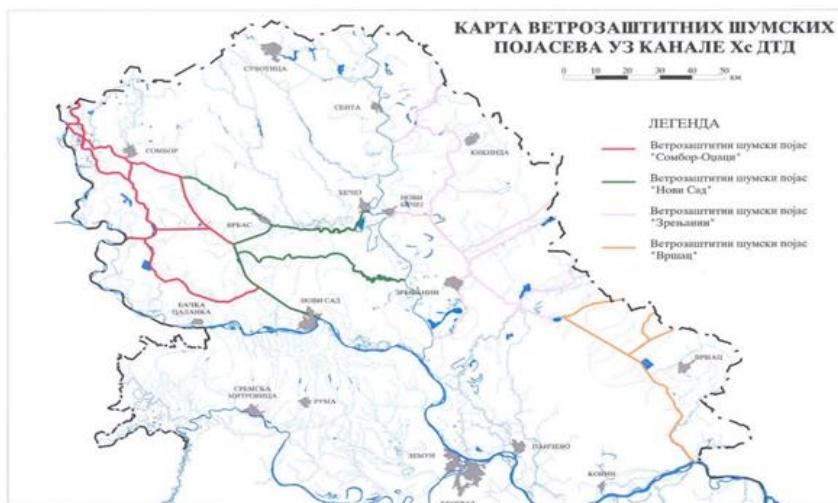
UVOD

Javno vodoprivredno preduzeće „Vode Vojvodine“ osnovala je Skupština AP Vojvodine Pokrajinskom skupštinskom odlukom o osnivanju javnog preduzeća za gazdovanje vodama na teritoriji AP Vojvodine ("Službeni list APV br. 7/2002 i 2/2010). U okviru preduzeća gazduje se pre svega kanalima Hs DTD osnovne kanalske mreže, kanalima detaljne kanalske mreže i odbrambenim nasipima u cilju odbrana od poplava. Delatnost JVP "Vode Vojvodine" je održivo upravljanje vodnim resursima, vodoprivredna, odnosno vodna delatnost u smislu Zakona o vodama. Osnovne delatnosti su svakako: 1. Gazdovanje vodnom resursima, 2. Iskoriščavanje i upotreba voda, 3. Zaštita od umerenog dejstva voda i 4. Zaštita voda od zagađivača. Javno preduzeće može u cilju potpunijeg, efikasnijeg i ekonomičnijeg poslovanja, da obavlja i druge delatnosti. Uzgoj i korišćenje šuma je jedan veoma bitan segment osnovne kanalske mreže, u funkciji vetrozaštitnih pojaseva, kao i šumskih pojaseva uz nasipe.

Hidrosistem Dunav- Tisa- Dunav (Hs DTD) je splet kanala kojima su ispresecana plodna polja u Bačkoj i Banatu, vodozahvatni objekti regulacionih i sigurnosnih ustava, prevodnice za brodove, nasipi i drugi objekti kojima se uređuje režim voda u kanalima. Idejni tvorac Hs DTD je inženjer Nikola Mirkov koji je zapisao „Treba se roditi, odrasti i živeti u beskrajnoj niziji, treba dubinski do srži osetiti jade sa vodom i muke bez vode, tu večnu borbu s vodom i čežnju za vodom, ako su vlažne godine opasnost i nesreća, ako je sušna godina nevolja je još veća“, čime se na najbolji način opisuje značaj vodoprivrede na ovom području. Jedna od blagodeti i bogatstva koju Vojvodini pružaju kanali je svakako i plovidba. Prosecanjem kanala Rajna-Majna-Dunav mogu se proizvodi sa područja Hs transportovati po celoj Evropi (Milovanov, 1972).

Pored obala kanala Hs prostiru se raznovrsne šume klonskih topola, bagrema, bresta, hrasta i ostalih vrsta drveća. One prvenstveno imaju zaštitnu ulogu, jer predstavljaju vetrozaštitni pojas koji sprečava pomeranjeodnošenje zemljišta vетром sa njiva, dok ni ekonomski i naravno estetski značaj nije zanemarljiv. Vodena vegetacija svakako ima veliki značaj za estetski izgled kanalske mreže pogotovo za biljne vrste koje su retke i zaštićene, kao što su: *Nuphar luteum*-žuti lokvanj, *Nymphaea alba*-beli lokvanj, *Hydrocharis morsus-ranae*-beli žabogriz i *Phragmites communis*-obična trska.

Odnos šumarstva i vodoprivrede, kao i značaj šuma u vodoprivredi Vojvodine ogleda se u vodozaštiti u širem smislu i zaštiti vodoprivrednih objekata. U odnosu na vodoprivrednu, šuma se javlja kao važan činilac regulisanja režima voda i zaštite vodnih tokova, zbog čega se delatnosti i razvoj šumarstva i vodoprivrede, dobrim delom, uslovjavaju i dopunjaju. Šume u Javnom vodoprivrednom preduzeću se dele na: 1. vetrozaštitne šumske pojaseve i 2. zaštitne šume, odnosno takozvani šumsko zaštitni pojas (Š.Z.P.) (Rambat i Đurović, 2007).



Slika 1 Vetrozaštitni pojasevi Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav (Radišić et al., 2006)

Figure 1 Wind safety belts of the Danube-Tisa-Danube Hydro System (Radišić et al. 2006)

Vetrozaštitni šumski pojasevi se nalaze uz same kanale Hs DTD u okviru četiri uređene šumsko - privredne osnove. To su:

1. Šume OKM Sombor - Odžaci
2. Šume OKM Novi Sad
3. Šume OKM Novi Bečej - Zrenjanin
4. Šume OKM Vršac

U poređenju sa ostalim kategorijama vanšumskog zelenila, koje su obuhvaćene prostornim planom Vojvodine, vetrozaštitni šumski pojasevi pored Hs DTD imaju apsolutni prioritet, koji se ogleda pre svega u površinama cca 2000 ha, pogodnim za pošumljavanje, a koji su nepošumljeni. Postoje izrađene šumsko-privredne osnove, odnosno elaborati kojima je preciziran način pošumljavanja u pogledu tehnologije, vrste sadnje, razmaka sadnje i dr. (Radišić et al., 2006).

Šumski zaštitni pojas, gledano prostorno, čini pojas šuma i šumskog zemljišta širine 50 m paralelno sa odbrambenom linijom, odnosno sa telom nasipa, a koje razdvaja desetometarski pojas. On se nalazi u takozvanom nebranjenom delu nasipa uz same vodene tokove. U praksi, odnosno u šumsko – zaštitnom pojusu često odstupa od pojasa projektovanih dimenzija, bilo da se radi o ekspropriacionoj liniji koja se ne poklapa sa pojasmom ili se radi o klasičnom pomeranju toka korita reke. Suštinski gledano uloga Š.Z.P. je pre svega zaštitna i ogleda se u zaštiti od štetnih dejstava voda i leda. Štetna dejstva od visokih voda i leda nepovoljno utiču na kosinu nasipa i mogu izazvati, između ostalog i eroziju (površinske, dubinske ili bočne). S obzirom na značaj segmenta šumarstva u vodoprivredi i proizvodnje sadnog materijala za pošumljavanje područja kojim gazduje JVP "Vode Vojvodine" u radu će se prikazati uslovi i mogućnosti proizvodnje sadnog materijala za potrebe ovog preduzeća.

EDAFSKE OSOBINE PODRUČJA

Rasadnici „Počas bara“ i „Klek“ se nalaze na zemljištu aluvijalnog porekla, u manjem delu sa primesama iskopa kanala i ostataka formiranih na lesu. Aluvijalna zemljišta poseduju određenu karakteristiku koju održava izrazitu slojevitost i heterogenost sastava nastalih pre svega pod hidromorfnim uslovima. Podzemna voda zemljišta rasadnika dosta oscilira, pogotovo jer zavisi od režima vodostaja u oba kanala Hs DTD, a uslovljena je i vodnim režimom u Poćajskom ribnjaku. Što se tiče sadržaja makroelemenata, oni su na zadovoljavajućem nivou, pogoto jer se održavaju unosom odnosno aplikacijom đubriva. U osnovnom pogledu za aluvijalno zemljište je karakteristična osrednja snabdevenost azotom, fosfora ima nešto manje, dok je sadržaj kalijuma dosta zadovoljavajući. Treba istaći da aluvijalna zemljišta u gornjem horizontu karakteriše učešće organske materije- humusa različite moćnosti. Humusni horizont formiran je u dužem ili kraćem vremenskom periodu od organske mase kao biljnog pokrivača. Strukturne osobine, fizička i hemijska svojstva aluvijalnih zemljišta su povoljna pre svega za razvoj šumskih ekosistema, pa samim tim i rasadničke proizvodnje šumskih sadnica. Ovakvo zemljište je dobar i povoljan preduslov za proizvodne mogućnosti i razvoj zdravih i kvalitetnih sadnica počev od vrbe, topole, pa do hrasta lužnjaka, jasena i bresta. Za proizvodnju sadnica najznačajnije su sledeće osobine zemljišta: dubina i propusnost zemljišta, granulometrijski sastav, topotni uslovi, vodno vazdušni kapacitet, pH vrednost i hranjivost zemljišta (Stilinović, 1987).

RASADNICI ZA PROIZVODNJU ŠUMSKOG SADNOG MATERIJALA

Rasadnici koji se nalaze u sastavu JVP „Vode Vojvodine“ su locirani u Banatu i Bačkoj. Rasadnik „Počas bara“ se nalazi u Bačkom Monoštoru (Bačka), a rasadnik „Klek“ u Kleku (Banat). U oba rasadnika organizovana je rasadnička proizvodnja šumskog sadnog materijala. Proizvodnja je svakako prilagođena oblasti vodoprivrede, odnosno specifičnim uslovima na terenu, kao i specifičnim zahtevima za podizanje odgovarajućeg tipa vetrozaštitnog pojasa. Ovi rasadnici su i do danas bili orijentisani pre svega na proizvodnju topola i vrba. Nešto kasnije se počelo i sa proizvodnjom drugih sadnica, što je zahtevalo i vladanje određenom tehnologijom proizvodnje šumskog i hortikulturnog materijala.

Rasadnik „Klek“ se nalazi u istoimenom selu Klek, nedaleko od Zrenjanina, sa površinom od oko 2.00 ha. U ovom rasadniku proizvodnja sadnog materijala se zasniva dobrim delom na proizvodnji tvrdih lišćara, odnosno bagrema (*Robinia pseudoacacia*) i hrast lužnjaka (*Quercus robur*) kao i ostalih vrsta lišćara pogodnih za pošumljavanja površina kojim gazduje JVP „Vode Vojvodine“. Rasadnik već duži niz godina učestvuje u proizvodnji šumskog sadnog materijala.

U rasadniku „Počas bara“ proizvodnja sadnog materijala se odvija već dvadeset godina. On je smešten u selu Bački Monoštor, udaljenom 20 km od Sombora. Nalazi se između kanala Prigrevica- Bezdan stacionaže km (24+ 670) i

kanala Vrbas- Bezdan stacionaže km (71+ 940), u neposrednoj blizini Počajskog ribnjaka. Rasadnik je okružen šumama topola i vrba Hs DTD. Prostire se na površini od 7.00 ha. Osnovna proizvodnja mu je svedena na sadnice raznih klonova topola i vrba, a u okviru rasadnika je i matičnjak za proizvodnju klonova topola i vrba, i to: *Populus x euramericana* cl. „Pannonia“, *Populus x euramericana* cl. „I - 214“, *Salix alba* cl. „NS 79/2“. Veoma je značajno da površine za rasadničku proizvodnju, posebno za proizvodnju mekih lišćara, budu dobro obezbeđene pristupačnom vodom u zemljištu što zavisi od teksturnog i stukturnog sastava zemljišta, odnosno količine pora (Živanov, 1977; Ivanišević, 1993)

Sumirajući i analizirajući stanišne i klimatske uslove za razvoj šumskih i drugih sadnica rasadnika „Počas bara“ izvodi se ocena da su povoljni. Naime stanišni, pedološki, hidrološki i drugi uslovi daju mogućnost da se rasadnička proizvodnja obavlja nesmetano i veoma uspešno. Količina i raspored klimatskih elemenata u toku godine (temperatura, padavine i dr.), a pogotovo za vreme vegetacionog perioda pruža povoljne uslove za razvoj biljnog sveta. Izvesne nepovoljnosti, pre svega vezane za pojavu ekstrema kada su u pitanju niski i visoki vodostaji u kanalima Hs DTD, sušni periodi, pojava olujnih nepogoda, nemaju limitirajući uticaj na rasadničku proizvodnju. Rasadnik se nalazi na izuzetnom položaju, poseduje kompletну mehanizaciju, sistem za navodnjavanje i drenažne kanale, tako da su ove nepogodnosti svedene na minimum.

Analizirajući prirodne uslove rasadnika „Klek“ i stanište za rast i razvoj sadnica mogu se oceniti kao povoljni. Količina padavina i temperature tokom vegetacionog perioda su dosta solidne za rast i razvoj sadnica u rasadniku. Eventualni nedostaci mogu se korigovati sistemom za navodnjavanje i adekvatnom mehanizacijom.

SADNI MATERIJAL U JVP „VODE VOJVODINE“

Vrste koje se proizvode u rasadnicima „Počas bara“ i „Klek“ direktno su povezane sa namenskim pošumljavanjem u vodoprivredi. Izbor vrsta za podizanje vetrozaštitnih pojaseva i šumskog zaštitnog pojasa je izuzetno kompleksan i složen posao. Postoji čitava lepeza uslova koje odabrane vrste drveća u sklopu vetrozaštitnih pojaseva i šumskog zaštitnog pojasa treba da ispunjavaju, kao što su: otpornost na vetrolome, snažna krošnja, velika visina, snažan korenov sistem. Ove uslove ispunjavaju:

1. *Populus alba* - bela topola,
2. *Populus nigra* - crna topola,
3. *Populus nigra* var. *Italica* - jablan,
4. *Populus euroamericana* - evroamerička topola,
5. *Robinia pseudoacacia* - bagrem,
6. *Gleditschia triacanthos* - gledičija,
7. *Juglans nigra* - crni orah.

Lošije uslove staništa, blažu zaslanjenost, nedostatak vlage, mogu da podnesu sledeće vrste drveća:

1. *Ulmus pumila* - sitnolisni brest,

2. *Eleagnus angustifolia* - dafina,
3. *Fraxinus angustifolia* - poljski jasen,
4. *Pirus comunis* - divlja kruška i
5. *Tamarix palasii* - mariška.



Slika 2. Rasadnik „Poćas Bara“, ponik bagrema (*Robinia pseudoacacia*)

(Foto: M. Stojanović)

Figure 2. Nursery „Poćas Bara“, sapling of black locust (*Robinia pseudoacacia*) (Foto: M. Stojanović)



Slika 3 Rasadnik „Poćas Bara“ sadnice sitnolisnog bresta (*Ulmus pumilla*), starosti: 1+0 (Foto: Radišić, 2006)

Figure 3 Nursery “Poćas Bara” seedlings of elm (*Ulmus pumilla*), age: 1+0 (Photo: Radišić, 2006)

Ovo su uglavnom i vrste koje se proizvode u rasadnicima JVP „Vode Vojvodine“. Pored ovih vrsta u rasadniku se prozvode i:

1. *Salix alba* - bela vrba,
2. *Salix matsuadana* - kineska vrba,
3. *Quercus robur* „fastigiata“- piramidalni hrast i
4. *Evodia hupehensis* - evodija.

Pre svega generativno razmnožavanje se primenjuje za nivo vrste - kada je važno obezbediti genetsku varijabilnost (za renaturalizaciju predela) (Grbić, 1996, 2010), a vegetativno za kulturne forme kod kojih je potrebno da se obezbedi uniformnost proizvedenih sadnica (reprezentativni objekti). Razmnožavanje putem semena, kao način reprodukcije u rasadnicima ukrasnog drveća i žbunja je veoma zastupljeno. Ovim načinom se prosečno razmnožava od trećine do polovine ukupnog broja proizvedenih taksona.

Setvom semena vrši se proizvodnja bagrema i sitnolisnog bresta. Kod semena bagrema otklanjanje dormantnosti zbog čvrste semenjače se obavlja kratkotrajnim potapanjem semena u ključalu vodu. Kada seme ispuca, onda se osuši i seje. Seme se seje u unapred pripremljene sadne jame, sa presipanjem zemlje u tankom sloju. Seje se u gust sklop, jer se za pošumljavanje koriste sadnice starosti 1+0. Ovo se obavlja u maju mesecu, nikako pre jer seme može brzo da proklijira ili da ga uništi aprilski mraz. Nakon toga bagrem se čepuje, a za pošumljavanje se biraju najkvalitetnije sadnice u pogledu vitalnosti i zdravstvenog stanja.

Sitnolisni brest se seje na sličan način bez stimulativne pripreme i ne obavlja se čepovanje, ali je bitno nabaviti adekvatno deklarisano seme izuzetnog kvaliteta u pogledu zdravstvenog stanja i visoke energije klijanja. Treba obratiti pažnju kod sitnolisnog bresta ako se pojave 2 prirodne račve, jedna se eleminiše, iz razloga ogromne sklonosti uzdužnom cepanju sadnica, a kasnije i stabala.



Slika 4 Matičnjaci i reznice klonova topola rasadnika „Počas Bara“

(Foto: M. Stojanović)

Figure 4 Stool beds and cuttings of poplar clones in the nursery “Počas Bara” (Photo: M. Stojanović)

Mnoge sorte ukrasnog drveća i žbunja opstaju zahvaljujući vegetativnom razmnožavanju. Ovim načinom razmnožavanja prenose se poželjne osobine i otpornost na bolesti i štetočine.. Uglavnom najveći deo vegetativnog razmnožavanja ima veću primenu u rasadnicima šumskih sadnica, a manju ukrasnog sadnog materijala. Formiranje sadnica obavlja se u školama (odeljci za formiranje) gde se

tokom 2 do 3 presađivanja orezuje koren, neguje stabalce i kruna pinciranjem i orezivanjem. Uzimaju se reznice iz matičnjaka i pikiraju u zemlju u rano proleće, neposredno pre kretanja vegetacije.

Proizvodnja sadnog materijala vegetativnim putem u rasadnicima JVP obavlja se najčešće u razmacima 0,70 x 0,35 m, a u poslednje vreme sve više 0,70 x 0,40 m, zbog određenih karakteristika zemljišta i međuredne obrade. Razmak u matičnjacima topola i vrba iznosi 0,70 x 0,10 m, prilagođeno prolasku postojeće mehanizacije. Pošumljavanja se najčešće obavljaju sadnicama tipa 1/1. U retkim slučajevima za pošumljavanje se koriste sadnice tipa 2/0 i 1/2. Novousvojeni razmak u rasadničkoj proizvodnji ima velikih prednosti koje se ogledaju u pravilnjem životnom prostoru za razvoj svake sadnice, jer se redovi pre sklope pa se smanjuju mogućnosti za razvoj korovske vegetacije, a đubrivo za prihranu sadnica se bolje usvaja. Međutim i pored ovih prednosti ovaj razmak ima i svoje mane jer sadnice postignu zadovoljavajuću visinu, ali često imaju nedovoljan prečnik. Proizvodnja sadnog materijala u rasadnicima planira se svake godine prema utvrđenom obimu pošumljavanja.

ZAKLJUČAK

Rasadnička proizvodnja šumskog i reproduktivnog sadnog materijala u JVP „Vode Vojvodine“ obavlja se na površini od 9 ha čime se obezbeđuje sadni materijal za pošumljavanje na ukupnoj površini od oko 140 ha godišnje. Kako je rasadnička proizvodnja veoma kompleksna, u cilju unapređenja potrebno je kontinuirano vršiti unapređene rasadničke proizvodnje. Pre svega, ukazuje se potreba za stalnim istraživanjima postojećih drvenastih vrsta, pronalaženjem novih vrsta drveća za pošumljavanje deponija uz kanalsku mrežu i rečna korita. Pošumljavanje i gajenje šuma je veoma bitan segment vodoprivrednog preduzeća na području osnovne kanalske mreže, u funkciji vetrozaštitnih pojaseva, kao i šumskih pojaseva uz nasipe. Oblast šumarstva u vodoprivrednoj delatnosti takođe zahteva stalnu saradnju sa naučnim institucijama iz oblasti šumarske struke, te uvođenje novih i savremenih tehnologija u proizvodnju sadnog materijala. Neophodno je takođe i uvođenje savremenijeg načina za navodnjavanje, modernija mehanizacija i podizanje na viši nivo mera nega kako bi se dobio što kvalitetniji sadni materijal iz pomenutih rasadnika. Takođe je potrebno sagledavanje mogućnosti za proširenje postojećih i osnivanje novih rasadnika, kako bi se obezbedila dovoljna količina sadnog materijala za pošumljavanje površina uz prirodne i veštačke vodotokove.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta „Istraživanje klimatskih promena na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (III 43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integriranih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2017. godine.

LITERATURA

- Grbić, M. (1996): Specifičnost bioloških osobina sadnog materijala za uređenje prirodnih predela. Naučna monografija, Udruženje urbanista Srbije „Planiranje i uređenje prirodnih predela“, Beograd.
- Grbić, M. (2010): Proizvodnja sadnog materijala / Tehnologija proizvodnje ukrasnih sadnica. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd.
- Ivanišević, P. (1993): Uticaj svojstava zemljišta na rast ožiljenica *Populus x euramericana* Guinier (Dode) cl. I-214 i *Populus deltoides* Bartr. cl. I-69/55 (*Lux*), Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd.
- Milovanov, D. (1972): Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav. Vodoprivredno preduzeće Dunav-Tisa-Dunav, Novi Sad.
- Radišić, A. (2006): Program razvoja vetrozaštitnih šumskih pojaseva na kanalu Hs DTD. JVP „Vode Vojvodine“, Novi Sad.
- Živanov, N. (1977): Osobine zemljišta u nezaštićenom delu poloja reka: Drave, Dunava i Tamiša i njihov značaj za taksonome elemente topole *Populus x euramericana* (Dode) Guinier, cl. I-214, Doktorska disertacija, Institut za topolarstvo, Novi Sad.
- Skupština AP Vojvodine (2002): "Službeni list AP Vojvodine, br. 7/2002"
- Skupština AP Vojvodine (2010): "Službeni list AP Vojvodine, br. 2/2010"
- Stilinović, S. (1987): Proizvodnja sadnog materijala šumskog i ukrasnog drveća i žbunja, Beograd.
- Radišić, A. (2006): Program razvoja vetrozaštitnih šumskih pojaseva na kanalu Hs DTD. JVP „Vode Vojvodine“, Novi Sad.
- Rambat, N. Đurović, M. (2007): Šumarstvo u vodoprivredi. II Stručni seminar vodoprivrede „Kap po kap- više znanja“, JVP „Vode Vojvodine“, Novi Sad.

Summary

PRODUCTION OF FOREST SEEDLING MATERIAL IN THE NURSERIES IN PUBLIC WATER MANAGEMENT COMPANY "VODE VOJVODINE"

by

Milivoj Stojanović, Saša Pekeč

Seed-plots of Public water management company "Vode Vojvodine" are facilities for production poplars and willows, and we produce some other kinds such as: elm, acacia, oak etc. We try to achieve unique goals, manufacture high-quality, persistent seedlings in conditions of very high productivity and efficiency of the production process. The quality of the seedlings is the first and the most important goal, in the second place are productivity and economic potential. The production itself takes place on deep alluvial soil, and we produce seeding material in two ways; vegetative and generative. The production facilities are composed in several sections where we use appropriate agro-technical measures and care that is needed for breeding seeding material. Plantation production of forest and reproductive planting material in Public water management company "Vode Vojvodine" is carried out on a surface of 9 ha and provides planting material for afforestation on the total area of 140 ha per year. As nursery production is very complex, in order to improve it is necessary to continuously improve and improve nursery production. First of all, there is a need for continuous research of existing woody species, finding new species of trees for afforestation of landfills along the canal network of large areas along the Danube-Tisa-Danube channel and river beds. Afforestation and cultivation of forests is one very important segment of water management company in the area around the basic channel network, in the function of wind protection belts, as well as forest belts along the embankments. Forestry in water management also requires continuous cooperation with scientific institutions in the field of forestry profession and the introduction of new and modern technologies in the production of planting material. It is also necessary to introduce a more modern way of irrigation, more modern mechanization and raising to a higher level of care in order to obtain the highest quality planting material from the mentioned nurseries. It is also necessary to look at the possibilities for expanding existing and establishing new nurseries, in order to ensure a sufficient amount of planting material for afforestation of surfaces along natural and artificial waterways.

UDK: 630*4:502/504(497.113)"2017"

Стручни рад *Professional work*

ПРОБЛЕМИ ЗАШТИТЕ ШУМА НА ТЕРИТОРИЈИ ВОЈВОДИНЕ У 2017. ГОДИНИ

Предраг Пап¹, Милан Дрекић¹, Леополд Польаковић-Пајник¹, Мирослав
Марковић¹, Верица Васић¹, Дејан В. Стојановић¹

Извод: У раду су приказани резултати мониторинга биотичких и абиотичких штетних фактора у шумама и засадима на територији Војводине током 2017. године. Са циљем да се отклони или ублажи штетно деловање поменутих фактора, предузимане су, увек када је то било могуће, мере неге и заштите.

Кључне речи: Војводина, заштита шума, мониторинг штетних организама

FOREST HEALTH IN VOJVODINA IN 2017

Abstract: This paper aimed to present the results of the monitoring of harmful biotic and abiotic factors in forests and plantations in the province of Vojvodina (Serbia) in 2017. When possible, forest health protection measures were applied to eliminate or reduce the harmful effects of these factors.

Keywords: Vojvodina, forest health, monitoring of harmful organisms

УВОД

Проблеми заштите шума у 2017. години сагледани су кроз најважније биотичке и абиотичке факторе и њихов утицај на стање, виталност и развој биљака. Да бисмо боље разумели значај штетних организама и последице које су проистекле њиховим деловањем током године, неопходно је да најпре анализирамо опште карактеристике климе. Наиме, у сезони пошумљавања 2016/2017, односно у периоду од новембра 2016. до марта 2017. године на територији Војводине је забележен дефицит падавина од 39,0%. У вегетационом периоду 2017. године такође је остварен дефицит падавина (20,4% падавина мање у односу на дугогодишњи просек) уз просечно топлије

¹ Др Предраг Пап, научни сарадник; др Милан Дрекић, научни сарадник; др Леополд Польаковић-Пајник, научни сарадник; др Мирослав Марковић, научни сарадник; др Верица Васић, научни сарадник, Дејан В. Стојановић, научни сарадник – Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину, Антона Чехова 13, Нови Сад

¹ Dr Predrag Pap, research associate, dr Milan Drekić, research associate, dr Leopold Poljaković-Pajnik, research associate, dr Miroslav Marković, research associate, dr Verica Vasić, research associate, dr Dejan V. Stojanović, research associate – University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova 13, Novi Sad

време од +1,4C°. Вишегодишњи просек суме падавина у вегетационом периоду на територији Војводине износи 359,2mm, а доспело је 286mm. Најмања количина падавина измерена је на метеоролошкој станици „Зрењанин“ (214mm), па је на подручју Средњег Баната суша оставила најтеже последице.

Познато је да је топола хидролошки условљена врста и да је у климатским условима Војводине за њен оптималан развој потребно допунско влажење поплавним, односно подземним водама при оптимуму станишних фактора и уз правilan избор клонова и начина садње. Унутар поменутих фактора, веома важну, а понекад и пресудну улогу имају климатски фактори (температура, падавине, хидролошки режим). Физиолошко слабљење и сушење биљака у новоподигнутим засадима топола забележено је током пролећа на неким подручјима, како у заштићеним, тако и у незаштићеним деловима алувијалних равни река Саве, Дунава и Тисе. Због изостанка плављења и дефицита падавина, земљиште није располагало довољном количином влаге неопходном за ожилјавање и нормалан раст садница. Поремећај у ожилјавању, умањио је одбрамбене реакције биљака и омогућио појаву, а затим и лакше и брже ширење гљиве *Dothichiza populea* у ткиву коре садница топола. Појава гљиве *D. populea*, а затим и гљива из рода *Cytospora* указала је на нагли губитак воде у садницама, односно њихово исушивање проузроковано дефицитом влаге у земљишту. Из тих разлога, на неким локалитетима, констатован је слаб пријем садница топола свих клонова што ће бити приказано у поглављу о појави гљива проузроковача одумирања коре топола.

Услови за развој биљака у младим засадима топола нису били повољни ни у даљем току вегетације због израженог падавинског дефицита. Посебно су били угрожени засади основани у заштићеним појасевима река и на мање повољним стаништима за узгој топола. Најтеже стање констатовано је на подручју Средњег Баната (ШУ Зрењанин), где је, уз слабији пролећни пријем садница, дошло и до накнадног сушења већег броја биљака при kraju вегетације (август-септембар). Дакле, дуготрајна суша у садејству са неким штетним организмима (*Dothichiza populea*, *Paranthrene tabaniformis*, дивљач) значајно су редуковали број биљака у новооснованим засадима топола. У ЈП „Војводинашуме“, поновна пошумљавања и попуну тополом треба спровести на 278,5ha, а највише код ШУ Зрењанин (98,0ha), ШУ Купиново (42,4ha), ШУ Моровић (41,5ha), ШУ Апатин (33,0ha), ШУ Тител (18,8ha) и ШУ Плавна (16,0ha).

У даљем делу рада дајемо детаљан преглед појаве свих биотичких и абиотичких чинилаца који су угрожавали шумске екосистеме у Војводини током 2017. године.

БИЉНЕ БОЛЕСТИ

Гљиве проузроковачи одумирања коре топола

Као што је већ речено у уводном делу рада, појава гљива које се развијају у кортикалном ткиву топола доведена је у везу са климатским

приликама, а у првом реду са количином падавина и изостанком плављења у сезони пошумљавања 2016/2017. године. У свим засадима топола у којима је био присутан проблем са слабијим пријемом биљака (Слике 1, 2), суве саднице су извађене заједно са кореном из земље и прегледане на присуство ових гљива. Скидањем танких слојева коре ножем, на већини прегледаних садница утврђене су некрозе изазване гљивом *Dothichiza populea*. Гљива је прстеновала кору садница изнад нивоа кореновог врата, а у зони коре која је приликом садње доспела у земљу (Слика 3). На надземним деловима садница формирале су се бројне некрозе великих димензија са пикнидима гљива из рода *Cytospora* (Слика 4).



Слика 1. Засад тополе клона РЕ 19/66 (ШГ Сремска Митровица, лок. Лаћарачки Погоњ, одел. 29f) (26. 05. 2017.)
Figure 1. Poplar plantation, clone PE 19/66 (FE Sremska Mitrovica, loc. Laćarački Poloj, sect. 29f) (May 26th 2017)



Слика 2. Засад тополе клона *Pannonia* (ВД Дунав АД – Бачка Паланка, ГЈ Дунав, одел. 19b) (02.06. 2017.)
Figure 2. Poplar plantation, clone Pannonia (Bačka Palanka, loc. Dunube, sect. 19b) (June 2nd 2017)



Слика 3. Некроза проузрокована гљивом *Dothichiza populea* (ШГ Сремска Митровица, лок. Купински Кут, одел. 4) (16. 05. 2017.)
Figure 3. Necrotic lesions caused by D. populea (FE Sremska Mitrovica, loc. Kupinski Kut, sect. 4) (May 16th 2017)



Слика 4. Некроза са пикнидима гљиве из рода *Cytospora* (ШГ Сремска Митровица, лок. Погоњ, одел. 30) (26. 05. 2017.)
Figure 4. Necrotic lesions with pycnidia of Cytospora spp. (FE Sremska Mitrovica, loc. Poloj, sect. 30) (May 26th 2017)

У табели 1 дати су локалитети на којима се гљива *D. populea* јавила са подацима о времену садње, типу садног материјала, клоновима и пријему биљака у прегледаним засадима.

Табела 1. Засади топола у којима је у пролеће 2017. године утврђено присуство гљиве *D. populea*

*Table 1. Poplar plantations in which *D. populea* was observed in the spring of 2017*

Корисник <i>Forest user</i>	Шумска управа <i>Forest office</i>	Газдинска јединица, одељење, одсек <i>Management unit, locality, section</i>	Време пошумљавања <i>Time of afforestation</i>	Тип садног материјала <i>Type of planting material</i>	Клон <i>Clone</i>	% сувих биљака <i>% of dry plants</i>
ШГ Сремска Митровица	Моровић	Ђепуш, лок. Покој, одел. 30	јануар 2017.	1/1	, „Бора“	20
	Вишњићево	Лађарачки Покој, одел. 29f	децембар 2016.	1/1	PE 19/66	86
	Кленак	Сенажске Баре Крестац, одел. 31a	март 2017.	1/1	665	95
	Купиново	Купински Кут, одел. 4	децембар 2016.	1/1	PE 19/66 „Бора“	61
		Купински Кут, одел. 33a, f	март 2017.	1/1; 1/2	PE 19/66, 665	73
ШГ Нови Сад	Тител	Шајкашка, одел. 14/1	децембар 2016. март 2017.	1/0	PE 19/66 I-214	40-50
		Шајкашка, одел. 16/2	март 2017.	1/1	PE 19/66 I-214	20
		Шајкашка, одел. 19b	март 2017.	1/0	I-214	80
ВД Дунав АД – Бачка Паланка		ГЈ Дунав, одел. 19b	јесен 2016.	½	<i>Pannonia</i>	90

Појава гљиве *D. populea* забележена је и на подручју ШУ Апатин, у новоподигнутим засадима клонских топола на локалитетима Канлија Песак, одел. 30e (прстеновано 76% садница), Зверињац (одел. 15b), Кошаре (одел. 48g) и Стаклара (одел. 54g). Прстеноване саднице су сасечене на „чеп“ и спаљене.

Гљива се јавила и у расадницима Челарево (ШУ Бачка Паланка) и Жива (ВД Дунав АД – Бачка Паланка) у ожилиштима клонских топола. Наиме, на неким микроповршинама у ожилиштима констатован је слабији пријем, односно ожилјавање резница. На већини резница које се нису ожилиле констатоване су некрозе које су прстеновале њихову кору. Гљива је регистрована на резницама беле тополе (кл. 58/57) и резницама клонова I-214 и *Pannonia*. Гледајући у целини, стање у погледу пријема је било задовољавајуће, а ожилишта су била беспрекорно површински обрађена и чиста од корова.

Најзначајнија лисна оболења на тополама (*Marssonina brunnea* (Ell. et Ev.) P. Magn. и гљиве из рода *Melampsora* spp.)

Током читавог вегетационог периода, односно од времена листања тополе, па све до краја августа, услови за развој и ширење лисних оболења на тополама нису били повољни (дефицит падавина и високе просечне температуре ваздуха). Промена боје лишћа изазвана овим патогенима забележена је у време природног опадања лишћа, током октобра, па штетних последица по развој стабала није било.

Гљива *Marssonina brunnea* сузбијана је хемијски у младим засадима клонских топола на подручју ШУ Оџаци. На локалитету Камариште (одел. 3, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 17), засади еурамеричких клонова топола у другој и трећој вегетацији су једнократно третирани током јуна фунгицидом Falcon на укупној површини од 49,6ha.

У расадницима топола су, као и сваке године, против поменутих лисних оболења предузета вишекратна третирања садница препаратима на бази бакра.

***Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. (syn. *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.) – храстова пепелница**

Заштита храстовог подмлатка од пепелнице спроведена је у ШГ Сремска Митровица на 354,1ha (фунгицид „Falcon“), затим у ШГ Сомбор на 323,1ha („Promesa“, „Lunar“, „Falcon“) и на мањим површинама у ШГ Нови Сад („Falcon“). Заштита је највећим делом спроведена у првом делу вегетације када је храст формирао нове избојке са младим лишћем. Третирања су имала претежно превентивни карактер и била су успешна на свим подмладним површинама.

***Dothistroma pini* Hulb. – црвена прстенаста пегавост четина бора**

Заштита борових култура на Суботичкој пешчари у циљу сузбијања гљиве *Dothistroma pini* обављена је током 2016. и 2017. године. Као што је познато, културе црног бора третиране су у 2016. години једнократно, препаратима на бази бакра на укупној површини од 73,2ha. Почетком фебруара 2017. године, обављен је мониторинг гљиве и оцена успеха прошлогодишње заштите ових култура. Циљ прегледа је био да се утврди ниво заражености стабала у културама и на основу тога, донесе одлука о потреби њихове даље заштите. Критеријум за доношење ове одлуке био је степен заражености двогодишњих четина. Из табеле 2 се види да је у готово свим културама ниво заражености четина био мањи у поређењу са претходном оценом (17. 05. 2016.) што се највећим делом може приписати дејству фунгицида.

Дато је мишљење да се у културама где је просечна зараженост двогодишњих четина достигла и премашила 30% настави са заштитом (Табела 2). Шумско газдинство Сомбор је организовало третирање борових култура на

локалитетима Храстовача (одел. 35d, 42h, 43h, 44c, 45f) и Радановац (одел. 70c) на укупној површини од 12,3ha. Третирања су обављена бакарним препаратима са земље помоћу ношеног атомизера 29. маја 2017. године.

Табела 2. Степен заражености двогодишњих четина у културама црног бора на Суботичкој пешчари пре и после фунгицидне заштите

Table 2. Levels of infection of two-year-old needles in Austrian pine plantations in Subotica Sand before and after protection with fungicide applications

Реон, одељење, одсек Locality, compartment, section	Просечан ниво заражености двогодишњих четина (%) Average infection level of two-year old needles (%)	
	17. 05. 2016.	07. 02. 2017.
Храстовача (35d)	48,3	4,9
Храстовача (43h)	100	24,4
Храстовача (44c)	43,3	31,0
Храстовача (45f)	45,0	34,0
Дашчан-Криво блато (19b)	23,0	18,0
Дашчан-Криво блато (29d)	21,0	3,5
Букваћ (53j)	16,0	33,6
Букваћ (55q)	35,0	19,3
Радановац (63c)	8,3	1,9
Радановац (70a)	84,0	70,0
Радановац (70c)	61,6	30,0
Просечан ниво заражености двогодишњих четина у прегледаним објектима (%) Average infection level of two-year old needles in inspected stands (%)	44,1	24,6

***Hymenoscypus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya (syn. *Chalara fraxinea* T. Kowalski) – проузроковач сушења јасена**

Корисници шума су током пролећа 2017. године обавили мониторинг гљиве *Hymenoscypus fraxineus* у младим културама польског јасена. Симптоме болести су открили (препознали) по сувим бочним и терминалним леторастима, а преbroјавањем одређеног броја стабалаца у засадима утврдили су процентуално учешће заражених биљака.

На основу извештаја корисника шума, али и наших непосредних опажања, констатовали смо да су симптоми болести типични за гљиву *H. fraxineus* били присутни у свим младим културама польског јасена старости до 15 година, као и на природном подмлатку.

Када су младе културе и природни подмладак польског јасена на подручју ШГ Сремска Митровица у питању, запажено је средње до јако присуство симптома болести. У ШУ Моровић (лок. Винична, одел. 11, 16 и лок. Непречава, одел. 29) забележен је умерено јак напад гљиве. На подручју ШУ Вишњићево, врло јак напад гљиве (>50% симптоматичних биљака) забележен је у свим прегледаним културама, као и на природном подмлатку

јасена (лок. Вратична, одел. 1, 22; Варадин, одел. 54, 55; Засавица, одел. 32, 36) на укупној површини од 97,1ha. На обновљеним површинама пољског јасена у ШУ Кленак „примећени су суви врхови садница, а процена напада је била „средња“ (Грабовачко-Витојевачко Острво, одел. 36, 106). И на крају, у свим младим културама јасена код ШУ Купиново утврђен је јак напад гљиве (20-50% симптоматичних биљака).

У ШГ Сомбор, мониторинг је обављен у свим младим културама пољског јасена. У културама старости 2-4 године код ШУ Апатин интензитет напада гљиве се кретао у распону од 24-84% биљака (лок. Курјачица, одел. 9a, лок. Канлија песак, одел. 21i, лок. Кошаре, одел. 40/3, 43f, 50j, лок. Стаклара, одел. 35d), а код ШУ Бачки Монаштор, у културама старости 6-8 година, било је око 30% симптоматичних биљака (лок. Монашторске шуме, одел. 5d, 15c, лок. Карапанџа, одел. 33g).

Из овог кратког приказа појаве симптома сушења пољског јасена, изгледа да гљива *H. fraxineus* озбиљно угрожава ову врсту са неизвесним прогнозама како ће се ситуација развијати у годинама које долазе.

ШТЕТНИ ИНСЕКТИ

Ранопролећни дефолијатори храста

Мониторинг ранопролећних храстових дефолијатора спроведен је као и претходних година, применом свих признатих метода за утврђивање нивоа популације ових инсеката.

Бројност женки мразоваца на лепљивим појасевима утврђена је у ШГ Сремска Митровица и ШГ Сомбор. Код ШГ Сремска Митровица запажен је тренд повећања женки мразоваца током последње две године у Газдинским јединицама Блата-Малованци, Винична-Жеравинац-Пук (максимална вредност од 0,41 женке/1cm² обима стабла утврђена у одељењу 15), Рађеновци-Нови, Смогва-Грабова Греда, Варадин-Жупања и Вратична-Црет-Царевина. Тренд повећања женки мразоваца у односу на прошлу годину регистрован је и у Газдинским јединицама Добреч, Непречава-Варош-Лазарица, Висока шума-Лошинци, Матијевица-Кадионица и у деловима Газдинских јединица Ђепуш, Рашковица-Смогвица и ГВО. На осталим подручјима гајења храста нема значајних промена бројности (стагнација) или је дошло до природног пада популације ових инсеката.

Подаци о бројности женки мразоваца у ШГ Сомбор прикупљени су са подручја ШУ Оџаци (ГЈ „Брањевина“, одел. 9h, 11i и 14q). Њихова бројност се кретала у распону од 0,01 – 0,02 јединке просечно по 1cm² обима стабала што је далеко испод критичних вредности. У шумској управи Апатин лепљиви појасеви су постављени касно - крајем децембра 2016. и на њима из тог разлога није ухваћена ниједна женка мразовица.

Током зиме, у просторијама Института анализирани су узорци „зимских“ гранчица са подручја ШГ Сремска Митровица (54 узорака), ШГ Сомбор (68 узорака), ШГ „Банат“ – Панчево (26 узорака), ШГ Нови Сад (5

узорака), ЈП НП Фрушка гора (40 узорака) и ВУ Карађорђево (7 узорака). Релативна бројност гусеница и пагусеница ранопролећних дефолијатора није достигла критичне вредности (100 и више јединки на 1000 листова) ни на једном анализираном узорку.

ШГ Сремска Митровица

Код 19 узорака „зимских“ гранчица је констатована појава гусеница и пагусеница ранопролећних дефолијатора. Њихова релативна бројност се кретала у распону од 1,7 – 86,1 јединки на 1000 листова. Повећана бројност ових инсеката утврђена је на узорку који потиче из ГЈ Блата-Малованци (одел. 26a). На њему су биле доминантне гусенице мразоваци. На осталим гранчица није уочен тренд повећања ових инсеката, иако су мразовци у укупном броју дефолијатора доминантни и чине 56,2% свих нађених гусеница и пагусеница, следе савијачи (20,3%), совице (12,5%) и храстове лисне золье (10,9%).

ШГ Сомбор

Код 37 узорака појава гусеница је изостала, а њихова релативна бројност на осталим гранчицама (31 узорак) се кретала у распону од 1,8 – 46,2 јединке. Најбројније су биле гусенице из фамилије Torticidae (68,7%), потом следе пагусенице Tenthredinidae (18,1%) и гусенице Geometridae (10,8%). Појединачно су налажене и ларве једног дневног лептира које се хране храстовим лишћем (*Neozephyrus quercus*) (2,4%).

ШГ „Банат“ – Панчево

На гранчицама које потичу из храстових састојина на Вршачком брегу утврђена је релативно ниска бројност дефолијатора у распону од 0 до 62,3 гусеница и пагусеница на 1000 листова. У популацији раних дефолијатора доминантно су били заступљени савијачи (фам. Tortricidae) са 80% укупног броја евидентираних гусеница и пагусеница. Врсте из осталих фамилија биле су заступљене у мањој бројности (Geometridae 10,5%, Tenthredinidae 5,7%, Noctuidae 3,8%).

ШГ Нови Сад

Код узорка који потиче са локалитета Церик (одел. 1j) утврђено је присуство гусеница раних дефолијатора и то у малом релативном броју, док је на осталим узорцима њихова појава изостала.

ЈП НП Фрушка гора

Највећи број дефолијатора регистрован је на узорцима из ГЈ 3803 (одел. 88b) и ГЈ 3807 (одел. 25b). У популацији ранопролећних дефолијатора били су доминантни савијачи (фам. Tortricidae) који су чинили 56,4% укупног

броја гусеница, потом пагусенице оса листарица (фам. Tenthredinidae) чије је учешће било 28,2% и совице (фам. Noctuidae) са учешћем од 9,1%. Најмање су биле заступљене гусенице мразоваца (фам. Geometridae) са учешћем у маси евидентираних гусеница од 6,3%. Интересантно је да су друга група по заступљености после савијача биле пагусенице оса листарица (фам. Tenthredinidae) које су биле доминантно присутне на неким узорцима.

ВУ Карађорђево

На узоркованим гранчицама нису утврђене гусенице и пагусенице ових штетних инсеката.

Гусенице из фамилија Tortricidae, Pyralidae и Noctuidae нађене на „зимским“ гранчицама гајене су до краја њиховог развића у циљу добијања лептира и детерминације врста. До еклозије лептира дошло је из 64 лутке. Лептири зеленог храстовог савијача (*Tortrix viridana*) су били најброжнији (59,4%). Лептири осталих савијача чинили су 10,9% укупног броја лептира, а препароване су и детерминисане следеће врсте: *Eudemis profundana*, *Eudemis porphyrana*, *Archips podana* и *Pandemis heparana*. Ове врсте се јављају заједно са осталим раним дефолијаторима, али увек у малој бројности. Лептири пламенаца су били релативно бројни (23,4% еклодираних лептира) са врстама *Acrobasis tumidana*, *A. consociella* и *A. repandana*. Заступљеност дневног лептира *Neozephyrus quercus* је била 4,7%, док је из једне лутке совице дошло до еклозије лептира *Agrochola macilenta*.

На „зимским“ гранчицама храста биле су бројне и гусенице једне врсте совице која није могла бити детерминисана јер из лутака није дошло до еклозије лептира.

* * *

Пролећни преглед шума обављен је код ШГ Сремска Митровица и ШУ Вршац, преbroјавањем гусеница на листовима пролећних храстових гранчица.

Пролећни преглед шума обављен је на већем броју локалитета у ШГ Сремска Митровица, а посебно онима где је применом претходних метода констатована повећана бројност ових инсеката. На подручју ШУ Моровић, највећа бројност дефолијатора утврђена је у ГЈ Блата (одел. 26: 25 гусеница просечно на 1000 листова), а у ШУ Купиново у ГЈ Висока шума-Лошинци (одел. 12: 38 гусеница просечно на 1000 листова; одел. 15: 46 гусеница на 1000 листова; одел. 22: 21 гусеница на 1000 листова; одел. 24: 35 гусеница на 1000 листова; одел. 26: 61 гусеница на 1000 листова; одел. 27: 31 гусеница на 1000 листова и одел. 36: 48 гусеница на 1000 листова). Дакле, ни у једном одељењу није утврђена критична бројност дефолијатора која износи 100 и више гусеница на 1000 листова, али је и овим методом потврђен тренд њиховог пораста на многим локалитетима овог газдинства.

Пролећни здравствени преглед шума на Вршачком брегу није показао прекорачење критичног броја гусеница на пролећним храстовим гранчицама. Сарадници Института су 11. 05. 2017. године извршили процену степена дефолијације насталу исхраном гусеница ранопролећних дефолијатора на Вршачком бргу. Том приликом у неким прегледаним одељењима (28, 97a), дуж Стазе здравља и у Манастирским шумама утврђен је слаб брст (10-20% обрштеног лишћа). Наша опажања потврдиле су колеге из ШУ Вршац који у свом извештају наводе да је „утврђен низак степен дефолијације шума настао исхраном раних дефолијатора, односно да је процењено да дефолијације нема или да је присутан слаб брст“.

Lymantria dispar L. – губар

Јајна легла ове штеточине на територији Војводине утврђена су на мањим површинама код ШГ Сремска Митровица и ШГ Сомбор. Сарадници Института су почетком новембра 2017. године извршили преглед површина на којима су поменути корисници шума пријавили напад губара. Легла губара констатована су на подручју ШУ Моровић (ГJ Балиша, одел. 16), ШУ Вишњићево (ГJ Радинска-Врањац, одел. 14-24; ГJ Накло, одел. 32-35) и ШУ Бачки Моноштор (ГJ Колут-Козара, одел. 19d, 22g; ГJ Моношторске шуме, одел. 28b). Легла су малоbroјна, положена ниско на стаблима, претежно крупна и елиптичног облика. Предложено је да шумари појединачно положена легла скину и униште, а да се на површинама са нешто већим бројем легала (лок. Радинска-Врањац, Накло) изврши њихово натапање нафтотом са додатком битулита.

Hypenantria cunea Drury – дудовац

Дудовац се јавио почетком јула у младом засаду врбе на подручју ШУ Ковиль (ГJ Тополик, одел. 8). При средњем интензитету напада, гусенице су сузијене инсектицидом „Laser“ (а.м. спиносад) на 3,0ha са добрым успехом.

Chrysomelidae – бубе листаре

Сваког пролећа бубе листаре се јављају у младим засадима топола при различитој бројности. Из извештаја корисника шума се види да су ови инсекти сузијани у ШГ Нови Сад (174,6ha), ШГ Сомбор (73,0ha), ШГ „Банат“-Панчево (55,7ha), а после дужег низа година и код ШГ Сремска Митровица (25,9ha). Третирања су обављена у периоду април-јун различитим инсектицидима са добрым успехом (Actara, Amos, Laser). Војна установа Карађорђево нас је известила да су примећена имага и јајна легла бубе листаре у ГJ Мостонга-Букињски Рит, лок. Доњи Рит (одел. 45a). Напад је био слаб (у просеку једна јединка на 5-6 садница). Због малог броја имага и јајних легала приступило се њиховом механичком скидању и уништавању.

Aphididae - биљне ваши

Биљне ваши су се јавиле заједно са бубама листарама, а сузбијане су у засадима топола старости 2 и 3 године у ШУ Суботица (лок. Потиске шуме) на 9,8ha. Заштита је обављена инсектицидом Actara (а.м. тиаметоксам).

Halticinae – бувачи

Ови штетни инсекти су се јавили, а и сузбијани су заједно са бубама листарама у новооснованим засадима топола у ШУ Тител (лок. Шајкашка, одел. 10, 19) на 45,3 ha.

***Lytta vesicatoria* – шпанска буба**

У четврогодишњим културама пољског јасена у ШУ Апатин (лок. Курјачица, одел.10a, 11b) јавила се шпанска буба која је током јуна обрстила 30-50% лисне масе стабалаца.

***Corythucha ciliata* (Say.) – храстова мрежаста стеница**

Као и претходних година, тако се и ове године у свим храстовим састојинама у Посавини и Подунављу јавила храстова мрежаста стеница (*Corythucha ciliata*). Обиласком ових састојина уверили смо се да су стабла лужњака била изложена јаком нападу. Већ крајем јуна, дошло је до видљиве промене боје лишћа, што указује да су у већем делу вегетационог периода, физиолошки процеси у лишћу били умањени. Сигурно је да ће дуготрајна суша и напад стенице оставити негативне последице по даљи развој стабла што ће се испољити у стварању предиспозиција за напад секундарних штетних организама.



Слика 5. Стабла лужњака нападнута храстовом мрежастом стеницом (ШГ Сремска Митровица, ШУ Купиново, лок. Купинске Грде, одел. 28) (14. 09. 2017.)

Figure 5. Oak trees attacked with oak lace bug (FE Sremska Mitrovica, loc. Kupinske Grede, sect. 28) (September 14th 2017)

***Paranthrene tabaniformis* L. - мали тополин стаклокрилац**

У младим засадима топола на подручју ШГ Сремска Митровица основаним у сезони пошумљавања 2016/17. утврђено је током лета пренамножење малог тополиног стаклокрилца (*Paranthrene tabaniformis*). Штеточина је сузбијана у другој половини јула методом „инјектовања“ бензина у ларвене ходнике на укупној површини од 349,9ha. Са циљем да се утврди стање засада, интензитет напада штеточине и успех сузбијања поменутом методом, сарадници Института су прегледали младе засаде топола на читавом подручју овог Газдинства. Резултати теренске оцене су приказани у табели 3.

Табела 3. Интензитет напада малог тополиног стаклокрилца (*Paranthrene tabaniformis*) у младим засадима топола на подручју ШГ Сремска Митровица и оцена успеха сузбијања штеточине методом „инјектовања“

Table 3. The intensity of the poplar twig borer (*Paranthrene tabaniformis*) attack in young poplar plantations in the area of FE Sremska Mitrovica and the assessment of pest control using „trunk injection“

Шумска управа Forest office	Стабалца нападнута стаклокрилцем (<i>Paranthrene tabaniformis</i>) (%) Trees attacked by poplar twig borer (%)	Ходници у којима су гусенице угинуле након „инјектовања“ (%) Holes with dead caterpillars after "injection" (%)
Моровић, лок. „Пук“, одел. 59	59,0	72,2
Моровић, лок. „Ђепуш“, одел. 30	58,5	51,4
Вишњићево, лок. „Врањак“, одел. 8	92,9	31,8
Вишњићево, лок. „Врањак“, одел. 21	69,0	32,5
Вишњићево, лок. „Засавица“, одел. 31	44,1	20,6
Кленак, лок. Легет, одел. 7	39,7	14,6
Кленак, лок. Сенајске Баре-Крстац, одел. 6	48,6	57,9
Кленак, лок. Сенајске Баре-Крстац, одел. 25	42,3	17,9
Кленак, лок. Сенајске Баре-Крстац, одел. 31 (клон <i>Pannonia</i>)	14,7	66,7
Кленак, лок. Сенајске Баре-Крстац, одел. 31 (клон РЕ 19/66)	19,3	17,5
Купиново, лок. Купински Кут, одел. 4	53,3	69,7
Купиново, лок. Купински Кут, одел. 11	39,0	64,6

Из података садржаних у табели 3 се види да се интензитет напада малог тополиног стаклокрилца у засадима топола кретао у распону 14,7-92,9%. Након „инјектовања“ ларвених ходника остварен је делимичан успех у сузиђању гусеница. Највећа ефикасност у сузиђању штеточине остварена је на лок. Пук (одел. 59) и у засадима на лок. Купински Кут где је „инјектовање“ урађено адекватно, а најмања на лок. Легет (одел. 7). Потпуну ефикасност није остварена из два разлога – одређени број убушних отвора није уочен јер је „инјектовање“ извршено рано (крајем јула), па радници нису могли препознати симптоме напада штеточине у иницијалној фази, док део убушних отвора није третиран доволно пажљиво, односно квалитетно. У засадима где је успех „инјектовања“ био слаб, предложено је да се поступак понови.

Борови поткорњаци (фам. Scolytidae)

Већ четврту годину заредом утврђује се ниво популације борових поткорњака на обореним „ловним“ стаблима у боровим културама на Делиблатској и Суботичкој пешчари и Фрушкај гори. Бројност шестозубог боровог поткорњака (*Ips sexdentatus*) који насељава дебло одређен је на основу просечног броја убушних отвора имага на пробним површинама величине 20x20cm (4dm²), а код трозубог поткорњака бора (*Ips acuminatus*) који насељава тањи материјал и овршак на пробним површинама величине 10x10cm (1dm²). Подаци о просечном броју отвора упоређени су са критичним бројевима за поменуте врсте поткорњака (Kagadžić et al., 2011).

***Ips sexdentatus* (шестозуби боров поткорњак)**

Контрола бројности шестозубог боровог поткорњака на Суботичкој пешчари обављена је на 8 локалитета. Постављено је 16 ловних стабала – у сваком одсеку по два стабла. На два локалитета нису примећени знаци убушивања поткорњака (50f, 98a). Слаб напад утврђен је у одељењима 42f, 56f, 69c, 77d и 98d (0,10-0,40 убушних отвора/4dm²), а средњи у одељењу 45f (0,60/4dm²).

На Делиблатској пешчари ловна стабла су оборена и контролисана на 22 локалитета. На 9 локалитета на стаблима није било знакова убушивања поткорњака (50a, 57c, 63a, 140e, 140h, 157f, 173f, 194c i 453g). Слаб напад утврђен је у одељењу 437a (0,20 убушних отвора/4dm²), средњи у одељењима 55a, 452b и 480a (0,5-0,8/4dm²), а јак у одељењима 3c, 10a, 33a, 98a, 365b, 400b, 444f, 452a, 453c) (1,3-7,9/4dm²).

Контрола бројности шестозубог боровог поткорњака на подручју ЈП НП Фрушка гора обављена је на 5 локалитета. У ГЈ 3808 (одел. 42a) на ловним стаблима нису констатовани убушни отвори, на осталим локалитетима напад је био јак (ГЈ 3804, одел. 1c, 10k; ГЈ 3812, одел. 1c, 45a) (1,5-2,9 убушних отвора /4dm²).

Када се резултати о констатованом броју убушних отвора *Ips sexdentatus* упореде са подацима из прошле године (Pap et al., 2016), примећује

се пораст бројности ове врсте поткорњака на Делиблатској пешчари, док је на осталим подручјима стање мање-више непромењено.

***Ips acuminatus* (тразуби боров поткорњак)**

Убушни отвори ове врсте поткорњака на ловним стаблима постављеним на Суботичкој пешчари нису констатовани у одељењима 42f, 45f, 50f, 56f и 98a. Слаб напад утврђен је у одељењима 69c и 77d (0,20 убушних отвора/1dm²), а јак у одељењу 98d (2,0/1dm²).

На Делиблатској пешчари бројност овог поткорњака контролисана је на ловним стаблима постављеним код ШУ Ковин (одел. 50a, 55a, 57c, 63a, 140e, 140h, 157f, 173f, 194c). На њима нису констатовани убушни отвори имага.

На подручју ЈП НП Фрушка гора, на 3 локалитета нису констатовани убушни отвори на стаблима (ГЈ 3803, одел. 11a, ГЈ 3807, одел. 7b и ГЈ 3808, одел. 42a), средњи напад утврђен је у ГЈ 3804, одел. 1c, 10k и ГЈ 3812, одел. 1c (0,5-0,7 убушних отвора/1dm²), а јак у ГЈ 3812, одел. 45a (1,5/1dm²).

У поређењу са резултатима добијеним прошле године, нема значајних промена бројности овог инсекта.

ГЛОДАРИ

На читавом подручју ШГ Сремска Митровица, а на површинама које обухватају подмладак лужњака старости 1-8 година регистроване су штете од глодара (мишеви, волухарице) настале одгризањем биљака у кореновом врату. Таквих површина има укупно 1413,0ha, а обим штета на њима креће се од малих до потпуних.

Табела 4. Преглед површина у ШГ Сремска Митровица где су потребна поновна пошумљавања храстом због штета од глодара

Table 4. Localities in FE Sremska Mitrovica with oak seedlings that need to be reforested because of the damage caused by small rodents

Шумска управа Forest office	Локалитет Locality	Површина (ha) Area (ha)
Купиново	Купинске Греде (одел. 12, чист. 1, 7)	11,0
Купиново	Купинске Греде (одел. 20b)	4,6
Купиново	Купинске Греде (одел. 21a.)	11,7
Купиново	Купинске Греде (одел. 22g,h,i,j)	3,3
Купиново	Купинске Греде (одел. 33, чистина 2)	2,1
Купиново	Купинске Греде (одел. 36k,g)	1,6
Вишњићево	Засавица (одел. 32c)	0,25
Вишњићево	Засавица (одел. 35)	0,05
Вишњићево	Накло II (одел. 48e)	1,2
Укупно		35,8

На неким површинама бројност подмлатка је десеткована што ће захтевати поновна пошумљавања или високопроцентна попуњавања (Табела 4; Слике 6-9). Значајне штете од глодара констатоване су на подручју ШУ Моровић (лок. Винична, одел. 8, 9, 11) у младим храстицима старости 6-7 година где је било потребно хитно предузети мере сузбијања.

	
<p>Слика 6. „Острва“ осушених биљака (ШГ Сремска Митровица, лок. Купинске Греде, одел. 12) (14. 09. 2017.)</p> <p><i>Figure 6. . "Patches" of dry plants (FE Sremska Mitrovica, loc. Kupinske Grede, sect 12) (September 14th 2017)</i></p>	<p>Слика 7. Прегрижена и осушена садница лужњака (ШГ Сремска Митровица, лок. Купинске Греде, одел. 20b) (14. 09. 2017.)</p> <p><i>Figure 7. Dead oak seedling browsed by small rodents (FE Sremska Mitrovica, loc. Kupinske Grede, sect. 20b) (September 14th 2017)</i></p>
	
<p>Слика 8. Прегрижена садница лужњака (ШГ Сремска Митровица, лок. Купинске Греде одел. 22h) (14. 09. 2017.)</p> <p><i>Figure 8. Browsed oak seedling (FE Sremska Mitrovica, loc. Kupinske Grede, sect. 20b) (September 14th 2017)</i></p>	<p>Слика 9. Снопови прегрижених садница лужњака (ШГ Сремска Митровица, лок. Купинске Греде, одел. 22h) (09. 10. 2017.)</p> <p><i>Figure 9. Browsed oak seedlings (FE Sremska Mitrovica, loc. Kupinske Grede, sect. 22h) (October 09th 2017)</i></p>

Будући да ЈП „Војводинашуме“ газдује по принципима FSC стандарда, који не дозвољава примену препарата на бази цинк фосфида, бромадиолона и дифенакума који су ефикасни у сузбијању глодара, потребна

је одобрење, односно сагласност за примену једног или више препарата у што краћем року.

ДИВЉАЧ

На подручју ШУ Бачки Монотпор јеленска дивљач је током фебруара у културама и састојинама америчког јасена, врбе, еврамеричке тополе и пољског јасена огулила или јако оштетила кору на 2110 стабала старости 1-65 година. У младим засадима топола код ШУ Вишњићево (лок. Врањак, одел. 8, 21) ова врста дивљачи је поломила или огулила кору „на бело“ на мањем броју стабалаца.

Штете од срндаћа регистроване су код ШУ Тител у новоподигнутим засадима топола (лок. Шајкашка, одел. 10a, 14/1, 16/2). Саднице су заштићене индивидуалном оградом од мрежице за фасаду. Заштита није била довољно ефикасна јер су срндаћи скинули мрежице и роговима огулили кору на садницама. Срндаћи су и у засаду топола код ШУ Моровић (лок. Пук, одел. 59) делимично или потпуно огулили кору на мањем броју биљака.
На подручју ШГ Сремска Митровица, кора младих стабалаца топола третирана је репелентом „Chemisol“ у циљу одбијања дивљачи на 28,4ha (препарат нанет на биљке прскањем коре).

АБИОТИЧКИ ФАКТОРИ

Касни пролећни мраз

Штете од касног пролећног мраза утврђене су на подручју ШУ Оџаци (лок. Брањевина, одел. 4j, 5a, 11/1, 12/2, 15b, 18/2, 27a) у подмлатку храста старости 3-9 година на 65,6ha. Лисна маса храста била је у различитом степену оштећена мразом у зависности од старости и фенофазе листања биљака. Сличне штете констатоване су и код ШУ Бачки Монотпор (лок. Колутска шума, одел. 7) на 12,3ha. Све биљке су у даљем току вегетације обновиле лисну масу.

Суша

Крајем јула 2017. године, на подручју ШУ Зрењанин (лок. Мужљански Рит) дошло је до превременог одбацивања лишћа у храстовим састојинама старости 5-31 годину. Последице суше у састојинама старости 5-11 година (одел. 16b, 17e,f) испољиле су се у дефолијацији стабала, односно делимичном до потпуном губитку лишћа што је била реакција биљака на изражен недостатак влаге у земљишту. Прегледом биљака констатовано је да су избојци храста зелени и да се може очекивати поновно листање када биљке добију неопходну влагу или наредног пролећа. У старијим састојинама (одел.

18c, 24, 25) ситуација је била нешто боља јер се радило о старијим стаблима са развијеним кореновим системом.

На подручју Средњег Баната доспела је мала количина влаге у вегетационом периоду (214mm) што се неповољно одразило на развој биљака, не само храстових састојина, већ и на пријем и опстанак садница топола у засадима подигнутим у сезони пошумљавања 2016/17 (поновна пошумљавања треба извршити на 84 ha, а попуну на 14ha).

Сушење састојина польског јасена у ГЈ Купинске Греде - ШУ Купиново

У састојинама польског јасена на ширем простору ГЈ Купинске Греде (ШУ Купиново) присутан је проблем хроничног сушења стабала. Претежно се ради о комплексу чистих јасенових састојина које се налазе унутар кружног пута. Велики број стабала у овим састојинама испољава знаке постепеног одумирања врхова („dieback“). У одељењима 27h и 39h одабрана су и оборена стабла са поменутим симптомима. На гранама узетим из горњих делова крошњи констатоване су смеђе некротиране површине на којима су се у маси формирали пикниди. Микроскопском анализом пикнида нису нађене споре у њима, али је на основу изгледа плодоносних тела закључено да се ради о сапрофитској врсти из рода *Helminthosporium*. На листовима и гранама нису уочени симптоми болести типични за гљиву *Hymenoscyphus fraxineus*, док је на лишћу брест од јасенове пипе процењен на 10-20%. На стаблу обorenом у одељењу 39h уочени су, након скидања коре, појединачно ходници красаца. Разлоге сушења у првом реду треба тражити у изостанку мера нега у прошлости, великом броју стабала која егзистирају у густом склопу и боре се за животни простор.



Слика 10. Општи изглед састојине польског јасена у процесу хроничног сушења (ШГ Сремска Митровица, ГЈ Купинске Греде, одел. 39) (16. 05. 2017.)

Figure 10. Dieback of the narrow-leaved ash stand (FE Sremska Mitrovica, loc. Kupinske Grede, sect. 39) (May 16th 2017)

Подизањем кружног пута без цевастих пропуста пресечени су токови отицања површинских и плавних вода у реку Саву, па је нарушен режим влажења, а на многим површинама дошло је до забаривања земљишта и промене станишних прилика. Констатовани штетни организми нису разлог одумирања стабала.

Ветар

Серија олујних невремена погодила је ове године засаде клонских топола у Војводини (Табела 5). Штете су се огледале у појави ветролома, а у мањем обиму и појавама ветросавијања и ветроизвала. Највеће штете нанете су засадима на подручјима шумских управа Апатин, Зрењанин и Рит.

На културе и засаде меких лишћара у ШУ Апатин (ГЈ Апатински Рит) спустило се, у три наврата олујно невреме (23. и 25. јун и 11. јул 2017.). Највећи број засада је већ претрпео огромне штете у олујном невремену које је погодило ово подручје прошле године (27. јун 2016.) (Pap et al., 2016) Годишњи извештај службе прогнозно-извештајних послова у 2016. години). Засади топола погођени олујним ветровима прошле и ове године су поремећене стабилности због великог броја преломљених и изваљених стабала, појаве ветросавијања и као последица тога стварања прогала, односно мањих или већих чистина без стабала (Слике 11, 12). На основу сагледаног стања, дата је препорука да се девастирани засади најпре групишу према степену оштећења, процени оправданост њиховог даљег постојања и у складу с тим одреди потреба за мерама санације.

На подручју ШУ Бачки Монаштор, олујни ветар је изазвао ветроизвале у састојини пољског јасена (Слика 13), а у засаду клонске тополе ветролом појединачних стабала (Слика 14).

У ШГ Сремска Митровица, олујним ветром су била погођена три локалитета: „Купинске Грде“, одел. 54, 55, „Јасенска Белило“, одел. 26, 27, 28 и „Радинска-Врањак (одел. 21d). Ветром је био преломљен велики број стабала, а код неких стабала дошло је до извала (Слике 15, 16).

Велико олујно невреме из правца северозапада у широком фронту је захватило подручје Средњег и Јужног Баната и делове Срема 17. септембра 2017. године (Табела 5).

У ШУ Зрењанин, највеће штете ветар је нанео засадима топола у ГЈ Горње Потамишје, лок. Томашевац (одел. 31 и 32). На овом локалитету поломљено је или лучно савијено око 70% стабала. Стабла су преломљена (превршена) на различитим висинама (Слика 17). Обзиром да се засади налазе при kraју опходње, предложено је да се сва стабла у овим одељењима уклоне чистом сечом, а терен припреми за пошумљавање. Процењена штета од олујног невремена је сса 16.000 m³ бруто дрвне масе, што чини готово трећину годишњег етата ове шумске управе.

У ШУ Опово, највећи број ветром преломљених стабала регистрован је у ГЈ Доње Потамишје (одел. 2d) (Слика 18). На осталим локалитетима,

штете су биле мањег обима - претежно се радило о појединачно преломљеним стаблима.

Табела 5. Подручја погођена олујним ветром у 2017. години
Table 5. Areas affected by windstorm in 2017

Шумско газдинство <i>Forest estate</i>	Шумска управа <i>Forest office</i>	Локалитети <i>Localities</i>	Датум олујног невремена <i>Date of stormy weather</i>
Сомбор	Апатин	ГЈ Апатински Рит, лок. Канлија Песак (одел. 14-27; 31-39), Стаклара (одел. 35-39, 51, 50-74), Зверињак-Полуострво (одел. 8-29), Дубоки Јендек (одел. 28-34, 40-49), Кошаре (одел. 40-49, 50) и Харчаш (1-7, 6а)	23. 06. 2017. 25. 06. 2017.
		ГЈ Апатински Рит, лок. Бакуља (одел. 75-86)	25. 06. 2017. 11. 07. 2017.
Сомбор	Бачки Монештор	ГЈ Монешторске шуме, лок. Шмагуц (одел. 16b, 28b)	05. 11. 2017.
Сремска Митровица	Купиново	ГЈ Купинске Греде (одел. 54, 55)	06. 08. 2017.
		ГЈ Јасенска Белило, лок. Белегиш (одел. 26, 27, 28)	17. 09. 2017.
Сремска Митровица	Вишњићево	ГЈ Радинска-Врањак (одел. 21d)	02. 09. 2017.
„Банат“ – Панчево	Зрењанин	ГЈ Доње Потисје (одел. 1-3, 5, 7, 8, 10, 14, 17, 18, 21-25) ГЈ Мужљански Рит (одел. 12, 15, 17, 19, 21, 22, 26-29) ГЈ Горње Потамишје (одел. 7-9, 12-14, 16, 18-20, 23-32)	17. 09. 2017.
		ГЈ Доње Потамишје (одел. 2d,e) ГЈ Горње Потамишје (одел. 36, 39, 41-43, 45, 49, 50-54, 58, 65, 66, 69-71, 73, 74)	17. 09. 2017.
		ГЈ Доње Потамишје (одел. 12, 51, 52)	17. 09. 2017.
Београд	Рит	ГЈ Дунав (одел. 41b, 42a, 45a, 47b, 48a,c, 49b,c, 50a, 51a,c,e,f, 52b,d) ГЈ Рит (одел. 9b,c,d, 15c, 17d, 22d, 23a,b,e, 24a, 25b, 26a, 28b,c,d,e, 29a,b, 33f, 34a,b,d, 62c)	17. 09. 2017.

	
<p>Слика 11. Ветролом (ШГ Сомбор, лок. Канлија Песак, одел. 30) (18. 09. 2017.) <i>Figure 11. Windbreak (FE Sombor, loc. Kanlija Pesak, sect. 30b) (September 18th 2017)</i></p>	<p>Слика 12. Ветросавијање (ШГ Сомбор, ревир Зверињак, одел. 21g) (18. 09. 2017.) <i>Figure 12. Wind curved trees (FE Sombor, loc. Zverinjak, sect. 21g) (September 18th 2017)</i></p>
	
<p>Слика 13. Ветроизвале (ШГ Сомбор, ревир Шмагуц, одел. 16b) (08. 11. 2017.) <i>Figure 13. Windthrown trees (FE Sombor, loc. Šmaguc, sect. 16b) (November 08th 2017)</i></p>	<p>Слика 14. Ветролом (ШГ Сомбор, ревир Шмагуц, одел. 28b) (08. 11. 2017.) <i>Figure 14. Windbreak (FE Sombor, loc. Šmaguc, sect. 28b) (November 08th 2017)</i></p>
	
<p>Слика 15. Ветролом (ШГ Сремска Митровица, ГЈ Купинске Греде, одел. 55) (25. 10. 2017.) <i>Figure 15. Windbreak (FE Sremska Mitrovica, loc. Kupinske Grede, sect. 55) (October 25th 2017)</i></p>	<p>Слика 16. Ветроизвале (ШГ Сремска Митровица, ГЈ Јасенска-Белило, одел. 28) (18. 09. 2017.) <i>Figure 16. Windthrown trees (FE Sremska Mitrovica, loc. Jasenska-Belilo, sect. 28) (September 18th 2017)</i></p>

	
<p>Слика 17. Ветролом (ШГ „Банат“ – Панчево, ГЈ Горње Потамишје, одел. 31) (19. 10. 2017.)</p> <p>Figure 17. Windbreak (FE "Banat" - Pančevo, loc. Gornje Potamišje, sect. 31) (October 19th 2017.).</p>	<p>Слика 18. Ветролом (ШГ „Банат“ – Панчево, ГЈ Доње Потамишје, одел. 2d) (09. 10. 2017.)</p> <p>Figure 18. Windbreak (FE "Banat" - Pančevo, loc. Donje Potamišje, section 2d) (October 09th 2017)</p>
	
<p>Слика 19. Ветролом (ШГ Београд, ГЈ Дунав, одел. 52b,d) (20. 11. 2017.)</p> <p>Figure 19. Windbreak (FE Belgrade, loc. Danube, sect. 52b, d) (November 20th 2017)</p>	<p>Слика 20. Ветролом (ШГ Београд, ГЈ Рит, одел. 28c) (20. 11. 2017.)</p> <p>Figure 20. Windbreak (FE Beograd, loc. Rit, sect. 28c) (November 20th 2017)</p>

У ШУ Рит, олујним ветром су била највише погођена оделења у ГЈ Дунав, односно засади топола и врба у форланду Дунава, а штете мањег обима регистроване су и у заштићеном појасу реке, у ГЈ Рит (Слике 19, 20). Млађи засади топола погођени невременом су уврштени у Санациони план, а засади при крају опходње или зрели за сечу уврштени су у редовне планове сеча и пошумљавања у 2018. години. Процена је да је у олујном невремену на подручју ове шумске управе страдало, односно оштећено око 22.000m³ бруто дрвне масе (годишњи етат ове шумске управе је 53.000m³).

СУЗБИЈАЊЕ КОРОВСКЕ ВЕГЕТАЦИЈЕ

Корисници шума на територији Војводине су током вегетационог периода интензивно и на великим површинама примењивали читав низ

механичким и хемијским мера борбе против корова у новообновљеним храстцима, младим засадима топола и врба, као и на теренима који се припремају за нова пошумљавања.

На подручју ШГ Сремска Митровица, у склопу припреме терена за нова пошумљавања, пањеви су хемијски третирани препарatom Garlon (конц. 10%) помоћу леђне прскалице на 48,5ha, а коровска вегетација сузбијана тоталним хербицидом (Glifol 7-8l/ha) на 678,2ha. Прерези непожељних дрвенастих и жбунастих врста (бела топола, брест, глог, свиб, дрен...) премазивани су у подмлатку храста старости 2-9 година препарatom Garlon (конц. 10%) на 157,6ha. Осветљавање храстовог подмлатка хемијским средствима (Nikosav, Talisman у дози 1,0-1,2l/ha) са добрым успехом обављено је на 311,9ha.

У младим засадима клонских топола (до пете године старости) код ШГ Сремска Митровица обрада земљишта на читавој површини обавља се сензорским тањирачама. На осталим подручјима гајења топола (ШГ „Банат“ – Панчево, ШГ Сомбор, ШГ Нови Сад) примењује се комбинација механичких и хемијских мера против корова (међуредна обрада земљишта тањирањем, међуредно тарутирање корова, сузбијање корова међуредно и око садница хемијски (тотални хербициди) и уклањање корова око биљака окопавањем. Последњих неколико година, у младим засадима топола код ШГ Нови Сад, коровска вегетација се сузбија у редовима и око садница „хемијском мотиком“ са веома добрым резултатима.

На подручју ШУ Зрењанин, ручно осветљавање храстовог подмлатка обављено је на лок. Доње Потисје (одел. 10a) на 13,1ha, а у младим засадима топола на подручју ове управе уклоњене су повијуше (дивља лоза, дивљи хмель) са стабала на 116,2ha.

ЗАКЉУЧАК

У шумама, засадима и плантажама на територији Војводине током 2017. године запажен је штетан утицај бројних биотичких и абиотичких фактора. Као најзначајнији у смислу наношења штета означени су следећи организми: гљива *Dothichiza populea* и малин тополин стаклокрилац (*Paranthrene tabaniformis*) у новооснованим засадима топола, гљива *Hymenoscyphus fraxineus* у културама пољског јасена, ситни глодари у младим храстцима старости 1-8 година и храстова мрежаста стеница (*Corythucha arcuata*). Дуготрајна суша оставила је негативне последице на пријем и развој биљака у састојинама и засадима. Серија олујних невремена у периоду од 23. јуна до 05. новембра 2017. године нанела је огромне штете клонским засадима топола на већем броју локалитета. Штете су се огледале у појави ветролома, ветроповијања и ветроизвала.

Захвалница

Овај рад је реализован у складу са Уговором о обављању послова од јавног интереса у области дијагностике штетних организама и заштите здравља шумског биља на територији АП Војводине за период 2015-2019 (бр. 401-00-590/2015-10 од 21. априла 2015. године).

ЛИТЕРАТУРА

- <http://www.hidmet.gov.rs/> Republički hidrometeorološki zavod Srbije
Karadžić, D., Mihajlović Lj., Milanović, S., Stanivuković, Z. (2011): Priručnik izveštajne i dijagnostičko prognozne službe zaštite šuma. Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, 517.
Pap, P., Drekić, M., Poljaković-Pajnik, L., Marković, M., Vasić V. (2016): Zdravstveno stanje šuma na teritoriji Vojvodine u 2016. godini. Topola № 197/198 (123-143).

Summary

FOREST HEALTH IN VOJVODINA IN 2017

by

*Predrag Pap, Milan Drekić, Leopold Poljaković-Pajnik, Miroslav Marković, Verica Vasić,
Dejan V. Stojanović*

*In 2017 numerous biotic and abiotic factors affected health and vitality of forest stands and plantations in the province of Vojvodina, Serbia. The most damaging biotic factors included *Dothichiza populea* and poplar twig borer (*Paranthrene tabaniformis*) in newly established poplar plantations, *Hymenoscyphus fraxineus* in narrow-ash plantations, small rodents in young oak plantations (1-8 years old) and oak lace bug (*Corythucha arcuata*). Abiotic factors included long-term drought and severe windstorms that caused windbreaks, windcurving and windthrows in poplar plantations.*

UDK: 582.632.2:632(497.6 Republika Srpska)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

UTICAJ SUŠNIH GODINA NA ŠIRINU GODOVA EVROPSKE BUKVE (*FAGUS SYLVATICA L.*) U ZAPADNOJ REPUBLICI SRPSKOJ

Stefan Stjepanović¹, Bratislav Matović^{2,4}, Dejan B. Stojanović^{2,4}, Tom Levanić³,
Saša Orlović^{2,4}, Lazar Kesić², Lazar Pavlović⁴

Izvod: Evropska bukva (*Fagus sylvatica L.*) je jedna od najvažnijih šumskih vrsta drveća u Bosni i Hercegovini kako sa ekonomskog tako i sa ekološkog aspekta. Trenutno stanje bukovih šuma u Republici Srpskoj je zadovoljavajuće, bukva nije značajnije ugrožena devitalizacijom i sušenjem. S obzirom da se prema različitim klimatskim scenarijima predviđa povećanje temperaturu i smanjenje količine padavina, postoji verovatnoća da će doći do pojave sušenja bukovih šuma i smanjenja debljinskog prirasta. Iz tog razloga potrebno je sprovesti detaljna istraživanja koja će imati za cilj da istraže dinamiku debljinskog prirasta stabala bukve i uticaj ekstremno sušnih godina na širinu godova na području Republike Srpske. U radu su korišćene dendrochronološke metode za analizu prirasta bukovih stabala u tri sastojine koje se nalaze na donjoj granici, u optimumu i gornjoj granici vertikalnog rasprostranjenja ovih šuma u zapadnom delu Republike Srpske. U istraživanim sastojinama utvrđene su različite reakcije stabala na ekstremno sušne godine i različita dinamika debljinskog prirasta stabala bukve.

Ključne reči: bukva, dendrochronologija, godovi, klimatski ekstremi

¹ Master Stefan Stjepanović, viši asistent, (stefan.stjepanovicuis@gmail.com) Poljoprivredni fakultet, Univerzitet Istočno Sarajevo, Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina; ² dr Bratislav Matović, naučni saradnik i docent, dr Dejan B. Stojanović, naučni saradnik i docent, dr Saša Orlović, naučni savetnik i redovni profesor, master Lazar Kesić, istraživač pripravnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Republika Srbija; ³ dr Tom Levanić, vanredni profesor i naučni savetnik, Slovenian forestry Institute, Večna Pot 2, Ljubljana, Slovenia; ⁴ master Lazar Pavlović, asistent, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Republika Srbija

¹ Stefan Stjepanović, MSc, senior assistant, (stefan.stjepanovicuis@gmail.com) Faculty of agriculture, University of Istočno Sarajevo, Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina; ² dr Bratislav Matović, research associate and docent, dr Dejan B. Stojanović, research associate and docent, prof. dr Saša Orlović, principal research fellow and full professor, Lazar Kesić, MSc, junior researcher, University of Novi Sad, Institute of lowland forestry and environment, Novi Sad, Republic of Serbia; ³ dr Tom Levanić, associate professor and principal research fellow, Slovenian forestry Institute, Večna Pot 2, Ljubljana, Slovenia; ⁴ Lazar Pavlović, MSc, assistant, University of Novom Sadu, Faculty of agriculture, Novi Sad, Republic of Serbia

**INFLUENCE OF DRY YEARS ON WIDTH OF TREE RINGS OF EUROPEAN BEECH
(*FAGUS SYLVATICA L.*) IN THE WESTERN REPUBLIC OF SRPSKA**

Abstract: European beech (*Fagus sylvatica L.*) is one of the most important forest species in Bosnia and Herzegovina both economically and ecologically. Currently state of beech forests in the Republic of Srpska is satisfactory. European beech is not significantly affected by changing climate. However, taking into account different climate scenarios it is possible that increasing temperature and decreasing amount of precipitation will cause massive dieback of beech forests and reduction of diameter increment. For this reason it is necessary to conduct detailed dendrochronological research which will aim to explore the dynamics of the diameter increment of beech trees, response to climate and to prepare mitigation strategies that will be performed in the forests of the Republic of Srpska. In this study dendrochronological methods were used for analyzing the increment of beech forests in three stands which are at the lower limit, the optimum and the upper limit. Identified and analyzed were different reactions of beech trees in extremely dry years in three different forest stands.

Keywords: European beech, dendrochronology, tree rings, climatic extremes

UVOD

Evropska bukva (*Fagus sylvatica L.*) je jedna od najvažnijih šumskih vrsta drveća u Bosni i Hercegovini kako sa ekonomskog tako i sa ekološkog aspekta (Ballian et al., 2012). Stefanović et al. (1983) navode da u Bosni i Hercegovini obična bukva pokazuje jako dobru horizontalnu i vertikalnu raslojenost, pa se javlja od najnižih šumskih pojasa, gde je u asocijaciji s hrastom lužnjakom i kitnjakom (*Fagetum submontanum*), potom raste u brdskom pojusu gde čini čiste sastojine (*Fagetum montanum*), te u najvažnijem planinskom pojusu gde u zajednici s običnom jelom ili sa jelom i smrčom čini najznačajniju šumsku zajednicu bukovojelovih šuma (*Abieti fagetum*). Bukove šume se nalaze i na većim nadmorskim visinama, gde grade završni pojas šumske vegetacije (*Fagetum subalpinum*).

Da bi se objasnile reakcije bukve na klimatske elemente, kao i različit rast stabala u sastojinama, najčešće se istražuju odnosi između širine godova i klimatskih elemenata (temperatura i padavina) na mesečnom nivou. Najčešće korišćene procedure za proučavanje odnosa između rasta drveća i klimatskih elemenata zasnovane su na korelaciji između širine godova i mesečnih klimatskih podataka (Fritts, 1976). Pretpostavlja se da debljinski prirast odražava fiziološke procese, a da su srednja mesečna temperatura i ukupna količina padavina u značajnoj vezi sa klimatskim elementima koji utiču na fiziologiju stabala (Lebourgeois, 2005).

Brubaker, (1986) konstatiše da odrasla stabla bukve imaju izraženu plastičnost, tj. da pri nepovoljnim klimatskim uslovima usporavaju rast kako bi preživela, sve dok se ponovo ne stvore povoljni uslovi za rast. Kod područja koja se nalaze na nižim nadmorskim visinama prisutno je povećanje defolijacije bukve usled napada gubara (*Lymantria dispar*) (Hlasny i Turčani, 2009), kao i potencijalnih šteta od bukvinog potkornjaka (*Taphrorychus bicolor*) (Lakatos i Molnar, 2009)

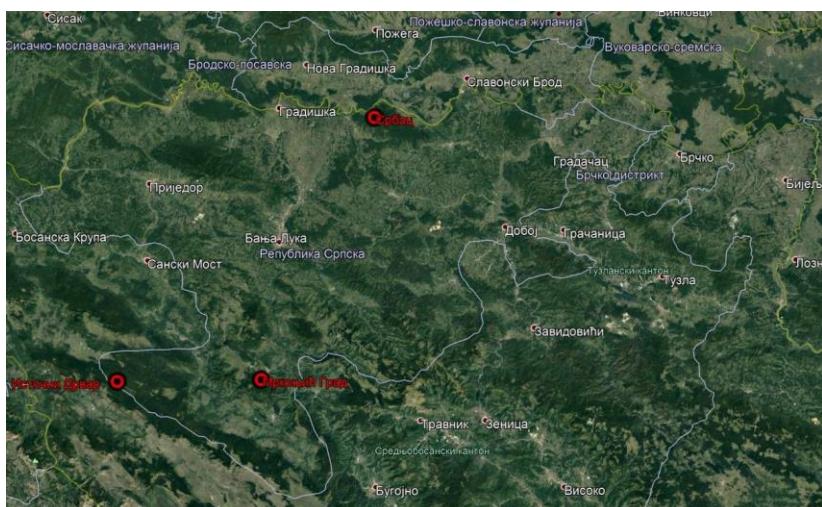
što može da smanji vitalnost stabala i da utiče na rast i prirast stabala. Godovi drveta su vredan bioindikator, koji može povezati više ekoloških faktora koji utiču na rast šuma (Schweingruber, 1996).

Trenutno stanje bukovih šuma u Republici Srpskoj je zadovoljavajuće, pošto bukva nije značajnije ugrožena devitalizacijom i sušenjem. S obzirom da se prema različitim klimatskim scenarijima predviđa povećanje temperature i smanjenje količine padavina, postoji verovatnoća da će doći do pojave devitalizacije i sušenja (Lakatos i Molnar, 2009; Stojanović, 2013; Stojanović et al., 2014). Takođe, prema različitim klimatskim scenarijima se povećava broj i trajanje sušnih perioda, pa se u budućnosti može očekivati pomeranje granica areala bukovih sastojina ka većim nadmorskim visinama (Von Wuehlisch, 2004).

Cilj ovog istraživanja je da se sagleda dugoročna dinamika šrine godova na dominantnim stablima, u čistim bukovim sastojinama, na različitim nadmorskim visinama u Zapadnoj Republici Srpskoj i da se utvrdi kako su ekstremno sušne godine uticale na širinu godova u istraživanim sastojinama.

MATERIJAL I METODE

Istraživanja su sprovedena na 3 lokaliteta u zapadnom delu Republike Srpske. Uzorkovano je u čistim bukovim sastojinama 2015. godine na lokalitetima gde se bukva javlja od prirode na donjoj granici rasprostranjenja (Srbac, 252 mnv., N 45°05'23", E 17°37'55"), gde se bukva nalazi u optimumu (Mrkonjić Grad, 1030 mnv., N 44°23'53", E 17°03'46") i gde se nalazi na gornjoj granici rasprostranjenja (Istočni Drvar, 1569 mnv., N 44°26'21", E 16°30'03") (Slika 1.).



Slika 1. Prikaz tri istraživane sastojine

Figure 1. Three studied stands

Pri uzorkovanju se vodilo računa da stabla budu dominantna, da se nalaze na približno jednakim nadmorskim visinama i da imaju približno iste mikroklimatske uslove. Uzorak je obuhvatao 15 dominantnih stabala na svakom lokalitetu.

Izvrtci su nakon sušenja lepljeni na drvene letvice, brušeni i glaćani kako bi godovi bili uočljiviji. Uzorci su prvo skenirani u visokoj rezoluciji pomoću ATRICS sistema (Levanić, 2007), a zatim je merena širina prstenova prirasta koristeći softver CooRecorder (Larsson, 2014). Nakon toga u programu C Dendro (Larsson, 2014) hronologije su pripremljene za izvoz u program PAST- 5TM. Hronologije su ukrštene i sinhronizovane u PAST-5TM dendrochronološkom softveru, koristeći i vizuelna poređenja na ekranu i statističke parametre.

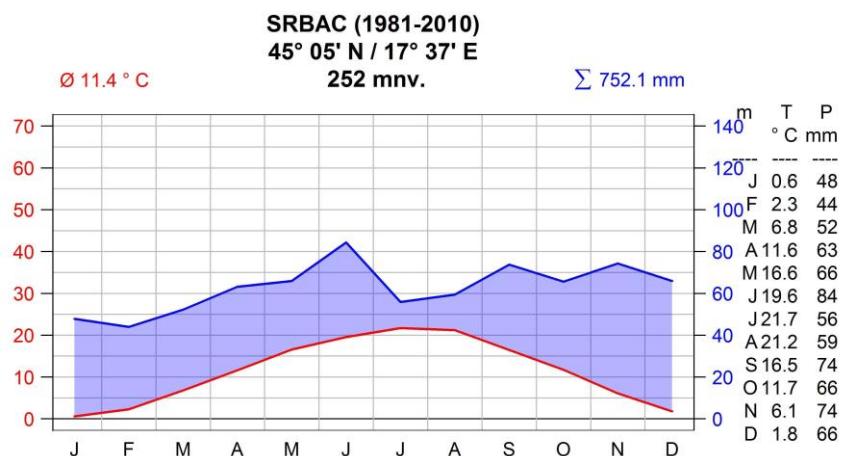
Koristeći klimatsku bazu e-OBS, u periodu od 1981. do 2015. godine, izabrane su godine sa najmanjom količinom padavina i najvišom temperaturom u vegetacionom periodu za istraživanja područja, koje smo označili kao ekstremno sušne godine. S obzirom na različite nadmorske visine, granične vrednosti količine padavina i srednje temperature u vegetacionom periodu za izdvajanje ekstremno sušnih godina definisane su posebno po lokalitetima. Za lokalitet Srbac (padavine manje od 350 mm – prosek za posmatrani period 403 mm, prosečne temperature preko 18°C – prosek za posmatrani period 18°C). Za lokalitet Mrkonjić Grad (padavine manje od 425 mm – prosek za posmatrani period 475 mm, prosečne temperature preko 15°C – prosek za posmatrani period 15°C). Za lokalitet Istočni Drvar (padavine manje od 470 mm – prosek za posmatrani period 518 mm, prosečne temperature preko 13°C – prosek za posmatrani period 13°C).

REZULTATI I DISKUSIJA

Prosečna količina padavina u klimatskoj normali od 1981. do 2010. godine za lokalitet Srbac, koji predstavlja donju granicu vertikalnog rasprostranjenja bukovih šuma, iznosila je 752 mm, a prosečna srednja godišnja temperatura 11,4° C (Slika 2.).

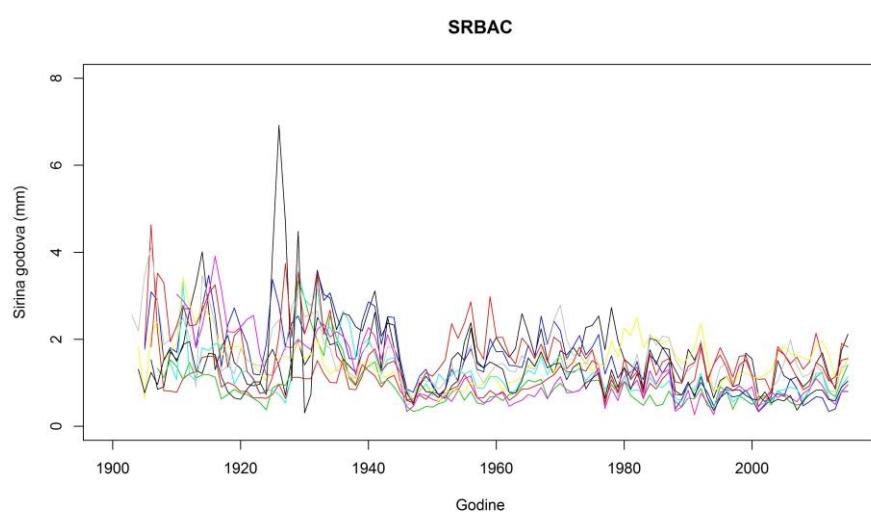
Godine sa najvećom temperaturom i najmanjom količinom padavina u vegetacionom periodu (ekstremno sušne godine) za posmatrani lokalitet bile su 1983., 1988., 1992., 1993., 2000., 2003., 2007., 2009., 2011. i 2012.

Na slici 3. prikazane su hronologije stabala bukve na lokalitetu Srbac (period 1900.-2015. godina).



Slika 2. Klima dijagram po Walteru za lokalitet Srbac

Figure 2. Climate diagramme after Walter for Srbac locality



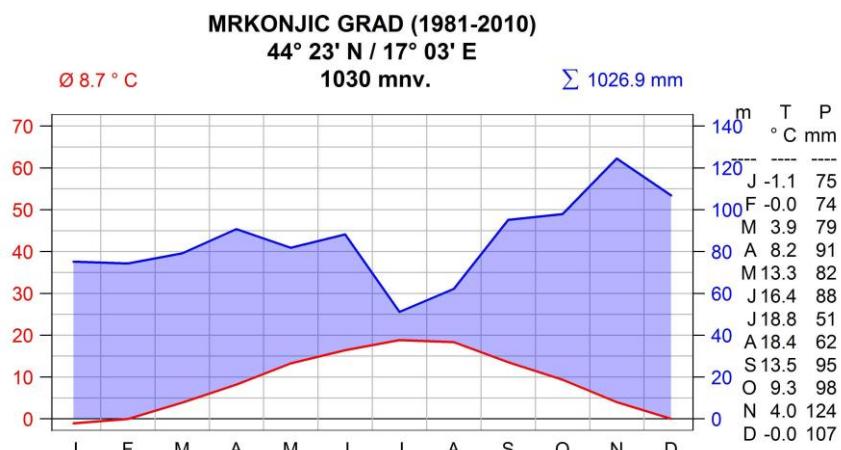
Slika 3. Hronologije stabala bukve na lokalitetu Srbac

Figure 3. Raw tree-ring chronologies of European beech at locality Srbac

Analizirajući hronologije stabala na slici 3. na lokalitetu Srbac, utvrđena je dobra saglasnosti hronologija pojedinačnih stabala i jasan uticaj ekstremno sušnih godina na širinu godova. Značajnije smanjenje širine godova dešava se u godini ekstremnih suša i u narednoj godini. Rozas et al., (2015) su konstatovali da je na rast bukovih šuma, na Pirinejskom poluostrvu pozitivno uticala velika količina padavina u proleće i leto, a negativno suše u vegetacionom periodu. Najugroženije

populacije bile su one koje su se nalazile na granicama areala. Na rubu donje granice rasprostranjenja rast je uslovjen sušom, a male širine prstena prirasta su posledica povećanja temperature i smanjenja količine padavina (Jump et al., 2006).

Prosečna količina padavina u klimatskoj normali od 1981. do 2010. godine na lokalitetu Mrkonjić Grad koji predstavlja optimum rasprostranjenja bukovih šuma iznosila je 1027 mm, a prosečna srednja godišnja temperatura $8,7^{\circ}\text{C}$ (Slika 4.).



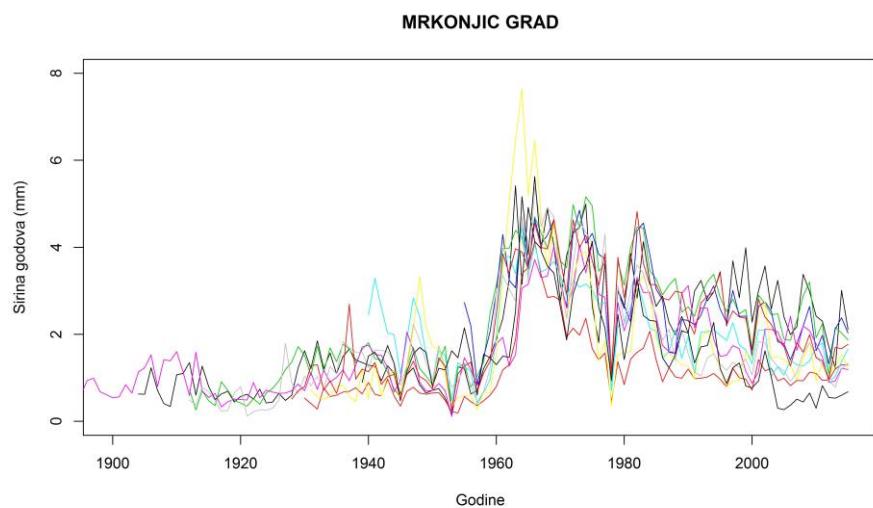
Slika 4. Klima dijagram po Walteru za lokalitet Mrkonjić Grad

Figure 4. Climate diagramme after Walter for Mrkonjić Grad locality

Godine sa najvećom temperaturom i najmanjom količinom padavina u vegetacionom periodu za posmatrani lokalitet bile su 1983., 1988., 1992., 1993., 2000., 2003., 2009., 2011. i 2012.

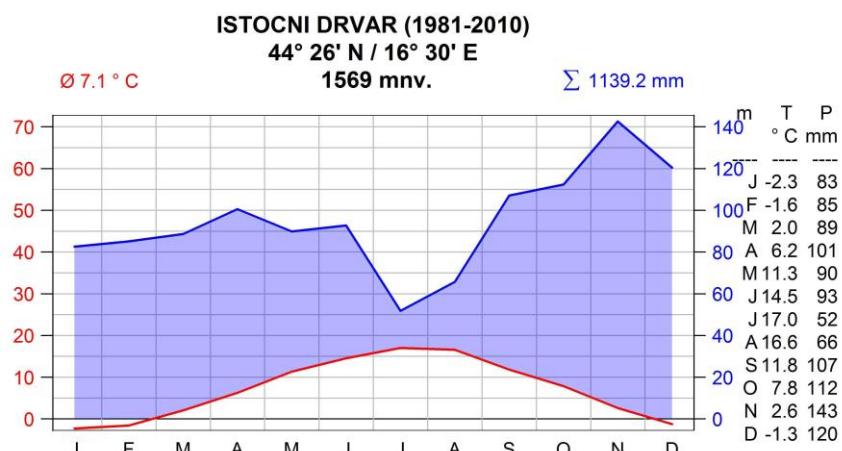
Na slici 5. prikazane su hronologije stabala bukve na lokalitetu Mrkonjić Grad (period 1900.-2015. godina).

Na lokalitetu Mrkonjić Grad utvrđena je slaba saglasnost hronologija pojedinačnih stabala i slaba reakcija ekstremno sušnih godina na širinu goda (Slika 5.). Izuzetak je 1976. godina kada kod svih stabala je konstatovano značajno smanjenje širine godova. Delimična saglasnost postoji i u 2000. i 2012. godini. Naša je prepostavka da u bukovim šumama koje rastu u ekološkom optimumu i ekstremno sušne godine nemaju veliki negativan uticaj za rast bukve. Stjepanović et al. (2015) su u jednoj bukovoj sastojini u Zapadnoj Srbiji na lokalitetu Istočna Boranja, koja je rasla u ekološkom optimumu došli do sličnih rezultata. Hlasny et al., (2011) su procenili da će doći do pomeranja areala i proizvodnosti bukovih sastojina u Slovačkoj, i da će proizvodnost bukve biti optimalna na visinama od oko 1.200 m.n.v. do kraja veka, što znači da će bukva biti ključna vrsta za gazonovanje šumama u planinskim predelima.



Slika 5. Hronologije stabala bukve na lokalitetu Mrkonjić Grad
Figure 5. Raw tree-ring chronologies of European beech trees at Mrkonjić Grad locality

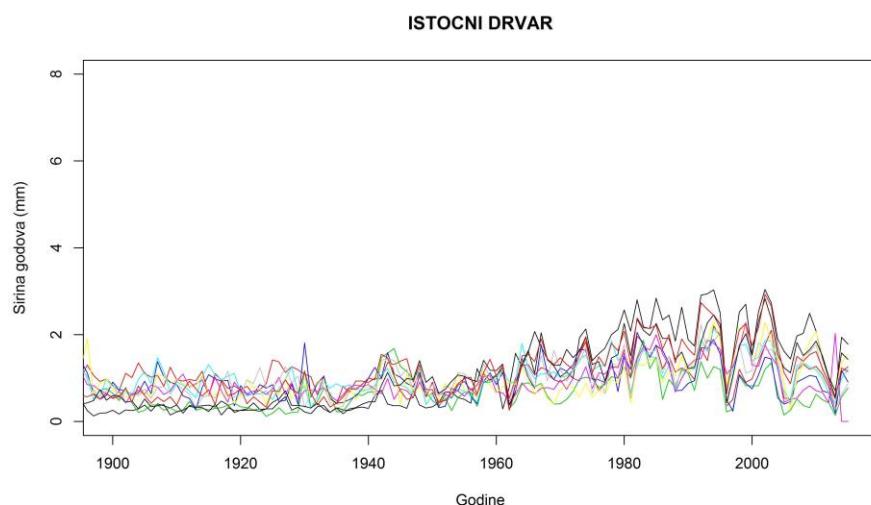
Prosečna godišnja količina padavina u klimatskoj normali od 1981. do 2010. godine na lokalitetu Istočni Drvar koji predstavlja gornju granicu vertikalnog rasprostranjenja bukovih šuma iznosila je 1139 mm, a prosečna srednja godišnja temperatura $7,1^{\circ}\text{C}$ (Slika 6.).



Slika 6. Klima dijagram po Walteru za lokalitet Istočni Drvar
Figure 6. Climate diagramme after Walter for Istočni Drvar locality

Godine sa najvećom temperaturom i najmanjom količinom padavina u vegetacionom periodu za posmatrani lokalitet bile su 1983., 1992., 1993., 1994., 2000., 2003., 2008., 2009., 2011. i 2012.

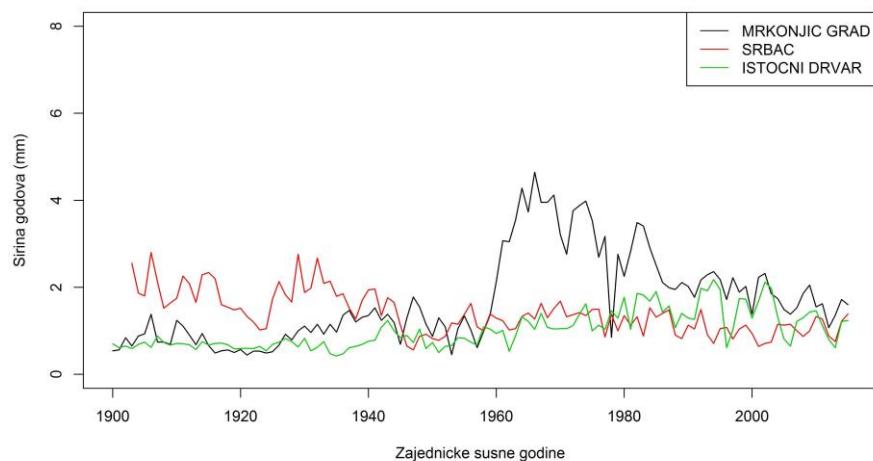
Na slici 7. prikazane su hronologije stabala bukve na lokalitetu Istočni Drvar (period 1900.-2015. godina).



Slika 7. Hronologije stabala bukve na lokalitetu Istočni Drvar
Figure 7. Raw tree-ring chronologies of European beech trees at Istočni Drvar locality

Na lokalitetu Istočni Drvar utvrđeno je da u poslednjih šezdesetak godina postoji solidna saglasnosti hronologija pojedinačnih stabala i određen uticaj ekstremno sušnih godina na širinu godova (Slika 7.). Međutim, najveće smanjenje širine godova nije se desilo u sušnim godinama već u periodu posle ekstremno sušnih višegodišnjih perioda i pojedinačnih godina (1996., 2005., 2013. godina). Stojanović et al. (2018) su utvrdili da na prirast različitih vrsta (uključujući bukvu) statistički značajno utiče standardizovani indeks padavina (Standardize Precipitation Index – SPI) 12 za letnje mesece, što sugerise da padavine i iz prethodnog vegetacionog perioda imaju veliki uticaj na prirast i vitalnost stabala. Rezultati za lužnjak i cer ukazuju na činjenicu da uticaj padavina na prirast može sezati čak i 36 meseci u nazad.

Na slici 8. prikazana je prosečna dinamika širine godova stabala bukve na sva tri posmatrana lokaliteta u Zapadnoj Republici Srpskoj (period 1900-2015. godina).



Slika 8. Dinamika rasta sastojina bukve u Zapadnoj Republici Srpskoj
Figure 8. Growth dynamics of European beech stands from Western Republika Srpska

Pri poređenju ova tri lokaliteta uočavamo različitu dinamiku rasta stabala bukve u debljinu. U sastojini na lokalitetu Srbac u posmatranom periodu se vidi kontinuirano blago smanjenje širine godova dok u sastojini na lokalitetu Istočni Drvar se vidi kontinuirano blago povećanje širine godova. Naša prepostavka je da je to u najvećoj meri rezultat uticaja različite starosne i dimenziione strukture stabala u ove dve sastojine, gazdinskih mera i različitog uticaja promene klimatskih elemenata na donjoj i gornjoj granici vertikalnog rasprostranjenja bukve. Za pouzdanije zaključke potrebno je ova istraživanja proširiti na znatno veći broj lokaliteta. U sastojini na lokalitetu Mrkonjić Grad dinamika rasta stabala bukve u debljinu se značajno razlikuje pre i posle 1960. godine. Pretretpostavka je da je krajem pedesetih godina dvadesetog veka izvršena seča većeg intenziteta, pa su preostala stabla imala snažno povećanje debljinskog prirasta i veliku širinu godova u periodu od 1960. do 1980. godine kao rezultat povećanja prostora za rast i visokog proizvodnog potencijala staništa. U ovom periodu sastojina nije bila izuzeta iz redovnog gazdinskog tretmana. Međutim, u poslednjih 30 godina nisu sprovedene nikakve gazdinske mere, zbog izdvajanje tog lokaliteta u rezervat, pa dolazi do smanjenja širine godova.

ZAKLJUČCI

Osnovni zaključci ovog istraživanja u bukovim šumama na području Zapadne Republike Srpske su:

1. u sastojini bukve koja je rasla na donjoj granici vertikalnog rasprostranjenja (Srbac) zabeleženo je smanjenje širine godova u godinama ekstremnih suša;
2. u sastojini bukve koja je rasla u ekološkom optimum (Mrkonjić Grad) nije uočena pojавa smanjenja širine godova u sušnim godinama;
3. u sastojini bukve koja je rasla na gornjoj granici vertikalnog rasprostranjenja (Istočni Drvar) utvrđeno je da su značajnija smanjenje širine godova pratila pojavu sušnih višegodišnjih perioda i pojedinačnih godina.

LITERATURA

- Ballian, D., Bogunić, F., Mujezinović, O., Kajba, D. (2012): Genetska diferencijacija obične bukve (*Fagus sylvatica L.*) u Bosni i Hercegovini. *Šumarski list*, 136 (11-12), 587-595.
- Brubaker,L.B. (1986):Responses of tree populations to climatic change. *Vegetation* 67:119–130.
- Cook, R.E., Krusic, J.P. (2005): Program ARSTAN - A Tree-Ring Standardization Program Based on Detrending and Autoregressive Time Series Modeling, with Interactive Graphics, Tree-Ring Laboratory Lamont Doherty Earth Observatory of Columbia University Palisades, NY
- Fritts, H.C. (1976): *Tree-ring and climate*, Academic, London
- Hlásny, T., Barcza, Z., Fabrika, M., Balázs, B., Churkina, G., Pajtik, J., Sedmák, R., Turčáni, M. (2011): Climate change impacts on growth and carbon balance of forests in Central Europe. *Climate Research* 47: 219–236.
- Hlasny, T., Turcani, M. (2009): Insect pests as climate change driven disturbances in forest ecosystems. In Strelcova K., Matyas C., Kleidon A., Lapin M., Matejka F., Blazenec M., Skvarenina J. & Holecy J. (eds): *Bioclimatology and Natural Hazards*. Springer, Berlin: pp. 165-178.
- Jump, A. S., Hunt, J. M., Penuelas, J. (2006): Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*. *Global Change Biology* 12(11): 2163-2174.
- Lakatos, F., Molnar, M., (2009): Mass mortality of beech (*Fagus sylvatica L.*) in South-West Hungary. *Acta Silv. Lign. Hung.* 5: 75-82.
- Larsson, L. (2014): CooRecorder and Cdendro programs of the CooRecorder/Cdendro package version 7.7.
- Lebourgeois, F., Bréda, N., Ulrich, E., Granier, A. (2005): Climate-tree-growth relationships of European beech (*Fagus sylvatica L.*) in the French Permanent Plot Network (RENECOFOR). *Trees* 19(4): 385-401.
- Levanic, T., (2007): ATRICS – A new system for image acquisition in dendrochronology. *Tree-Ring Research* 63(2):117-122.
- Rozas, V., Camarero, J.J., Sangüesa-Barreda, G., Souto, M., García-González, I. (2015): Summer drought and ENSO-related cloudiness distinctly drive

- Fagus sylvatica growth near the species rear-edge in northern Spain. Agricultural and Forest Meteorology 201: 153-164.
- Schweingruber, F.H. (1996): Tree Rings and Environment, Dendroecology. PaulHaupt AG, Bern, Switzerland.
- Stefanović, V., Beus, V., Burlica, Č., Dizdarević, H., Vukorep, I. (1983): Ekološko vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine, Šumarski fakultet u Sarajevu, Posebna izdanja br. 17, Sarajevo
- Stjepanovic, S., Stojanović, D., Matović, B. (2015): Response of Trees on Climate Extremes in Uneven-Aged European Beech Stand. International Journal of Crop Science and Technology, 1(2): 42-46.
- Stojanović, D. B., Kržić, A., Matović, B., Orlović, S., Duputie, A., Djurdjević, V., Galić Z., Stojnić, S. (2013): Prediction of the European beech (*Fagus sylvatica* L) xeric limit using a regional climate model: An example from southeast Europe. Agricultural and Forest Meteorology, 176: 94-103.
- Stojanović, D. (2014): Uticaj klimatskih promena na vezivanje ugljenika, rast i biodiverzitet bukovih šuma u Srbiji. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju. Novi Sad. Doktorska disertacija.
- Stojanović, B.D., Levanic, T., Matovic, B., Stjepanovic, S., Orlovic, S. (2018): Growth response of different tree species (oaks, beech and pine) from SE Europe to precipitation over time. Dendrobiology (u štampi)
- Von Wuehlisch, G. (2004): Series of International Provenance Trials of European Beech. Proceedings from the 7th International Beech Symposium IUFRO Research Group 1.10.00 "Improvement and Silviculture of Beech". 10-20 May 2004, Tehran, Iran. p. 135-144.

Summary

**INFLUENCE OF DRY YEARS ON WIDTH OF TREE RINGS OF EUROPEAN BEECH
(*FAGUS SYLVATICA L.*) IN THE WESTERN REPUBLIC OF SRPSKA**

by

*Stefan Stjepanović, Bratislav Matović, Dejan B. Stojanović, Tom Levanić, Saša Orlović,
Lazar Kesić, Lazar Pavlović*

*European beech (*Fagus sylvatica L.*) is one of the most important forest species in Bosnia and Herzegovina both economically and ecologically. The current state of beech forests in the Republic of Srpska is satisfactory. European beech is not significantly affected by devitalization. According to different climate scenarios it is predicted that temperature will increase and that precipitation will decrease, which grows chances for massive dieback of beech forests and reduction of diameter increment. For this reason it is necessary to conduct detailed dendrochronological research which will aim to explore the dynamics of the diameter increment of beech trees in the territory of the Republic of Srpska. In this study dendrochronological methods were used for analyzing the increment of beech trees in three stands which are on the lower limit, in the optimum and on the upper limit. Determined were different responses of trees on extremely dry years in studied stands. Beech stand at lower limit (Srbac locality) express growth decline in the years of extreme droughts, while this was not a case for beech stand in optimum (Mrkonjić Grad). Beech at upper limit (Istočni Drvar) has growth declines which occurred in the year after droughts.*

UDK: 582.681.81:630*2

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

PROMENE pH VREDNOSTI PODLOGE PRILIKOM MIKROPROPAGACIJE BELE TOPOLE

Vanja Vuksanović¹, Branislav Kovačević², Saša Orlović², Dragana Miladinović³,
Marko Keber², Marina Katanić²

Izvod: U ovom istraživanju je ispitivana promena pH vrednosti hranljive podloge nakon 35 dana kultivacije četiri genotipa bele topole (*Populus alba* L.). Ispitane su četiri početne pH vrednosti podloga: 3,0, 4,0, 5,5 i 7,0 puferisane natrijum citratnim puferom, kao i standardna podloga za umnožavanje sa pH 5,5 bez dodavanja limunske kiseline (kontrola). Sterilizacija podloge je izvršena u mikrotalasnoj pećnici. Rezultati analize varijanse ukazuju da su konačni pH podloge nakon kultivacije, kao i razlika između krajnje i početne pH podloge veoma značajno zavisili od početne pH. Takođe je i interakcija genotip × podloga pokazala statistički značajan uticaj na pomenuta svojstva. Na podlogama sa niskom početnom pH je zabeležena pozitivna, dok je na podlozi pH 7,0 zabeležena negativna promena pH tokom kultivacije. Rezultati istraživanja ukazuju da promene pH podloge tokom kultivacije vode ka vrednosti pH 5,5 za koju prepostavljamo da bi bila optimalna za njihov uzgoj u uslovima *in vitro* (oko pH 5,5). Diskutovana je mogućnost primene dobijenih rezulata u unapređenju uzgoja bele topole *in vitro* i ocene genotipova u projektima melioracije i fitoremedijacije.

Ključne reči: pH podloge, *Populus alba*, mikropropagacija

CHANGES IN MEDIUM pH DURING WHITE POPLAR MICROPROPAGATION

Abstract: In this study, changes in the pH of the nutrient medium were investigated after 35 days of cultivation of four white poplar genotypes (*Populus alba* L.). Four initial pH values of the substrate were tested: 3.0, 4.0, 5.5 and 7.0 buffered sodium citrate buffer, as well as a

¹ Vanja Vuksanović, student doktorskih studija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Republika Srbija; Dr Branislav Kovačević, viši naučni saradnik, prof. dr Saša Orlović, naučni savetnik, dr Marko Keber, naučni saradnik, dr Marina Katanić, naučni saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad, Republika Srbija; ² dr Dragana Miladinović, naučni savetnik, Naučni institut za ratarstvo i povrastvo, Maksima Gorkog 42, Republika Srbija

¹ Vanja Vuksanović, MSc, University of Novi Sad, Faculty of agriculture, Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia; ² Dr Branislav Kovačević, senior research associate, prof. dr Saša Orlović, principal research fellow, dr Marko Keber, research associate, dr Marina Katanić, research associate, University of Novi Sad, Institute of lowland forestry and environment, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia; ³ Dragana Miladinović, principal research fellow, Research institute of field and vegetable crops, Maksima Gorkog 42, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia

standard medium for micropagation with pH 5.5 without the addition of citric acid (control). The medium was sterilized in a microwave oven. The results of the variance analysis indicate that the final pH of the medium after cultivation, as well as the difference between the final and the initial pH of the medium, was significantly influenced by initial pH, as well as the interaction of the genotype × medium, differences between genotypes in their reaction to the washed pH medium. On media with low initial pH was recorded positive, while the medium pH 7.0 was recorded negative change pH after cultivation. The results of the study indicate that changes in the pH of the medium during cultivation lead to a pH that is assumed to be optimal for their cultivation under in vitro conditions (cca. pH 5.5). The possibility of applying the obtained results in the improvement of the white poplar cultivation in vitro and the assessment of genotypes in melioration and phytoremediation projects is discussed.

Keywords: Medium pH, *Populus alba*, micropagation

UVOD

Bela topola (*Populus alba* L.) je drvenasta vrsta koja se, uprkos svojoj visokoj prilagodivosti, smatra ugroženom vrstom i pokazateljem biodiverziteta (Kovačević et al., 2010a). Pored korišćenja u proizvodnji drveta (Ređe et al., 2013), ova vrsta ima široku implementaciju u hortikulturi i pejzažnoj arhitekturi, posebno genotipovi sa piramidalnom krošnjom (Eggens et al., 1972; Kovačević et al., 2010b). U biotehnološkim istraživanjima, bela topola ima značajno mesto i smatra se model drvenastom vrstom (Confalonieri et al., 2000).

Vrednost pH supstrata je od velikog značaja za biljni svet, pošto neposredno i/ili posredno utiče na promet materije i energije biljaka, a time na njihovo rastanje i razviće i konačno na organsku produkciju tj. prinos (Kastori et al., 1996). Reakcija sredine utiče na sve fiziološke i biohemiske procese koji se odigravaju u ćelijama (Kurkdjian et al., 1982). Velika rasprostranjenost kiselih zemljišta u svetu (Von Uexküll i Mutert, 1995) čini poznavanje tolerancije biljaka prema reakciji zemljišta izuzetno značajnim.

pH vrednost medijuma utiče na: rastvorljivost soli, pristupačnost aktivnih materija, adsorpciju hranljivih materija, hemijske reakcije i geliranje agara, što dovodi do činjenice da je opseg optimalnih pH vrednosti za podlogu ograničen. Međutim, većina hranljivih podloga za kulturu tkiva je slabo puferisana (Martin, 1980; Skirvin et al., 1986) i kao takva podložna je stalnim promenama u pH. Na promene pH utiče sastav hranljive podloge, metoda sterilizacije i vrsta biljnog materijala koji se uzbaja. Temperatura sterilizacije može značajno uticati na promenu početne pH vrednosti hranljive podloge utiče na denaturaciju proteina, hidrolizu ugljenih hidrata (Schenk et al., 1991) i rastvorljivost soli (Behagel 1971).

Vrednost pH se menja i u kulturi tokom gajenja, te pojedini autori predlažu povećanje puferne sposobnosti hranljivih podloga (Skirvin, 1986, Vuksanović et al., 2016). Puferi (puferske smeše ili regulatori pH) predstavljaju takve sisteme koji su sposobni da se odupiru promeni pH u rastvorima. Puferi imaju važnu ulogu u održavanju određenog nivoa kiselosti u biološkim sistemima. Delovanje puferskih smeša može se predstaviti kao poseban slučaj delovanja zajedničkog jona u rastvorima slabih elektrolita.

Kultura *in vitro* omogućava da se u kontrolisanim uslovima vrši ispitivanje efekta raznih aktivnih materija, i drugih abiotičkih faktora na rast i razvoj biljaka (Bonga, 1982). Mnogi istraživači su ispitivali uticaj pH vrednosti podloge na rast i razvoj biljaka u kulturi *in vitro* (De Klerk et al., 2008; Ostrolucká et al., 2010; Anderson i Ievinsh, 2008; Kovačević et al., 2013; Bhatia i Ashwath, 2005; Liefert et al., 1995; Martins et al., 2011; Ruzić, 2004), ali samo mali broj istraživača se do danas bavio ispitivanjem promena pH vrednosti podloge tokom kultivacije.

Cilj ovog istraživanja je bio da se ispita vrednost pH hranljive podloge pre i nakon gajenja četiri genotipa bele topole u uslovima *in vitro* prema reakciji podloge. Primena hranljivih podloga sa niskim vrednostima pH u kulturi belih topola bi mogla da bude od značaja sa aspekta ispitivanja tolerantnosti genotipova prema kiselosti substrata i kao i drugih abiotičkih faktora u kombinaciji sa kiselom podlogom. Ovakva istraživanja bi bila osnov za postavku testova *in vitro*, koji bi prethodili poljskim testovima tolerantnosti i adaptabilnosti genotipova bele topole na kiselim zemljištima.

MATERIJAL I METODE

Biljni materijal

Za ogled je odabранo četiri genotipa bele topole (*Populus alba L.*) koje karakteriše dobar rast u kulturi tkiva i genetička divergentnost (Guzina i Tomović 1989; Confalonieri et al., 2000; Kovačević et al., 2010a) (Tabela 1).

Tabela 1. Ispitivani genotipovi bele topole

Table 1. Examined white poplar genotypes

Ime Name	Poreklo a) Origin a)	Opis Description
"Villafranca" "Villafranca"	Italija Italy	Model genotip, pravo stablo uzane krošnje <i>Model genotype, straight, narrow tree shape</i>
L-12 L-12	Srbija Serbia	Eksperimentalni klon, vigorozno pravo stablo <i>Experimental clone, vigorous straight tree shape</i>
L-80 L-80	Srbija Serbia	Eksperimentalni klon, vigorozno pravo stablo <i>Experimental clone, vigorous straight tree shape</i>
LBM LBM	Srbija Serbia	Genotip hortikulturnog značaja, pravo piramidalno stablo <i>Horticultural genotype, straight pyramidal tree shape</i>

a) Svi ispitivani genotipovi su selektovani u Institutu za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Srbija, osim klona "Villafranca" koji je selektovan u Poplar Research Institute in Casale Monferrato, Italija

All examined genotypes were selected in Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Serbia, except the clone "Villafranca", that was selected in Poplar Research Institute in Casale Monferrato, Italy.

Priprema podloge

U istraživanju je korišćenja podloga za umnožavanje bele topole zasnovana na Aspen Culture Medium (Ahuja, 1984) sa dodatkom 9 gL⁻¹ agar-a i 20 gL⁻¹ saharoze, 1µM kinetina, 1µM BAP i 100 mg mioinozitola. Ispitivane su četiri početne pH vrednosti podloge: 3,0, 4,0 5,5 i 7,0, gde je natrijum citratni pufer korišćen za podešavanje pH, kao i standardna podloga za umnožavanje bez natrijum citratnog pufera sa pH 5,5 (kontrola). Sterilizacija podloge vršena je u mikrotalasnoj pećnici. Podloga je bila tretirana do početka ključanja, a zatim razlivena u staklene sterilne posude. Razливanje podloge obavljeno je u laminarnoj komori. Na ovaj način potencijal zgrušavanja agara je ispoljen i u podlogama sa pH 3 i pH 4 (Kovačević et al., 2013). U svim puferisanim podlogama limunska kiselina u monohidratnoj formi dodata je u količini od 1,2 g/L i podešavane su vrednosti pH korišćenjem 1M NaOH. Natrijum citratni pufeni sistem je korišćen kako bi se očuvala stabilnost pH vrednosti podloge u skladu sa preporukom Skirvin et al., (1986).

Uticaj pH vrednosti podloge na rast i razvoj biljaka

Da bi se ispitale promene pH vrednosti podloge, vrhovi izbojaka četiri navedena genotipa bele topole visine od 1 do 1,5 cm su postavljeni na ispitivane podloge. Biljni materijal je gajen u teglicama zapremine 190 ml sa 25ml čvrste podloge. Kulture su uzgajane na temperaturi 26 ± 2 °C i bile izlagane beloj svetlosti fluorescentnih cevi od 3500 lx u trajanju od 16 časova dnevno. Za ispitivanje promena pH vrednosti podloge nakon 35 dana kultivacije izmeren je pH podloge za svaku teglicu odvojeno. Podloga je najpre ručno homogenizovana plastičnom viljuškom, zatim je dodato 25 ml dejonizovane vode. Nakon dodatnog mešanja na magnetnoj mešalici meren je konačni pH podloge uranjanjem pH elektrode u dobijenu emulziju.

Statistička analiza

Ogled je koncipiran po principu potpuno slučajnog rasporeda. U okviru svakog genotipa bilo je pet ponavljanja za svaku testiranu početu pH vrednost podloge, pri čemu je jedno ponavljanje činila jedna teglica sa pet postavljenih eksplantata. Dobijeni rezultati su obrađeni metodom dvofaktorijalne analize varijanse, a razlike između pojedinih medijuma, genotipova i njihove interakcije su utvrđene i prikazane NZR – testom (test najmanje značajne razlike). Za obradu podataka korišćen je programski paket STATISTICA 10 (StatSoft Inc., 2012).

REZULTATI I DISKUSIJA

Značajan problem prilikom pravljenja podloga sa niskom pH vrednošću predstavlja konzistencija podloge, koja može biti narušena autoklaviranjem (De Klerk et al., 2008). Ovaj problem je rešen sterilizacijom podloge u mikrotalasnoj

pećnici (Kovačević et al., 2013). Eventualno povećanje koncentracije agara radi obezbeđivanja čvrstine podloge bi moglo da dovede do smanjenja mogućnosti usvajanja raspoloživih hranljivih materija i organskih supstanci za tkivo (Van Winkle et al., 2003).

Puferna sposobnost standardne podloge je relativno slaba, pa se pH vrednost podloge menja kako tokom autoklaviranja, tako i nakon postavke eksplantata u kulturi *in vitro* (Skirvin et al., 1986; De Klerk et al., 2008; Kovačević et al., 2013). Takođe, utvrđeno je da stabilnost pH podloge zavisi i od hemijskog sastava podloge, načina skladištenja i načina sterilizacije (Anderson i Ievinsh, 2008; Owen et al., 1991; Sarma et al., 1990). U tom smislu, Skirvin et al., (1986) preporučuju korišćenje citratnog pufera, te je u našem istraživanju, u cilju stabilizacije željenog pH korišćen natrijum citratni pufer.

Ipak, do promena pH podloge tokom kultivacije je došlo. Rezultati analize varijanse nakon 35 dana *in vitro* kultivacije su pokazali da su konačni pH podloge nakon kultivacije, kao i razlika između krajnje i početne vrednosti pH podloge veoma značajno zavisili od početne pH, a značajno od interakcije genotip \times podloga tj. od razlika među genotipovima u njihovoј reakciji na ispitivane počene pH podloge (Tabela 2). Rezultati pokazuju i da uticaj razlika između ispitivanih genotipova u totalu nije bio statistički značajan.

Tabela 2. Rezultati dvofaktorijske analize varijanse za ispitivane pH vrednosti podloge^{a)}

Table 2. The results of two - way analysis of variance for test medium of pH^{a)}

<i>Izvor variranja</i> <i>Source of variation</i>	<i>Konačna pH</i> <i>pH final</i>		<i>Promena pH</i> <i>Change pH</i>	
	<i>Sredina kvadrata</i> <i>Mean square</i>	<i>F-test</i> <i>F-test</i>	<i>Sredina kvadrata</i> <i>Mean square</i>	<i>F-test</i> <i>F-test</i>
<i>Genotip (A)</i> <i>Genotype (A)</i>	0,01	0,61	0,01	0,69
<i>Podloga (B)</i> <i>Medium (B)</i>	10,92	454,37 **	16,48	773,68 **
<i>Interakcija A \times B</i> <i>Interaction A \times B</i>	0,13	5,36 **	0,11	5,33 **
<i>Pogreška</i> <i>Error</i>	0,02		0,02	

^{a)} Stepeni slobode za genotip: $DF_A = 3$, stepeni slobode zapodlogu $DF_B = 4$, stepeni slobode za interakciju $A \times B$: $DF_{A \times B} = 12$, stepeni slobode za pogrešku $DF_{ERR} = 80$

^{a)} Degrees of freedom for genotype: $DF_A = 3$, degrees of freedom for medium $DF_B = 4$, degrees of freedom for interaction genotype \times medium: $DF_{A \times B} = 12$, degrees of freedom for error $DF_{ERR} = 80$

Prema rezultatima testa najmanjih značajnih razlika (NZR – test) postoji značajna razlika među ispitivanim podlogama u krajnjoj pH podloge, kao i u razlici između početne i krajnje pH nakon 35 dana kultivacije. Podloge sa pH 5,5 (pH 5,5 sa natrijum citratnim puferom i kontrola) su ostvarile male promene pH podloge i krajnja pH podloge je iznosila takođe oko 5,5. Međutim, podloge sa niskim početnim pH su, uprkos korišćenju natrijum citratnog pufera, ostvarile značajnu pozitivnu promenu pH tokom kultivacije, pri čemu je podloga sa početnom pH 4,0

dostigla krajnju pH vrednost vrlo blizu pH 5,5, uz promenu pH od +1,49. Kod podloge sa početnom pH 3,0 je ostvarena takođe značajna promena pH ($\Delta\text{pH}=+1,28$), ali je ostvarena krajnja pH vrednost od svega 4,29. Sa druge strane, na podlozi sa početnom pH 7,0 je postignuta značajna promena pH, ali negativne vrednosti ($\Delta\text{pH}=-0,67$), dok je ostvarena krajnja vrednost pH od 6,34 (Grafikon 1, 2).

Tabela 2. Rezultati NZR – testa za konačnu pH vrednost i promenu pH vrednosti prema ispitivanim genotipovima bele topole i podlogama ^{a)}

Table 2. The results of LSD – test for final pH and change of pH by examined white poplar genotypes and media ^{a)}

Genotip Genotype	Podloga Medium	Konačna pH pH _{final}	Promena pH Change pH
"Villafranca"			
L - 12	Kontrola <i>Control</i>	5,53 ^{de}	-0,07 ^{gh}
L - 80		5,66 ^{bcd}	-0,02 ^g
LBM		5,36 ^{ef}	-0,24 ^h
		5,82 ^b	0,18 ^{ef}
"Villafranca"			
L - 12	pH 3	4,16 ⁱ	1,16 ^d
L - 80		4,37 ^{gh}	1,37 ^{bc}
LBM		4,46 ^g	1,43 ^{ab}
		4,19 ^{hi}	1,15 ^d
"Villafranca"			
L - 12	pH 4	5,56 ^{cd}	1,56 ^a
L - 80		5,56 ^{cd}	1,56 ^a
LBM		5,57 ^{cd}	1,6 ^a
		5,18 ^f	1,23 ^{cd}
"Villafranca"			
L - 12	pH 5,5	5,72 ^{bed}	0,22 ^{ef}
L - 80		5,64 ^{bed}	0,22 ^{ef}
LBM		5,56 ^{cd}	0,06 ^{fg}
		5,75 ^{bc}	0,29 ^e
"Villafranca"			
L - 12	pH 7	6,28 ^a	-0,72 ⁱ
L - 80		6,3 ^a	-0,7 ⁱ
LBM		6,34 ^a	-0,66 ⁱ
		6,42 ^a	-0,58 ^h

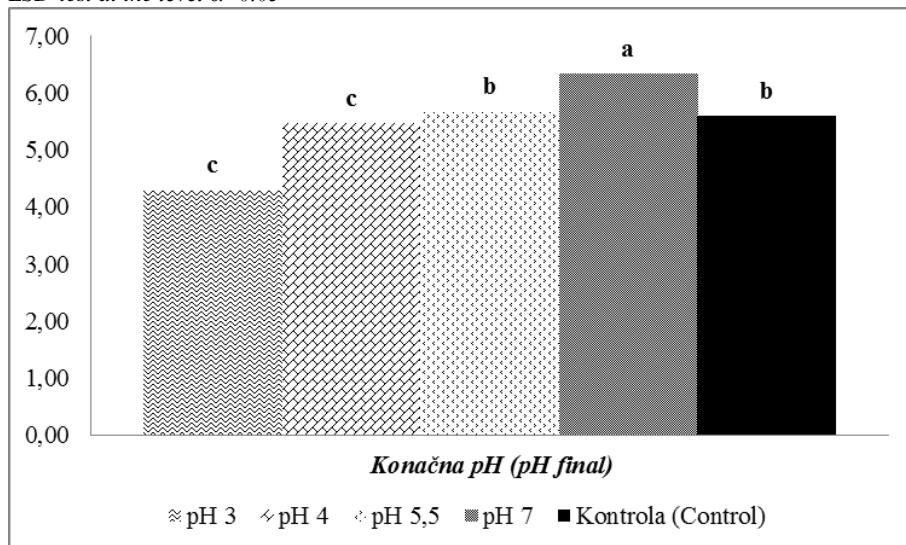
^{a)} Razlika između vrednosti obeleženih istim slovom nije statistički značajna za nivo značajnosti $\alpha=0,05$

^{a)} *The differences among values of particular characteristic marked with the same letter are not significant at the level $\alpha=0,05$*

Ovaj efekat je jasan kako na nivou tretmana tako, i kod ispitivanih genotipova pojedinačno (Tabela 3). Rezultati NZR testa pokazuju da kod većine ispitivanih genotipova nije bilo statistički značajne razlike u promeni vrednosti pH između kontrolne podloge (bez limunske kiseline i pH 5,5) i podloge pH 5,5 (sa dodatkom limunske kiseline i pH 5,5). Navedeni podaci ukazuju da promene pH vode ka vrednosti pH 5,5. U prilog ovome govori i činjenica da je pH vrednost podloge ACM (Ahuja, 1984), koja je posebno i razvijena za bele topole, pH 5,5-5,6, a slične krajnje vrednosti pH kod genotipova bele topole su dobili i Kovačević et al., (2013).

Grafikon 1. Prosečna konačna pH vrednost hranljive podloge posle 35 dana kultivacije kod ispitivanih genotipova bele topole. Slova iznad stubića označavaju pripadnost homogenim grupama ispitivanih genotipova bele topole, na osnovu NZR testa, na nivou $\alpha=0.05$

Graph 1. Average final pH of the media after 35 days of cultivation of examined white poplar genotypes. Letters over the bars represent belonging to homologous groups according to LSD-test at the level $\alpha=0.05$



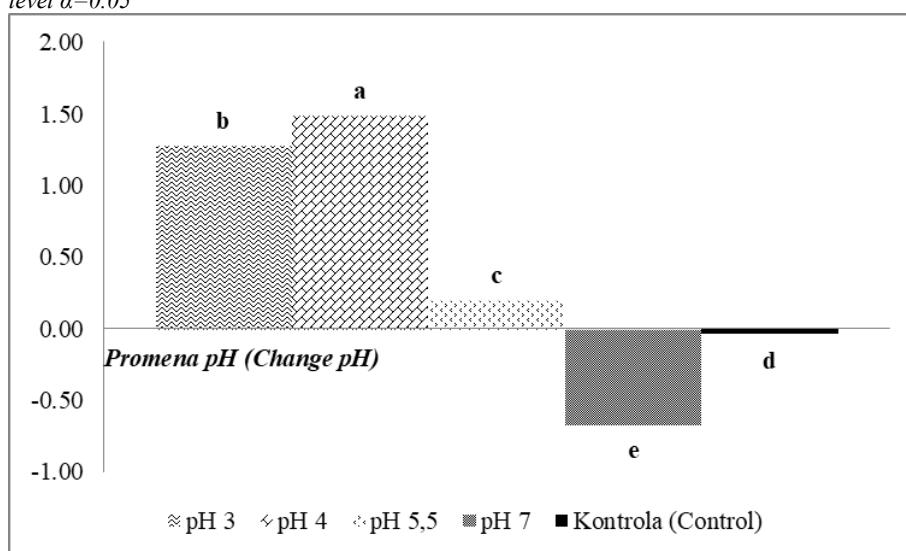
Limunska kiselina i neke druge organske kiseline uticale su na poboljšanje rasta kalusa (Murachige i Tucker, 1969; Erner i Reuveni, 1981). Za razmnožavanje raznih kaktusa iz pazušnih pupoljaka, Vyskot i Jara, (1984) dodavali su natrijum citrat u MS podlogu. Na osnovu dobijenih rezultata njihovih istraživanja u kulturi tkiva domaće crne topole, Vuksanović, (2013) i Vuksanović et al., (2017) zaključuju da efekat snižavanja vrednosti pH uz pojačavanje puferne moći takve podloge dodavanjem limunske kiseline može da bude stimulativan za rast i razvoj biljaka u kulturi *in vitro*.

Unutar biljnog tkiva postoji biohemski mehanizam regulacije pH, koji se zasniva se na ravnoteži između sinteze i razgradnje jabučne kiseline, i biofizički koji se sastoji od aktivacije fluksa H^+ jona kroz plazmalemu. U slučaju smanjenja pH vrednosti povećava se aktivnost enzima protonske ATP-aze koja izlučuje protone izvan citoplazme, čime se u njoj uspostavlja neutralna pH vrednost (Kurkidjian i Guern, 1989). Kisela spoljašnja sredina povećava permeabilnost plazmaleme za H^+ jone (Yan et al., 1998) i može da smanji vrednost pH unutar ćelije (Plieth et al., 1999; Moseyko i Feldman, 2001). Ipak, variranja pH u podlozi u kulturi tkiva se najčešće tumače razlikama u odnosu amonijačnih i nitratnih jona u podlozi i razlikama u njihovom usvajaju (Dougal, 1980; Woodward et al., 2006). Usvajanjem jona nitrata pH vrednost teži alkalnoj dok se usvajanje NH_4^+ jona rezultira pomeranjem pH ka kiseloj (Street, 1969; Behrend i Mateles, 1975;

Hyndman et al., 1982). Podloge koje sadrže NO_3^- i NH_4^+ sa početnim pH od 5 - 6, prioritentno uzimanje NH_4^+ jona uzrokuje pad pH tokom ranog rasta kulture. Ovo rezultira povećanom upotrebom NO_3^- (Martin i Rose, 1976) i postepenim rastom pH. Konačni pH zavisi od odnosa NO_3^- i NH_4^+ (Gamborg et al., 1968).

Grafikon 2. Promena pH vrednost hranljive podloge posle 35 dana kultivacije za različite početne pH vrednosti hranljive podloge. Slova iznad stabića označavaju pripadnost homogenim grupama ispitivanih genotipova bele topole, na osnovu NZR testa, na nivou $\alpha=0,05$

Graph 2. Change pH of media after 35 days of cultivation for different initial medium pH. Letters over the bars represent belonging to homologous groups according to LSD-test at the level $\alpha=0.05$



Promene pH podloge variraju među biljnim vrstama, ali je kao i u našem istraživanju primetna promena pH podloge prema jednoj određenoj vrednosti koja je karakteristična za vrstu odnosno genotip. Butenko et al., (1984) navode da je suspenzija ćelija kulture *Dioscorea deltoides* u medijumu po Kaul i Staba (1968), podešena početna pH vrednost iznosila je 3,5, 4,3, 5,8 i 6,3, nakon 10h inokulacije pH vrednost je iznosila od 4,6 do 4,7. U narednih dva dana vrednost pH je nastavila tendenciju opadanja i iznosila od 4,0 do 4,2, ali tokom narednih petnaest dana vrednost pH se postepeno povećala i iznosila je od 4,7 do 5,0, devetnaestog dana pH vrednost je povećana na 6,0 do 6,3. Pelet et al., (1960) u svom istraživanju dolaze do saznanja da prilikom gajenja kalusa *Populus deltoides* i *Ulmus americana* na početnim pH vrednostima u rasponu od 3,0 do 8,0 dolazi do promene početne pH vrednosti podloge. Nakon četiri nedelje kultivacije podloge na kojima su gajene *Populus deltoides* i *Ulmus americana* su imale približnu vrednost pH oko 6,0. Skirvin et al., (1986) su utvrdili da je vrednost pH standardne MS podloge koja je na početku iznosila 3,33, 5,11, 6,63, i 7,98 nakon 48 sati gajenja kalusa *Cucumis* kretala u opsegu od 4,6 do 5,0. Kovačević et al., (2013) su ispitivanjem efekata

niske pH vrednosti hranljive podloge za ožiljavanje, bez hormona i citratnog pufera (pH 3, pH 4 i pH 5,5) dobili vrlo slične krajnje pH vrednosti na svim ispitivanim podlogama na kraju kultivacije od 35 dana unutar ispitivanih genotipova. Oni su takođe našli značajne razlike u krajnjoj pH između ispitivanih genotipova bele topole, ali su te vrednosti varirale u relativno uskom dijapazonu od pH 5,2 do pH 6,0. Oni smatraju da su ispitivane biljke bele topole pokazale sposobnost prilagođavanja pH podloge sopstvenim potrebama. Rezultati u našem radu podržavaju njihov stav, s obzirom da je u našem istraživanju uočena promena pH podloge prema vrednosti od oko pH 5,5 kako na podlogama (pH 3,0 i pH 4,0) niske tako i na podlozi relativno visoke pH (pH 7,0) iako je korišćen snažan natrijum citratni pufern sistem.

Prezentovani rezultati u ovom radu, zajedno sa rezultatima drugih navedenih istraživanja, ukazuju na mogućnost praćenja i upoređivanja sposobnosti genotipova bele topole da menjaju pH podloge u prisustvu pufera. Sa druge strane, poznato je da su biljke sposobne da putem korenских izlučevina utiču na pH okolnog zemljišta. Bilo direktno ili preko uticaja na razvoj mikroorganizama, biljke na ovaj način utiču na pristupačnost određenih mineralnih materija, koja može da bude ugrožena nepovoljnijim pH (Dakora i Phillips, 2002; Marx et al., 2002; Rukshana et al., 2014). Dakle, zajedno sa rezultatima koji pokazuju značaj korišćenja kulture *in vitro* u oceni tolerantnosti genotipova belih topola prema niskom pH podloge (Vuksanović et al., 2016), rezultati u našem radu ukazuju i na mogućnost korišćenja prezentovane *in vitro* metodologije i u oceni sposobnosti genotipova bele topole za promenu pH zemljišta, a time i mogućnost njihovog korišćenja u projektima melioracije i fitoremedijacije. Ipak, za konačnu primenu ocene genotipova da vrše promenu pH u substratu u kulturi *in vitro* su neophodna dalja istraživanja, koja bi dala informacije o jačini i prirodi veze između odnosa među genotipovima dobijenih na osnovu testa u kulturi tkiva i odnosa među genotipovima bele topole koji bi se ostvarili u poljskim uslovima.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata: „Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (III43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integrисаних и interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2017. godine, projekta „Zaštita šuma u JP „Vojvodinašume“, koji finansira JP „Vojvodinašume“, Petrovaradin za 2017. godinu i na osnovu stipendije Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije za studenta doktorskih studija Vanju Vuksanović po Ugovoru br. 1667.

LITERATURA

- Ahuja, M.R. (1984): A commercially feasible micropropagation method for aspen. *Silvae Genet.* 32: 174-176.

- Anderson, W. C. (1975): Propagation of rhododendrons by tissue culture. I. Development of a culture medium for multiplication of shoots. Comb. Proc. Int. Plant Prop. Soc. 25, 129-135.
- Andersone U., Ievinsh G. (2008): Medium pH affects regeneration capacity and oxidative enzyme activity of *Pinus sylvestris* in tissue culture. Acta Univ. Latv. Biol. 745, (25-35)
- Behagel, H. A. (1971) In: Van, Bragt J., Mossel, D. A. A., Pierik, R. L. M., Veldstra, H. (eds) Effects of sterilization on components in nutrient media. Miscellaneous papers 9 Landbouwhogeschool Wageningen The Netherlands.: 117-120.
- Behrend, J., Mateles, R. I. (1975): Nitrogen metabolism in plant cell suspension cultures. I. Effect of amino acids on growth. Plant Physiol. 56: 584-589.
- Bonga, J. M. (1982): Vegetative propagation in relation to juvenility, maturity and rejuvenation. In: Bonga, J. M., Durzan D. J. (eds) Tissue culture in forestry. Martinus Nijhoff, The Hague.: 387-412.
- Butenko, R. G., Lipsky, A. K. H., Chernyak, N. D., Arya, H.C. (1984): Changes in culture medium pH by cell suspension cultures of *Dioscorea deltoidea*. Plant Sci. Lett. 35: 207-212.
- Bhatia, P., Ashwath, N. (2005): Effect of medium pH on shoot regeneration from the cotyledonary explants of tomato, Biotechnol. 4: 7-10.
- Confalonieri, M., Belenghi, B., Balestrazzi, A., Negri, S., Facciotti, G., Schenone, G., Delledonne, M. (2000): Transformation of elite white poplar (*Populus alba* L.) cv. "Villafranca" and evaluation of herbicide resistance. Plant Cell Rep. 19: 978-982.
- Dakora, F.D., Phillips, D.A. (2002): Root exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments. Plant and Soil 245: 35-47.
- De Klerk, G., Hanecakova, J., Jasik J. (2008): Effect of medium-pH and MES on adventitious root formation from stem disks of apple. Plant Cell Tiss. Organ Cult. 95: 285-292.
- Dougall, D. K. (1980): Nutrition and metabolism. In: Staba EJ (ed) Plant tissue culture as a source of biochemicals, Chemical Rubber Company Press, Boca Raton, Florida: 21-58.
- Eggens, C. F., Lougheed, E. C., Hilton, R. J. (1972): Rooting of hardwood cuttings of boleana poplar, Can. J. Plant Sci. 52: 599-604.
- Erner, Y., Reuveni, O. (1981): Promotion of citrus tissue culture by citric acid. Plant Physiol. 67, Suppl., 27.
- Gamborg, O. L., Miller, R. A., Ojima, K. (1968): Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. Exp. Cell Res. 50: 151-158.
- Guzina, V., Tomović, Z. (1989): Mogućnost primene metoda kulture tkiva u oplemenjivanju topola. Topola, 155/156: 47-56.
- Hyndman, S. E., Hasegawa, P. M., Bressan, R. A. (1982): The role of sucrose and nitrogen in adventitious root formation on cultured rose shoots. Plant Cell Tissue Organ Cult. 1: 229-238.
- Kastori, R., Milošević, N., (2011): Ekološki i fiziološki aspekti kisele sredine - zemljiste, biljke i mikroorganizmi. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

- i Vojvođanska akademija nauka i umetnosti, Novi Sad: 199 str. ISBN 978-86-80417-31-8
- Kaul, B., Staba, E. J. (1968): Dioscorea tissue cultures. 1. Biosynthesis and isolation of diesgenin from *Dioscorea deltoidea* callus and suspension cells. *Lloydia*. 31: 171-179.
- Kovačević B., Miladinović D., Katanić M., Tomović Z., Pekeć S. (2013): The effect of low initial medium pH on in vitro white poplar growth, *Bulletin of the Faculty of Forestry*, 108: 67-80.
- Kovacevic, B., Orlovic, S., Roncevic, S., Miladinovic, D. (2010a): The effect of silver ion, 1-naphthalene acetic acid and 6-benzylaminopurine on micropropagation of „Fastglate“ tree shape variety *Populus alba* cl. LBM, *Acta Hort.* 885: 197-202.
- Kovačević B., Tomović Z., Štajner D., Katanić M., Drekić M., Stojnić S. (2010b): Restoracija autohtonih vrsta topola (*Populus sp.*) u aluvijalnim područjima – formiranje genofonda, *Topola/Poplar* 185/186: 61-68.
- Kurkdjian, A., Mathieu, Y., Guern, J. (1982): Evidence for an action of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on the vacuolar pH of *Acer pseudoplatanus* cells in suspension culture. *Plant Sci. Lett.* 27: 77-86.
- Leifert, C., Murphy, K. P., Lumsden, P. J. (1995): Mineral and carbohydrate nutrition of plant cell and tissue cultures, *Crit. Rev. Plant Sci.* 14:83-109.
- Marx, M., Marschner, B., Nelson, P. (2002): Short-term effects of incubated legume and grass materials on soil acidity and C and N mineralisation in a soil of north-east Australia. *Aust. J. Soil Res.* 40: 1231–1241.
- Martin, S. M. (1980): In: Staba El (ed) *Plant tissue culture as a source of biochemicals*. CRC Press, Boca Raton, p.143-148.
- Martins, N., Goncalves, S., Palma, T., Romano, A. (2011): The influence of low pH on in vitro growth and biochemical parameters of *Plantago almogravensis* and *P. algarbiensi*, *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 107: 113-121.
- Moseyko, N., Feldman, Lj. (2001): Expression of pH – sensitive green fluorescent in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Environ.* 24: 557–563.
- Ostrolucká, M. G., Gajdošová, A., Ondrušková, E., Latešková, M., Libiaková, G. (2010): Effect of medium pH on axillary shoot proliferation of selected *Vaccinium vitis-idaea* L. cultivars. *Acta Biol. Cracov. Bot.* 52: 92-96.
- Owen, H. R., Wengerd, D., Miller, A. R. (1991): Culture medium pH influenced by basal medium, carbohydrate source, gelling agent, activated charcoal, and medium storage method. *Plant Cell Rep.* 10: 583-586.
- Pelet, F., Hildebrandt, A. C., Riker, A. J., Skoog, F. (1960): Growth in Vitro of Tissues Isolated from Normal Stems and Insect Galls. *Amer J Bot* 47: 186–195
- Plieth, C., Sattelmacher B., Hansen, U. P., Knigth, M. R. (1999): Low pH – mediated in cytosolic calcium are inhibited by aluminium: A potential mechanisms for aluminium toxicity. *Plant J.* 18: 643 – 650.
- Rédei, K., Keserű, Z., Antal, B. (2013): Tending operation models for Leuce poplar stands growing on sandy soils in Hungary. *Topola* 191/192: 1-8.
- Rukshana, F., Butterly, C.R., Xu, J.M., Baldock, J.A, Tang, C. (2014): Organic anion-to-acid ratio influences pH change of soils differing in initial pH. *J Soils Sediments* 14:407–414.

- Ruzić, Dj., Cerovic, R. (2001): Changes in the pH value of the medium after autoclaving and during culture of sweet cherry rootstocks *in vitro*. Jugosl. Voćar. 35: 27- 37.
- Sarma, K.S., Maesato, K., Hara, T., Sonoda, Y. (1990): Effect of method of agar addition on post-autoclave pH of the tissue culture media. Ann. Bot. 65:37-40.
- Schenk, N., Hsiao, K.C., Bomman, C.H. (1991): Avoidance of precipitation and carbohydrate breakdown in autoclaved plant tissue culture media. Plant Cell Reports 10:115-119.
- Skirvin, R.M., Chu, M.C., Mann, M.L., Young, H., Sullivan, J., Fermanian., T. (1986): Stability of tissue culture medium pH as a function of autoclaving, time and cultured plant material. Plant Cell Rep. 5: 292-294.
- StatSoft Inc. (2012): STATISTICA (data analysis software system), version 12. www.statsoft.com.
- Street, H.E. (1969): Growth in organised and unorganised systems - knowledge gained by culture of organs and tissue explants. In: Steward F. C. (ed.) 1969. Plant Physiology - a Treatise. 5B. Academic Press, New York.: 3-224.
- Van Winkle, S.C., Johnson, S., Pullman, G.S. (2003): The impact of Gelrite and activated carbon on the elemental composition of two conifer embryogenic tissue initiation media. Plant Cell Rep 21:1175–1182.
- Von Uexküll, R. H., Mutert, R. H. (1995): Global extent, development and economic impact of acid soils. Plant and Soil, 171: 1 – 15.
- Woodward, A.J., Bennett, I.J., Pusswonge, S. (2006): The effect of nitrogen source and concentration, medium pH and buffering on *in vitro* shoot growth and rooting in *Eucalyptus marginata*, Sci. Hortc. 110: 208-213.
- Vuksanović, V. (2013): Procena tolerantnosti i mogućnost akumulacije bakra kod genotipova crne topole u uslovima *in vitro*. Master rad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Vuksanović, V., Kovačević, B., Orlović, S., Keber, M., Katanić, M. (2016a): Uticaj pH vrednosti podloge za ožiljavljivanje na rast i razvoj izbojaka belih topola u kulturi *in vitro*. Topola, 197/198: 51-63.
- Vuksanović, V., Kovačević, B., Orlović, S., Miladinović, D., Katanić, M., Keber, M. (2016b): The effect of medium pH on white poplar shoots' growth *in vitro*. Books of proceedings of VII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2016", Jahorina, Bosnia and Herzegovina, October 06-09 2016: 2868-2873.
- Vuksanović, V., Kovačević, B., Katanić, M., Orlović, S., Miladinović, D. (2017): *In vitro* Evaluation of Copper Tolerance and Accumulation in *Populus nigra*. Arch Biol Sci. 69(4): 679-687.
- Yan, F., Feuerle, R., Schaffer, S., Fortmeier, H., Schubert, S. (1998): Adaptation of Active Proton Pumping and plasmalemma ATPase Activity of Corn Roots to Low Root Medium pH. Plant Physiology, 117: 311 – 319.

Summary

CHANGES IN MEDIUM pH DURING WHITE POPLAR MICROPROPAGATION

by

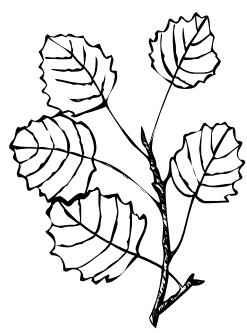
*Vanja Vuksanović, Branislav Kovačević, Saša Orlović, Dragana Miladinović, Marko Kebert,
Marina Katanić*

*Changes in medium pH during the cultivation in vitro are of importance in optimization of micropropagation protocols, as well as in study of plant's reaction on certain medium characteristics. In this research the change of medium pH was examined after 35 days of cultivation in vitro of four white poplar (*Populus alba L.*) genotypes. Media with four different initial pH values were examined: 3.0, 4.0, 5.5 and 7.0 buffered with sodium citric buffer, as well as standard medium for micropropagation, with pH 5.5 and no citric acid added (Control). By medium sterilization in microwave oven the problems with gelification of medium on low pH were overcome.*

Results of analysis of variance after 35 days of cultivation showed that the final medium pH and difference between final and initial medium pH were significantly influence by difference between media, and by interaction genotip × podloga as well, while the influence of genotypes was not statistically significant.

In total, significant differences in final medium pH and differences between final and initial medium pH were recorded in all examined media except for medium with initial pH 5.5. The increment of pH values was found on media with low initial pH (pH 3.0 and pH 4.0), while in the medium with initial pH 7.0 the change was negative. Results suggest that the changes lead to the establishment of one pH for that we assume that it might be optimal for the micropropagation of examined white poplar genotypes (cca. pH 5.5).

Gained results stress the importance of further research on influence and implementation of pH in white poplar tissue culture and use of presented methodology in evaluation of white poplar genotypes for their use in projects of melioration and phytoremediation.



UDK: 551.583:630

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

RAZVOJ MODELA POTENCIJALNE DISTRIBUCIJE VRSTA POMOĆU METODA MAŠINSKOG UČENJA

Lazar Pavlović¹, Dejan B. Stojanović^{1,2}, Milena Kresoja³, Stefan Stjepanović⁴, Saša Orlović^{1,2}, Mirjana Bojović⁵

Izvod: Klimatske promene koje se intenzivno dešavaju u poslednjih nekoliko decenija imaju globalni efekat na vegetaciju i šumski pokrivač, što dovodi do velikih transformacija u prirodnim resursima i strukturi pejzaža. Uticaj klimatskih promena na vrste često se procenjuje korištenjem modela distribucije vrste (SDMs). Ovi modeli koriste podatke o životnoj sredini i prisustvu/odsustvu neke vrste, utvrđuju njihov međusobni odnos, te na drugim lokacijama pokazuju da li su uslovi sredine pogodni ili ne za postojanje te vrste. Pošto se modeli lako implementiraju, oni se danas koriste u velikoj meri za razmatranje različitih pitanja u istraživanju životne sredine, kao i za pružanje smernica za primenjena istraživanja. Cilj ovog rada je razviti i oceniti *Random Forest* (RF) model zasnovan na trenutnim podacima o rasprostranjenju šuma evropske bukve, ekoloških i klimatskih karakteristika na teritoriji Srbije. Dobijeni model će poslužiti kao osnova za izgradnju modela koji će predvideti distribucije vrste u budućnosti. Tačnost modela je ispitana upotrebom adekvatnih statističkih metoda. Analiza *True Skill Statistic* (TSS) ukazuje na veliku tačnost modela (TSS = 0.87, specifičnost = 87.81, senzitivnost = 99.44). Tačnost je potvrđena analizom površine ispod ROC (*Receiver Operating Characteristic*) krive (AUC) (AUC=0.97, specifičnost = 88.01, senzitivnost=99.27). Takođe, rezultati ukazuju na potrebu za uključivanjem više ekološki relevantnih topografskih varijabli

¹ Master Lazar Pavlović, asistent (lazar.pavlovic@polj.uns.ac.rs), dr Dejan B. Stojanović, docent, prof. dr Saša Orlović, redovni profesor, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija; ² dr Dejan B. Stojanović, naučni saradnik, prof. dr Saša Orlović, redovni profesor, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, Novi Sad, Srbija; ³ dr Milena Kresoja, istraživač saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 3, Novi Sad, Srbija; ⁴ master Stefan Stjepanović, viši asistent, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet Istočno Sarajevo, Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina; ⁵ Dr Bojović Mirjana, saradnik u nastavi, Univerzitet Edukons, Fakultet zaštite životne sredine, Vojvode Putnika 87, 21208 Sremska Kamenica

¹ Lazar Pavlović, MSc, assistant (lazar.pavlovic@polj.uns.ac.rs), dr Dejan B. Stojanović, docent, prof. dr Saša Orlović, full professor, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Serbia; ² dr Dejan B. Stojanović, research associate, prof. dr Saša Orlović, principal research fellow, University of Novi Sad, Institute for Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova 13, Novi Sad, Serbia; ³ dr Milena Kresoja, research assistant, University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Dositeja Obradovića 3, Novi Sad, Serbia; ⁴ Stefan Stjepanović, MSc, senior assistant, University of Eastern Sarajevo, Faculty of Agriculture, Vuka Karadžića 30, Eastern Sarajevo, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina; ⁵ Dr Bojović Mirjana, coworker in education, University Edukons, Faculty of environment protection, Vojvode Putnika 87, 21208 Sremska Kamenica

prilikom projektovanja modela distribucije vrsta u odnosu na klimatske promene, naročito za vrste koje su u korelaciji sa topografijom, odnosno visinskom raspodelom.

Ključne reči: Modeli distribucije vrsta; Evropska bukva; Mašinsko učenje; BIOMOD2

**DEVELOPMENT OF A SPECIES DISTRIBUTION MODEL USING MECHINE
LEARNING METHODS**

Abstract: Climate change that has been intensively occurring in the last few decades has a global effect on vegetation and forest cover, leading to major transformations in natural resources and the landscape structure. The impact of climate changes on species is often estimated using a species distribution models (SDMs). These models use environmental data and presence/absence of a species, determine their mutual relationship, in order to show on other locations whether environmental conditions are suitable or not for the existence of this species. Since models are easy to implement, they are now widely used to consider various issues in environmental research, as well as providing guidance for applied research. The aim of this paper is to develop and evaluate the Random Forest (RF) model based on current data on existence of European beech, ecological and climatic characteristics in the territory of Serbia. The model obtained will serve as the basis for building a model that will foresee the distribution of species in the future. The accuracy of the model was tested using adequate statistical methods. The True Skill Statistic (TSS) analysis indicates a high accuracy of the model (TSS = 0.87, specificity = 87.81, sensitivity = 99.44). The accuracy was confirmed by the analysis of the area under the ROC (Receiver Operating Characteristic) curve (AUC) (AUC = 0.97, specificity = 88.01, sensitivity = 99.27). Also, the results pointed to the need to include more environmentally relevant topographic variables when designing a SDM in relation to climate change, especially for species that are correlated with topography.

Keywords: Species distribution models - SDMs; European Beech; Machine learning; BIOMOD2

UVOD

Klimatske promene koje se intenzivno dešavaju u poslednjih nekoliko decenija imaju globalni efekat na vegetaciju i šumski pokrivač, što dovodi do velikih transformacija u prirodnim resursima i strukturi pejzaža. Sve to predstavlja veliki izazov za biodiverzitet i životnu sredinu (Thomas et al., 2004; Botkin et al., 2007; Nogués-Bravo et al., 2007, Serra-Díaz, 2012). Brojna istraživanja o uticaju globalnog zagrevanja na biljke, rađena su veoma opširno u mnogim oblastima proučavanja biljaka, od fiziologije, pa sve do geografske rasprostranjenosti vrsta (Walther et al., 2002; Thuiller et al., 2005; Seynave et al., 2008). U pojedinim istraživanjima spominje se da će se temperature vazduha značajno povećati u narednim decenijama, te da će to dovesti do promene areala vrsta, čak i nestajanja pojedinih biljnih vrsta (Bellard et al., 2012; Dyderski et al., 2017).

Evropska bukva (*Fagus sylvatica* L.) je dominantna listopadna vrsta u šumskim zajednicama Evrope. Zahteva umerenu vlažnost i kiselost zemljišta, što je

čini najzastupljenijom vrstom drveća u evropskom regionu (Bohn et al., 2004). U Srbiji bukva je najzastupljenija i najrasprostranjenija vrsta drveća u šumskim ekosistemima (Stojanović et al., 2005). Ona pokriva širok opseg nadmorskih visina, od 100-300 m zone hrasta do 1600 m subalpskog regiona visokih planina (Stojanović et al., 2012).

Uticaj klimatskih promena na vrste često se procenjuje korišćenjem modela distribucije vrste (*Species distribution model SDM*) (Elith i Leathwick, 2009). Modeli distribucije vrsta odnose se na ceo set statističkih pristupa (često metoda mašinskog učenja) koji ekstrapoliraju podatke o staništu koji su povezani s prisutnošću i / ili odsustvom neke vrste i projektuju njihov međusobni odnos na različita mesta i / ili vremenske periode. Drugim rečima ovi modeli koriste podatke o životnoj sredini i prisustvu/odsustvu neke vrste, utvrđuju njihov međusobni odnos, te na drugim lokacijama pokazuju da li su uslovi sredine pogodni ili ne za postojanje te vrste/vrsta. Budući da ih je lako implementirati, ovi modeli su danas široko koristišćeni za rešavanje različitih pitanja u ekološkom istraživanju, a takođe pružaju smernice za primenjena istraživanja (Franklin, 2009; Serra-Diaz, 2012).

Cilj ovog rada je da se na osnovu sadašnjih podataka o postojanju drveća na datom području (konkretno bukve), stanišnih i klimatskih karakteristika na prostoru Srbije razvije model, koji će u daljem radu poslužiti kao osnova za predviđanje potencijalne distribucije, kao i da se ispita njegova tačnost upotrebom statističkih metoda.

MATERIJAL I METOD

Za ovo istraživanje korišćeni su podaci iz nacionalne inventure šuma Srbije koji u sebi sadrže podatke o šumskom pokrivaču kao što su vrste drveća, koordinate probnih površina itd. (Banković et al., 2009). Podaci su raspoređeni u kvadratnom sistemu veličine 4x4 kilometra na teritoriji Republike Srbije. Od 19371 probnih površina, šume su utvrđene na 5852 tačke, a od toga bukva konstatovana na 1651 tački (Stojanović et al., 2012). Ovi podaci su iskorišćeni kao podloga za kreiranje modela.

Za klimatske karakteristike korišćeni su podaci iz baze podataka *worldclim.org*. Bioklimatske varijable, koje su korišćene, proizlaze iz mesečne temperature i vrednosti padavina. Ovi podaci se često koriste u modeliranju distribucije vrsta i srodnim tehnikama ekološkog modeliranja, jer predstavljaju godišnje trendove (npr. srednje godišnje temperature, godišnje padavine) sezonske trendove (npr. godišnji opseg temperature i padavina), ekstremne ili ograničavajuće stanišne faktore (npr. temperatura najhladnjeg i najtoplijeg meseca; padavine; vlažne i suve kvartale). Svi ovi podaci smešteni su u obliku prostornih podataka (GeoTiff raster fajl) sa rezolucijom od 30 sec (~1km²) do 10min (~340km²).

Orografske podatke koji su korišćeni prikupljeni su iz baze *soilgrids.org*. U izgradnji modela korišćeni su podaci o pH vrednosti zemljišta, za dubine 0, 5, 15, 30, 60 cm, 1 i 2 m. Osim toga upotrebljeni su i lejeri o nadmorskoj visini i dubini zemljišta.

Prikupljeni podaci obrađeni su u paketu *biomod2* (Thuiller et al., 2016) u programskom jeziku R. Ovaj paket nudi mogućnost pokretanja 10 najsavremenijih tehnika modeliranja, metoda mašinskog učenja za opis i modeliranje odnosa između date vrste i postojećeg okruženja. Sa njim se može definisati ekološka niša određene vrste koristeći promenljive životne sredine kao što su temperatura, padavine, itd., radi izrade budućih projekcija u uslovima klimatskih promena i korišćenja zemljišta. U ovom radu biće prikazani rezultati urađeni na osnovu metod *Random Forest* (RF). Metod RF je jedan od najsveobuhvatinjih i najčešće korišćenih algoritama mašinskog učenja za probleme klasifikacije i regresije. Metod je zasnovan na tehnikama stabala odlučivanja. Drugim rečima, RF metod predstavlja kolekciju stabala odlučivanja koji koristi predikcije tih stabala. Svako stablo predstavlja jedan glas u većinskom donošenju odluke. Algoritam se sastoji od nekoliko osnovnih iteracija. U prvom koraku se odabiraju podskupovi podataka za učenje koji predstavljaju baze za pojedinačna stabla odlučivanja. Potom se generišu stabla odlučivanja i sledi testiranje na svim preostalim primerima. U poslednjem koraku se prikupljaju glasovi svih stabala odlučivanja i vrši se klasifikacija. Krajnja odluka se dobija na osnovu histograma odluka svakog stabla i odluka koja je podržana od najvećeg broja stabala a se uzima kao konačna. Metod RF ima mnogo prednosti u odnosu na ostale popularne algoritme mašinskog učenja, a posebno su značajne bolja tačnost klasifikacije i efikasnost u radu sa velikim podacima.

Kao parametri tačnosti primjenjenog metoda RF na prikupljenim podacima predstavljeni su: Kappa statistika (kappa), *True Skill Statistic* (TSS) i *Receiver operating characteristic* (ROC) kriva. Kappa i TSS predstavljaju normalizovanu tačnost klasifikacije modela, dok ROC kriva određuje tačnost klasifikacije koristeći indeks AUC. Prediktivna tačnost modela prihvatljiva je kada je $AUC > 0.7$, a $Kappa/TSS > 0.4$. (Rory et.al, 2014).

REZULTATI I DISKUSIJA

Na mapi 1, zelenom bojom, grafički su predstavljena područja pod šumama bukve. Ovi podaci dobijeni su iz nacionalne inventure šuma Srbije koji u sebi sadrže georeferencirane podatke o šumskom pokrivaču. Najveći procenat bukovih šuma nalazi se između 500 i 1200 metara nadmorske visine. To su pretežno delovi istočne Srbije, u predelima Karpatsko-balkanskih planina kao i delovima Starovlaško-raške visije na zapadu.

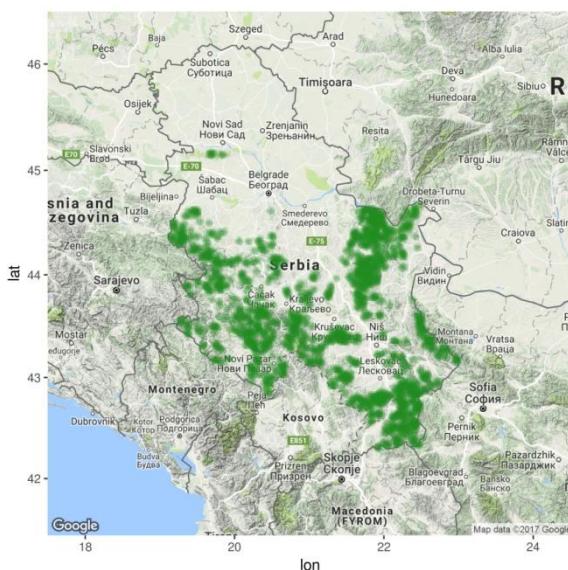
Tabela 1. Eksperimentalni rezultati prediktivnih modela korištenjem modela binarne klasifikacije

Table 1. Experimental results of predictive models using the model of binary classification

Random Forest (RF)				
	Testing.data Tesirani podaci	Cut.off Odsečene vrednosti	Sensitivity Osetljivost	Specificity Specifičnost
KAPPA	0.000	1000	2.156	100.000
TSS	0.873	20	99.443	87.812
ROC	0.971	25	99.273	88.012

U tabeli 1 korištenjem pomenute metrike, prikazani su postignuti rezultati prediktivnog modela *Random Forest*, dobijeni korištenjem kompletног seta podataka za testiranje navedenim u metodologiji.

U dobijenim rezultatima Kappa vrednosti testiranih podataka su 0.000, što ukazuje da u ovom slučaju na osnovu primjenjenog modela kappa statistika ne može primenjivati. Vrednosti osetljivosti (*sensitivity*) i specifičnosti (*specificity*) veoma su različite, što je praktično i onemogućilo dobijanje određene pouzdanosti. Poznato je da prevalence koje maksimizuju kappa rezultat datog modela jesu osetljivost i specifičnost modela. Ako su osetljivost i specifičnost jednakih, maksimalni rezultat kappa je dobijen za jednake proporcije prisutnosti i odsustva. Ako je osetljivost veća od specifičnosti, kappa se maksimizuje sa većom stopom prevalence. Ako je specifičnost veća od osetljivosti, kappa je maksimizirana nižim stopama prevalence (Allouche et. al, 2006).



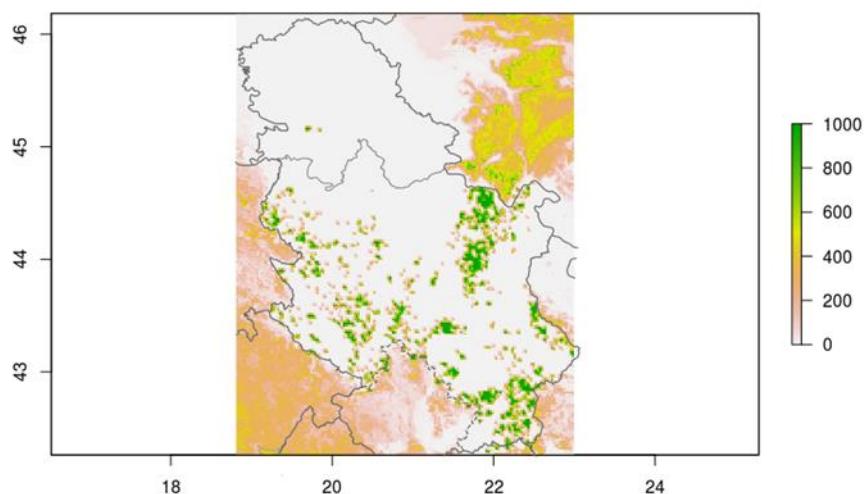
Mapa 1. Distribucija bukovih šuma u Srbiji po podacima Nacionalne inventurе

Map 1. Distribution of beech forests in Serbia according to the National Inventory data

Pošto je kappa statistika osetljiva na prevalencu, ona se ne uzima kao relevantna za ovu vrstu obrade podataka. Drugi metod koji daje veću pouzdanost je TSS metod (*True Skill Statistic*). Kao i kappa, TSS uzima u obzir izostavljene i stvarne greške kao i rezultat slučajnih pretpostavki gde se vrednosti kreću od -1 do +1, gde +1 označava savršenu performansu metoda, dok vrednosti nula ili manje ukazuju da performanse metoda nisu bolje od slučajnog. Međutim, suprotno Kappa statistici na TSS ne utiče prevalenca pa se koristi češće u proceni tačnosti metoda mašinskog učenja (Allouche et al., 2006). Kao što je već napomenuto prediktivna

tačnost modela smatra se prihvatljivom ako je vrednost TSS veća od 0.4. Dobijeni rezultati ukazuju na veliku tačnost modela, jer je vrednost TSS veća od 0.87, a vrednosti osetljivosti i specifičnosti su veće od 87%. Vrednosti ROC krive ukazuju na veliku tačnost modela, čak 0,97 što ohrabruje, ali treba imati na umu da je RF ponekad osetljiv na tzv. overfitting. Ovo se može izbeći upotrebom više metoda mašinskog učenja i njihovim udruživanjem (*model ensemble*).

Osim toga rezultati ukazuju na potrebu za uključivanjem više ekološki relevantnih topografskih varijabli prilikom projektovanja modela distribucije vrsta u odnosu na klimatske promene, naročito za vrste koje su u korelaciji sa topografijom, odnosno visinskom raspodelom. Uključivanje što više topografskih podataka je veoma važno, naročito kada se projektuje model prostorne distribucije planinskih vrsta, kao što je evropska bukva.



Mapa 2. Distribucija bukovih šuma dobijena pomoću ‘Random Forest’ modela

Map 2. Beech forest distribution obtained using the ‘Random Forest’ model

Na mapi 2 grafički su predstavljeni rezultati dobijeni upotrebom RF modela mašinskog učenja. Na osnovu legende može se zaključiti da što je nijansa boje na mapi bliže zelenoj boji (1000), to je veća verovatnoća pojave šuma bukve na tom području. U poređenju sa mapom 1, vidljivo je da model ima veliku tačnost, jer se šume bukve na području Srbije nalaze na istom mestu kao i u inventuri. Ono što je važno je prediktivna moć modela koji je u ovom slučaju predvideo postojanje bukve i na drugim mestima na mapi, na osnovu prvobitno izgrađenog modela za Srbiju. Manja područja pod šumama bukve, (zelena boja) uočljiva su na područjima Bosne i Hercegovine i Crne Gore, a najviše područja pod ovim šumama uočljiva su na prostoru Karpatskih planina u Rumuniji. U nastavku istraživanja potrebno je prilikom izgradnje modela uneti još prostornih podataka o klimi i staništu vrste, kao i uključivanje što većeg broja topografskih podataka, jer su planinske vrste naročito osetljive na visinsku raspodelu. Osim toga uključivanje još metoda mašinskog

učenja je obavezno kako bi se izbegle greške i dobili rezultati sa velikom pouzdanošću.

ZAKLJUČAK

Nakon grafičkog i statističkog poređenja prostorne distribucije bukve na prostoru Srbije, može se zaključiti da model ima veliku tačnost. Drugim rečima šume bukve se na mapi dobijenoj iz modela, nalaze na istim mestima kao i na mapi koja je dobijena iz inventure.

Rezultati ovog i budućih istraživanja mogu pomoći donosiocima odluka u procesu prilagođavanja šumskih politika, usmerenih na povećanje otpornosti šumskih ekosistema. Isto tako može pomoći smanjenju rizika degradacije i gubitka funkcionalnosti ekosistema.

Zahvalnica

Ovaj rad je rezultat projekta pod nazivom: „Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija I ublažavanje“ (III43007) finansiranog od strane Ministarstva nauke, obrazovanja i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2017.

LITERATURA

- Allouche, O., Tsoar, A. and Kadmon, R. (2006): Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Journal of Applied Ecology*, 43, 1223–1232.
- Banković, S., Medarević, M., Pantić, D., Petrović N., (2009): National Forest Inventory of the Republic of Serbia. Ministry of Agriculture, Forestry and Water management of the Republic of Serbia, Forest Directorate, Belgrade
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F., (2012): Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15(4), 365–377.
- Bohn, U., Hettwer, C., Gollub, G. [Bearb./Eds.] (2005): Anwendung und Auswertung der Karte der natürlichen Vegetation Europas / Application and Analysis of the Map of the Natural Vegetation of Europe. – Bonn (Bundesamt für Naturschutz) – BfNSKripten 156: 452 S./p.
- Botkin, D., Saxe, H., Araújo, M., Betts, R., Bradshaw, R., Cedhagen, T., Chesson, P., Dawson, T., Etterson, J., Faith, D., Ferrier, S., Guisan, A., Skjoldborg Hansen, A., Hilbert, D., Loehle, C., Margules, C., New, M., Sobel, M., Stockwell, D. (2007): Forecasting the Effects of Global Warming on Biodiversity. *BioScience* 57(3): 227–236.

- Chris, D. T., Cameron, A., Rhys, E. G., Bakkenes, M., Beaumont, J.L. (2004): Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148.
- Dyderski, MK., Paź, S., Frelich, LE., Jagodziński, AM. (2017): How much does climate change threaten European forest tree species distributions? *Glob Change Biol.* 2017: 1-14.
- Elith, J., Leathwick, J. (2009): Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time, *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, *Annual Reviews J. Franklin Mapping Species Distributions: Spatial Inference and Prediction* Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK
- Nogués-Bravo, D., Araújo, M. B., Errea, M.P., Martínez-Rica, J.P. (2007): Exposure of global mountain systems to climate warming during the 21st century. *Global Environ. Change* 17: 420-428.
- Hodd, R.L., Bourke, D., Skeffington, M.S. (2014): Projected Range Contractions of European Protected Oceanic Montane Plant Communities: Focus on Climate Change Impacts Is Essential for Their Future Conservation *PLoS One*. 9(4): e95147.
- Serra-Díaz, J., Ninyerola, M., Lloret, F. (2012): Coexistence of *Abies alba* (Mill.) – *Fagus sylvatica* (L.) and climate change impact in the Iberian Peninsula: A climatic-niche perspective approach. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 207(1): 10-18.
- Seynave, J.-C. Gégout, J.-C. Hervé, J.-F. Dhôte (2008): Is the spatial distribution of European beech (*Fagus sylvatica* L.) limited by its potential height growth? *J. Biogeogr.*, 35: 1851-1862.
- Stojanović, D., Matović, B., Orlović, S., Kržić, A., Đurđević, V., Galić, Z., Vuković, A., Vučadinović, M. (2012): Upotreba indeksa suše za evaluaciju uticaja promene klime na bukove šume u Srbiji. *Topola* 189/190: 117-123.
- Stojanović, Lj. (2005). *Bukva u Srbiji*. Monografija. Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu. Udrženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije
- Wilfried, T., Damien, G., Robin, E., Frank, B.. (2016). *biomod2: Ensemble Platform for Species Distribution Modeling*
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M.B., Sykes, M.T., Prentice, I.C. (2005): Prentice Climate change threats to plant diversity in Europe *Proc. Nat. Acad. Sci U.S.A.* 102: 8245-8250.
- Walther, G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F. (2002): Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416: 389-395.

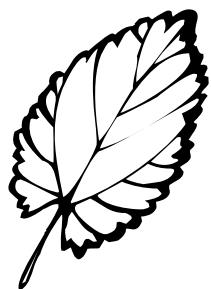
Summary

DEVELOPMENT OF A SPECIES DISTRIBUTION MODEL USING MECHINE LEARNING METHODS

by

*Lazar Pavlović, Dejan B. Stojanović, Milena Kresoja, Stefan Stjepanović, Saša Orlović,
Mirjana Bojović*

Climate change impacts on plant species are often estimated using a species distribution model (SDMs). These models use environmental information and the presence / absence of a species, determine their mutual relationship, and in other locations indicate whether the environmental conditions are appropriate or not for existence of this species. As a basis for the building a model in this research, data from the national forests inventory of Serbia, which contain data on the forest cover, were used. For climatic characteristics, bioclimatic variables are used, derived from monthly temperature and precipitation values. These data represent annual trends (for example, average annual temperatures, annual precipitation) of seasonal trends (eg. annual temperature and precipitation), extreme or limiting habit factors (eg. temperature of the coldest and hottest month, precipitation, humid and dry quarters). Also, pH value of soil, depth of soil and altitude were used. The collected data is processed in the `biomod2` package in R programming language. This package offers the possibility to launch 10 most modern modeling techniques, the method of machine learning to describe and model the relationship between the given type and the existing environment. Random Forest (RF) is a machine learning method used for classification and regression problems and is one of the most comprehensive and commonly used algorithms for this type of research. The method is based on the techniques of decision trees. The final decision is based on the histogram of the decisions of each tree, and the decision supported by the largest number of trees is taken as final. The RF method has many advantages over other popular machine learning algorithms, and in particular, better accuracy of classification and efficiency in working with large data. The True Skill Statistic (TSS) and Receiver operating characteristic (ROC) curve are presented as accuracy parameters of the applied RF method on the collected data. The obtained results indicate the high accuracy of the model, since the TSS value is greater than 0.87, and the values of the ROC curve are as high as 0.97. The predictive accuracy of the model is considered acceptable if the TSS value is greater than 0.4, and the ROC value is greater than 0.7. In the following research it is necessary to introduce more spatial data on the climate and habitat of the species, as well as the inclusion of as many topographic data as the mountain species are particularly sensitive to altitude distribution. In addition, the inclusion of other methods of machine learning is mandatory, in order to avoid errors and to obtain results with high reliability.



UDK: 635.85(497.11)

Pregledni rad *Review paper*

BIOLOGIJA I UZGOJ TARTUFA U SVETU I SRBIJI

**Marina Katanić¹, Miroslav Marković¹, Predrag Pap¹, Milica Zlatković¹,
Saša Pekeč¹, Branislav Kovačević¹**

Izvod: U radu je dat pregled rezultata dosadašnjih istraživanja vezanih za biologiju, ekologiju i uzgoj tartufa u svetu, sa posebnim osvrtom na stanje u Srbiji. Tartufi su ektomikorizne gljive prevashodno iz roda *Tuber* (Ascomycota: Pezizales) koje obrazuju podzemna plodna tela. Ukoliko ne stupe u simbiozu sa korenima biljaka tartufi ne obrazuju plodna tela. Brojni ekološki faktori (klima, karakteristike zemljišta i sastav vegetacije) moraju biti zadovoljeni za njihov život i razmnožavanje. Mirisna isparljiva organska jedinjenja emituju kako bi privukli slobodno-živuće organizme kao što su insekti i miševi koji služe kao vektori za rasejanje tartufa. Tartufi koriste isparljive signalne molekule tokom svog životnog ciklusa kako bi regulisali interakcije sa mikroorganizmima i korenjem biljaka. Najšire gajena vrsta tartufa na svetu je *T. melanosporum*, dok je *T. aestivum* na drugom mestu. Biljke kolonizovane tartufima se proizvode obično inokulacijom sporama specifične vrste. Preporučuje se sadnja biljaka sa visokim stepenom kolonizacije tartufima kako bi se povećala šansa za proizvodnju tartufa u plantaži. Neophodno je da se, prilikom zasnivanja zasada mikoriziranih biljaka, koriste lokalni genetički resursi. Kako bi se sačuvale prirodne populacije tartufa u Evropi trebalo bi premestiti fokus sa traženja tartufa u prirodi na zasnivanje plantaža sa mikoriziranim biljkama.

Ključne reči: *Tuber*, ektomikoriza, inokulacija, uzgajanje, biologija, ekologija

BIOLOGY AND CULTIVATION OF TRUFFLES IN THE WORLD AND IN SERBIA

Abstract: The aim of this paper was to provide an overview of the recent research concerning truffle biology, ecology and cultivation in Serbia and worldwide. Truffles are ectomycorrhizal fungi, primarily from to the genus *Tuber* (Ascomycota:

¹ dr Marina Katanić, naučni saradnik, dr Miroslav Marković, naučni saradnik, dr Predrag Pap, naučni saradnik, dr Milica Zlatković istraživač saradnik, dr Saša Pekeč, viši naučni saradnik, dr Branislav Kovačević, viši naučni saradnik - Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13d, 21000 Novi Sad, e-mail: katanicm@uns.ac.rs

¹ dr Marina Katanić, research associate, dr Miroslav Marković, research associate, dr Predrag Pap, research associate, dr Milica Zlatković, research assistant, dr Saša Pekeč, senior research associate, dr Branislav Kovačević, senior research associate – University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova 13d, 21000 Novi Sad, e-mail: katanicm@uns.ac.rs

Pezizales) which form underground fruiting bodies. Unless they form a symbiotic relationship with plant roots, truffles do not produce fruiting bodies. Survival and reproductive success of truffles is affected by numerous ecological factors (climate, soil characteristics and vegetation). They emit aromatic volatile organic compounds to attract free living organisms such as insects and mice that serve as vectors for truffle dispersal. Truffles use volatile signaling molecules throughout their life cycle to regulate interactions with microorganisms and plant roots. The most cultivated species of truffles in the world is the species *T. melanosporum*, followed by *T. aestivum*. Inoculation with spores is the most common method for production of plants colonized with truffle mycorrhizas. It is recommended to plant seedlings with a high degree of truffle colonization in order to increase the production of fruiting bodies in plantation. Truffle plantations should be established using local genetic resources. In order to preserve natural truffle populations in Europe, the focus should be shifted from searching for truffles in nature to the establishment of plantations with mycorrhized seedlings.

Keywords: *Tuber*, mycorrhiza, inoculation, cultivation, biology, ecology

UVOD

Tartufi su gljive koje žive u simbiontskoj zajednici sa korenjem određenih vrsta drveća i obrazuju podzemna (hipogeična) plodna tela (Slika 1.). "Pravi" tartufi spadaju u razdeo Ascomycota (carstvo Fungi, domen Eukaryota), prvenstveno u rod *Tuber*, dok su "lažni" tartufi pripadnici razdela Basidiomycota (Berch, 2013). Većina komercijalnih tartufa su pripadnici roda *Tuber*. Bonito et al. (2010) su predvideli da je broj vrsta ovog roda na globalnom nivou oko 180-230. Ipak, samo 30-tak vrsta tartufa i pseudo tartufa ima komercijalnu vrednost od kojih su komercijalno najvrednije evropske vrste *Tuber magnatum* Pico, *Tuber melanosporum* Vittad., *Tuber aestivum* Vittad. i *Tuber borchii* Vittad. (Hall et al., 2007).

Tartufi se generalno smatraju delikatesnom i luksuznom hranom kojoj se pripisuju afrodisijska svojstva. S obzirom na cenu *T. magnatum*-a u 2004. godini od 300-400 evra za 100 g, potpuno je razumljivo da je ovo jedan od najskupljih delikatesa na svetu po čemu je u rangu sa kavijarom (Mello et al., 2006).



Slika 1. Ektomikoriza vrste *Tuber rufum* (foto Katanić, 2010)

Picture 1. Ectomycorrhiza of *Tuber rufum* (photo Katanić, 2010)

Tartuf prolazi kroz kompleksan životni ciklus tokom koga micelija stupa u ektomikorizu sa korenjem određenih vrsta drveća i žbunja. U krajnjoj fazi ciklusa dolazi do agregacije hifa i razvoja plodnog tela tartufa koje sadrži askuse u kojima međozom nastaju askospore (Slike 2. i 3.). Pravi tartufi spadaju u rod *Tuber*, međutim i neke druge vrste Ascomycota se smatraju tartufima kao što su pustinjski tartufi koji dominiraju u sušnim ekosistemima Afrike (Mello et al., 2006). U pustinjske tartufe spadaju rodovi *Terfezia* i *Tirmania* i oni nemaju tako intenzivnu aromu kao vrste iz roda *Tuber*. Pronalaze se prepoznavanjem karakterističnih pukotina koje se formiraju u zemljištu direktno iznad njih i tradicionalno obezbeđuju preko potrebnu hranu ljudima koji žive u surovim aridnim uslovima (Berch, 2013).

Poznavaoci hrane opisuju njihov miris kao senzualan, zavodljiv i jedinstven. Mirisna jedinjenja imaju ulogu da privuku sisare i insekte koji su u stanju da lociraju ove dragocene gljive ispod zemlje i da rašire njihove spore (Patel, 2012). Ukoliko ne uđu u simbiozu sa korenom biljaka i ne zasnuju ektomikorizu, tartufi ne obrazuju plodna tela. Takođe, plodna tela neće raširiti svoje spore ukoliko ih ne pojedu insekti ili sisari. Tartufi koriste isparljive signalne molekule tokom životnog ciklusa kako bi regulisali svoje interakcije sa mikroorganizmima i korenjem biljaka. U toku različitih faza svog životnog ciklusa oni otpuštaju specifična jedinjenja da bi stupili u interakciju sa određenim organizmima (Splivallo et al., 2011). Pored toga što su gastronomski delikates širom sveta zahvaljujući mirisnim jedinjenjima, u poslednje vreme je otkriveno da tartufi sadrže i jedinjenja sa antioksidantnim, imunosupresorskim, antimikrobnim i antikancerogenim svojstvima (Splivallo et al., 2011).



Slika 2. Plodna tela vrste *Tuber aestivum*
(foto Katanić, 2017)
Picture 2. Fruting bodies of *Tuber aestivum*
(photo Katanić, 2017)



Slika 3. Spore vrste *Tuber aestivum*
(foto Katanić, 2017)
Picture 3. Spores of *Tuber aestivum* (photo
Katanić, 2017)

Poreklo reči tartuf potiče od lat. *tuber* što ukazuje na loptast oblik njegovih plodnih tela. U naučnom žargonu termen tartuf se odnosi na hipogeične gljive iz razdela Ascomycota koje obrazuju ektomikorizu sa korenjem skrivenosemenica i golosemenica. Generalno tartufi formiraju dugotrajnu simbiozu sa mnogim biljnim vrstama: hrastom, topolom, brestom, bukvom, kestenom, vrbom, brezom, lešnikom, jelom i borom (Patel, 2012).

Na papirusu je dokumentovano da su još u Doba faraona najviši slojevi društva: bogati i poznati, uživali u ukusu tartufa. Poznavali su ih još starogrčki i rimske filozofi, pisci i vladari. Teofrast, Aristotelov učenik je 500 pre n.e. opisao tartufe kao "prirodni fenomen velike kompleksnosti, jednu od najčudnijih biljaka bez korena, stabla, vlakana, grana, pupoljaka, lišća ili cvetova". Veliki rimski državnik Ciceron ih je nazivao "sinovima zemlje", a Plinije "čudom prirode" (Hrka, 1984; Patel, 2012). U srednjem veku se o tartufima znalo mnogo više. Proučavana je njihova biologija i ekologija, otkrivena je njihova simbiontska priroda, kao i spore. Od 18. veka jestivi tartufi su veoma poštovani u mnogim internacionalnim kuhinjama, a posebno u francuskoj, španskoj i italijanskoj. Organizovana potraga i eksploatacija tartufa su započete u Srednjoj i Južnoj Francuskoj (Perigord, Vaucluse) i Severnoj Italiji (Piemonte) u 19. veku. Učinjeni su i prvi koraci ka podizanju plantaža, doduše na primitivan način. Arapi takođe smatraju tartufe jednom od najstarijih vrsta hrane (Hrka, 1984; Patel, 2012).

Sveže iskopana plodna tela tartufa su aromatična, izborana i imaju izbrazdan izgled nalik krompiru. Vrste tartufa generalno se mogu razlikovati na osnovu njihovih plodnih tela i mikoriznih vrhova. Na osnovu plodnih tela dele se na crne i bele koji se razlikuju prema boji i površini peridijuma, boji mesa i obliku

spora. U bele tartufe spadaju vrste: *Tuber magnatum*, *T. maculatum*, *T. borchii*, *T. dryophilum*, *T. puberulum* i *T. rufum*; dok crnima pripadaju: *T. melanosporum*, *T. aestivum*, *T. brumale*, *T. mesentericum*, *T. macrosporum*, *T. indicum*, *T. himalayense* (Hrka, 1984). Evropa je region mnogih komercijalno važnih vrsta tartufa (Hall et al., 2007) među kojima u grupu komercijalnih crnih tartufa spadaju *Tuber melanosporum*, *T. aestivum*, *T. brumale*, *T. mesentericum* i *T. macrosporum*, dok u komercijalne bele tartufe spadaju *Tuber magnatum*, *T. borchii* i *T. dryophilum* (Berch, 2013). Beli tartuf, *T. magnatum*, je najčešće tražen i najcenjeniji, dok je aroma crnih tartufa manje oštra i podseća na svežu zemlju i pečurke, pa su oni jeftiniji na tržištu (Hrka, 1984).

Dok su *Tuber maculatum* i *T. borchii* nađeni širom Evrope, *T. melanosporum* je pronađen u Južnoj i Zapadnoj Evropi - Italiji, Francuskoj i Španiji, a plodna tela *T. magnatum*-a su do sada nađena u Italiji i Istočnoj Evropi - Hrvatskoj, Sloveniji, Mađarskoj (Mello et al., 2006) i Srbiji (Marjanović et al., 2009).

EKOLOŠKI USLOVI KOJE ZAHTEVAJU TARTUFI

Tartufi su veoma izbirljivi po pitanju ekoloških uslova, te stoga brojni faktori moraju biti odgovarajući da bi oni živeli i razmnožavali se (Hrka, 1984).

Uspevaju u umerenoj srednjeevropskoj i mediteranskoj klimi, međutim njihovo prisustvo i kultivacija su zabeleženi i znatno severnije, u Finskoj (Shamekh et al., 2014), Švedskoj (Wedén et al., 2004) i Estoniji (Otsing i Tedersoo, 2015). Za dobar rod tartufa presudni su odgovarajuća temperatura i količina vlage u zemljишtu u periodu početka vegetacije (aprila, maja), kada tartufi počinju sa formiranjem i razvojem plodnih tela. Povremena kiša povoljno deluje na rast tartufa u toku dužeg sušnog perioda (Hrka, 1984). Prateći uticaj navodnjavanja (od režima bez navodnjavanja do intenzivnog) i tri perioda (proleće-rano leto, kasno leto-jesen i proleće-jesen), Olivera et al., (2014) su zapazili da je umereno navodnjavanje u periodu proleće-rano leto ili kasno leto-jesen imalo veći uticaj na mikorizu tartufa nego tretman bez navodnjavanja ili navodnjavanje tokom cele vegetacione sezone.

Ostali važni faktori za život i rast tartufa su geološka podloga, hemijski sastav i struktura zemljишta. Beli tartuf, *Tuber magnatum*, kao i ostali beli tartufi, uspevaju na krečnjačkim, svežim i dubljim glineno-ilovasto-peskovitim zemljишima ali se javlja i u aluvijalnim nanosima reka i potoka. *Tuber melanosporum* preferira zemljишta sa više krečnjaka, ali koja su propusna i sa izvesnim procentom glineno-ilovastih čestica koje zadržavaju više vlage (Hrka, 1984). Proučavajući fizička svojstva zemljишta koja utiču na fruktifikaciju "crnih tartufa" u plantažama Alonso Ponce et al., (2013) su utvrdili da visoka specifična gustina, sadržaj gline i kapacitet zadržavanja vode imaju pozitivan efekat.

Oranje se preporučuje u plantažama crnih tartufa radi suzbijanja korova i stimulisanja rasta korena biljaka naseljenih tartufima. Salerni et al., (2014) su utvrdili da oranje popravlja poroznost zemljишta i povećava kvantitet micelijuma belog tartufa, dok smanjuje ukupni diverzitet ektomikoriznih vrsta gljiva.

Letnji crni tartuf (*Tuber aestivum*) je najrasprostranjenija vrsta tartufa u Evropi, a njegova široka distribucija se prema Chevalier, (2009) može objasniti različitim faktorima. Njegovi potencijalni domaćini su dobro rasprostranjeni u celoj Evropi: lešnik, hrast, grab, bukva, lipa, topola, breza, jela, smrča, bor, kedar. Ovaj tartuf može da raste u zemljištima različitih fizičko-hemijskih karakteristika: od peskovitih ("laksih" zemljišta) do glinovitih ("težih" zemljišta) ili ilovastih zemljišta. Hemski sastav tla se ne razlikuje od kultivisanih zemljišta, a može da raste u zemljištu bogatom organskom materijom. Zahteva minimalnu količinu kalcijuma, dok prisustvo kreča (CaCO_3) nije neophodno. *T. aestivum* zahteva okeansku, semi kontinentalnu ili kontinentalnu klimu sa dovoljno kiše u letu i ne previše niskim temperaturama u jesen. Zahteva više vode nego *T. melanosporum*. Genetička varijabilnost mu omogućava da se adaptira na različite ekosisteme i klimatske uslove (Chevalier, 2009).

U Karpatsko-Panonskoj regiji Bratek et al., (2010) nisu našli *T. aestivum* na područjima sa kiselim zemljištem, na područjima sa kiselim peskovitim zemljištem, na peskovitom zemljištu siromašnom vodom, kao ni na lesu. Više od dve trećine staništa ovog tartufa u Karpatskoj niziji su imala tešku glinovitu teksturu, petina su bile glina, dok su ostatak činile glinovita ilovača i ilovača, dok je pH bio generalno slabo alkalan, neutralan ili čak blago kiseo. Sadržaj humusa je ukazivao na balansirano snabdevanje humusom. Najveći broj zemljišta je sadržao malo (5-8%) ili samo tragove (0.1-5%) kreča. Poredajući vegetaciju na staništu ovog tartufa otkriveno je grupisanje na bazi drvenastih vrsta ukazujući na tri jasno različite grupe: u prvoj grupi je dominirao grab (*Carpinus betulus*), u drugoj hrast lužnjak (*Quercus robur*), a u trećoj cer (*Quercus cerris*).

DIVERZITET TARTUFA U SRBIJI

Prema Ivančeviću, (2016) dr Miroslav Milenković sa saradnicima je krajem 20. veka na Institutu za biološka istraživanja "Siniša Stanković" u Beogradu započeo istraživanja hipogecičnih gljiva uz pomoć dresiranih pasa i formirao studijsku zbirku podzemnih gljiva na kojoj su vršena dalja istraživanja. Prvi rezultati su bili zapis o pojavljivanju vrsta *T. aestivum* i *T. melanosporum* u Srbiji (Milenković et al., 1992). Glamočlija et al., (1997) su prvi put konstatovali prisutnost tartufa *Tuber macrosporum* Vitt. u Srbiji i potvrdili rane nalaze vrsta *T. melanosporum* Vitt., *T. aestivum* Vitt. i *T. magnatum* Pico ex Vitt na ovom prostoru.

Proučavajući molekularni diverzitet i ekološku specifičnost tartufa srednjeg i zapadnog Balkana (Srbija i delovi Crne Gore i Makedonije), Marjanović et al., (2009) su zabeležili 12 vrsta iz roda *Tuber*. Najšire rasprostranjen je bio *Tuber rufum* i imao je 5 varijeteta (*var. rufum* Pico, var. *apiculatum* E. Fisch.; var. *ferrugineum* (Vittad.) Montecchi & Lazzari; var. *lucidum* (Bonnet) Montecchi & Lazzari; var. *nitidum* (Vittad.) Montecchi & Lazzari). *Tuber excavatum* je takođe veoma rasprostranjena vrsta, vezana za određeno zemljište, dok je *Tuber eastivum* pronađen na celom istraživanom području na neutralnom ili slabo baznom zemljištu. *T. brumale* je bio najrasprostranjeniji taruf u Srbiji i Crnoj Gori u kasnu jesen i zimu. *T. macrosporum* i *T. magnatum* su zabeleženi u nizijskim mešovitim šumama

u kojima dominiraju autohtone topole (*Populus alba* i *Populus nigra*), hrast i jasen. *T. mesentericum* je zabeležen u zemljištu sa vrlo visokim sadržajem CaCO₃. *T. borchii*, *T. foetidum* i *T. maculatum* su bili retki, dok su *T. oligospermum* i *T. fulgens* prvi put nađeni na Balkanskom poluostvu. Svi komercijalno značajni tartufi su rasprostranjeni u Srbiji, dok *Tuber puberulum*, *T. dryophyllum* i *T. borchii* nisu nađeni tokom ovog istraživanja.

Prisutnost vrste *T. melanosporum* nije utvrđena u istraživanju Marjanović et al., (2009) iako je njegovo javljanje bilo ranije zabeleženo u Srbiji. Identifikacija pomenutih vrsta tartufa u istraživanjima Milenković et al., (1992) i Glamočlija et al., (1997) bila je izvršena samo morfološko-anatomskim metodama. Nakon što su Marjanović et al., (2009) napravili reviziju morfoloških i molekularnih karakteristika herbarskih kolekcija na kojima su prethodni autori uradili determinaciju, utvrdili su da je vrsta determinisana kao *T. melanosporum* zapravo *Tuber brumale* pa se stoga *T. melanosporum* ne može smatrati vrstom prisutnom u Srbiji.

U svojoj doktorskoj disertaciji Ivančević, (2016) je analizirao diverzitet i rasprostranjenost hipogecičnih gljiva u ekosistemima Srbije. Osim što je potvrđeno prisustvo svih vrsta tartufa koje su zabeležili Marjanović et al., (2009), nađen je i *T. puberulum*. Jedan od najvažnijih rezultata ove disertacije je otkriće nove vrste za nauku koja je nazvana *Tuber petrophilum*, nađena je do sada samo na Tari i filogenetski je bliska vrsti *T. brumale* (Milenković et al., 2016).

Diverzitet ektomikoriznih gljiva na topolama sa različitim lokaliteta je istraživala Katanić, (2014) u svojoj doktorskoj disertaciji. U plantaži bele topole na Oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu (pored mesta Kać, 20 km od Novog Sada) Katanić et al., (2014) su zabeležili prisustvo *T. maculatum* i *T. rufum*. Ove dve vrste nađene su i u Koviljsko-Petrovaradinskom ritu (Katanić et al., 2015a). Na staništu zagađenom piritnom jalovinom u blizini reke Timok u jesen je zabeleženo prisustvo vrste *T. puberulum* (Katanić et al., 2011), dok na istom lokalitetu u leto sledeće godine nije bilo zabeleženih tartufa (Katanić et al., 2015b). Prilikom istraživanja diverziteta ektomikorize na bukvici sa četiri lokaliteta u Srbiji, Katanić et al., (2016) su zabeležili 36 različitih ektomikoriznih tipova, ali među njima nije bilo pripadnika roda *Tuber*.

NALAŽENJE TARTUFA

Pojava kružnih zona sa oskudnom vegetacijom oko biljaka domaćina naseljenih nekim ektomikoriznim gljivama poznata je od davnina. Ova pojava se obično naziva francuskim terminom “*brûlé*” a kod nas “opekotina” i šire bi mogla biti tumačena kao alelopatični fenomen. Baziran je uglavnom na fitotoksičnim efektima metabolita nekih tartufa (tipično za *Tuber melanosporum*, *T. aestivum*, *T. indicum*) koji utiču na zeljasti pokrivač i korene biljaka domaćina. Iako je pojava “opekotina” znak da su tartufi aktivni u zemljištu ona ne garantuje prisustvo plodnih tela. Prve “*brûlé*” se pojavljuju kada je biljka mlađa od 2 godine, šire se svake godine i mogu rasti 10-15 godina zahvatajući područje koje se prostire i do 15-20m. Biljke domaćini koje brže rastu brže i obrazuju “*brûlé*” (Streiblová et al., 2012).

Tokom evolucije tartufi su bazirali rasejavanje na emitovanju jakog mirisa koji omogućava životinjama da lociraju njihova podzemna plodna tela. U tom kontekstu isparljiva organska jedinjenja imaju komplementarnu ulogu. Tartufi potiskuju vegetaciju unutar “*brûlé*” da bi označili svoju lokaciju na staništu i u isto vreme emituju isparljive signale kako bi privukli slobodno-živuće organizme (na pr. divlje svinje, jelene, medvede, miševe, zečeve, insekte) koji služe kao vektori za rasejavanje tartufa (Streiblová et al., 2012).

U obrazovanju “opekotina” veliku ulogu imaju isparljiva organska jedinjenja. Postoje brojni dokazi da su micelija, mikorize i plodna tela tartufa koji obrazuju “*brûlé*” razvili difuzne metabolite za preživljavanje koji utiču štetno na korove, inhibirajući klijanje semenja, menjajući morfogenezu korena i hormonalni balans biljaka ili inhibirajući autohtonu rizosfernu mikrofloru vezanu sa opekotine (Streiblová et al., 2012).

Hrka, (1984) smatra da je tartufe najbolje tražiti uz pomoć dresiranog psa koji može da pronađe zreli tartuf na udaljenosti od 50 m, pa čak i više. Pas, kada nanjuši tartuf grebe zemlju iznad njega i na taj način otkriva gde se tartuf nalazi. Rasa *Logoto romanjolo* se smatra najboljom za traženje tartufa, ali se u tu svrhu mogu koristiti i prepeličari, labradori, ptičari, pudle, ovčari, kao i mešanci koji imaju dobar njuh. Iako ima dobar njuh svinja nije adekvatna za traženje tartufa jer se dešava da ga pojede. Prilikom iskopavanja tartufa treba voditi računa da se iskopa što manja rupa i da se ona nakon vađenja tartufa zatrpa zemljom kako bi se u najmanjoj meri povredio micelijum gljive i fini koreni (Hrka, 1984). Isti autor smatra da tartufe ne treba tražiti tamo gde se javljaju acidofilne biljne vrste kao što su pitomi kesten (*Castanea sativa*), velika žutilovka (*Genista tinctoria*), germanска žutilovka (*Genista germanica*), bujad (*Pteridium aquilinum*) i dr. budući da preferiraju bazna zemljišta. Dobar indikator terena na kojima uspevaju tartufi su: klokočika (*Staphylea pinnata*), glog, dren, ruj, crni jasen, mukinja... kao i tartufna mušica (*Helomyza tartufifera*), pukotine zemljišta iznad tartufa, kao i opekotine oko biljke domaćina. “Opekotine” se javljaju samo kod crnih tartufa, dok je kod belih jedini spoljašnji znak miris (Hrka, 1984).

UZGOJ TARTUFA

Prvi pokušaji gajenja tartufa u Italiji i Francuskoj datiraju još iz doba renesanse. Ipak, uspešna komercijalna kultivacija tartufa je započeta tek početkom 19. veka kada je Josef Talon u Francuskoj razvio jednostavan ali efikasan metod za kultivaciju crnog tartufa (*T. melanosporum*). Ova tehnika uključuje sejanje žira, sakupljenog ispod hrastova koji daju tartufe, na područjima gde su spore tartufa već bile prisutne u zemljištu. Ovo je bilo veoma efikasno u Francuskoj, ali u Italiji ovaj metod nije imao uspeha. Moderan uzgoj tartufa je započeo u Francuskoj i Italiji sedamdesetih godina 20. veka nakon otkrića mikorizne prirode tartufa (Zambonelli et al, 2015).

U početku su isprobana tri metoda inokulacije biljaka: inokulacija sporama, tehnika majkom biljkom i inokulacija micelijom. Tehnika majkom biljkom uključuje sadnju sadnica u korensku zonu biljke za koju se zna da je mikorizirana željenim

tartufom. Budući da je veoma teško dobiti čistu micelijarnu kulturu vrsta iz roda *Tuber* spp., biljke kolonizovane tartufima se proizvode obično inokulacijom sporama (Mello et al., 2006; Zambonelli et al., 2015).

Uprkos uspešnom gajenju vrsta *T. melanosporum*, *T. borchii* i *T. aestivum* i dalje se javljaju značajni problemi – neka uzgajališta ili ne daju tartufe ili su oni malobrojni i lošeg kvaliteta. Najčešći razlog za ovo je loš kvalitet biljaka domaćina, kao i njihova loša prilagođenost zemljišnim i klimatskim uslovima koji vladaju na lokalitetu (Zambonelli et al., 2015).

Od glavnih vrsta evropskih tartufa samo se najskuplji italijanski beli tartuf *T. magnatum* još uvek uspešno ne uzgaja. Glavni razlog za to su teškoće da se u rasadniku dobiju biljke mikorizirane ovim tartufom kao i značajni problemi sa kontaminacijom. Još jedan ograničavajući faktor je to što su njegova biologija i ekologija zemljišta još uvek nepoznанice. Loša produktivnost može biti i posledica nedovoljnog poznavanja njegovog reproduktivnog ciklusa (Zambonelli et al., 2015).

Revolucionaran pristup gajenja tartufa bio bi korišćenje micelijarnog inokuluma koji je adaptiran na specifične klimatske i edafske uslove, kao i na domaćina. Međutim, jedno od najvećih ograničenja komercijalne aplikacije ove tehnike su teškoće u izolaciji i održavanju micelije tartufa u čistoj kulturi, kao i proizvodnja micelijarne biomase na veliko. Budući da genotipovi biljaka različito utiču na proizvodnju tartufa neki rasadnici koriste one klonove biljaka koji su uspešni u tome (Zambonelli et al., 2015).

Komercijalno važni mediteranski pravi tartufi uključujući i neke vrste koje se sada gaje i van njihovog prirodnog staništa. *Tuber melanosporum* se gaji na svim kontinentima, *Tuber aestivum* i *T. borchii* se takođe gaje širom sveta. Ove dve vrste imaju širok spektar domaćina, široku ekološku valencu i oformljeno tržište. U Kini se gaji više vrsta tartufa od kojih je najvažniji *Tuber indicum*. U Severnoj Americi je rastuće interesovanje za tartufe obezbedilo tržište za Oregonski beli tartuf (prvenstveno *Tuber gibbosum* i *Tuber oregonense*) i hikori tartuf (*Tuber lyonii*). U SAD je posađeno preko 100 000 sadnica inokulisanih tartufima *T. melanosporum* i *T. borchii*. Plantaže na kojima se gaje tartufi su zasnovane i u Tasmaniji, Zapadnoj i Južnoj Australiji i Novom Južnom Velsu (Berch, 2013; Zambonelli et al., 2015; Diamandis, 2017).

Crni tartuf *T. melanosporum* je najšire gajena vrsta tartufa na svetu dok je *T. aestivum* na drugom mestu. Od preko 200 vrsta tartufa, koliko ih je ukupno procenjenih na svetu (Bonito et al., 2010), postoji više vrsta koje su morfološki veoma slične kao što su *T. brumale*, *T. indicum* i *T. melanosporum*. Globalizacija tržišta tartufa je, zahvaljujući rastućem interesu za gajenje tartufa širom sveta, doveća do mera predostrožnosti prilikom pripreme inokuluma (Murat, 2015).

Letnji tartuf (*T. aestivum*) se u Francuskoj gaji više od 30 godina, takođe gaji se i u Italiji, Španiji, Švedskoj, Mađarskoj i Austriji. Evropa ima ogroman potencijal za gajenje ovog tartufa zato što se može gajiti i na zemljištima nepovoljnijih osobina (čak i veoma kiselim) ukoliko im se poveća pH dodavanjem kreča. Najvažniji faktor koji ograničava gajenje *T. aestivum* u Evropi je klima (Chevalier, 2009). Bratek et al., (2010) ističu koliko veliki značaj na produktivnost *T. aestivum* ima dobro balansirano snabdevanje vodom. U njihovom

istraživanju letnji tartuf je bio redak ili odsutan u sušnim šumskim tipovima (npr. hrastove šume na peskovitim zemljištima ili na lesu) i u šumama močvara. Prvi rod tartufa *T. aestivum* može da se očekuje od 4. do 11. godine nakon zasnivanja plantaže (Donnini et al., 2009).

Da bi se postigao dobar kvalitet inokulisanih sadnica, moraju se proveravati vegetativni kvalitet sadnica i nivo mikorizne kolonizacije. Murat et al., (2005) su vršeći "skrining" mikoriznih vrhova u zemljištu u kom rastu tartufi, utvrdili da je mikoriza tartufa *T. magnatum* prisutna retko, te su zaključili da ova gljiva ulaže više u formiranje plodnih tela nego u kolonizaciju korena. Takođe, mikorize ove vrste su bile prisutne u neproduktivnom periodu (kada gljiva nije obrazovala plodna tela) kao i u neproduktivnom delu zemljišta (u kome nije bilo plodnih tela) ukazujući na to da ne postoji direktna veza mikorize i plodnih tela.

Iako ne postoji odlučujuća veza između nivoa mikorizne kolonizacije inokulisanih sadnica pre sadnje i produkcije askokarpa nakon zasnivanja plantaže, sadnja biljaka sa visokim stepenom kolonizacije tartufima je preporučljiva kako bi se povećala šansa za proizvodnju tartufa u plantaži (Murat, 2015).

Da bi se dobile kvalitetno inokulisane sadnice za komercijalne svrhe neophodno je da se proveri kvalitet inokuluma kako bi se izbegla kontaminacija (npr. *T. melanosporum* često bude zamenjen sličnim, a neželjenim vrstama kao što su *T. indicum* ili *T. brumale*). Zatim je neophodno kontrolisati nivo kolonizacije tartufa koji treba da bude odgovarajući za komercijalne svrhe. Takođe, kontrolu kvaliteta treba da vrše nezavisne objektivne institucije (Murat, 2015). Prvi neophodan korak je da se precizno definiše značenje termina "kvalitetno inokulisana sadnica za kultivaciju tartufa" tj. da se utvrdi u kolikom procentu vrhovi korena treba da budu kolonizovani željenom vrstom tartufa, kao i da se postigne dogovor oko kriterijuma za vršenje kontrole svih komercijalno inokulisanih sadnica u Evropi (Murat, 2015).

Nisu ni sve vrste drveća jednakog podložne mikorizaciji tartufima. Prilikom mikorizacije lužnjaka, cera i lešnika sporama tartufa *Tuber macrosporum* samo je lužnjak oformio ektomikorizu u zadovoljavajućem procentu. Takođe, supstrat je imao značajan uticaj na formiranje mikorize. Naime, tartuf je formirao ektomikorizu na lužnjaku gajenom u supstratu baziranom na prirodnom zemljištu, dok u supstratu baziranom na tresetu nije uopšte primećena mikoriza ovog tartufa (Benucci et al., 2012).

Pošto su plodna tela tartufa hipogeična, zemljišna mikrofauna i mikroorganizmi mogu uticati na formiranje tartufa. Brojni zemljišni mikroorganizmi stupaju u interakciju sa gljivama promovišući antagonističke, kompetitivne ili sinergističke aktivnosti. Čak je utvrđeno da neki kvasci koji žive na askokarpima tartufa obrazuju molekule koji daju karakterističnu aromu tartufa i na taj način kvasci imaju komplementarnu ulogu i doprinose konačnoj aromi tartufa (Mello et al., 2006).

De Miguel et al., (2014) su sumirali podatke o zajednicama gljiva na staništima tartufa na osnovu 85 radova koji se bave različitim istraživanjima tartufa u prirodnim staništima i plantažama. Otpriklike 25% vrsta svih zabeleženih ektomikoriznih gljiva su bile zajedničke u većini istraživanja. Generalno, više vrsta gljiva je nađeno u produktivnim plantažama (koje daju plodna tela tartufa) nego u

onim neproduktivnim. Plantaže tartufa su imale raznolike zajednice ektomikoriznih gljiva u kojima su vrste roda *Tuber* bile dobro predstavljene. *Tuber rufum* i neki članovi reda Boletales su se tipično javljali na produktivnim parcelama, dok su vrste iz rodoa *Hebeloma*, *Laccaria* i *Russula* bile uglavnom vezane za neproduktivne parcele. Ektomikorizne vrste iz familije Thelephoraceae su češće nalažene u zrelim uzgajalištima tartufa, ali najverovatnije nemaju uticaja na produkciju plodnih tela tartufa. Ektomikorizna zajednica gljiva na uzgajalištu tartufa je pod uticajem nekoliko biotičkih i abiotičkih faktora kao što su starost plantaže, vrsta domaćina i njegov rast, okruženje (naročito prisustvo drugih ektomikoriznih domaćina) i upravljanje plantažom.

Poučavajući vremensku dinamiku ektomikoriznih gljiva i perzistenciju *Tuber melanosporum*-a na inokulisanim sadnicama lužnjaka, Otsing i Tedersoo, (2015) su zabeležili rodove *Hymenogaster* i *Hebeloma* kao dominantne kompetitorne ektomikorizne vrste.

Tartufi imaju dugu tradiciju sakupljanja na Balkanskom poluostrvu, naročito u Sloveniji, Hrvatskoj i Rumuniji. Međutim, tartufi se dobijaju traženjem u prirodi. Ne postoji podsticajna politika za sistematsko zasnavanje plantaža tartufa. Takođe, u većini balkanskih zemalja ne postoje zakoni koji uređuju održivo gospodovanje tartufima, niti jestivim pečurkama generalno (Diamandis, 2017).

U naučnoj literaturi nema podataka o zasnavanju plantaža sa mikoriziranim sadnicama, niti o gajenju tartufa u Srbiji osim rada Glamočlija, (2000) koja je istraživala korenov sistem sadnica hrasta (*Quercus cerris*, *Q. robur*, *Q. petrea*, *Q. borealis*) i leske (*Corylus avellana*), inokulisan je suspenzijom spora tartufa (*Tuber aestivum* Vitt., *T. melanosporum* Vitt., *T. macrosporum* Vitt. i *T. magnatum* Pico ex Vitt.). Korenje sa mikorizom je posmatrano periodično i nakon 4 meseca simbioze opažene su promene na ultrastrukturnom nivou. Koreni mikoriziranih biljaka su imali veći broj grananja i tamniju boju u poređenju sa korenima kontrolnih biljaka. Dve godine nakon inokulacije, korenski sistem mikoriziranih biljaka je i dalje bio bolje razvijen u odnosu na korene kontrolnih biljaka. Biljke su nakon 4 godine posađene na eksperimentalno polje (Glamočlija, 2000). Međutim, nema podataka da li su tartufi u zajednici sa ovim biljkama obrazovali plodna tela.

Diamandis, (2017) navodi da je u Grčkoj gajenje tartufa doživelo ekspanziju u poslednjih 15 godina i da trenutno ima preko 100 ha malih plantaža koje proizvode uglavnom crne tartufe. Autor smatra da je buduća perspektiva za uzgoj tarufa u balkanskim zemljama dobra, naročito za one u planinskim i subplaninskim područjima na marginalnim zemljиштимa i ograničenim potencijalom za poljoprivrednu i šumarstvo.

Iako već brojni rasadnici širom sveta proizvode sadnice inokulisane tartufima, mnogi faktori koji obezbeđuju uspeh u proizvodnji tartufa, kao što su kvalitet i kvantitet inokuluma, navodnjavanje, dubrenje, temperatura, nivo svetla, formulacija i pH medijuma za gajenje postaju profesionalna tajna. Drugi krucijalni faktor je kontrola kontaminatorskih saprobnih i ektomikoriznih gljiva kao što su *Thelephora* spp., *Sphaerospora* *brunnea* i *Pulvinula constellation* (Hall et al., 2003). Veliki problem je što se većina mikoriziranih biljaka uvozi iz italijanskih i francuskih rasadnika, pa se na taj način u druge zemlje introdukuju različiti biljni i genomi gljiva.

Kako se ne bi narušavao balans ekosistema neophodno je da se, prilikom zasnivanja zasada mikoriziranih biljaka, koriste autohtonii tj. lokalni genetički resursi. Takođe je neophodno da se donesu zakoni o sertifikaciji tartufa, njihovom održivom gazzdovanju i kontroli sadnica kolonizovanih ovim gljivama. Budući da je zabeleženo opadanje brojnosti prirodnih populacija tartufa u Evropi trebalo bi premestiti fokus sa traženja tartufa u prirodi na zasnivanje plantaža sa mikoriziranim biljkama (Urban i Pla, 2009; Diamandis, 2017).

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata: „Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (III43007) koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije u okviru programa Integriranih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2017. godine.

LITERATURA

- Alonso Ponce, R., Ágreda, T., Águeda, B., Aldea, J., Martínez-Peña, F., Modrego, M. P. (2014): Soil physical properties influence ‘black truffle’ fructification in plantations. *Mycorrhiza* 21(Supp. 1): 55-64 doi:10.1007/s00572-014-0558-7
- Benucci, G. M., Gógan Csorbai, A., Baciarelli Falini, L., Bencivenga, M., Di Massimo, G., Donnini, D. (2012): Mycorrhization of *Quercus robur* L., *Quercus cerris* L. and *Corylus avellana* L. seedlings with *Tuber macrosporum* Vittad. *Mycorrhiza* 22: 639–646.
- Berch, S. M. (2013): Truffle cultivation and commercially harvested native truffles. Proceedings of International Symposium on Forest Mushroom, August 6 2013, Seoul, South Korea
- Bonito, G., Smith, M. E., Nowak, M., Healy, R. A., Guevara, G., Cázares, E., Kinoshita, A., Nouhra, E. R., Domínguez, L. S., Tedersoo, L., Murat, C., Wang, Y., Moreno, B. A., Pfister, D. H., Nara, K., Zambonelli, A., Trappe, J. M., Vilgalys, R. (2010): Histotical biogeography and diversification of truffles in the Tuberaceae and their newly identified southern hemisphere sister lineage. *PLOS One* 8(1): 1-15.
- Bratek, Z., Merenyi, Z., Illies, Z., Laslo, P., Anton, A., Papp, L., Merkl, O., Garay, J., Vikor, J., Brandt, S. (2010): Studies on the ecophysiology of *Tuber aestivum* populations in the Carpatho-Pannonian region. *Österr. Z. Pilz.* 19: 221–226.
- Chevalier, G. (2009): The truffle of Europe (*Tuber aestivum* Vitt): ecology and possibility of cultivation. First Conference on the “European” Truffle *Tuber*

- aestivum/uncinatum*, 6-8.11.2009, Faculty Centre of Biodiversity, University of Vienna, Vienna
- De Miguel, A. M., Águeda, B., Sánchez, S., Parladé, J. (2014): Ectomycorrhizal fungus diversity and community structure with natural and cultivated truffle hosts: applying lessons learned to future truffle culture. *Mycorrhiza* 24(Supp. 1): 5-18. doi:10.1007/s00572-013-0554-3
- Diamandis, S. (2017): Cultivating truffles - world trends and Balkan challenges. 70 years Faculty of forestry in Skopje International Scientific Conference: „Sustainable Forestry: Fact or Fiction?“ 4-6th October 2017, Skopje, Republic of Macedonia Book of abstracts: p 12.
- Donnini, D., Baciarelli Falini, L., Di Massimo, G., Benueci, G. M. N., Bencivenga, M. (2009): Experience of *Tuber aestivum* Vittad. cultivation in Central Italy. First Conference on the “European” Truffle *Tuber aestivum/uncinatum*, 6-8.11.2009, Faculty Centre of Biodiversity, University of Vienna
- Glamočlija, J. (2000): Mycorrhization of oak and hazel trees with different species of the genus *Tuber*. *Arch.Biol. Sci.*, Belgrade 52 (2): 109-114.
- Glamočlija, J., Vujičić, R., Vukojević, J. (1997): Evidence of truffles in Serbia. *Mycotaxon LXV*: 211-222.
- Hall, I. R., Brown, G. T., Zambonelli, A. (2007): Taming the truffle. The history, lore, and science of the ultimate mushroom. Timber Press, Inc, Portland OR, USA. 304 pp.
- Hall, I. R., Yun, W., Amicucci, A. (2003): Cultivation of edible ectomycorrhizal mushrooms. *Trends in Biotechnology* 21(10): 433-438.
- Hrka, J. (1984): Općenito o tartufima, njihovim prirodnim nalazištima i uzgoju na umjetni način. *Šumarski list CVIII*: 523-535
- Ivančević, B. (2016): Prostorna distribucija i ekološke varijacije staništa hipogeičnih makromiceta (*Mycota*) u Srbiji, Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd: 331 str.
- Katanić M. (2014): Diverzitet mikoriznih gljiva topola (*Populus spp.*), Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad: 194 str.
- Katanić, M., Grebenc, T., Orlović, S., Matavulj, M., Kovačević, B., Bajc, M., Kraigher, H. (2015a): Ectomycorrhizal fungal community associated with autochthonous white poplar from Serbia. *iFOREST Biogeosciences and Forestry* 9: 330-336. doi: [10.3832/ifor1370-008](https://doi.org/10.3832/ifor1370-008)
- Katanić, M., Orlović, S., Bajc, M., Grebenc, T., Matović, B., Pekeč, S., Kraigher, H. (2016): Ectomycorrhizal fungi on beech in Serbia, Proceedings, VII International Scientific Agricultural Symposium “Agrosym 2016”, 6-9th October 2016, Bosnia and Herzegovina: 2917-2923
- Katanić, M., Orlović, S., Grebenc, T., Bajc, M., Galić, Z., Keber, M., Kraigher, H. (2011): Mycorrhizal fungi on poplars from a pyrite contaminated site, Proceedings book of „STREPOW“ International Workshop, February 23 - 24, 2011 Andrevlje-Novi Sad, Serbia: p. 305-312
- Katanić, M., Orlović, S., Grebenc, T., Kovačević, B., Keber, M., Matavulj, M., Kraigher, H. (2015b): Mycorrhizal fungal community of poplars growing on pyrite tailings contaminated site near the river Timok. South-east

- European forestry 6 (1): 53-63. DOI:<http://dx.doi.org/10.15177/seefor.14-18>
- Katanić, M., Orlović, S., Grebenc, T., Kovačević, B., Matavuly, M., Kraigher, H. (2014): Ectomycorrhizal fungal community in mature poplar plantation. Book of abstracts of What are we linking? The 1st annual meeting of Cost action FP 1305 Biolink, 4-7 November at University of Reading, Reading, Berkshire, United Kingdom: 25
- Marjanović, Ž., Grebenc, T., Marković, M., Glišić, A., Milenković, M. (2009): Molecular diversity and ecological specificity of truffles (genus *Tuber*) originating from mid-west of the Balkan Peninsula Sydowia XX (X): pp-pp
- Mello, A., Murat, C., Bonfante, P. (2006): Truffles: much more than a prized and local fungal delicacy. FEMS Microbiol Lett 260: 1-8.
- Milenković, M., Glamočlija, J., Veljković, V. & Vukojević, J. (1992) Record of two *Tuber* (*T. aestivum* and *T. melanosporum*) species in Serbia. Archives of Biological Sciences 44: 223-228.
- Milenković, M., Grebenc, T., Marković, M., Ivančević, B. (2016): *Tuber petrophilum*, a new truffle species from Serbia. Mycotaxon 130(4): 1141-1152.
- Murat, C. (2015): Forty years of inoculating seedlings with truffle fungi: past and future perspectives. Mycorrhiza 25(1):77-81.
- Murat, C., Vizzini, A., Bonfante, P., Mello, A. (2005): Morphological and molecular typing of the below-ground fungal community in a natural *Tuber magnatum* truffle-ground. FEMS Microbiol Lett 245: 307-313.
- Olivera, A., Bonet, J. A., Oliach, D., Colinas, C. (2014): Time and dose of irrigation impact *Tuber melanosporum* ectomycorrhiza proliferation and growth of *Quercus ilex* seedling hosts in young black truffle orchards. Mycorrhiza 24(Supp.1): 73-78. doi:10.1007/s00572-013-0545-4
- Otsing, E., Tedersoo, L. (2015): Temporal dynamics of ectomycorrhizal fungi and persistence of *Tuber melanosporum* in inoculated *Quercus robur* seedlings in North Europe. Mycorrhiza 25(1):61-66.
- Patel, S. (2012): Food, Health and Agricultural Importance of Truffles: A Review of Current Scientific Literature Current Trends in Biotechnology and Pharmacy 6 (1): 15-27.
- Salerni, E., Iotti, M., Leonardi, P., Gardin, L., D'Aguanno, N., Perini, C., Pacioni, G., Zambonelli, A. (2014): Effects of soil tillage on *Tuber magnatum* development in natural truffières. Mycorrhiza 24(supp. 1): 79-87. doi:10.1007/s00572-013-0543-6
- Shamekh, S., Grebenc, T., Leisola, M., Turunen, O. (2014): The cultivation of oak seedlings inoculated with *Tuber aestivum* Vittad. in the boreal region of Finland. Mycological Progress 13 (2): 373-380.
- Splivallo, R., Ottonello, S., Mello, A., Karlovsky, P. (2011): Truffle volatiles: from chemical ecologyto aroma biosynthesis. New Phytologist 189: 688-699. doi: 10.1111/j.1469-8137.2010.03523.x
- Streiblová, E., Gryndlerová, H., Gryndler, M. (2012): Truffle brûlé: an efficient fungal life strategy. FEMS Microbiol Ecol 80: 1-8.

- Urban, A., Pla, T. (2009): From landscape history to genetic diversity - conservation strategies for *Tuber aestivum*. First Conference on the “European” Truffle *Tuber aestivum/uncinatum*, 6-8.11.2009, Faculty Centre of Biodiversity, University of Vienna, Vienna
- Wedén, C., Danell, E., Camacho, F. J., Backlund A. (2004): The population of the hypogeous fungus *Tuber aestivum* syn. *T. uncinatum* on the island of Gotland. *Mycorrhiza* 14:19–23.
- Zambonelli, A., Iotti, M., Hall, I. (2015): Current status of truffle cultivation: recent results and future perspectives *Micologia Italiana* 44: 31-40. DOI: 10.6092/issn.2465-311X/5593

Summary

BIOLOGY AND CULTIVATION OF TRUFFLES IN THE WORLD AND SERBIA

by

*Marina Katanić, Miroslav Marković, Predrag Pap, Milica Zlatković
Saša Pekeč, Branislav Kovačević*

*Truffles are ectomycorrhizal fungi, mainly from the genus *Tuber* (Ascomycota: Pezizales) which form underground fruiting bodies which are aromatic, wrinkled and look like potatoes. Food specialists describe their scent as sensual, seductive and unique. The aromatic compounds produced by truffles attract mammals and insects that are able to locate these precious fungi below ground and disperse their spores. Truffles use volatile signaling molecules throughout their life cycle to regulate their interactions with microorganisms and roots of host plants. Based on differences in peridium color and surface, color of gleba and spore form, truffles are divided into black and white. White truffles include *Tuber magnatum*, *T. maculatum*, *T. borchii*; while black truffles include *T. melanosporum*, *T. aestivum* and *T. brumale*.*

Survival and reproductive success of truffles is affected by numerous ecological factors. In the period when truffles begin with the formation and development of fruiting bodies, the optimal temperature and amount of moisture in the soil are crucial for a good truffle production. Moreover, important factors include geological background, the chemical composition and the structure of the soil. In addition, the most important factor is a compatible plant partner, because truffles produce fruiting bodies only when they enter symbiosis with the plant roots.

*The black truffle *T. melanosporum* is the most cultivated truffle species worldwide, while *T. aestivum* is in second place. Inoculation with spores is the most common method for producing plants colonized with truffle mycorrhizas. In order to obtain good quality inoculated seedlings for commercial purposes it is necessary to check the quality of the*

inoculum to avoid contamination. Then is necessary to control the level of truffle colonization that should be appropriate for commercial purposes. Quality control should be carried out by independent, objective institutions.

A revolutionary approach in truffle cultivation is the use of mycelial inoculation technique for producing plants colonized with truffles adapted to specific climatic and edaphic conditions, as well as to the host plant. Truffle plantations should be established using local genetic resources. It is also necessary to introduce legislation for certification of truffles, their sustainable management and control of seedlings colonized by truffles. Considering the decline in the number of natural truffle populations in Europe, the focus of future research should move from searching for wild truffles to the establishment of truffle plantations.

UDK: 582.632.2:551.5

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

**UTICAJ SUŠE I OPORAVKA NA PARAMETRE RAZMENE GASOVA KOD
POPULACIJA HRASTA LUŽNJAKA GAJENIH U POLU-
KONTROLISANIM USLOVIMA**

Mirjana Bojović¹, Nataša Nikolić², Milan Borišev², Slobodanka Pajević², Rita Horák³, Lazar Pavlović⁴, Erna Vaštag⁴

Izvod: Dve populacije hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) su u polu-kontrolisanim uslovima bile izložene različitim tretmanima: optimalnoj vlažnosti zemljišta (kontrola), suši praćenoj oporavkom nakon ponovnog uspostavljanja optimalne vlažnosti zemljišta (S1) i tretmanu konstantne suše (S2). U odgovoru populacija na sušu i oporavak, ispitivane su promene parametara koji se odnose na razmenu CO₂ i vodene pare u listu, kao što su intenzitet fotosinteze (A), transpiracije (E), stomatalna provodljivost (g_s), intercelularna koncentracija CO₂ (Ci), trenutna efikasnost korišćenja vode (WUE) i unutrašnja efikasnost korišćenja vode (WUEi). Rezultati istraživanja ukazuju na specifične adaptivne predispozicije ispitivanih populacija u odnosu na sušni stres i oporavak nakon suše, čime se dobijaju pouzdane smernice za procenu njihovog potencijala za gajenje u uslovima vodnog deficitita i mogućnost oporavka nakon ponovnog uspostavljanja optimalnog snabdevanja vodom.

¹ Dr Mirjana Bojović, saradnik u nastavi, Univerzitet Edukons, Fakultet zaštite životne sredine, Vojvode Putnika 87, 21208 Sremska Kamenica; ² Dr Nataša Nikolić, vanredni profesor, dr Milan Borišev, vanredni profesor, dr Slobodanka Pajević, redovni profesor, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju, Trg Dositeja Obradovića 2, 21000 Novi Sad; Dr Rita Horák, docent, Univerzitet u Novom Sadu, Učiteljski fakultet na mađarskom nastavnom jeziku, Štrosmajerova 11, 24000 Subotica. ⁴ Lazar Pavlović, MSc, Erna Vaštag, Master pejzažne arhitekture, doktorant, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 2100 Novi Sad

¹ Dr Mirjana Bojović, coworker in education, University Edukons, Faculty of environment protection, Vojvode Putnika 87, 21208 Sremska Kamenica; ² Dr Nataša Nikolić, associate professor, dr Milan Borišev, associate professor, dr Slobodanka Pajević, full professor, University of Novi Sad, Faculty of science, Department for biology and ecology, Dositeja Obradovića 2, 21000 Novi Sad; Dr Rita Horák, docent, University of Novi Sad, Hungarian language teacher training faculty, Štrosmajerova 11, 24000 Subotica. ⁴Lazar Pavlović, MSc, Erna Vaštag, Master landscape architecture, PhD student, University of Novi Sad, Faculty of agriculture, Dositeja Obradovića 8, 2100 Novi Sad

Ključne reči: *Quercus robur*, suša, oporavak, parametri razmene gasova

**THE EFFECT OF DROUGHT STRESS AND RECOVERY ON
PEDUNCULATE OAK POPULATIONS GROWN IN SEMI-CONTROLLED
CONDITIONS**

Abstract: Two pedunculate oak (*Quercus robur L.*) populations were grown in a semi-controlled conditions and were subjected to different treatments: optimal soil moisture (control), drought followed by recovery of optimal soil moisture (S1) and permanent drought treatment (S2). Variation in leaf gas exchange parameters such as photosynthesis (A) and transpiration intensity (E), stomatal conductance (g_s), instantaneous water use efficiency (WUE) as well as intrinsic water use efficiency (WUEi) were investigated among populations in their response to water deficit and recovery from drought. The results of the study indicate specific adaptive predispositions of examined populations in relation to drought stress and recovery, which provides reliable guidance for assessing their potential for cultivation under water deficiency conditions and the possibility of recovery after reestablishing optimum water supply.

Keywords: *Quercus robur*, drought, recovery, leaf gas exchange parameters

UVOD

U prirodnjoj sredini biljke su često izložene stresnim činiocima kao što su suša, niske temperature, prisustvo soli i teških metala u podlozi, poplave, toplota i dr. (Jaleel et al., 2009). Od svih navedenih činilaca, suša je jedan od najštetnijih za rastenje biljaka i njihovu produktivnost (Shao et al., 2008). Na globalnom nivou, suša ozbiljno ograničava ukupnu produkciju i kvalitet prinosova, i utiče na prirodno rasprostiranje drvenastih biljaka (Shao et al., 2008; Yang et al., 2010). U današnje vreme, uticaj suše na biljke je predmet brojnih istraživanja.

Stres izazvan vodnim deficitom (sušom) definiše se kao odsustvo adekvatne količine vode neophodne za normalno rastenje biljaka i završavanje njihovog životnog ciklusa (Zhu, 2002). Smanjena razmena gasova smatra se jednim od primarnih efekata vodnog deficita na biljke (Larcher, 2003). U velikom broju literaturnih podataka je potvrđeno da analiza parametara razmene gasova u uslovima suše i oporavka u mnogome doprinosi boljem sagledavanju prilagođenosti biljnih vrsta na vodni deficit, i pruža uvid o stepenu otpornosti biljaka na sušu (Siddique et al., 1999; Zhang et al., 2004; Fan et al., 2013).

Prilagođenost hrastova (rod *Quercus*) na sušu u velikoj meri varira među vrstama, s obzirom na činjenicu da su rasprostranjeni u širokom geografskom opsegu (Epron et al., 1993; Dickson i Tomlinson, 1996). Hrastovi se, generalno, smatraju vrstama otpornim na sušu (Abrams, 1990). Međutim,

mnogobrojna istraživanja su potvrdila da ne postoji zajednička (uobičajena) strategija otpornosti koju hrastovi primenjuju u uslovima suše, nego u različitoj meri koriste mehanizme odlaganja dehidratacije i/ili razvijaju toleranciju na nju (Pallardy i Rhoads, 1993; Dickson i Tomlinson, 1996; Thomas et al., 2002). Šume hrasta lužnjaka predstavljaju jedne od najvrednijih šuma u našoj zemlji. Na žalost, gazdovanje ovim šumama je u poslednjih nekoliko decenija opterećeno problemima koji se ogledaju kroz sušenje pojedinačnih i grupa stabala na čitavom području na kojem se hrast lužnjak javlja (Stojnić et al., 2014) Pored mraza, suša se smatra jednim od najčešćih abiotičkih činilaca koji vodi propadanju stabala hrasta lužnjaka.

U ovom radu, analiziran je uticaj suše na parametre razmene gasova kod dve populacije hrasta lužnjaka, kao i mogućnost oporavka biljaka nakon ponovnog uspostavljanja optimalnog vodnog režima. U ogledu su simulirani uslovi dugotrajne suše i uslovi suše praćeni padavinama nakon određenog vremenskog perioda. Reakcije pomenutih populacija na navedene uslove praćene su kvantifikovanjem sledećih parametara: intenziteta fotosinteze (A), transpiracije (E), stomatalne provodljivosti (g_s), intercelularne koncentracije CO_2 (C_i), trenutne (WUE) i unutrašnje efikasnosti korišćenja vode (WUEi). Rezultati dobijeni u ovom radu imaju za cilj da ukažu na potencijal populacija hrasta lužnjaka za opstanak u promenljivim uslovima životne sredine, u skladu sa aktuelnim klimatskim promenama koje uključuju smanjenje količine padavina i ograničenu dostupnost vode. Na osnovu adaptivnih promena ispitivanih populacija, eksperimentalni podaci bi trebalo da daju smernice za identifikaciju genotipova tolerantnijih na sušu, i onih koji imaju visok potencijal za oporavak nakon uspostavljanja optimalnog snabdevanja biljaka vodom.

MATERIJAL I METOD RADA

Biljni materijal

U ogledu su korišćene dve populacije hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), poreklom sa različitih lokaliteta. Prva populacija hrasta lužnjaka (oznaka L1) bila je sa lokaliteta Morović, a druga (oznaka L2) sa lokaliteta Fruška gora, Ležimir. Seme hrasta dobijeno je iz Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu. Seme je sakupljeno u jesen 2011. godine i odmah je stavljeno na naklijavanje u klima-komoru, na pesku, pri temperaturi od 25°C. Na taj način su dobijene sadnice hrasta koje su u aprilu naredne godine presaćene u zemljišni supstrat, odnosno u Mičerlihove sudove za gajenje.

Eksperimentalni uslovi

Biljke su gajene u polu-kontrolisanim uslovima (staklari Departmana za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu), u Mičerlihovim sudovima zapemine 5 l, metodom zemljišnih kultura. Temperatura u

staklari je varirala između 25-35°C, a osvetljenje je zavisilo od uslova spoljašnje sredine.

Neposredno pre presađivanja biljnog materijala u Mičerlihove sudove, određena je momentalna vlažnost zemljišta (Mvz) direktnim gravimetrijskim metodom (Hadžić et al., 2004; Dobriyal et al., 2012; Romano, 2014). Masa zemljišta je merena u gramima, mobilnom tehničkom vagom. Nakon toga, zemljište je sušeno u laboratoriji na 105°C do konstantne mase. Vlažnost zemljišta dobijena je kao odnos mase vode u zemljištu (m_{vode}) i mase suvog zemljišta ($m_{zemljista}$) i izražena je u volumnim tj. zapreminskim procentima (%vol), po sledećoj formuli:

$$Mvz = \frac{m_{vode} * 100}{m_{zemljista}}$$

Nakon određivanja Mvz, Mičerlihovi sudovi su napunjeni zemljom. Biljke su gajene 90 dana, u uslovima optimalnog snabdevanja vodom (zalivane su svaki drugi dan hranljivim rastvorom, pri čemu je Mvz održavan u rasponu od 29 do 38%vol). Dan pre početka primene tretmana, sve biljke u Mičerlihovim sudovima bile su navodnjene do maksimuma (sa po 1800 ml vode) i izmerena je masa svake posude pri maksimalnoj vlažnosti supstrata.

Biljke stare tri meseca podvrgnute su tretmanima. U svakom tretmanu je bilo po osam Mičerlihovih sudova iz svake populacije. U svakom sudu su gajene po 3 biljke. Prvi tretman je bio kontrolni (optimalna vlažnost zemljišta) (K), drugi je predstavljao sušu praćenu oporavkom nakon ponovnog uspostavljanja optimalne vlažnosti zemljišta (S1), a treći je bio tretman konstantne suše (S2). Vlažnost zemljišta održavana je u određenom rasponu koji je predstavljao nivo vlažnosti supstrata izražen u zapreminskim procentima (tzv. gornja i donja granica nivoa vlažnosti). Kada je merenjem mase Mičerlihovih sudova utvrđeno da je vlaga u zemljištu pala na donju granicu tretmana, dolivena je ona količina vode koja je potrebna da bi se dostigla gornja granica vlažnosti zemljišta predviđena za taj tretman. U Tabeli 1 data je momentalna vlažnost zemljišta po tretmanima.

Tabela 1. Momentalna vlažnost zemljišta (Mvz) po tretmanima

Table 1. Momentary soil humidity per treatments

Naziv tretmana <i>Treatment</i>	Gornja granica tretmana <i>Upper treatment limit</i> (%vol)	Donja granica tretmana <i>Lower treatment limit</i> (%vol)
Kontrola <i>Control</i> (K)	32	25
Suša praćena oporavkom <i>Draught followed by recovery</i> (S1)	32	9
Konstantna suša <i>Permanent draught</i> (S2)	-	9

Rezultati merenja parametara razmene gasova prikazani su na kontroli (K), na prvom tretmanu suše pre i neposredno nakon oporavka (S1), kao i na tretmanu

konstantne suše (S2). Dinamika merenja ovih parametara po tretmanima prikazan je u Tabeli 2.

Tabela 2. Dinamika merenja parametara razmene gasova po tretmanima (K-kontrola; S1- suša praćena oporavkom; S2- konstantna suša)

Table 2. Measurement dynamics of leaf gas exchange parameters per treatments (K – control; S1 – drought followed by recovery; S2 – permanent drought)

	Broj dana od početka primene tretmana <i>Number of day from the beginning of the treatment</i>		
Početak primene tretmana <i>The beginning of the treatment application</i>	Deveti dan – tretman S1 pre oporavka 9 th day – treatment S1 before the recovery	Dvanaesti dan – oporavak na tretmanu S1 (tretman na gornjoj granici) 12 th day – the recovery on treatment S1 (the treatment on the upper limit)	Dvanaesti dan 12 th day
K=32-25% vol	S1=14-11% vol	S1=32% vol	S2=9% vol

Parametri razmene gasova

Parametri razmene gasova (A, E, g_s , ci) određeni su pomoću automatskog mobilnog sistema LCpro+, proizvođača ADC BioScientific, UK. List je osvetljen pomoću svetlosne jedinice aparata koja je emitovala fotosintetički aktivnu radijaciju (FAR) podešenu na $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ fotona. Protok okolnog vazduha u komoru lista bio je na konstantnom nivou $100 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$. Vlažnost vazduha je bila podešena na 10 mBar parcijalnog vodenog pritiska. Temperatura i koncentracija CO_2 su bile na nivou spoljašnje sredine. Analiza parametara razmene gasova vršena je u 9 ponavljanja na 3 biljke po populaciji. Merenje pomenutih parametara izvedeno je na intaktnim listovima ispitivanih biljaka, u vremenskom intervalu od 9-14h, po sunčanom vremenu.

Izvedeni parametri

Trenutna efikasnost korišćenja vode (WUE) je određena kao odnos intenziteta fotosinteze ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) i intenziteta transpiracije ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), te je izračunata po formuli A/E (Farquhar et al., 1989). Unutrašnja efikasnost korišćenja vode (WUEi) izračunata je po formuli A/ g_s (Farquhar et al., 1989).

Statistička obrada podataka

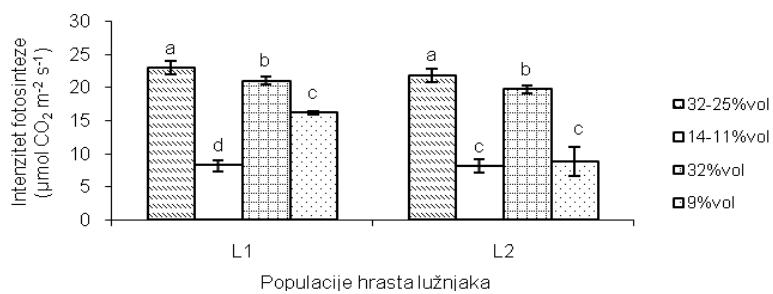
Dobijeni podaci obrađeni su pomoću programa Microsoft Excel i Statistika za Windows verzija 10.10. Statistička obrada podataka vršena je metodom analize varijanse (ANOVA) faktorijalnog ogleda. Poređenje srednjih vrednosti ispitivanih parametara (populacija, tretman) vršeno je putem Dankanovog testa (Duncan's multiple range test) za nivo značajnosti $p<0.05$. Rezultati su prikazani tabelarno i grafički. Vrednosti su prikazane kao prosečna vrednost \pm standardna devijacija.

REZULTATI

Nedostatak vode u zemljištu pre oporavka (14-11% vol), kao i na tretmanu konstantne suše (9%vol), doveo je do značajnog opadanja intenziteta fotosinteze u poređenju sa uslovima dobre snabdevenosti biljaka vodom pri kontroli i oporavku (32-25%vol, 32%vol) (Grafikon 1).

Grafikon 1. Intenzitet fotosinteze kod populacija hrasta lužnjaka u zavisnosti od momentalne vlažnosti zemljišta

Diagram 1. Photosynthesis intensity in pedunculate oak populations depending on momentary soil humidity

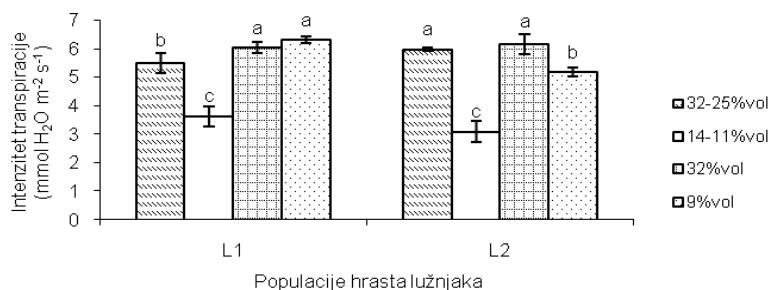


Kod obe populacije, intenzitet transpiracije je u većoj meri bio redukovан pri suši slabijeg intenziteta, tj. pre oporavka (14-11%vol) nego na tretmanu konstantne suše (9%vol). Prilikom oporavka (32%vol), intenzitet transpiracije je kod obe populacije bio statistički veći ili sličan vrednostima na kontroli (Grafikon 2).

Dinamika promene stomatalne provodljivosti imala je isti obrazac pod uticajem primenjenih tretmana kao i intenzitet fotosinteze. Kod obe populacije, pod uticajem vodnog deficitia (14-11%vol, 9%vol) ona je značajno opala, dok je pod uticajem kontrolnog tretmana (32-25%vol) i oporavka (32%vol) došlo do značajnog povećanja vrednosti ovog parametra (Grafikon 3).

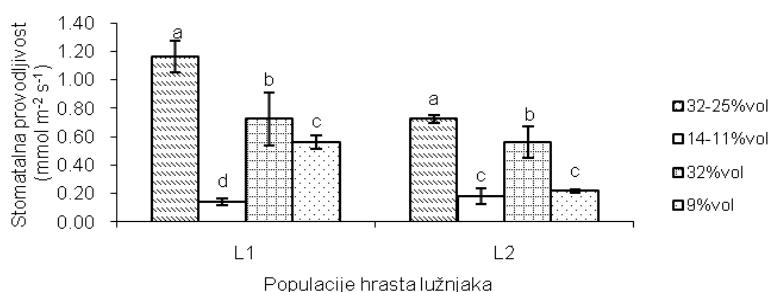
Grafikon 2. Intenzitet transpiracije kod populacija hrasta lužnjaka u zavisnosti od momentalne vlažnosti zemljišta

Diagram 2. Transpiration intensity in pedunculate oak populations depending on momentary soil humidity



Grafikon 3. Stomatalna provodljivost kod populacija hrasta lužnjaka u zavisnosti od momentalne vlažnosti zemljišta

Diagram 3. Stomatal conductance in pedunculate oak populations depending on momentary soil humidity

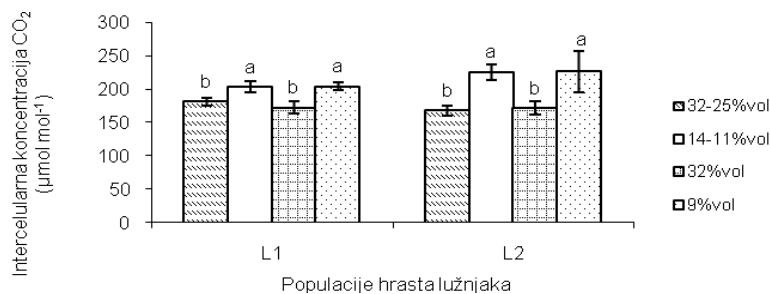


Pod uticajem suše (14-11%vol, 9%vol), kod obe populacije je došlo do značajnog povećanja intercelularne koncentracije ugljen-dioksida u listovima (Grafikon 4).

Značajno veća trenutna efikasnost korišćenja vode postignuta je u uslovima dobre snabdevenosti biljaka vodom (32-25%vol, 32%vol) nego u uslovima suše (14-11%vol, 9%vol), kod obe populacije. Vrednosti ovog parametra pri oporavku (32% vol) bile su signifikantno niže u poređenju sa kontrolom (32-25% vol) kod populacije L1, dok su kod populacije L2 bile slične kontrolnim vrednostima (Grafikon 5).

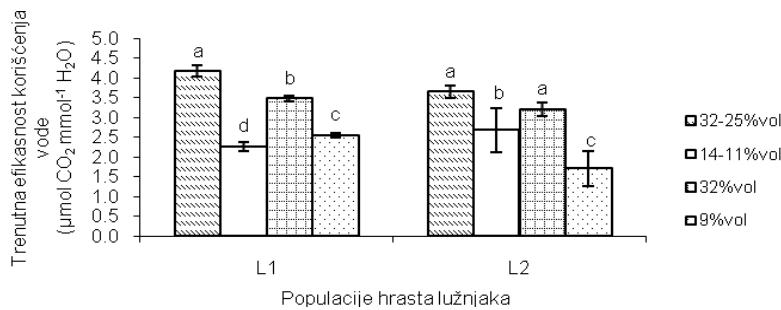
Grafikon 4. Intercelularna koncentracija CO₂ kod populacija hrasta lužnjaka u zavisnosti od momentalne vlažnosti zemljišta

Diagram 4. Intercellular CO₂ concentration in pedunculate oak populations depending on momentary soil humidity



Grafikon 5. Trenutna efikasnost korišćenja vode kod populacija hrasta lužnjaka u zavisnosti od momentalne vlažnosti zemljišta

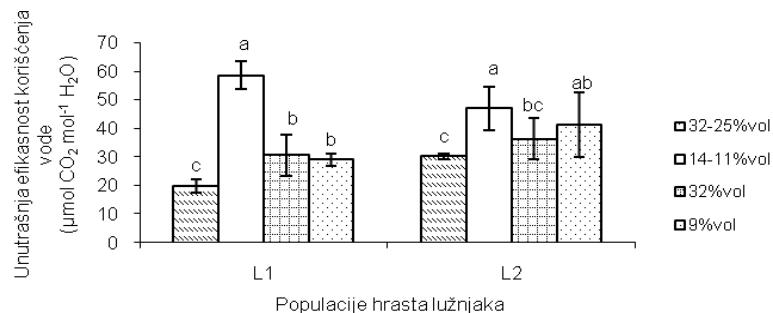
Diagram 5. Instantaneous water-use efficiency in pedunculate oak populations depending on momentary soil humidity



Unutrašnja efikasnost korišćenja vode je kod obe populacije bila najveća u uslovima umerene suše pre oporavka (14-11% vol). U poređenju sa kontrolom (32-25%vol), unutrašnja efikasnost korišćenja vode pri oporavku (32%vol) bila je značajno veća kod populacije L1, dok je kod populacije L2 bila slična kontrolnoj vrednosti (Grafikon 6).

Grafikon 6. Unutrašnja efikasnost korišćenja vode kod populacija hrasta lužnjaka u zavisnosti od momentalne vlažnosti zemljišta

Diagram 6. Intrinsic water-use efficiency in pedunculate oak populations depending on momentary soil humidity



DISKUSIJA

U brojnim istraživanjima koja su se bavila uticajem suše na biljke, najčešće je proučavan uticaj na proces fotosinteze, koji ima centralnu ulogu u adaptaciji biljaka u uslovima vodnog deficita (Chaves et al., 2009; Lawlor i Tezara, 2009). Kod ispitivanih populacija hrasta lužnjaka utvrđeno smanjenje intenziteta fotosinteze pod uticajem vodnog deficita, kao i povećanje vrednosti ovog parametra usled oporavka, bilo je očekivano. Smanjenje intenziteta fotosinteze u uslovima suše zabeleženo je kod različitih vrsta topole (Zhang et al., 2005; Liang et al., 2006; Yin et al., 2009), hrasta i bukve (Aranda et al., 2000; Raftoyannis i Radoglou, 2002). Pored sposobnosti biljaka da izbegnu i/ili izdrže sušu, oporavak procesa fotosinteze nakon rehidratacije je od ključnog značaja za otpornost biljaka na sušu (Chaves et al., 2009). Intenzitet i/ili trajanje prethodnog stresa predstavljaju ključne činioce koji utiču kako na brzinu, tako i na stepen oporavka procesa fotosinteze (Flexas et al., 2009). Literaturni podaci ukazuju da hrastovi beleže visoku stopu oporavka intenziteta fotosinteze nakon perioda suše. Ni i Pallardy (1992) su uočili potpuni oporavak intenziteta fotosinteze kod dve vrste hrasta (*Quercus stellata*, *Quercus alba*) u poređenju sa jednom vrstom javora (*Acer saccharum*) i oraha (*Juglans nigra*). U ovom radu, vrednosti intenziteta fotosinteze prilikom oporavka bile su značajno niže u poređenju sa kontrolnim.

Kod populacije hrasta lužnjaka L1 uočena je intenzivna transpiracija na tretmanu S2, koja je bila statistički veća od one na kontroli. Povećana transpiracija u uslovima vodnog deficita često se povezuje sa tolerancijom hrastova na sušu. Na primer, Bréda et al. (1993) su konstatovali da je vrsta hrasta *Q. petraea* prilično tolerantna na sušu zbog svoje sposobnosti da održi značajan intenzitet transpiracije tokom dana u uslovima smanjene dostupnosti vode u zemljištu. Stimulativni efekat oporavka na transpiraciju potvrđen je u brojnim istraživanjima za različite vrste

biljaka kao što su paradajz, pasulj, kukuruz (Gu et al., 1996; Miyashita et al., 2005; Fan et al., 2013) i druge. Ovo je bilo u skladu sa rezultatima dobijenim u ovom radu jer su kod obe populacije hrasta vrednosti intenziteta transpiracije pri oporavku (32% vol) bile statistički veće ili slične onim na kontroli (32-25% vol).

Promena provodljivosti stoma se ne može posmatrati izolovano, bez osvrta na proces fotosinteze (Farquhar et al., 2001). Rezultati ranijih istraživanja su pokazali da je intenzitet fotosinteze u uslovima suše opao kada se stomatalna provodljivost smanjila (Nilsen i Orcutt, 1996; Gallé i Feller, 2007). Smanjenje provodljivosti stoma obično podrazumeva i manju transpiraciju, čime se postiže očuvanje vodnog režima biljaka. Redukcija stomatalne provodljivosti u uslovima suše, praćena smanjenjem intenziteta fotosinteze i intenziteta transpiracije bila je utvrđena kod biljaka trske (Pagter et al., 2005), pasulja (Miyashita et al., 2005), kukuruza (Anjum et al., 2011a), hibrida topole (Guo et al., 2010) i drugih. U ovom radu, ispitivane populacije beleže značajno smanjenje stomatalne provodljivosti u uslovima suše (14-11% vol, 9% vol) u poređenju sa uslovima dobre snabdevenosti biljaka vodom (32-25% vol, 32% vol), što je bilo očekivano. Međutim, populacija hrasta lužnjaka L1 se izdvojila kao jedina populacija sa značajno većim vrednostima parametara A, E i g_s na tretmanu S2 (9% vol) nego na suši pre oporavka (14-11% vol). Xiao et al. (2009) su utvrdili da je visok intenzitet fotosinteze u uslovima vodnog deficitia kod tolerantnih i dobro prilagođenih genotipova na sušu najčešće udružen sa visokom stopom transpiracije i sa visokom stomatalnom provodljivošću. Bréda et al. (1993) takođe ističu da se održavanje visokog intenziteta transpiracije i stomatalne provodljivosti u uslovima suše smatraju jednim od glavnih karakteristika biljaka tolerantnih na vodni deficit. Dobijeni rezultati za populaciju hrasta lužnjaka L1 su u saglasnosti sa ovim konstatacijama, čime se potvrđuje njena dobra prilagođenost na sušu na osnovu variranja pomenuta tri parametra.

Trenutna efikasnost korišćenja vode (WUE) kod biljaka je značajna sa aspekta ekonomičnog korišćenja vode i opstanka biljaka na sušnim staništima (Bacon, 2004). Literaturni podaci ukazuju da vodni deficit deluje veoma različito na trenutnu efikasnost korišenja vode, koja može da poraste ili opadne, u zavisnosti od biljne vrste (genotipa) i intenziteta i trajanja suše. Prema Bota et al. (2001), visoka vrednost parametra WUE u uslovima suše odražava sposobnost genotipa da održi kapacitet fotosinteze u pomenutim uslovima, kao i visok stepen njegove otpornosti na sušu. U ovom radu, populacija L1 je efikasnije koristila vodu u uslovima konstantne suše (9% vol), dok je populacija L2 to činila u uslovima suše slabijeg intenziteta, dakle pre oporavka (14-11% vol).

Činioci koji izazivaju redukciju intenziteta fotosinteze u uslovima suše mogu biti stomatalna (izazvana delimičnim zatvaranjem stoma) i/ili nestomatalna ograničenja (izazvana promenama biohemičkih reakcija lista) (Chaves et al., 2002). Prema teoriji Farquhar i Sharkey (1982), ograničenje procesa fotosinteze stomatalnim činiocima preovlađuje kada stomatalna provodljivost (g_s) i intercelularna koncentracija $\text{CO}_2(\text{ci})$ u uslovima suše opadnu. U takvim okolnostima, smanjena stomatalna provodljivost efikasno kontroliše gubitak vode i dovodi, pored

smanjenja intercelularne koncentracije CO_2 , i do povećanja unutrašnje efikasnosti korišćenja vode (WUEi) (Jones, 1992; Yin et al., 2005). Kod analiziranih populacija hrasta lužnjaka u ovom radu, uočene su značajno niže vrednosti parametra g_s u uslovima suše (14-11% vol, 9% vol) u poređenju sa vrednostima dobijenim pri dobroj zasićenosti biljaka vodom (32-25% vol, 32% vol), dok je variranje parametra c_i bilo suprotno navedenom, tj. zabeleženo je značajno povećanje u uslovima vodnog deficit-a, a smanjenje na kontroli i oporavku. Do sličnih rezultata došli su Changhai et al. (2010) koji su utvrdili da je u uslovima suše kod četiri varijeteta pšenice došlo do smanjenja stomatalne provodljivosti i povećanja intercelularne koncentracije CO_2 , te su konstatovali da je redukcija parametra A nastala usled nestomatalnih činilaca. Pomenuti autori su takođe utvrdili povećanje parametra WUEi na sušnom tretmanu kod dva od četiri pomenuta varijeteta. Oni su zaključili da je intenzitet fotosinteze tih genotipova u manjem stepenu bio limitiran nestomatalnim činiocima. Parametar WUEi je kod populacije hrasta lužnjaka L2 bio veći u uslovima suše (14-11% vol, 9% vol) nego na kontroli (32-25% vol) i oporavku (32% vol) što upućuje na dominaciju stomatalnih činilaca odgovornih za redukciju intenziteta fotosinteze u uslovima vodnog deficit-a. Pomenuta tendencija je izostala na tretmanu S2 (9% vol) kod populacije hrasta lužnjaka L1 gde uticaj stomatalnih činilaca verovatno nije bio provlađujući. S obzirom da je pozitivna korelacija između parametara A i g_s konstatovana kod obe populacije (podaci nisu prikazani), evidentno postaje da je redukcija intenziteta fotosinteze u uslovima suše (14-11% vol, 9% vol) bila posledica zatvaranja stoma. Na osnovu dobijenih podataka može se zaključiti da su kod ispitivanih populacija bili prisutni kako stomatalni tako i nestomatalni činoci odgovorni za limitiranje procesa fotosinteze u uslovima suše. Uloga i jednih i drugih činilaca u uslovima vodnog deficit-a potvrđena je u velikom broju istraživanja (Medrano et al., 2002; Flexas et al., 2006; Lawlor i Tezara, 2009).

ZAKLJUČAK

Variranje ispitivanih parametara bilo je specifično, i zavisilo je od momentalne vlažnosti zemljišta na primjenjenom tretmanu i od genotipa biljke. Na osnovu variranja intenziteta fotosinteze (A), intenziteta transpiracije (E), stomatalne provodljivosti (g_s) i trenutne efikasnosti korišćenja vode (WUE) na tretmanu konstantne suše (S2), populacija L1 se pokazala tolerantnijom na uslove vodnog deficit-a u poređenju sa populacijom L2. Takođe, konstatovan je uticaj stomatalnih i nestomatalnih činilaca na redukciju intenziteta fotosinteze u uslovima suše, na osnovu variranja sledećih parametara: stomatalne provodljivosti (g_s), intercelularne koncentracije CO_2 (c_i) i unutrašnje efikasnosti korišćenja vode (WUEi). Obe populacije su pokazale sličnu dinamiku variranja ispitivanih parametara prilikom oporavka (32% vol) na tretmanu S1.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta "Biosensing tehnologije i globalni sistem za kontinualna istraživanja i integrisano upravljanje ekosistemima" (III 43002) finasiranog od strane Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije.

LITERATURA

- Abrams, M.D. (1990): Adaptations and responses to drought in *Quercus* species of North America. *Tree Physiology* 7: 227–238.
- Anjum, S.A., Wang, L.C., Farooq, M., Hussain, M., Xue, L.L., Zou, C.M. (2011): Brassinolide application improves the drought tolerance in maize through modulation of enzymatic antioxidants and leaf gas exchange. *Journal of Agronomy and Crop Science* 197: 177–185.
- Aranda I., Gil, L., Pardos , J.A. (2000): Water relations and gas exchange in *Fagus sylvatica*L. and *Quercus petraea*(Mattuschka) Liebl. in a mixed stand at their southern limit of distribution in Europe. *Trees* 14 (6): 344 – 352.
- Bacon, M.A. (2004): Water-use efficiency in plant biology. In: Bacon, M.A. (Ed.). *Water-Use Efficiency in Plant Biology*, Blackwell, pp. 1–26.
- Bota, J., Flexas, J., Medrano, H. (2001): Genetic variability of photosynthesis and water use in Balearic grapevine cultivars. *Annals of Applied Biology* 138: 353–361.
- Bréda, N., Cochard, H., Dreyer, E., Granier, A. (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
- Changhai, S., Baodi, D., Yunzhou, Q., Yuxin, L., Lei, S., Mengyu, L., Haipei, L. (2010): Physiological regulation of high transpiration efficiency in winter wheat under drought conditions. *Plant, Cell and Environment* 56: 340–347.
- Chaves, M.M., Flexas, J., Pinheiro, C. (2009): Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany* 103: 551–560.
- Chaves, M.M., Pereira, J.S., Maroco, J., Rodrigues, M.C., Ricardo, C.P.P., Osorio, M.L., Carvalho, I., Faria, T., Pinheiro, C. (2002): How plants cope with water stress in the field. *Photosynthesis and growth*. *Annals of Botany* 89: 907–916.
- Dickson, R.E., Tomlinson, P.T. (1996): Oak growth, development and carbon metabolism in response to water stress. *Annals of Forest Science* 53: 181–196.
- Dobriyal, P., Qureshi, A., Badola, R., Hussain, S.A. (2012): A review of the methods available for estimating soil moisture and its implications for water resource management. *Journal of Hydrology* 458-459: 110–117.
- Epron, D., Dreyer, E., Aussennac, G. (1993): A comparison of photosynthetic responses to water stress in seedlings from 3 oak species: *Quercus petraea*

- (Matt) Liebl, *Q. rubra* L. and *Q. cerris* L. Annals of Forest Science 50: 48–60.
- Fan, X., Huang, G., Zhang, L., Deng, T., Li, Y. (2013): Adaptability and recovery capability of two maize inbred-line foundation genotypes, following treatment with progressive water-deficit stress and stress recovery. Agricultural Sciences 4: 389–398.
- Farquhar, G.D., Ehleringer, J.R., Hubick, K.T. (1989): Carbon isotope discrimination and photosynthesis. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 40: 503–537.
- Farquhar, G.D., Sharkey, T.D. (1982): Stomatal conductance and photosynthesis. Annual Review of Plant Physiology 33: 317–345.
- Farquhar, G.D., von Caemmerer, S., Berry, J.A. (2001): Models of photosynthesis. Plant Physiology 125: 42–45.
- Flexas, J., Barón, M., Bota, J., Ducruet, J.M., Gallé, A., Galmés, J., Jiménez, M., Pou, A., Ribas-Carbó, M., Sajnani, C., Tomàs, M., Medrano, H. (2009): Photosynthesis limitations during water stress acclimation and recovery in the drought-adapted Vitis hybrid Richter-110 (*V. berlandieri* x *V. rupestris*). Journal of Experimental Botany 60: 2361–2377.
- Flexas, J., Bota, J., Galmés, J., Medrano, H., Ribas-Carbó, M. (2006): Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress. Physiologia Plantarum 127: 343–352.
- Gallé ,A., Feller, U. (2007): Changes of photosynthetic traits in beech saplings (*Fagus sylvatica*) under severe drought stress and during recovery. Physiol Plantarum 131 (3): 412-421.
- Gu, S., Fuchigami, L.H., Guah, S.H., Shin, C. (1996): Effects of short-term water stress, hydrophilic polymer amendment and antitranspirant on stomatal status, transpiration, water loss and growth in 'Better Boy' tomato plants. Journal of the American Society for Horticultural Science 121: 831–837.
- Guo, X.-Y., Zhang, X.-S., Huang, Z.-H. (2010): Drought tolerance in three hybrid poplar clones submitted to different watering regimes. Journal of Plant Ecology 3: 79–87.
- Hadžić, V., Belić, M., Nešić, Lj. (2004): Praktikum iz pedologije. Poljoprivredni fakultet Novi Sad. Departman za ratarstvo i povrtarstvo.
- Jaleel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Somasundaram, R. Panneerselvam, R. (2009): Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agriculture and Biology 11: 100–105.
- Jones, H.G. (1992): Plants and microclimate. A quantitative approach to environmental plant physiology, second edition, University Press, Cambridge.
- Larcher, W. (2003): Physiological plant ecology, fourth edition. Springer-Verlag, Berlin.

- Lawlor, D.W., Tezara, W. (2009): Causes of decreased photosynthetic rate and metabolic capacity in water-deficient leaf cells: a critical evaluation of mechanisms and integration of processes. *Annals of Botany* 103: 561–579.
- Liang, Z., Yang, J., Shao, H., Han, R. (2006): Investigation on water consumption characteristics and water use efficiency of poplar under soil water deficits on the Loess Plateau. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 53: 23–28.
- Medrano, H., Escalona, J.M., Bota, J., Gulias, J., Flexas, J. (2002): Regulation of photosynthesis of C₃ plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. *Annals of Botany* 89: 895–905.
- Miyashita, K., Tanakamaru, S., Maitani, T., Kimura, K. (2005): Recovery responses of photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance in kidney bean following drought stress. *Environmental and Experimental Botany* 53: 205–214.
- Ni, B.R., Pallardy, S.G. (1992): Stomatal and nonstomatal limitations to net photosynthesis in seedlings of woody angiosperms. *Plant Physiology* 99: 1502–1508.
- Nilsen, E.T., Orcutt, D.M. (1996): The physiology of plants under stress. John Wiley and Sons, New York, pp. 322–361.
- Pagter, M., Bragato, C., Brix, H. (2005): Tolerance and physiological responses of *Phragmites australis* to water deficit. *Aquatic Botany* 81: 285–299.
- Pallardy, S.G., Rhoads, J.L. (1993): Morphological adaptations to drought in seedlings of deciduous angiosperms. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 1766–1774.
- Raftoyannis, Y., Radoglou, K. (2002): Physiological responses of beech and sessile oak in a natural mixed stand during a dry summer. *Annals of Botany* 89(6): 723–730.
- Romano, N. (2014): Soil moisture at local scale: measurements and simulations. *Journal of Hydrology* 516: 6–20.
- Shao, H.B., Chu, L.Y., Jaleel, C.H., Zhao, C.X. (2008): Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *Comptes Rendus Biologies* 331: 215–225
- Siddique, M.R.B., Hamid, A., Islam, M.S. (1999): Drought stress effects on photosynthetic rates and leaf gas exchange of wheat. *Botanical Bulletin-Academia Sinica* 40:141–145.
- Stojnić, S., Trudić, B., Galović, V., Šimunovački, Đ., Đorđević, B., Rađević, V., Orlović, S. (2014): Očuvanje genetičkih resursa hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području javnog preduzeća „Vojvodinašume“. Topola 193/194: 47–71.
- Thomas, F.M., Blank, R., Hartman, G. (2002): Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. *Forest Pathology* 32: 277–307.
- Xiao, X., Yang, F., Zhang, S., Korpelainen, H., Li, C. (2009): Physiological and proteomic responses of two contrasting *Populus cathayana* populations to drought stress. *Physiologia Plantarum* 136: 150–168.

- Yang, F., Wang, Y., Miao, L.-F. (2010): Comparative physiological and proteomic responses to drought stress in two poplar species originating from different altitudes. *Physiologia Plantarum* 139: 388–400.
- Yin, C., Pang, X., Lei, Y. (2009): Populus from high altitude has more efficient protective mechanisms under water stress than from low-altitude habitats: a study in greenhouse for cuttings. *Physiologia Plantarum* 137: 22–35.
- Yin, C., Peng, Y., Zang, R., Zhu, Y., Li, C. (2005): Adaptive responses of *Populus kangdingensis* to drought stress. *Physiologia Plantarum* 123: 445–451.
- Zhang, X., Wu, N., Li, C. (2005): Physiological and growth responses of *Populus davidiana* ecotypes to different soil water contents. *Journal of Arid Environments* 60: 567–579.
- Zhang, X., Zang, R., Li, C. (2004): Population differences in physiological and morphological adaptations of *Populus davidiana* seedlings in response to progressive drought stress. *Plant Science* 166: 791–797.
- Zhu, J.K. (2002): Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology* 53: 247–273.

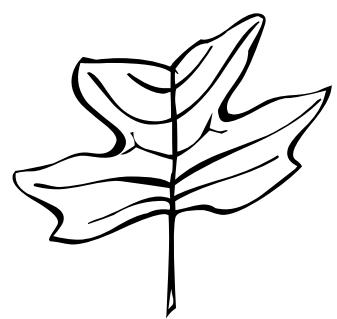
Summary

THE EFFECT OF DROUGHT STRESS AND RECOVERY ON PEDUNCULATE OAK POPULATIONS GROWN IN SEMI-CONTROLLED CONDITIONS

by

Mirjana Bojović, Nataša Nikolić, Milan Borišev, Slobodanka Pajević, Rita Horák,
Lazar Pavlović, Erna Vaštag

The impact of drought stress and recovery on leaf gas exchange parameters of two pedunculate oak populations were analyzed. The aim of this research was to indicate the potential of the studied populations for survival under changing environmental conditions, in accordance with current climate changes, which include the reduction in amount of rainfall and limited water availability. Obtained results have shown a specific variation of studied parameters which depended on soil humidity on the applied treatment (control, drought followed by recovery and permanent drought), as well as on plant genotype. Significant differences among populations in leaf gas exchange parameters were found, which can give some indications of superiority of certain population in relation to drought stress. The first population (L1) has shown to be more tolerant under water deficiency conditions compared to the second (L2) population. Both populations showed similar dynamics of variation studied parameters in terms of recovery on treatment S1.



UPUTSTVO AUTORIMA

Časopis TOPOLA objavljuje recenzirane, naučne i stručne radove, kao i priloge koji su sadržajno usmereni na probleme od značaja za šumarstvo, hortikulturu i zaštitu životne sredine. Radovi se klasifikuju na:

- izvorne (originalne) naučne radove, koji sadrže prethodno nepublikovane rezultate izvornih eksperimentalnih istraživanja;
- pregledne radove, koji sadrže analizu i raspravu o skupu, odnosno većoj celini naučnih rezultata (koji mogu biti prethodno publikovani) iz okvira jedne teme;
- prethodna saopštenja o rezultatima novih naučnih istraživanja;
- stručne članke, koji sadrže nedovoljno naučno obradjene podatke, ali na osnovu kojih diskutuju konkretnu problematiku struke

Autor može predložiti kategoriju svoga rada, ali je redakcija časopisa TOPOLA na predlog reczenzenta konačno određuje.

Časopis objavljuje i druge kraće priloge, kao što su: osvrt na naučne i stručne skupove i na pojedina naučna i stručna dostignuća, prikaze naučnih i stručnih publikacija, predloge i mišljenja o pojedinim stručnim i naučnim problemima topolarstva. Ovi prilozi ne podležu recenziji.

Priprema rukopisa

Prethodno lektorisan tekst rukopisa na srpskom ili engleskom jeziku, do 10 strana, dostavlja se redakciji na formatu A-4 otkucan mašinom sa duplim proredom ili u elektronskoj formi na disketi, CD disku ili putem E-mail na adresu: branek@uns.ac.rs Rad u elektronskoj formi treba da je urađen u programu Word for Windows 5.0 i više verzije, formata A-4, font Times New Roman, 10 pt. Tekst treba da sadrži uobičajene delove: naslov rada (ne duži od dva reda): Prezime i prvo slovo imena autora, sažetak na srpskom i na engleskom jeziku (cca 15-20 redova) (Abstract); ključne reči; uvod; materijal i metod rada; rezultate sa diskusijom (zajedno ili odvojeno); referene i Summary na engleskom jeziku (na posebnom listu). U fusnoti na prvoj strani napisati puno ime i prezime svakog autora, titulu i instituciju u kojoj radi.

Tabele i grafikoni treba da su jasni i pregledni, numerisani arapskim brojevima i sa tekstualnim delovima na srpskom i engleskom jeziku. Obim rada sa prilozima ne treba da bude veći od 10 stranica. Latinske nazive treba pisati podvučeno ili Italic slowima.

Citiranjem radova u tekstu navodi se: prezime autora (spacionirano) i godina publikovanja rada. Ako se citira rad dva autora navode se prezimena oba autora, a ako se citira rad više autora navodi se samo prezime prvog autora i oznaka et al.

Na primer: Orlović, (1997), F A O, (2000) odnosno Orlović i Ivanišević, (1997) odnosno Orlović et al., (1997). Ako se citat navodi u zagradi oznaka godine je bez dodatne zagrade. Skraćenice u navođenju citata u tekstu, npr.

Vlada RS, (2006), moraju da budu napisane u punom nazivu u poglavlju Literatura: Vlada RS (2006): Strategija razvoja šumarstva Republike Srbije, Vlada Republike Srbije, Beograd. Navođenje web stranice u popisu referenci treba da ima sledeću formu: RHMZ (2012): <http://www.hidmet.gov.rs/>, Republički hidrometeorološki zavod, Beograd dok je forma u tekstu: RHMZ, (2012). Pri tome je godina koja se navodi godina pristupa. Popis referenci sadrži alfabetски poređak citiranih radova. Za svaki rad se navodi prezime i prvo slovo imena svih autora, godina publikovanja rada (u zagradi), pun naslov rada, naziv часописа, a za citirane knjige i naziv i mesto izdavača. U popisu referenci svi navodi su na izvornom jeziku citiranog rada.

Rukopisi se dostavljaju na adresu redakcije:

Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu
21000 Novi Sad, Antona Čehova 13
"ZA TOPOLU"

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

630

Topola = poplar / главни и одговорни
редник Saša Orlović. - Год. 1, бр. 1
(1957)- . - Novi Sad : Истраживаčko razvojni
institut za nizijsko šumarstvo i životnu
sredinu, 1975-. - 24 cm

Dva puta godišnje. - Rezimeи на
енглеском језику.
ISSN 0563-9034

COBISS.SR-ID 4557314