TOPOLA

POPLAR

2016 (MMXVI) **NOVI SAD** **N° 197/198**

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 Drekić, Dr Predrag Pap, Dr Andrej Pilipović, Dr Miroslav Marković, Dr Bratislav Matović, Dr Mirjana Stevanov, Dr Srđan Stojnić, Dr Marina Katanić, Dr Dejan Stojanović, Dr Leopold Poljaković-Pajnik, Dr Marko Kebert

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

Srđan Stojnić, Saša Orlović, Branislav Trudić, Lazar Kesić, Milena Stanković, Mirjana Šijačić-Nikolić
HEIGHT AND ROOT-COLLAR DIAMETER GROWTH VARIABILITY OF EUROPEAN BEECH PROVENANCES FROM SOUTHEAST EUROPE
Srđan Stojnić, Saša Orlović, Branislav Trudić, Lazar Kesić, Milena Stanković, Mirjana Šijačić-Nikolić
VARIJABILNOST VISINA I PREČNIKA SADNICA RAZLIČITIH PROVENIJENCIJA BUKVE POREKLOM IZ JUGOISTOČNE EVROPE
5

Dejan Stojanović, Milena Kresoja, Milan Drekić, Leopold Poljaković-Pajnik, Nataša Krklec-Jerinkić, Nataša Krejić, Saša Orlović
PREDVIĐANJE PRENAMNOŽENJA GUBARA (*LYMANTRIA DISPAR*) U SVETLU KLIMATSKIH PROMENA
Dejan Stojanović, Milena Kresoja, Milan Drekić, Leopold Poljaković-Pajnik, Nataša Krklec-Jerinkić, Nataša Krejić, Saša Orlović
PREDICTION OF GYPSY MOTH (LYMANTRIA DISPAR) OUTBREAKS UNDER CLIMATE CHANGE
15

Lazar Kesić, Bratislav Matović, Srđan Stojnić, Stefan Stjepanović, Dejan Stojanović
PROMENA KLIME KAO FAKTOR SMANJENJA PRIRASTA STABALA ČISTE SASTOJINE SMRČE (*Picea abi*es (L.) H.Karst.) U NACIONALNOM PARKU ,,KOPAONIK“
Lazar Kesić, Bratislav Matović, Srđan Stojnić, Stefan Stjepanović, Dejan Stojanović
CLIMATE CHANGE AS FACTOR REDUCING THE GROWTH OF TREES IN THE PURE NORWAY SPRUCE STAND (Picea abies (L.) H.Karst.) IN THE NATIONAL PARK ,,KOPAONIK"
25

Andrej Pilipović, Saša Orlović, Branislav Trudić, Marina Katanić, Verica Vasić, Marko Kebert
TESTIRANJE KLONOVA TOPOLA (Populus spp.) I VRBA (Salix spp.) ZA FITOREMEDIJACIJU HERBICIDA KROZ ISPITIVANJE UTICAJA NA NJIHOVE FIZIOLOŠKE PROCESE
Andrej Pilipović, Saša Orlović, Branislav Trudić, Marina Katanić, Verica Vasić, Marko Kebert
TESTING OF POPLAR (Populus sp.) AND WILLOW (Salix sp.)FOR HERBICIDE PHYTOREMEDIATION THROUGH INVESTIGATION ON THE EFFECT ON THEIR PHYSIOLOGICAL PARAMETERS
35

Vanja Vuksanović, Branislav Kovačević, Saša Orlović, Marko Kebert, Marina Katanić
UTICAJ pH VREDNOSTI PODLOGE ZA OŽILJAVANJE NA RAST I RAZVOJ IZBOJAKA BELIH TOPOLA U KULTURI IN VITRO
Vanja Vuksanović, Branislav Kovačević, Saša Orlović, Marko Kebert, Marina Katanić
THE INFLUENCE OF ROOTING MEDIUM pH ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SHOOTS OF WHITE POPLAR IN VITRO
51

Marko Kebert, Bratislav Matović, Saša Orlović, Branislav Trudić, Vanja Vuksanović, Marina Katanić, Vladislava Galović
BIOHEMIJSKI SKRINING TESTOVI KAO INDIKATORI SUŠENJA SMRČE (*Picea abies* Karst.) NA PLANINI KOPAONIK
Marko Kebert, Bratislav Matović, Saša Orlović, Branislav Trudić, Vanja Vuksanović, Marina Katanić, Vladislava Galović
BIOCHEMICAL SCREENING ASSAYS AS DROUGHT INDICATORS IN SPRUCE (Picea abies Karst.) ON MOUNTAIN KOPAONIK
65

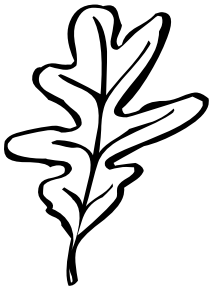
Milan Drekić, Saša Orlović, Zoran Galić, Srđan Stojnić, Saša Pekeč, Verica Vasić, Andrej Pilipović
REZULTATI PROCENE UTICAJA AEROZAGAĐENJA NA STANJE ŠUMA U VOJVODINI
Milan Drekić, Saša Orlović, Zoran Galić, Srđan Stojnić, Saša Pekeč, Verica Vasić, Andrej Pilipović
RESULTS OF ASSESSMENT OF AIR POLLUTION EFFECTS ON FORESTS CONDITION IN VOJVODINA
81

Albina Tarjan Tobolka, Mirjana Stevanov
GAZDOVANJE ŠUMAMA U ZAŠTIĆENIM OBLASTIMA U SRBIJI: PREGLED PROGRAMSKOG OKVIRA
Albina Tarjan Tobolka, Mirjana Stevanov
FOREST MANAGEMENT IN PROTECTED AREAS IN SERBIA: REVIEW OF THE POLICY FRAMEWORK
91

Saša Pekeč, Marina Katanić, Milan Drekić, Andrej Pilipović
OSOBINE I MOGUĆNOSTI POŠUMLJAVANJA ZEMLJIŠTA U PROCESU DEGRADACIJE
Saša Pekeč, Marina Katanić, Milan Drekić, Andrej Pilipović
PROPERTIES AND POSIBILITIES AFFORESTATION OF SOIL IN PROCESS OF DEGRADATION
103

Мирослав Марковић, Предраг Пап, Саша Пекеч, Владислава Галовић, Андреј Пилиповић, Раде Чортан, Вид Рађевић
МОНИТОРИНГ ГЉИВЕ Chalara fraxinea НА ТЕРИТОРИЈИ АП ВОЈВОДИНЕ ТОКОМ 2016. ГОДИНЕ
Miroslav Marković, Pedrag Pap, Saša Pekeč, Vladislava Galović, Andrej Pilipović, Rade Čortan, Vid Rađević
MONITORING OF THE FUNGUS Chalara fraxinea IN VOJVODINA DURING 2016.
111

Предраг Пап, Милан Дрекић, Леополд Пољаковић-Пајник, Мирослав Марковић, Верица Васић
ЗДРАВСТВЕНО СТАЊЕ ШУМА НА ТЕРИТОРИЈИ ВОЈВОДИНЕ У 2016. ГОДИНИ
Predrag Pap, Milan Drekić, Leopold Poljaković-Pajnik, Miroslav Marković, Verica Vasić
FOREST HEALTH IN VOJVODINA IN 2016
123



Topola N° 197/198 (2016) str. 5-14

UDK: 630*176.322:630*22(4)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

HEIGHT AND ROOT-COLLAR DIAMETER GROWTH VARIABILITY OF EUROPEAN BEECH PROVENANCES FROM SOUTHEAST EUROPE

Srđan Stojnić[1], Saša Orlović[1], Branislav Trudić[1], Lazar Kesić[1], Milena Stanković[2], Mirjana Šijačić-Nikolić[3]

Abstract: Variation in seedlings height and diameter in the zone of root collar of nine European beech provenances from southeast Europe was examined at two trial sites in Serbia (Fruška Gora and Debeli Lug). Provenance trials were established during the spring of 2007 and arranged in randomized complete block design. Results are presented for the seedlings age of 10 years. Provenance means for the studied traits were 267.2 cm and 49.09 mm at site Fruška Gora; and 230.8 cm and 33.53 mm, at site Debeli Lug, respectively. Significant site ($p<0.001$) and provenance ($p<0.001$) effects were detected in the studied traits. Two out of nine provenances (RS60 and RS69) changed their ranks in height growth across the two sites. The greatest mean value for height growth, at both trial sites, was observed in Serbian provenance RS67 (302.4 cm and 268.4 cm, respectively). The same provenance had the highest mean values of diameter in the zone of root collar (55.9 mm and 39.6 mm, respectively), as well. The presented provenance research results are important for future activities on tree breeding and conservation of the European beech genetic pools.

Keywords: European beech, provenance trial, height growth, diameter growth.

VARIJABILNOST VISINA I PREČNIKA SADNICA RAZLIČITIH PROVENIJENCIJA BUKVE POREKLOM IZ JUGOISTOČNE EVROPE

[1] Dr Srđan Stojnić, Research associate, E-mail: srdjan.stojnic@uns.ac.rs , dr Saša Orlović, full professor, master biol. Branislav Trudić, Research assistant, master biol. Lazar Kesić, Research assistant, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia; [2] Milena Stanković, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Department of Forestry, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina; [3] dr Mirjana Šijačić-Nikolić, University of Belgrade, Faculty of Forestry, Belgrade, Republic of Serbia.

[1] Dr Srđan Stojnić, naučni sardnik, dr Saša Orlović, redovni profesor, master biol. Branislav Trudić, istraživač saradnik, master biol. Lazar Kesić, istraživač saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Republika Srbija. E-mail: srdjan.stojnic@uns.ac.rs; [2] Milena Stanković, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet, Departman za šumarstvo, Sarajevo, Bosna i Hercegovina; [3] dr Mirjana Šijačić-Nikolić, full professor, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd, Republika Srbija.

Srđan Stojnić[1], Saša Orlović[1], Branislav Trudić[1], Lazar Kesić[1], Milena Stanković[2], Mirjana Šijačić-Nikolić[3]

Izvod: *Varijabilnost visinskog rasta i prečnika u zoni korenovog vrata kod devet provenijencija bukve poreklom iz jugoistočne Evrope je ispitivano u provenijeničnim testovima osnovanim na dva lokaliteta – Fruška gora i Debeli Lug. Provenijenični ogledi su osnovani u proleće 2007. godine i organizovani po slučajnom blok sistemu. Rezultati su prezentovani za starost sadnica od 10 godina. Prosečne visine sadnica su iznosile 267.2 cm i 230.8 cm na Fruškoj gori i u Debelom Lugu, kod svakog ponaosob, dok su prosečne vrednosti prečnika u zoni korenovog vrata bile 49.09 mm, odnosno 33.53 mm. Statistički značajne razlike su utvrđene između provenijencija (p<0.001) i lokaliteta (p<0.001). Dve od devet provenijencija (RS60 i RS69) su menjale rang u pogledu vrednosti visina na dva lokaliteta. Najveća prosečna visina sadnica je u oba testa konstatovana kod srpske provenijencije RS67 (302.4 cm u ogledu na Fruškoj gori i 268.4 cm u ogledu u Debelom Lugu). Ista provenijencija se karakterisala i najvećim prosečnim prečnikom u zoni korenovog vrata, koji je na Fruškoj gori iznosio 55.9 mm, a u Debelom Lugu 39.6 mm. Rezultati istraživanja su značajni sa aspekta oplemenjivanja bukve i konzervacije genetičkih resursa vrste.*

Ključne reči: *bukva, provenijenični test, visina, prečnik.*

INTRODUCTION

European beech is one of the most widespread and economicaly most important tree species in Europe. However, although covering a wide range of environments (e.g. acid and calcareous soil, boreal and mediterranen climate, etc.) within its natural range, beech is also known to be vulnerable to drought. The projections of future climate change for the region of southern Europe suggest an annual mean temperature increase, while summer precipitation is projected to decline (Lindner et al., 2010). Therefore, the identification of most productive and best adapted provenances for commercial use in such circumstances will be of the highest importance (Cundall et al., 2003).

Information about genetic variation and genotype by environment interaction (G×E) is essential for carrying out efficient breeding activities (Karlsson and Hogberg, 1998). Recently conducted studies in European beech common garden experiments showed the existance of genetic variability between provenances regarding growth traits (Jazbec et al., 2007; Andra Nicoleta, 2009; Ivanković et al., 2011), as well as presence of significant provenances × site interaction for these traits (Ivanković et al., 2008; Barzdajn, 2009; Stojnić et al., 2015a).

The aim of the present study was to evaluate the magnitude of G×E effect on diameter and height growth of nine European beech provenances originating from southeast Europe. Moreover, the results will show, how well provenances are adapted to certain trial-site environmental features in the juvenile development stage.

MATERIAL AND METHODS

European beech provenance trials in Serbia were established during spring of 2007 as a part of a series of pan-European provenance trials. The trials are founded at two sites: Debeli Lug (Eastern Serbia) and Fruška Gora (Northern Serbia) (Table 1). Both trials are arranged in a randomized complete block design replicated three times. Fifty seedlings per plot were planted with 1×2 m spacing.

Table 1. Environmental features of the trial plots (S t o j n i ć et al. 2012a)
Tabela 1. *Stanišni uslovi u provenijeničnim testovima bukve (S t o j n i ć et al. 2012a)*

Parameter *Parametar*	Debeli Lug	Fruška Gora
Latitude N *Širina N*	44°19'34.01"	45°10'9.86"
Longitude E *Dužina E*	21°52'20.39"	19°47'53.45"
Altitude (m a.s.l.) *Visina (mnv)*	742	370
Precipitation (mm) *Padavine (mm)*	829	624
Temperature (°C) *Temperatura (°C)*	8.8	11.1
Soil depth (cm) *Dubina zemljišta (cm)*	57	42
Soil type *Tip zemljišta*	Brown soil on limestone *Smeđe zemljište na krečnjaku*	Acid brown soil *Kiselo smeđe zemljište*
pH value *pH vrednost*	6.07	5.38
Water retention *Retencija vlage*	34.36	29.81
Humus content (%) *Sadržaj humusa (%)*	4.78	4.15
C (%)	2.77	2.46
N (%)	0.38	0.17
C/N	7.29	14.47
P_2O_5 (mg/100g)	12.37	9.77
K_2O (mg/100g)	37.62	7.87

Study involved nine provenances originating from Bosnia and Herzegovina (3), Romania (2) and Serbia (4) (Table 2). Total height and diameter in the zone of root collar (4 cm above the ground) were measured in October 2014 on the 10-year-old seedings.

Statistical analyses were carried out using Statistica 10 (StatSoft, Inc.) software. The estimation of statistical importance of different level sources of phenotypic variance was conducted by two-factorial ANOVA procedure, as locality is set as a fixed factor (amount of phenotypic plasticity), provenance as random

factor (genetic variation between the provenances) and the interaction between locality and provenance (genetic variation for plasticity between the provenances). Significances were determined at $p<0.05$ throughout.

Table 2. European beech provenances involved in the study
Tabela 2. *Provenijencije bukve obuhvaćene istraživanjem*

Code *Oznaka*	Provenance *Provenijencija*	Country *Zemlja porekla*	Latitude (dd.mm.) *Geografska širina (ss.mm.)*	Longitude (dd.mm) *Geografska dužina (ss.mm.)*	Altitude (m) *Visina (m)*	Sum of precipitation (mm) *Suma padavina (mm)*	Mean air temperature (°C) *Prosečna temp. vazduha (°C)*
BA59	Vranica-Bistrica	Bosnia	43°33'	17°49'	750	826	8.8
BA60	Crni Vrh	Bosnia	44°33'	17°59'	500	1069	9.6
BA61	Grmeč	Bosnia	44°45'	16°14'	720	1304	10.3
RO63	Alesd	Romania	47°11'	22°15'	490	800	8.5
RO64	Alba-Iulia	Romania	46°10'	23°05'	860	850	8.0
RS66	Avala	Serbia	44°23'	20°45'	475	800	11.9
RS67	Boranja	Serbia	44°01'	19°45'	410	668	10.9
RS68	Fruška Gora	Serbia	45°10'	19°50'	370	624	11.1
RS69	Cer	Serbia	44°12'	19°50'	745	782	10.9

RESULTS AND DISSCUSION

The highest mean height, at both trial sites, was observed in Serbian provenance RS67 – Boranja. At the Fruška Gora, mean height of seedlings was 302.4 cm, whereas at the Debeli Lug mean height amounted 268.4 cm. The same provenance had the highest values of mean diameter in the zone of root collar (55.9 mm and 39.6 mm, respectively), as well. On the other hand, the lowest mean height was observed in local provenance RS68 – Fruška Gora (234.7 cm), at Fruška Gora, and two Romanian provenances RO64 - Alba-Iulia (177.0 cm) and RO63 - Alesd (197.6 cm), at Debeli Lug. The lowest mean root-collar diameter was recorded in provenance RO64, at the both sites (43.2 and 26.4 cm, respectively).

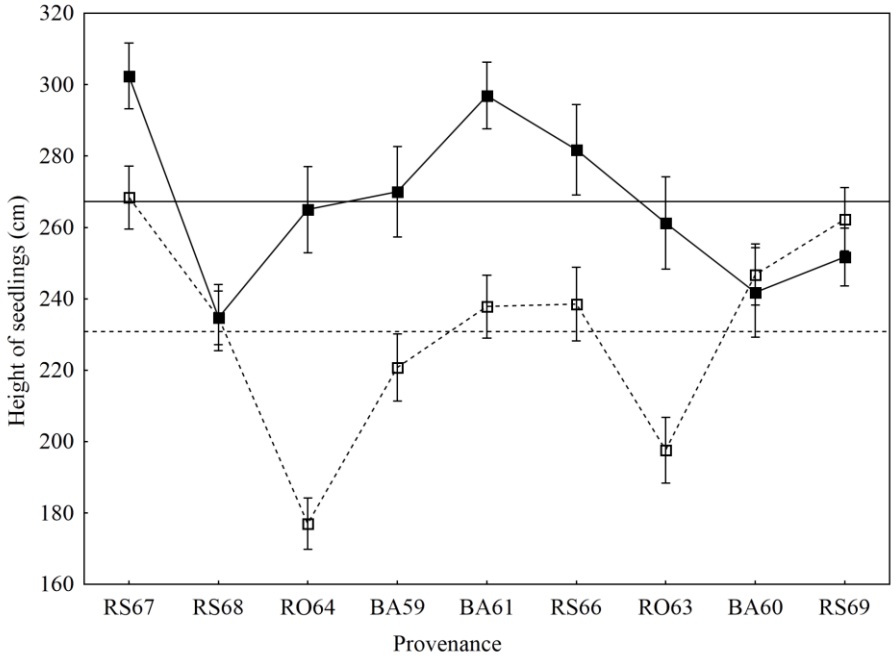
Comparing seed quality, seedling development rate and morphometric traits between four Serbian provenances (Avala, Boranja, Fruška Gora and Cer) grown in common garden experiment, Šijačić-Nikolić et al., (2007) reported that provenance Boranja showed the highest values for the most of studied traits. Studying diameter and height growth among 22 beech provenances which belong to the same network of provenance trials like ours, Ballian and Zukić, (2011) evidenced the lowest seedlings mean height in Romanian provenances RO63 and RO64, as well. The authors also showed that Romanian provenance RO64 had the smallest mean diameter in the zone of root collar.

Results of the study showed significant "provenance" effect for height ($F=8.46$; $p<0.001$) and root-collar diameter ($F=8.74$; $p<0.001$) growth (Figures 2 and 3). Likewise, locality conditions significantly affected the traits studied ($F_{diameter}=84.6$; $p<0.001$; $F_{height}=55.05$; $p<0.001$). Two-factorial ANOVA revealed a

significant effect of "provenance by locality interaction" for seedlings height (F=5.99; p<0.001) and root-collar diameter growth (F=2.06; p=0.04), although only two out of the nine provenances changed their ranking in height growth across the two sites (BA60 and RS69).

Figure 1. Height growth variability of European beech in the provenance trials Fruška Gora (closed squares, solid line) and Debeli Lug (open square, dash line). Horizontal lines represent provenance means for Fruška Gora (solid line) and Debeli Lug (dash line). The error bars represents the standard error

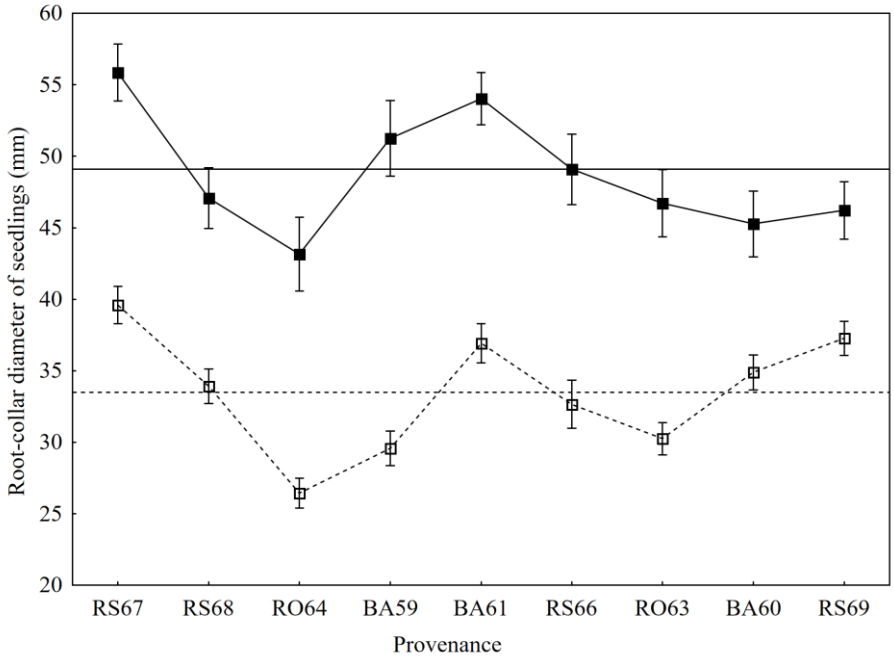
Grafikon 1. *Varijabilnost visinskog rasta bukve u provenijeničnim testovima na Fruškoj gori (crni kvadrat, puna linija) i u Debelom Lugu (beli kvadrat, isprekidana linija). Horizontalne linije predstavljaju srednje vrednosti za Frušku goru (puna linija) i Debeli Lug (isprekidana linija). Vertikalni stubovi predstavljaju standardnu grešku merenja*



The differences between provenances in examined growth traits are probably the result of differences in genetic make-up of studied provenances (Stojnić et al., 2015b). This is in accordance with the results of Ballian and Zukić, (2011) who found notable differences in height and diameter growth among 22 beech provenances cultivated at trial site Kakanj (BA). Likewise, Višnjić, (2010) reported significant differences for height, breast diameter, branching and shape of the tree between 16 beech provenances. Significant effects of "provenance by locality interaction" on height and diameter growth point to existence of genetic variation in plastic provenances response to prevailing environmental conditions. Provenances RS67 and BA61 were found to be the most

plastic, showing good performance in both sites. Studying beech performances across five trial sites in France at the age of 11, Teissier du Cross et al., (1988) found that height difference between the most vigorous and the weakest provenance is roughly equivalent to a one-year terminal shoot length. Ivanković et al., (2008) also observed significant "site × provenance" effect in two beech provenance trials established in Croatia and Slovenia, where some provenances exhibited a general adaptability and phenotypic stability, while other provenances were phenotypically instable (i.e. exhibited specific adaptability).

Figure 2. Root-collar diameter growth variability of European beech in the provenance trials Fruška Gora (closed squares, solid line) and Debeli Lug (open square, dash line). Horizontal lines represent provenance means for Fruška Gora (solid line) and Debeli Lug (dash line). The error bars represents the standard error
Grafikon 2. *Varijabilnost prečnika u zoni korenovog vrata bukve u proveniječnim testovima na Fruškoj gori (crni kvadrat, puna linija) i u Debelom Lugu (beli kvadrat, isprekidana linija). Horizontalne linije predstavljaju srednje vrednosti za Frušku goru (puna linija) i Debeli Lug (isprekidana linija). Vertikalni stubovi predstavljaju standardnu grešku merenja*



Distinct performances of beech provenances cultivated in common gardens have been confirmed by other authors for some physiological, morphological and anatomical traits, as well (Stojnić et al., 2012b; Šijačić-Nikolić et al., 2013; Štajner et al., 2013; Eilmann et al., 2014; Stojnić et al., 2015c; Stojnić et al., 2015d). According to Mátyás et al., (2009) phenotypic response to

macroclimatic changes depends on the inherited adaptive potential of the population and on the magnitude and direction of experienced environmental change.

Considering that beech presents tree species with a continuous growth, currently achieved growth values do not reflect full potential of certain provenances and may not be reliable for predicting G×E at mature age (Ballian and Zukić, 2011; Gwaze et al., 2001), although there are some opinions that data from early tests might provide valuable information on the provenances growth potential in the later development stages (Larsen, 1985). Neverthless, some authors believe that growth potential of beech can be estimated reliably only after 40 years in the field (Kleinschmit and Svolba, 1995), or even later (i.e. after 60 years in the field; according Muhs et al., 2010). Thus, present results must be careful interpreted and confirmed in the later phases of development. Nevertheless, presence of substantial genetic variability between provenances is particularly important from the perspective of improvement and preservation of beech genetic diversity, since genetic diversity plays a crucial role in the adaptation processes of tree populations to environmental changes.

Acknowledgements

This paper was realized as a part of the project " Biosensing Technologies and Global System for Long-Term Research and Integrated Management of Ecosystems" (43002) financed by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia within the framework of integrated and interdisciplinary research for the period 2011-2015.

REFERENCES

Andra Nicoleta, L. (2009): The interpopulational variation of different features of the beech sources in the comparative culture Aleşd-Poiana Florilor-Bihor. Analele Universităţii din Oradea. Fascicula: Protecţia Mediului 14: 559-564.

Ballian, D., Zukić, N. (2011): Analysis of the growth of common beech provenances (*Fagus sylvatica L.*) in the international experiment near Kakanj. Works of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo 2: 75-91.

Barzdajn, W. (2009): Adaptation and initial growth of seed stand progeny of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in comparative plantations established in the Złotoryja and Lądek Zdrój Forest Districts. Leoene Prace Badawcze 70: 101-111.

Cundall, E.P., Cahalan, C.M., Connolly, T. (2003): Early results of ash (*Fraxinus excelsior* L.) provenance trials at sites in England and Wales. Forestry 76: 385-399.

Eilmann, B., Sterck, F., Wegner, L., de Vries, S.M.G., von Arx, G., Mohren, G.M.J., den Ouden, J, Sass-Klaassen, U. (2014): Wood structural differences

between northern and southern beech provenances growing at a moderate site. Tree Physiology 34: 882-893.

Gwaze, D.P., Wolliams, J.A., Kanowski, P.J., Bridgwater, F.E. (2001): Interactions of genotype with site for height and stem straightness in *Pinus taeda* in Zimbabwe. Silvae Genetica 50, 135-140.

Ivanković, M., Bogdan, S., Božić, G. (2008): Varijabilnost visinskog rasta obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u testovima provenijencija u Hrvatskoj i Sloveniji. Šumarski list 11–12: 529-541.

Ivanković, M., Popović, M., Katičić, I., von Wuehlisch, G., Bogdan, S. (2011): Kvantitativna genetska varijabilnost provenijencija obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) iz jugoistočne Europe. Šumarski list – Posebni broj: 25-37.

Jazbec, A., Segotic, K., Ivankovic, M., Marjanovic, H., Peric, S. (2007): Ranking of European beech provenances in Croatia using statistical analysis and analytical hierarchy process. Forestry 80: 151 - 162.

Karlsson, B., Hogberg, K-A. (1998): Genotypic parameters and clone × site interaction in clone tests of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Forest Genetics 5: 21-30.

Kleinschmit, J., Svolba, J. (1995): Results of the Krahl-Urban beech (*Fagus sylvatica* L.) provenance experiments 1951, 1954, and 1959 in northern Germany. In: Madsen, S. (Ed.): Genetics and silviculture of beech. Proc. of the 5th IUFRO beech symposium 1994, Denmark. Forskningsserien no. 11-1995 Danish Forest and Landscape Institute, Hørsholm, Denmark: 15-34.

Larsen, B. (1985): Beech provenances in Denmark. "Symp. Verbesserung und Waldbau der Buche" in: Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst und Holzwirtschaft, Hamburg, 150: 85-91.

Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolstrom, M., Lexer, M., Marchetti, M. (2010): Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. Forest Ecology and Management 259: 698-709.

Mátyás, C., Bozic, G., Gömöry, D., Ivankovic, M., Rasztovits, E. (2009): Juvenile growth response of European beech (*Fagus sylvatic*a L.) to sudden change of climatic environment in SE European trials. iForest – Biogeosciences and Forestry 2: 213-220.

Muhs, H.J., Paule, L. Ionita, L., von Wuehlisch, G. (2010): Concept and design of the international beech provenance trials of 1995 and 1998, and suggestions for future trials. Book of abstracts. COST E52 "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry" Final Meeting. 4-6th May 2010, Burgos, Spain: p. 19.

StatSoft, Inc. (2011): STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.

Stojnić, S., Orlović, S., Galić, Z., Vasić, V., Vilotić, D., Knežević, M., Šijačić-Nikolić, M. (2012a): Stanišne i klimatske karakteristike u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu. Topola 189/190: 145-162.

Stojnić, S., Orlović, S., Pilipović, A., Vilotić, D., Šijačić-Nikolić, M., Miljković, D.

(2012b): Variation in leaf physiology among three provenances of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in provenance trial in Serbia. Genetika 44: 341-353.

Stojnić, S., Orlović, S., Ballian, D., Ivanković, M., Šijačić-Nikolić, M., Pilipović, A., Bogdan, S., Kvesić, S., Mataruga, M., Daničić, V., Cvjetković, B., Miljković, D., von Wuehlisch, G. (2015a): Provenance by site interaction and stability analysis of European beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances grown in common garden experiments. Silvae Genetica 64: 133-147.

Stojnić, S., Orlović, S., Miljković, D., Galić, Z., Kebert, M., von Wuehlisch, G. (2015b): Provenance plasticity of European beech leaf traits under differing environmental conditions at two Serbian common garden sites. European Journal of Forest Research 134: 1109-1125.

Stojnić, S., Orlović, S., Pekeč, S., Trudić, B., Stojanović, M. (2015c): Ispitivanje odnosa nadmorske visine i suve mase lista po jedinici lisne površine kod provenijencija bukve. Topola 195/196: 31-40.

Stojnić, S., Orlović, S., Živković, U., von Wuehlisch, G., Miljković, D. (2015d): Phenotypic plasticity of European beech (*Fagus sylvatica* L.) stomatal features under water deficit assessed in provenance trial. Dendrobiology 73: 163-173.

Šijačić-Nikolić, M., Ivetić, V., Knežević, R., Milovanović, J. (2007): Analiza svojstava semena i klijavaca različitih provenijencija brdske bukve. Acta biologica iugoslavica - serija G. Acta herbologica 16: 15-27.

Šijaćić-Nikolić, M, Milovanović, J, Nonić, M, Knežević, R, Stanković, D (2013): Leaf morphometric characteristics variability of different beech provenances in juvenile development stage. Genetika 45: 369-380.

Štajner, D., Orlović, S., Popović, B., Kebert, M., Stojnić, S., Klašnja, B. (2013): Chemical parameters of oxidative stress adaptability in beech. Journal of Chemistry, DOI:10.1155/2013/592695.

Teissier du Cros, E., Thiebaut, B., Duval, H. (1988): Variability in beech: budding, height growth and tree form. Annals of Forest Science 45: 383-398.

Višnjić, Ć. (2010): Variability of some morphological characteristics of 16 provenance of the European beech (*Fagus sylvatica* L.). Works of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo 2: 55-70.

Sažetak

VARIJABILNOST VISINA I PREČNIKA SADNICA RAZLIČITIH PROVENIJENCIJA BUKVE POREKLOM IZ JUGOISTOČNE EVROPE

Srđan Stojnić, Saša Orlović, Branislav Trudić, Lazar Kesić, Milena Stanković, Mirjana Šijačić-Nikolić

Varijabilnost visinskog rasta i prečnika u zoni korenovog vrata kod devet provenijencija bukve poreklom iz jugoistočne Evrope je ispitivano u provenijeničnim testovima osnovanim

na dva lokaliteta – Fruška gora i Debeli Lug. Provenijenični ogledi su osnovani u proleće 2007. godine i organizovani po slučajnom blok sistemu. Rezultati su prezentovani za starost sadnica od 10 godina. Prosečne visine sadnica su iznosile 267.2 cm i 230.8 cm na Fruškoj gori i u Debelom Lugu, kod svakog ponaosob, dok su prosečne vrednosti prečnika u zoni korenovog vrata bile 49.09 mm, odnosno 33.53 mm. Statistički značajne razlike su utvrđene između provenijencija ($p<0.001$) i lokaliteta ($p<0.001$). Dve od devet provenijencija (RS60 i RS69) su menjale rang u pogledu vrednosti visina na dva lokaliteta. Najveća prosečna visina sadnica je u oba testa konstatovana kod srpske provenijencije RS67 (302.4 cm u ogledu na Fruškoj gori i 268.4 cm u ogledu u Debelom Lugu). Ista provenijencija se karakterisala i najvećim prosečnim prečnikom u zoni korenovog vrata, koji je na Fruškoj gori iznosio 55.9 mm, a u Debelom Lugu 39.6 mm. Rezultati dobijeni u juvenilnoj fazi razvoja biljaka upućuju na potencijal određenih provenijencija, te se iz tog razloga preporučuje da se ovi rezultati provere i u kasnijim fazama razvoja. Pojedini autori smatraju da se realni potencijal provenijencija može proceniti u starostima preko 40 godina, dok pojedini autori čak smatraju da je za realnu procenu potrebno da biljke budu stare i preko 60 godina.

Topola N° 197/198 (2016) str. 15-24

UDK: 630*4:632.9(497.11)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

PREDVIĐANJE PRENAMNOŽENJA GUBARA (*LYMANTRIA DISPAR*) U SVETLU KLIMATSKIH PROMENA

Dejan Stojanović[1], Milena Kresoja[2], Milan Drekić[1], Leopold Poljaković-Pajnik[1], Nataša Krklec-Jerinkić[2], Nataša Krejić[2], Saša Orlović[1]

Izvod: Realizacija strateških ciljeva u šumarstvu Republike Srbije neće biti jednostavno usled dejstva klimatskih promena. Insekt gubar (*Lymantria dispar* L.) je najveća štetočina lišćarskih šuma u Srbiji. Insekt gubar je takođe veoma značajna štetočina u voćarstvu. Njegovo prenamnoženja često ima karakter elementarne nepogode koja zahteva značajno angažovanje radne snage i finansijskih sredstava u cilju suzbijanja. U okviru našeg istraživanja su razvijena dva modela za predviđanje pojave gradacije (prenamnoženja) i latence (konstantne niske brojnosti populacije) gubara na osnovu klimatskih podataka za period 1888-2010, odnosno njihovih mesečnih i kvartalnih vrednosti. Modeli su zasnovani na logističkoj regresiji. U MODELU I su korišćene srednje mesečne temperature iz oktobra godine koja prethodi pojavi, temprature iz januara i marta, i padavine iz maja, dok su u MODELU II uzete srednje temperature prvog kvartala i padavina drugog kvartala. Ukupna klasifikacija modela je iznosila preko 70%, dok je predikcija pojave godine sa gradacijom na osnovu MODELA I izsnosila čak 86%. Rezultati ovog istraživanja (modeli koji se mogu primenjivati u realnom vremenu) će doprineti boljem donošenja odluka u vezi sa gazdovanjem šumama i zaštitom šuma od gubara u Republici Srbiji i regionu.

Ključne reči: klimatske promene, šumarstvo, logistička regresija, gradacija, latence, gubar

[1] dr Dejan Stojanović, naučni saradnik (dejan.stojanovic@uns.ac.rs), dr Milan Drekić, naučni saradnik, dr Leopold Poljaković-Pajnik, naučni saradnik, dr Saša Orlović, redovni profesor, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Republika Srbija [2] Milena Kresoja, istraživač-saradnik, dr Nataša Krklec-Jerinkić, docent, dr Nataša Krejić, redovni profesor, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za matematiku i informatiku, Novi Sad, Republika Srbija

[1] dr Dejan Stojanović, Research fellow (dejan.stojanovic@uns.ac.rs), dr Milan Drekić, Research associate, dr Leopold Poljaković-Pajnik, Research associate, dr Saša Orlović, Full professor,University of Novi Sad, Institute of lowland forestry and environment, Novi Sad, Republic of Serbia; [2]Milena Kresoja, Research assistant, dr Nataša Krklec-Jerinkić, Assistant professor, dr Nataša Krejić, Full professor, University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of mathematics and informatics, Novi Sad, Republic of Serbia

PREDICTION OF GYPSY MOTH (LYMANTRIA DISPAR) OUTBREAKS UNDER CLIMATE CHANGE

Dejan Stojanović[1], Milena Kresoja[2], Milan Drekić[1], Leopold Poljaković-Pajnik[1], Nataša Krklec-Jerinkić[2], Nataša Krejić[2], Saša Orlović[1]

Abstract: *Achieving the strategical goals in forestry of Republic of Serbia will not be easy in the light of climate change. Gypsy moth (Lymantria dispar L.) is the most economicaly significant and aboundat pest in deciduous forests in Serbia. It is also very important pest in fruit orchards. His outbreak often has the character of a natural disaster that requires a significant commitment of manpower and financial resources in order to supress it. We developed two models for predicting the occurrence of gradation (outbreak) and latency of gypsy moth population on the basis of monthly and quarterly values of climatic data for the period 1888-2010. The models were based on logistic regression. In the MODEL I, we have used the mean monthly temperatures from October of the year preceding event, temprature in January and March, and the rainfall in May, while in MODEL II, taken were mean temperatures of the first quarter and sum of the precipitation of the second quarter. Overall classification accuracy of the models were above 70%, while the prediction of outbreak based on MODEL I was 86%. The results of this study (models that can be applied in real time) can contribute to better decision-making in relation to forest management and protection of forests from gypsy moth in Republic of Serbia and wider.*

Key words: *climate change, forestry, logistic regression, gradation, latency, Gypsy moth*

UVOD

Gubar (*Lymantria dispar* L.) je najveća štetočina lišćarskih šuma u Srbiji. On je takođe veoma značajna štetočina u voćarstvu (Mihajlović et al., 2004). Prenamnoženja ovog insekta često imaju karakter elementarne nepogode koja zahteva ogromno angažovanje radne snage i finansijskih sredstava za njegovo suzbijanje. Glavna karakteristika ove štetočine je pojava cikličnih gradacija (prenamnoženja). Napadi gubara u protekloj deceniji su bili visokog inteziteta sa trendom povećanja zahvaćenih površina šuma. Pretpostavka je da se sa porastom temperatura i promenom režima padavina, usled klimatskih promena, ovaj problem može drastično uvećati.

Prenamnoženja gubara obično traju od 3 do 6 godina. U periodu od 1862. godine, od kad se prati na području naše zemlje, do danas bilo je 18 registrovanih gradacija. Nauka još uvek nije utvrdila razlog nastanka gradacija. Poslednja gradacija gubara u Srbiji je trajala od 2011. do 2014. godine obuhvatila je 340 000 hektara šuma (Izveštaji Prognozno-izveštajne službe Uprave za šume, 2000-2016).

Gubar je tipična fiziološka štetočina i štete pričinjavaju gusenice. Gusenice gubara se hrane asimilacionim organima gotovo svih drvenastih (lišćari, četinari, voćke) i žbunastih biljnih vrsta, pa čak i nekih zeljastih, a jedino izbegavaju lišće

vrsta iz roda *Fraxinus* (Mihajlović, 2008). Najomiljenija hrana im je lišće hrastova, a naročito cera (Milanović, 2011). U šumama golobrst gubara dovodi do smanjenja prstena prirasta, slabljenja vitalnosti stabala, ulančavanja šteta, i pojave sušenja šuma. Proučavanje uzroka nastanka gradacija i klimatskih uslova koji pogoduju pojavi prenamnoženja od velikog je značaja za preventivno delovanje i pravovremenu organizaciju njegovog suzbijanja u početnim fazama prenamnoženja kada je napad insekta prisutan na manjih površinama.

Cilj rada je da se na osnovu dostupnih podataka o godinama kada je dolazilo do pranamnoženja gubara i podataka o klimi kreira model koji će za osmotrene klimatske podatke predvideti moguće prenamnoženje gubara.

MATERIJAL I METODE

Predviđanje prenamnoženja gubara i ispitivanje uticaja klimatskih promena na pojavu gradacije modelirano je primenom modela logističke regresije (Agresti, 1990; Collet, 1991;). Model binarne logističke regresije pretpostavlja da je zavisna varijabla (Y) binarna tj. da ima samo dva ishoda (0 ili 1). Neka je verovatnoća da će Y primiti vrednost 1 u zavisnosti od uticaja nezavisnih varijabli (x) koje su uključene u model u model označena se sa $p(x) = P(Y = 1 \vee x)$. Tada se logistička funkcija može izraziti sa

$$\ln\left(\frac{p(x)}{1-p(x)}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \quad + \beta_n x_n = \beta^T x,$$

pa je verovatnoća da Y primi vrednost 1 određena sa

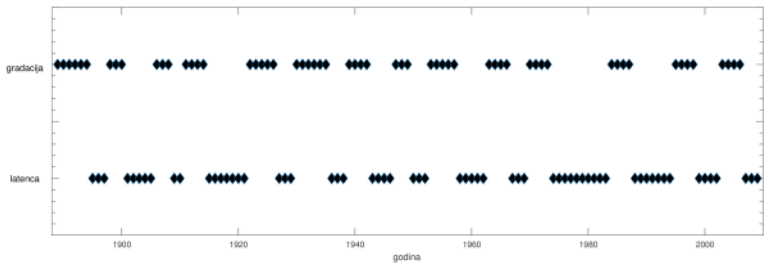
$$p = \frac{e^{\beta^T x}}{1+e^{\beta^T x}}.$$

Pomoću dostupnih podataka (srednjih mesečnih temperatura i padavina za grad Beograd) formirana su i ocenjena dva modela. Zavisna varijabla je bila ista u oba modela i predstavlja stanje populacija gubara (gradacije - prenamnoženje ili latence - konstantne niske brojnosti populacije) u vremenskom periodu od 1888-2010 na području naše zemlje. Zavisna varijabla ima vrednost 1 ukoliko je u godini bilo stanje gradacije, a 0 ukoliko je stanje latence zabeleženo u datoj godini. Modeli se razlikuju u izboru nezavisnih varijabli. U prvi model uključene su prosečne temeprature i sume mesečnih padavina (MODEL I). U drugom modelu uključene su prosečne temeperature po kvartalima (decembar, januar, februar - DJF, mart, april, maj - MAM, jun, jul, avgust - JJA, septembar, oktobar, novembar - SON) i suma padavina po istim kvartalima (MODEL II). U oba slučaja uzet je vremenski opseg od juna godine koja je prethodila pojavi do maja godine u kojoj je zabeležena pojava (gradacija ili latenca gubara).

Selekcija varijabli određena je pomoću Forward Wald metoda. Pomoću ovog metoda varijable se ukljanjaju iz modela na osnovu verovatnoće Wald metoda (Cerdeira et al., 2009; McLeod i Xu, 2014). Pomoću ovog metoda varijable se uklanjaju iz modela na osnovu verovatnoće Wald statistike. Rezultati regresije predstavljeni su kao ocenjeni koeficijenti (B), standardne greške ocenjenih koeficijenata (S.E), Wald statistike (Wald), statističke značajnosti (Sig.) i odnosa šanse (O.R.). Vrednosti O.R koje su veće od 1 ukazuju na pozitivnu asoscijaciju između nezavisne varijable i prediktora, odnosno uticaj prediktora povećava verovatnoću za pojavu gradacije. Omnibus testa koeficijenata modela i Hosmer-Lemeshow test su sprovedeni da bi se testirao učinak modela i uporedio sa modelom koji ne sadrži nijednu od navedenih nezavisnih promenljivih.

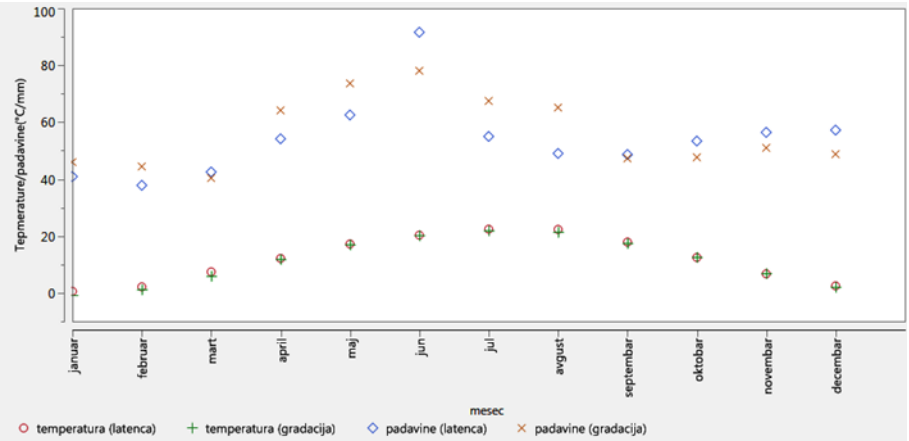
REZULTATI

U posmatranom periodu 1888-2010 zabeleženo je 59 godina u kojima je bilo gradacije gubara i 64 godine latence (Slika 1).



Slika 1. Grafički prikaz pojave gradacije i latence populacija gubara (period 1888-2010)
Figure 1. *Graphical representation of Gypsy moth population gradations and latency period*

Nije bilo očiglednih razlika između temperatura u godinama gradacije i latence, ali je u sumi padavina bilo određenih varijacija (Slika 2.). Sume padavina su bile niže u aprilu, maju, julu i avgustu, a više u junu u godinama letence u poređenju sa godinama gradacije.



Slika 2. Srednje mesečne temperature (donje tačke) i srednja suma mesečnih padavine (gornje tačke) u godinama latence i gradacije gubara (period 1888-2010)
Figure 2. *Mean monthly temperatures (upper graph) and mean sum of monthly precipitation (lower graph) during the years of Gypsy moth latency and outbreaks*

Tabela 1. Rezultati modela logističke regresije
Table 1. *Logistic regression models results*

Variable	MODEL I				MODEL II	
	Temperatura januar *Temperature January* (°C)	Temperatura mart *Temperature March* (°C)	Temperatura oktobar *Temperature October* (°C)	Padavine maj *Precipitation May* (°C)	Temperatura 1.kvartal *Temperature 1st quarter* (°C)	Padavine 2.kvartal *Precipitation 1st quarter* (°C)
B	0,157	0,287	0,298	0,010	0,220	0,007
S.E.	0,076	0,105	0,128	0,006	0,101	0,112
Wald	4,244	7,443	5,415	7,214	4,748	4,018
Sig.	0,039	0,006	0,020	0,007	0,029	0,045
O.R.	1,170	1,332	1,347	1,010	1,246	1,007

Omnibus test koeficijenata modela ukazuje da su generisani modeli značajno bolji od modela koji sadrži samo konstantu, odnosno modela koji nema nijednu od navedenih nezavisnih promenljivih (MODEL I: x2(4) = 21,749, p= 0,000; MODEL II: x2(2) = 8,438, p= 0,015). Učinkovitost modela je potvrđena Hosmer-Lemeshow testom (MODEL I: x2(8) = 5,025, p= 0,755; MODEL II: x2(8) = 8,579, p= 0,379). Rezultati logit modela predstavljeni su u Tabeli 1. Kada je u pitanju MODEL I, kao statistički značajni prediktori izdvajaju se temperature u oktobru godine koja je prethodila pojavi, januaru, martu i kao i padavine u maju tekuće godine. Povećanje prosečnih temeperature i padavina u navedenim mesecima povećava šanse za prenamnoženje gubara. U MODELU II kao značajni prediktori prenamnoženja gubara izdvojili su se prosečna temperatura prvog kvartala (DJF)

kao i padavine drugog kvartala (MAM). Povećanje prosečne temperature u prvom kvartalu i sume padavina u drugom kvartalu povećava šanse za prenamnoženje gubara.

Pomoću MODELA I moguće je tačno objasniti 61,0% pojava latenci i 86,0% gradacija dok je MODELOM II moguće objasniti 70,0% pojava latenci i 76,2% gradacija (Tabela 2).

Tabela 2. Ispravna klasifikacija pojave (latence ili gradacije) pomoću modela na osnovu klimatskih podataka (1888-2010)
Table 2. *Correct classification of event (latency or gradation) according to the models based on availabe climate data (1888-2010)*

	MODEL I	MODEL II
Latenca *Latency*	61,0%	70,0%
Gradacija *Gradation*	86,0%	76,2%
Ukupno *Total*	73,8%	72,8%

DISKUSIJA

Rezultati ovoh istraživanja su pokazali da upotreba isključivo srednjih mesečnih temperatura i padavina može objasniti preko 70% pojave latence i gradacije, ili čak 86% samo za gradaciju pomoću MODELA I, koji uzima u obzir temperature u oktobru godine pre pojave i januaru, martu, kao i padavine u maju godine pojave. Ovi rezultati daju odličan osnov da se nastavi sa razvojem prediktivnih modela koji će pomoći boljem preventivnom delovanju i značajnim finansijskim uštedama.

U protekloj deceniji, pored izrazitih suša i požara, veliku štetu šumama u našem regionu naneo je i gubar. Masovnija pojava gubara zabeležena je 2004., kao i 2013. i 2014. godine (Tabaković-Tošić, 2006, 2011; Izveštaji Prognozno-izveštajne službe prema Upravi za šume, 2000-2016). Konačno, kao primer ekonomskih gubitaka usled sušenja šuma i drugih nepovoljnih uticaja, može da posluži trend porast gubitaka u poslovanju JP "Vojvodinašuma" u proteklih 15 godina, a koje je vezano za sušenje. Prosečni godišnji gubici u periodu 2000-2014 prevazilazili su 50 milona dinara (Druga nacionalna komunikacija, nacrt). U Vojvodini se konstantno prate populacije gubara od strane Prognozno-izveštajne službe (Pap et al., 2015). Beleže se podaci vezani za zahvaćene površine, napadnute vrste drveća, brojnost populacije gubara, međutim, do sad nisu korišćeni napredni analitički modeli koji bi ukazali na određene veze između klimatskih i stanišnih uslova i pojavu gubara. Takva istraživanja mogu umnogome pomoći u boljoj prevenciji pojave pranamnoženja koje, kada se dogodi, nanosi velike ekonomske štete, a koje je moguće umanjiti preventivnim delovanjem.

Bitnu ulogu u redukciji populacija gubara ima entomopatogena gljiva, *Entomophaga maimaiga*, koja je introdukovana u Bugarsku 1999., a kasnije zabeležena u Srbiji (Tabaković-Tošić et al., 2012), Bosni i Hercegovini (Milotić et al., 2015) i drugim evropskim zemljama (Zúbrik et al., 2016). Takođe, pristup suzbijanja gubara pomoću feromonskih klopki je prepoznat kao mogućnost za smanjenje populacije, ukupnih troškova i štete (Milanović, 2005).

Upotreba modernih alata u praćenju i suzbijanju gubara, prepoznata je u smislu potrebe primene geografskog informacionog sistema (Mihajlović et al., 2005) i primene prediktivnih modela (Pernek et al., 2008). U svetu se radi i na upotrebi satelitskih snimaka visoke vremenske rezolucije u cilju prepoznavanja područja zahvaćenih gradacijom gubara (De Beurs i Townsend, 2008; Spruce et al., 2011). Ono što postaje jasno je da će dugoročno najbolji rezultat dati uključivanje što je moguće većeg broja podataka u modele (meteoroloških osmatranja, detaljne tipologije šuma, osmatranja pomoću daljinske detekcije, prostornih podataka sa terena, itd.). Rezultati ovog rada predstavljaju preliminarna istraživanja, koja će biti proširena uključivanjem drugih faktora u cilju dobijanja što realnijeg i tačnijeg modela.

Preporuka koja proizilazi iz našeg rada je dalje usavršavanje prediktivnih modela koji bi nam dali mogućnost za bolje predviđanje gradacija gubara i bolju prevenciju nastanka milionskih šteta u šumama.

Rezultate ovog istraživanja biće moguće koristiti prilikom donošenja odluka u vezi sa gazdovanjem šumama i politikama zaštite šuma u nadležnom Ministarstvu u Republici Srbiji, Pokrajinskom Sekretarijatu u Autonomnoj Pokrajini Vojvodini i nadležnim javnim preduzećima (JP „Srbijašume“, JP „Vojvodinšume“ i nacionalnim parkovima) kao glavnim upravljačima šuma u našoj zemlji. Može se očekivati da će primenljivost rezultata ovog istraživanja biti na nivou regiona.

ZAKLJUČAK

U okviru istraživanja su razvijena dva modela za predviđanje pojave gradacije i latence gubara.

U MODELU I su u obzir uzete srednje mesečne temperature iz oktobra godine koja prethodi pojavi, temperature iz januara i marta, i padavine iz maja tekuće godine.

U MODELU II su u obzir uzete srednje temperature prvog kvartala i padavina drugog kvartala.

Ukupna klasifikacija modela je iznosila preko 70%, dok je predikcija pojave godine sa gradacijom na osnovu MODELA I iznosila čak 86%.

Korišćenje predikcija modela će doprineti boljoj zaštiti šuma, smanjenju i prevenciji šteta.

Zahvaljnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata: „Razvoj modela za predviđanje prenamnoženja gubara (*Lymantria dispar*) u svetlu klimatskih promena“ koji finansira Pokrajinski sekretarijat za nauku i tehnološki razvoj za period 2016-2017 godina i projekta „Istraživanje klimatskih promena na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2017. godine.

LITERATURA

Agresti, A. (1990): Categorical Data Analysis. New York: John Wiley

Collet, D. R. (1991): Modeling Binary Data. Chapman & Hall, London

De Beurs, K. M., Townsend, P. A. (2008): Estimating the effect of gypsy moth defoliation using MODIS. Remote Sensing of Environment 112(10): 3983-3990.

Uprava za šume: Izveštaji Prognozno-izveštajne službe, 2000-2016.

McLeod, A. I., Xu, C. (2014): bestglm: Best Subset GLM. R package version 0.34.

Mihajlović, L. J., Tabaković-Tošić, M., Jančić, G., Jovanović, V. (2004): Gubar najopasnija štetočina naših šuma i voćnjaka. Publikacija MPŠV Javno preduzeće „Srbijašume”, Beograd: 5-18.

Mihajlović, L., Marković, N., Milanović, S. (2005): Need for and application of geographic information system in forest protection against gypsy moth. Biljni lekar 33(6): 626-631.

Mihajlović, Lj. (2008): Gubar (*Lymantria dispar* L.)(Lepidoptera, Lymantridae) u Srbiji. Šumarstvo 1-2: 1-26.

Milanović, S. (2005): Potential use of sexual pheromones in forest stand protection against gypsy moth. Biljni lekar 33(1): 51-56.

Milanović, S. (2011): Razviće gubara (Lymantria dispar L.) (Lepidoptera, Lymantriidae) na različitim vrstama hrastova u Srbiji. Beogradski Univerzitet. Disertacija.

Milanovic, S., Lazarevic, J., Popovic, Z., Miletic, Z., Kostic, M., Radulovic, Z., ... , Vuleta, A. (2014): Preference and performance of the larvae of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) on three species of European oaks. European Journal of Entomology 111(3): 371.

Milotić, M., Mujezinović, O., Dautbašić, M., Treštić, T., Pilarska, D., Diminić, D. (2015): First record of gypsy moth entomopathogenic fungus Entomophaga maimaiga Humber, Shimazu & RS Soper in Bosnia and Herzegovina. Šumarski list: znanstveno-stručno i staleško glasilo Hrvatskoga šumarskog društva 1: 59-67.

Pap, P., Drekić, M., Poljaković-Pajnik, L., Marković, M., Vasić, V. (2015): Forest health monitoring in Vojvodina in 2015. Topola 195/196: 117-133.

Pernek, M., Pilas, I., Vrbek, B., Benko, M., Hrasovec, B., Milkovic, J. (2008): Forecasting the impact of the Gypsy moth on lowland hardwood forests by analyzing the cyclical pattern of population and climate data series. Forest Ecology and management 255(5): 1740-1748.

Spruce, J. P., Sader, S., Ryan, R. E., Smoot, J., Kuper, P., Ross, K., ... , Hargrove, W. (2011): Assessment of MODIS NDVI time series data products for detecting forest defoliation by gypsy moth outbreaks. Remote sensing of environment 115(2): 427-437.

Tabaković-Tošić, M., Georgiev, G., Mirchev, P., Tošić, D., Golubović-Ćurguz, V. (2012): Entomophaga maimaiga – new entomopathogenic fungus in the Republic of Serbia. Afr J Biotechnol 34: 8571–8577.

Tabaković-Tošić, M. (2005): A new gypsy moth outbreak in Serbia. Biljni lekar 33: 44–50.

Tabaković-Tošić, M. (2006): Monitoring abundance, population vitality and control of gypsy moth (Lymantria dispar L.) in Serbia during 2003-2005. Biljni lekar 34(3): 209-217.

Zúbrik, M., Hajek, A., Pilarska, D., Špilda, I., Georgiev, G., Hrašovec, B., ... , Saniga, M. (2016): The potential for Entomophaga maimaiga to regulate gypsy moth Lymantria dispar (L.)(Lepidoptera: Erebidae) in Europe. Journal of Applied Entomology.

Summary

PREDICTION OF GYPSY MOTH (LYMANTRIA DISPAR) OUTBREAKS UNDER CLIMATE CHANGE

by

Dejan Stojanović, Milena Kresoja, Milan Drekić, Leopold Poljaković-Pajnik, Nataša Krklec-Jerinkić, Nataša Krejić, Saša Orlović

Achieving the earlier set goals in forestry will not be easy in the light of global and climate change. Gypsy moth (Lymantria dispar L.) is the most economicaly significant and aboundat pest in deciduous forests in Serbia. It is also very important pest in fruit orchards. His outbreak often has the character of a natural disaster that requires a significant commitment of manpower and financial resources in order to supress it. We developed two models for predicting the occurrence of gradation (outbreak) and latency of gypsy moth population on the basis of monthly and quarterly values of climatic data for the period 1888-2010. The models were based on logistic regression. Independent variables were ranked according to Wald method. The most significant variables from the pool were included in the

model. Pool of variables consisted of mean mothnly and quaterly temperatures and sum of precipitation for the same periods. Taken window were from June of year prior to the event, to the May of current year event. Quarters were divided into seasons (DJF, MAM, JJA, SON).

In the MODEL I, we have used the mean monthly temperatures from October of the year preceding event, temprature in January and March, and the rainfall in May, while in MODEL II, taken were mean temperatures of the first quarter (DJF) and sum of the precipitation of the second quarter (MAM). Overall classification accuracy of the models were above 70%, while the prediction of the outbreak based on MODEL I was 86%. The results of this study (models that can be applied in real time) can contribute to better decision-making in relation to forest management and protection of forests from gypsy moth in Republic of Serbia and wider.

UDK: 582.475.5(497.11 Kopaonik)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

PROMENA KLIME KAO FAKTOR SMANJENJA PRIRASTA STABALA ČISTE SASTOJINE SMRČE (*Picea abie*s (L.) H.Karst.) U NACIONALNOM PARKU ,,KOPAONIK“

Lazar Kesić[1], Bratislav Matović[1], Srđan Stojnić[1], Stefan Stjepanović[2], Dejan Stojanović[1]

Izvod: U radu je razmatran uticaj dva klimatska elementa (padavine i temperatura vazduha) na prirast i vitalnost stabala u čistoj sastojini smrče na području Nacionalnog Parka ,,Kopaonik“. Uzorci za potrebe ovog istraživanja uzeti su tokom 2016. godine. Upotrebom savremenih dendrohronoloških metoda ustanovljen je opadajući trend prirasta u periodu od 1980. do 2015. godine, dok je za klimatske elemente ustanovljen rastući trend u istom periodu. Značajna Pirsonova korelacija između klimatskih elemenata i prirasta ustanovljena je za pojedine mesece. Imajući u vidu da prirast u periodu od 1980. do 2015. godine opada, a temperatura i padavine rastu, može se reći da nepovoljni efekat temperature nije izražen jer postoji dovoljna količina padavina. U sledećim istraživanjima ovakvih sastojina treba uključiti više klimatskih elemenata i utvrditi potencijalni uzrok sušenja sastojina smrče na području nacionalnog parka.

Ključne reči: dendrohronologija, sušenje, temperatura, padavine, smrča

CLIMATE CHANGE AS A FACTOR REDUCING THE GROWTH OF TREES IN THE PURE NORWAY SPRUCE STAND (Picea abies (L.) H.Karst.) IN THE NATIONAL PARK ,,KOPAONIK"

Lazar Kesić[1], Bratislav Matović[1], Srđan Stojnić[1], Stefan Stjepanović[2], Dejan Stojanović[1]

[1]Master biolog Lazar Kesić, istraživač pripravnik (kesic.lazar@uns.ac.rs); dr Bratislav Matović, naučni saradnik, dr Srđan Stojnić, naučni saradnik, dr Dejan Stojanović, naučni saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Republika Srbija

[2] Stefan Stjepanović – Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

[1] Lazar Kesić, MSc biol., Research assistant (kesic.lazar@uns.ac.rs); dr Bratislav Matović, Research assosiate, dr Srđan Stojnić, Research assosiate, dr Dejan Stojanović, Research assosiate, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia

[2] Stefan Stjepanović – University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Department of Forestry, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Abstract: *The paper analyzes the effect of two climate variables (precipitation and temperature) on the growth and vitality of trees in the pure Norway spruce stand in the National Park ,,Kopaonik". The samples were taken during 2016 year. By using modern dendrochronological methods we found the declining growth trends in the period from 1980 to 2015, while the climate elements created a growing trend in the same period. Significant Pearson correlation between climatic elements and growth established for some months. Bearing in mind that the growth in this period from 1980 to 2015 year decreases, and the temperature and precipitation increases, it can be said that the adverse temperature effect is not fully expressed because there was enough percipitation. Further research evaluation should include more climatic elements and identify potential cause drying of Norway spruce in this National park.*

Key words*:dendrochronology, dieback, temperature, precipitation, Norway spruce*

UVOD

Smrča (*Picea abies* (L.) H.Karst. 1881) je vrsta brzog rasta, koja na najboljim staništima dostiže visinu preko 50 metara, dok prečnik može biti i do 2 metra (Matić i Prpić, 1983). Smrča u Srbiji prirodno uspeva u visokim planinama na kojim nema ozbiljnu konkurenciju drugih vrsta drveća. U Evropi, smrča se prostire od severa kontinenta na jug, do Ćaf-Kadis klisure na Šar planini, ali ne raste u Španiji, većem delu Francuske, u Engleskoj, Belgiji, Holandiji i Danskoj (Jovanović, 1991). U Srbiji raste iznad pojasa bukve, na nadmorskoj visini od 1400 do 2200 metara, u zavisnosti od položaja planinskog masiva (Janković, 1985; Jovanović, 1991). Čiste smrčeve sastojine u Srbiji su najrasprostranjenije na planinskim masivima Kopaonika, Golije, Zlatara, Stare Planine, Tare i drugih (Stojanović, 1995).

Kako na globalnom nivou, tako je očekivan i uticaj klimatskih promena na šume u Srbiji u kojima je zabeležena promena klimatskih uslova (Stojanović et al., 2012). Istraživanja koja su obuhvatila kako bukvu, tako i druge značajne vrste drveća u šumarstvu Srbije, pokazala su da klimatske promene mogu imati veliki uticaj kako na planinske, tako i na nizijske vrste drveća (Stojanović et al., 2013a). Uticaj klime na šume pomoću dendrohronoloških metoda je proučavan do sada u nekoliko istraživanja u našoj zemlji. Vršeno je istraživanje odgovora hrasta kitnjaka na klimatske uslove u Nacionalnom Parku ,,Fruška Gora“, gde se pokazalo da padavine imaju značajniju ulogu od temperature na širinu godova (Stajić et al., 2014). Denrohronološkim metodama su proučavani i uzroci sušenja hrasta lužnjaka u Sremu i negov uticaj izgradnje nasipa na njegov rast i vitalnost (Stojanović et al., 2013b). Dendrohronološka istraživanja smrče su veoma retka na našem podneblju. Takođe, ovo su jedina istraživanja ovog tipa u NP „Kopaonik’’.

Smrča je otporna na mraz, pogoduje joj planinska i kontinentalna klima, naseljava područja sa velikim nagibima, posebno gde ima dosta snežnih padavina (Vajda, 1933). Premda smrča ima široku ekološku valencu, u poslednje dve

decenije zabeleženo je intezivno sušenje uslovljeno negativnim klimatskim faktorima, pre svega ekstremnim sušama, koji smanjuju njenu vitalnost, što pogoduje njenom fiziološkom slabljenju, širenju potkornjaka i ostalih štetočina (Matić, 2011). Poseban značaj predstavljaju istraživanja rasta i prirasta stabla i sastojina, kao jedinstvenih bioindikatora vitalnosti i zdravstvenog stanja. Ekstremni uticaji različitih faktora na rast šumskih stabala u određenim godinama dovode do formiranja uskih ili širokih godova, nastalih kao odgovor stabla na povoljne ili nepovoljne faktore spoljašnje sredine (Vučković et al., 2005; Stajić, 2010). Iz tih razloga, karakteristični godovi predstavljaju tzv. morfološke signale jakih ekoloških uticaja (Schweingruber et al., 1990).

Prema Republičkom hidrometeorološkom zavodu (RHMZ) prosečne temperature na severnoj hemisferi tokom druge polovine 20. veka su u porastu, a prateći stogodišnji linearni trend u periodu od 1901-2005, povišenje temperature je iznosilo 0,74 °C. Suma godišnjih padavina se menja u zavisnosti od godine do godine i nema opšti trend.

Najveću prirodnu vrednost i specifičnost područja Kopaonika predstavlja prisustvo mešovitih lišćarsko-četinarskih (bukve i jele, smrče i bukve i bukve, jele i smrče) i čistih četinarskih šuma(smrče i jele). Od ukupne površine Nacionalnog parka ,,Kopaonik“ ove šume zauzimaju 28,8 % površine (2044,8 ha) (Mišić i Dinić, 1992). Planina Kopaonik poseduje veliki biodiverzitet i tako predstavlja značajan objekat istraživanja ne samo za dendrohronologiju već i šire.

Cilj ovog rada je bila da se pokaže mogućnost poređenja klimatskih elemenata (padavina i temperature) sa širinom godova na uzetom uzorku stabala smrče u svrhu ispitivanja sušenja sastojina u NP ,,Kopaonik“.

MATERIJAL I METODE

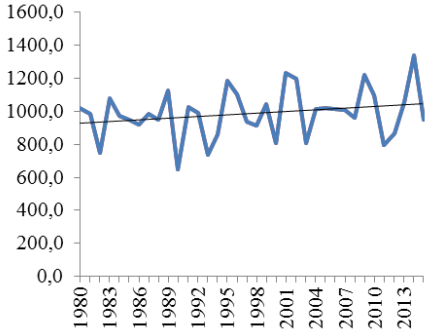
Za istraživanje su uzeti uzorci tokom 2016. godine na jednom lokalitetu u Nacionalnom parku ,,Kopaonik“, čije su koordinate 43°19'20,5" SGŠ i 20°46'16,5" IGD. Lokalitet se nalazi na nadmorskoj visini od 1.495 m, gde je uzorkovano 15 zdravih stabala. Prosečna starost stabala smrče u ovoj sastojini je 101 godina.

Uzorci su kasnije osušeni, zalepljeni na nosače od letvica i izbrušeni. Skeniranje uzoraka je vršeno pomoću ATRICS sistema (Levanič, 2007). Merenje širine godova je izvršeno uz pomoć WinDENDRO softvera sa preciznošću 0,01 mm. Statističko unakrsno datiranje je urađeno PAST-5^{TM} softverom koji sadrži vizuelni test i testove t-vrednosti po Baillie i Pilcher (tBP) i Gleichläufigkeit koeficijent (GLK%). U ARSTAN-u je izvršeno detrendovanje (izdvajanje) vremenske serije širine godova pomoću eksponencijalne funkcije u cilju uklanjanja uticaja juvenilnog rasta i kubične *spline* funkcije od -67 % sa ciljem uravnoteženja varijacija u prirastu (Holmes et al., 1986). Grafici su napravljeni pomoću Excel 2007. Prikazane su vremenske serije prirasta smrče. Na raspolaganju smo imali vremensku seriju klimatskih elemenata (temperature i padavine) na mesečnom nivou.

Kalkulacije *bootstrap* korelacija između širine godova (njihovih reziduala) i mesečnih vrednosti temperatura i padavina su izvršene pomoću R paketa bootRes (Zang i Biondi, 2013).

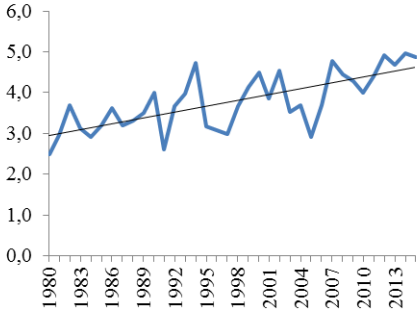
REZULTATI I DISKUSIJA

Analiza padavina planine Kopaonik na mernoj stanici "Kopaonik", pokazala je blagi porast za period 1980-2015 (slika 1). Analiza temperature planine Kopaonik na istoj mernoj stanici, za isti period pokazala je trend rasta (slika 2). Za razliku od trenda koji se javlja za klimatske elemente (temperaturu i padavine), opadajući trend je zabeležen je kod prirasta stabala za sastojinu smrče (slika 3).



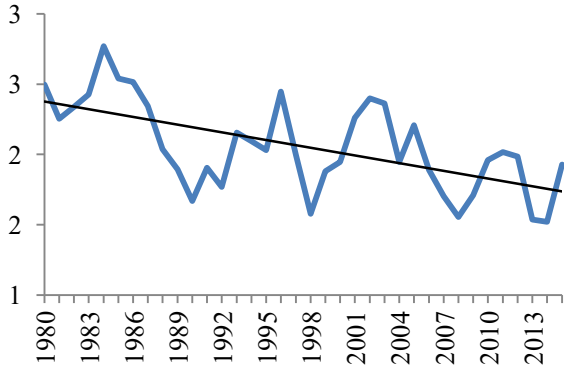
Slika 1. Suma godišnjih padavina u periodu od 1980-2015 za mernu stanicu "Kopaonik" sa naznačenim trendom

Figure 1. *The sum of annual precipitation for 1980-2015 for the measuring station "Kopaonik" with the linear trend*



Slika2. Srednje godišnje vrednosti temeprature u periodu od 1980-2015 za mernu stanicu "Kopaonik"sa naznačenim trendom

Figure 2. *The values of annual temperature for 1980-2015 for the measuring station "Kopaonik" with the linear trend*



Slika 3. Širine goda smrče u sastojini na Kopaoniku
Figure 3. *Tree-ring width for spruce stand on the Kopaonik Mt.*

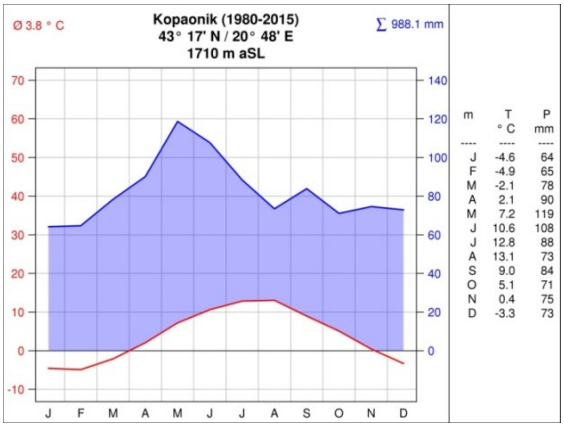
Izvršena korelaciona analiza po mesecima je pokazala povezanost prirasta stabla sa klimatskim elementima (slika 5 i 6). Značajna korelacija za padavine utvrđena je za mesec jun godine koja je prethodila rastu (tamniji stubići, slika 5), a za temperature utvrđeni su meseci februar i maj (tamniji stubići, slika 6).

Dendrohronološka istraživanja drugih istraživača, sprovedena na smrči su pokazala sličnu korelaciju između prirasta stabla i klimatskih faktora. Na primer, Koprowskia i Dunckerb, (2012) ispitivajući sastojine smrče u Poljskoj, ustanovili su da padavine u letnjim mesecima imaju uticaja na prirast stabla. Ranija dendrohronološka istraživanja u Češkoj i Nemačkoj pokazuju da temperatura i padavine pozitivno koreliraju sa prirastom u maju, junu i julu na velikim nadmorskim visinama (Wilson i Hopfmueller, 2001), a ako uporedimo sa našim rezultatima uočava se poklapanje, tačnije rezultati za padavine se poklapaju u mesecu junu, a za temperaturu poklapaju se za mesec maj. Za razliku od prethodnih autora, Frank i Esper, (2005) su ustanovili da je širina godova smrče u centralnim i zapadnim Alpima manje zavisna od klimatskih faktora. Takođe, Levanič et al., (2009) ispitujući prirast stabala smrče na dva lokaliteta u Sloveniji, ustanovili su da nema jake korelacije između prirasta stabla i klimatskih faktora.

Prosečna godišnja temperatura vazduha u periodu od 1980. do 1997. godine iznosila je 3,3 °C, dok je u periodu od 1998. do 2015. godine iznosila 4,2 °C. Prosečna godišnja suma padavina u periodu od 1980. do 1997. godine iznosila je 956,7 mm, dok je u periodu od 1998. do 2015. godine iznosila 1.019,5 mm. Posmatrajući prvi interval, za oba klimatska elementa, u odnosu na drugi uočeno je da dolazi do porasta oba klimatska elementa u drugom periodu.

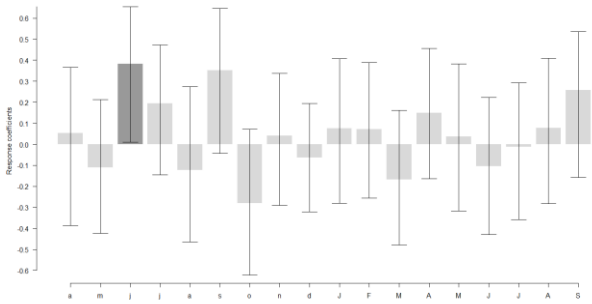
Starost stabala u sastojini kretala se u intervalu od 81 do 114 godina, na osnovu koje je ustanovljeno da je jedan od važnijih faktora koji ovoj sastojini daju stabilnost i otpornost. Takođe, jedan od faktora koji utiče na stabilnost i otpornost sastojine, jeste dominacija jedne vrste u sastojini. Ukoliko je sastojina monodominatna, manje je stabilna i otporna na nepovoljne uslove (Matić i Prpic, 1983).

U prvom redu su klimatske promene koje se moraju posmatrati na globalnom nivou i zahtevaju dublje razmatranje. Ono što je uočeno jeste porast temperature, ali i neravnomerno raspoređene padavine, međutim to ne može biti glavni i jedini uzrok sušena sastojina smrče.

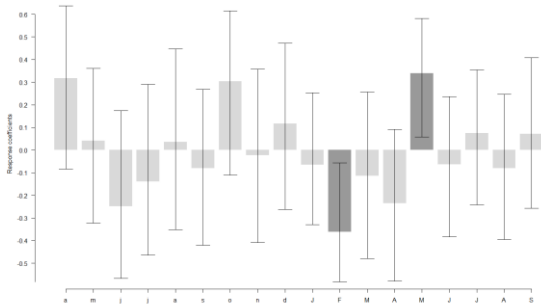


Slika 4. Klima dijagram za planinu Kopaonik u periodu u 1980-2015.
Figure 4. *Climate chart for the Kopaonik Mt. in the period from 1980. to 2015.*

Uzroci sušenja sastojina smrče su kompleksni i nije samo jedan faktor uzrok sušenja. Pored klimatskih elemenata koji predstavljaju jedan mogući faktor koji uzrokuje sušenje, acidifikacija zemljišta takođe može da ima negativni efekat na šumske ekosisteme. Acidifikacija zamljišta smanjuje alkalnost vode, redukuje zemljišni adsorptivni kompleks, utiče na povećanje koncentracije rastvorljivog Al-jona i ispiranje teških metala.



Slika 5. Pirsonova korelacija između sume godišnjih padavina planine Kopaonika i širine godova za stabla smrče u periodu od 1980-2015. (tamnom bojim: značajna korelacije; malim slovima: meseci prethodne godine; velikim slovima: meseci u godini prirasta; tanke linije: interval poverenja od 95%).
Figure 5. *Pearson's correlation between sum annual precipitation for the Kopaonik Mt. and tree-ring widths. (dark color: significant correlation; lowercase color: months from the previous year; uppercase: months in the growing year; thin lines: confidence interval od 95%)*



Slika 6. Pirsonova korelacija između srednjih mesečnih vrednosti za temperaturu planine Kopaonika i širine godova za stabla smrče u periodu od 1980-2015. (tamnom bojim: značajna korelacije; malim slovima: meseci prethodne godine; velikim slovima: meseci u godini prirasta; tanke linije: interval poverenja od 95%).
Figure 6. *Pearson's correlation between mean montly temperature for the Kopaonik Mt. and tree-ring widths. (dark color: significant correlation; lowercase color: months from the previous year; uppercase: months in the growing year; thin lines: confidence interval od 95%)*

Puferna sposobnost opada što može imati negativnu posledicu za šumske ekosisteme (Kadović et al., 2009). Sastojina smrče je više osetljiva na promene uslova staništa, štetotiče i bolesti ukoliko je reč o čistim sastojinama smrče, te se osnivanje novih šumskih ekosistema koristi smrča ali i druge pionirske vrste kako bi

se postigla stabilnost sastojine. Još jedan od uzroka sušenja sastojina smrče može biti najezda štetočina (Matić, 2011).

Pored gore navedenih uzroka može se navesti i zagađenje vazduha kao još jedan faktor koji u kombinaciji sa sušom i visokom temperaturom mogu doprineti sušenju sastojine. Posmatrajući sveobuhvatno ove uzroke uočeno je da oni kada deluju zajedno dovode do smanjenja prirasta i vitalnosti, a u najgorem slučaju mogu izazvati sušenje pojedinačnih stabala ili čak čitave sastojine (Kadović et al., 2009; Matić, 2011).

ZAKLJUČCI

Na osnovu ciljeva postavljenjih u ovom radu može se zaključiti sledeće:

- Opadanje prirasta stabla smrče u čistoj sastojini na jednom lokalitetu na Kopaoniku, imalo je obrnut trend u odnosu na dugoročni trend promene temperature i padavine, tj. prirast se smanjivao dok su temperature i padavine bile u porastu;
- Značajna korelacija za padavine utvrđena je za mesec jun prošle godine, dok je za temperaturu značajna korelacija utvrđena za mesece februar i maj, te zaključujemo da prirast zavisi od klimatskih elemenata u određenoj meri.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata: „Istraživanje klimatskih promena na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2017. godine, i „Multidisciplinarna istraživanja procesa sušenja šuma“ finansiran od strane Uprave za šume (2015-2016).

LITERATURA

Frank, D., Esper, J. (2005): Characterization and climate response patterns of a high-elevation, multi-species tree-ring network in the European Alps. Dendrochronologia 22:107–121.

Holmes, R. L., Adams, R. K.., Fritts, H. C. (1986): Tree-Ring Chronologies of Western North America: California, Eastern Oregon and Northern Great Basin with Procedures Used in the Chronology Development Work Including Users Manuals for Computer Programs COFECHA and ARSTAN. Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona (Tucson, AZ): 50-59.

Janković, M. (1985): Fitogeografija. Prirodno matematički fakultet, Univerziteta u Beogradu.

Jovanović, B. (1991): Dendrologija. V izmenjeno izdanje. IDP,,Naučna knjiga“, Beograd.

Kadović, R.; Belanović, S.; Knežević, M.; Belojica, J.; Knežević, J. (2009): Analiza procesa acidifikacije šumskih zemljišta na području NP ,,Kopaonik". Glasnik Šumarskog fakulteta, 100: 95-110.

Koprowskia, M., Dunckerb, P. (2012): Tree ring width and wood density as the indicators of climatic factors and insectoutbreaks affecting spruce growth. Ecological Indicators 23 (2012): 332–337.

Levanič, T. (2007): ATRICS-A A new system for image acquisition in dendrochronology. Tree-Ring Research 63(2): 117-122.

Levanič, T., Gričar, J., Gagen, M., Jalkanen, R., Loader J. N., McCarroll, D., Oven, P., Robertson, I. (2009): The climate sensitivity of Norway spruce [Picea abies (L.) Karst.] in the southeastern European Alps. Trees (2009) 23:169–180.

Matić, S. (2011): Utjecaj stanišnih promjena i načina gospodarenja na sušenje obične smreke (*Picea abies* Karst.) u Hrvatskoj. Croatian Journal of Forest Engineering, 32(2011)1: 7-17.

Matić, S.; Prpić, B. (1983): Pošumljavanje. Odbor za provođenje društvenog odgovora i realizaciju pripreme pošumljavanja. Savez inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije Hrvatske. Zagreb: pp. 79.

Mišić, V.; Dinić, A. (1992): Stanje vegetacije Suvog rudišta na Kopaoniku i problem njene zaštite, obnove i rekonstrukcije. Zaštita prirode 45: 39-46.

RHMZ (2016): www.hidmet.gov.rs/ , Republički hidrometeoroločki zavod, Beograd.

Schweingruber, F. H.; Eckstein, D.; Serre-Bacher, F.; Braker, O.U. (1990): Indetification, presentation and interpretation of event zears in dendrochronology. Dendrochronologia 8: 9-38.

Stajic, B.; Vučković, M.; Janjatović. (2014): Preliminary Dendroclimatological Analysis of Sessile Oak(Quercus petraea (Matt.) Liebl.) in ,,Fruška Gora´´ National Park, Serbia. Baltic Forestry 21(1): 83-95.

Stajić, B. (2010): Karakteristike sastojinske strukture i rasta stabala u mešovitim sastojinama bukve i plemenitih lišćara na području Nacionalnog parka „Đerdap“. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd.

Stojanović, D., Levanič, T., Orlović, S.; Matović, B. (2013b): Upotreba najsavremenijih dendroekoloških metoda u cilju boljeg razumevanja uticaja izgradnje savskog nasipa na sušenju hrasta lužnjaka u Sremu. Topola 191/192: 83-90.

Stojanović, D.; Kržič, A.; Matović, B.; Orlović, S.; Duputie, A.; Djurdjević, V.; Galic, Z.; Stojnić, S. (2013a): Prediction of the European beech (*Fagus sylvatica* L.) xeric limit using a regionak climate model: An example from southeast Europe. Agricultural and Forestry Meteorology 176: 94-103.

Stojanović, D.; Matović B.; Orlović S.; Kržič A.; Đurđević V.; Galić Z.; Vuković A.; Vujadinović M. (2012): Upotreba indeksa suše za evaluaciju uticaja promene klime na bukove šume u Srbiji. Topola 189/190: 117-123.

Stojanović, Lj. (1995): Ekološko-proizvodne karakteristike i načini prirodnog obnavljanja smrčevih šuma na Kopaoniku i Goliji. Disertacija. Srbijašume, Beograd.

Vajda, Z. (1933): Studija o prirodnom rasprostranjenju i rastu smreke u sastojinama Gorskog Kotara. Šumarski list 4: 3-38.

Vučković, M.; Stajić, B.; Radaković, N. (2005): Značaj monitoringa debljinskog prirasta sa aspekta bioindikacije vitalnosti stabala i sastojina. Šumarstvo 1-2: 1-10.

Wilson, J. S. R., Hopfmueller, M. (2001): Dendrochronological investigations of Norway spruce along an elevational transect in the Bavarian Forest, Germany. Dendrochronologia, 19 (1) - 2001: 67 – 79.

Zang, C., Biondi, F. (2013). Dendroclimatic calibration in R: the bootRes package for response and correlation function analysis. Dendrochronologia 31(1): 68-74.

Summary

CLIMATE CHANGE AS FACTOR REDUCING THE GROWTH OF TREES IN THE PURE NORWAY SPRUCE STAND (Picea abies (L.) H.Karst.) IN THE NATIONAL PARK ,,KOPAONIK"

by

Lazar Kesić, Bratislav Matović, Srđan Stojnić, Stefan Stjepanović, Dejan Stojanović

The paper analyzes the effect of two climate variables (precipitation and temperature)on the growth and vitality of trees in the pure Norway spruce stand in the National Park ,,Kopaonik". The samples were taken during 2016 year. By using modern dendrochronological methods we found the declining growth trends in the period from 1980.to 2015, while the climate elements created a growing trend in the same period. Significant Pearson correlation between climatic elements and growth established for some months. Bearing in mind that the growth in this period decreases, and the temperature and precipitation increases, it can be said that the adverse temperature effect is not fully expressed because there was enough precipitation. Further research evaluation should include more climatic elements and identify potential cause drying of spruce in this National park.

UDK: 582.681:581.165.1(497.11)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

TESTIRANJE KLONOVA TOPOLA (*Populus spp.*) I VRBA (*Salix spp.*) ZA FITOREMEDIJACIJU HERBICIDA KROZ ISPITIVANJE UTICAJA NA NJIHOVE FIZIOLOŠKE PROCESE

Andrej Pilipović[1], Saša Orlović[1], Branislav Trudić[1], Marina Katanić[1], Verica Vasić[1], Marko Kebert[1]

Izvod: Biljke i njima pridruženi mikroorganizmi se mogu koristiti u prečišćavanju zemljišta zagađenog raznim vrstama kontaminanata i ta tehnologija se naziva fitoremediajcija. Od drveća koja se koriste za ovu namenu, topole i vrbe predstavljaju najčešće ispitivane drvenaste vrste na severnoj hemisferi. Dosadašnja istraživanja kod nas su najčešće obuhvatala fitoremedijaciju teških metala, nutrijenata i naftnih ugljovodonika, pokazujući različit potencijal postojećih klonova za ovu namenu. Istraživanja prezentovana u ovom radu su obuhvatila ispitivanje potencijala različitih klonova topola i vrba za fitoremedijaciju zemljišta zagađenih perzistentnim herbicidima oksifluorfen (Goal) i flurohloridon (Racer 25-EC) kroz testiranje uticaja pomenutih herbicida na fiziološke i biohemijske procese kod navedenih vrsta

Ključne reči: Fitoremediajcija, herbicidi, topole, vrbe

TESTING OF POPLAR (Populus sp.) AND WILLOW (Salix sp.)FOR HERBICIDE PHYTOREMEDIATION THROUGH INVESTIGATION ON THE EFFECT ON THEIR PHYSIOLOGICAL PARAMETERS

Andrej Pilipović[1], Saša Orlović[1], Branislav Trudić[1], Marina Katanić[1], Verica Vasić[1] , Marko Kebert[1]

Abstract: *Plants and their associated organisms can be used for environmental cleanup in the technology entitled phytoremediation. Amongst various number of trees, poplars and willows present most oftenly used tree species in the northern hemisphere. Up to date research in*

[1] Dr Andrej Pilipović, naučni saradnik; dr Saša Orlović, redovan profesor, master biol. Branislav Trudić, istraživač saradnik, dr Marina Katnić, naučni saradnik, dr Verica Vasić, naučni saradnik, dr Marko Kebert, naučni saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Republika Srbija.

[1] *Dr Andrej Pilipović, Research associate; dr Saša Orlović, Full professor, master biol. Branislav Trudić, Research assistant, dr Marina Katnić, Research associate, dr Verica Vasić, Research associate, dr Marko Kebert, Research associate, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia*

Serbia mostly involved investigation of potential of different poplar and willow clones for heavy metals, nutrients and hydrocarbons phytoremediation. This paper presents investigation of the potential for phytoremediation of persistent herbicides Goal and Racer through testing of effects of these herbicide on physiological and biochemical parameters of mentioned species.

Keywords: *phytoremediation, herbicides, poplars and willows*

UVOD

Intenzivna poljoprivreda i razvoj industrije su doveli do zagađenja životne sredine. Prekomerna primena mineralnih đubriva i pesticida u cilju povećanja produktivnosti gajenih kultura je uzrokovala nagomilavanje kontaminanata u zemljištu, što je dovelo do degradacije najkvalitetnijih zemljišta i agroekosistema. Istraživanja su pokazala da biljke i njima pridruženi mikroorganizmi, koji se nalaze u zoni korenovog sistema, mogu da razgrade različite kontaminante organskog i neorganskog porekla. Ova zelena tehnologija se naziva fitoremedijacija i predstavlja priodnu, neinvazivnu i nedestruktvnu tehniku prečišćavanja životne sredine. Najveći broj istraživanja je izvršen sa zeljastim biljkama, ali one zbog male biomase i plitkog korenovog sistema, koji ne dospeva u dublje slojeve zemljišta, nemaju visoku efikasnost.

Nasuprot zeljastim biljkama, spektar drvenastih vrsta koje se mogu primeniti u fitoremedijaciji je veoma uzan i najbolji rezultati su dobijeni istraživanjima sa topolama i vrbama zahvaljujući njihovom brzom rastu, razvijenom korenovom sistemu, koji prodire u dublje slojeve zemljišta do podzemne vode, visokom intenzitetu transpiracije i jednostavnoj vegetativnoj propagaciji (Chapell, 1997). Različita istraživanja su pokazala efikasnost topola i vrba u fitoremedijaciji nitrata, teških metala, natnih ugljovodonika i drugih organskih kontaminanata (Pilipović, 2005; Pilipović et al., 2005; Nikolić et al., 2009; Borišev et al., 2009; Pilipović et al., 2012). Za razliku od teških metala koji se ekstrahuju iz zemljišta i akumuliraju u biljkama, ili nitrata koje biljke lako usvajaju i koriste kao hranjiva, pesticidi, kao složena organska jedinjena, ne mogu lako biti usvojeni i metabolisani od strane biljaka. Njihova fitoremedijacija se odvija kroz više mehanizama fitoremedijacije kao što su rizodegradacija, u kojoj se oni razlažu pomoću mikroorganizama rizosfere, i fitodegradacija u kojoj se oni razlažu putem biljnih eksudata i kroz metabolizam biljaka (EPA, 2000).

Organska proizvodnja zdrave hrane je uslovljena upotrebom nezagađenih, čistih zemljišta na kojima duži niz godina nije bilo primene pesticida i veštačkih đubriva. U cilju skraćenja perioda do dobijanja čistog zemljišta, primena fitoremedijacije topolama i vrbama predstavlja idealnu alternativu i obezbeđuje trajnost prihoda kroz proizvodnju drvne biomase. Mnogi herbicidi koji se koriste u agronomiji, kao što su inhibitori fotosistema I i II, hloroacetamidni i fototoksični herbicidi deluju tako što dovode do pojačane produkcije kiseoničnih slobodnih radikala u biljkama. Mehanizam rezistentnosti pojedinih biljnih vrsta na ove herbicide je u vezi sa sposobnošću biljaka da sintetišu različite antioksidante koji imaju zaštitno dejstvo u uslovima oksidativnog stresa (Popović i Štajner, 2008).

Do sada je dosta ispitivan uticaj različitih herbicida i rezistentnost istih kod korovskih biljaka kao što su *Echinochloa crus-galli* L., *Chenopodium hybridum* L., *Amarathus retroflexus* L., *Datura stramonium* L., *Setaria viridis* L. na herbicide. Njihova rezistentnost je takođe praćena ispitivanjem antioksidativnog potencijala ovih biljaka preko različitih screening parametara oksidativnog stresa (Popović i Štajner, 2008).

Cilj ovog istraživanja je bio da se ispita uticaj perzistentnih herbicida na fiziološke i biohemijske procese kod različitih klonova topola i vrba u cilju testiranja mogućnosti primene ispitivanih klonova za fitoremedijaciju herbicida.

MATERIJAL I METODE

Eksperiment je postavljen u vidu zemljanje kulture u kontrolisanim uslovima, sa temperaturom od 15-25°C, kontrolisanim zalivanjem i stalnom svetlošću. Reznice klonova topola *Populus x euramericana* cl. I-214 i *Populus deltoides* Bartr. cl. PE 19/66, kao i klonovi vrbe *Salix alba* L. cl. B-44 i *Salix alba* cl. 378 su posađeni u Mičerlihove sudove zapremine 5l, gde je u svaki sud posađeno po 4 reznice. Nakon sadnje reznica sudovi su tretirani odabranim herbicidima, dok je deo sudova ostavljen kao kontrola.

Odabir herbicida

Izabrani herbicidi oksifluorfen (Goal) i flurohloridon (Racer 25-EC) su herbicidi koji su primenjeni u *fazi* posle setve a pre nicanja gajenih i korovskih biljaka. **Herbicid Racer** spade u grupu Piridazinona sa aktivnom materijom Flurohloridon, hemijskog naziva po IUPAC-u: (3RS,4RS;3RS,4SR)-3-hlor-4-hlormetil-1-(α, α, α-trifluor-mtoil)-2-pirolidinon. Flurohloridon je herbicid koji se usvaja korenom, stablom i koleoptilom i inhibira biosintezu karotenoida u delu fiteon desaturaze (DPS). Mnogi herbicidi koji inhibiraju sintezu karotenoida ispoljavaju efekat izbeljivanja ("bleaching" effect) na gajenim biljkama (slike 4,5, i 6). Razgradnja fluorhloridona u zemljištu je 9-70 dana. Prilikom tretiranja treba poštovati vodozaštitne zone i sprečiti kontaminaciju voda (vodotoka, bunara, jezera i izvorišta voda) tretirajući najmanje 20 m udaljeno od njih. **Herbicid Goal** spada u hemijsku grupu difeniletara sa aktivnom materijom Oksifluorfen, po Iupac nomenklaturi: 2chloro α,α,αtrifluoroρtolyl 3ethoxy4nitrophenyl ether. Oksifluorfen je kontaktni herbicid koji se usvaja korenom, lišćem i stablom. Primarno se transportuje ksilemom i slabo se kreće u biljci. Primarno mesto delovanja je protoporfirinogen oksidaza (PPO), enzim za biosintezu hlorofila. Aktivnost mu se pojačava sa svetlošću. Listovi tolerantnih biljaka mogu pokazati znakove hloroze, naročito kod upotrebe viših doza herbicida. U biljkama se razlaže sporo, a u zemljištu se jako adsorbuje. Poluvreme razgradnje oksifluorfena u zemljištu iznosi 292 dana (aerobni uslovi) i 585 dana (anaerobni uslovi). Tretiranje zemljišta je obavljeno ispitivanim herbicidima. Herbicid flurohloridon je primenjen u dozi 2 litra/ha odnosno 2 ml herbicida na 10 m^2 površine uz utrošak vode od 300 ml, preračunato na površinu Mičerlihovih sudova. Herbicid oksifluorfen je primenjen u

dozi 1 litar/ha odnosno 1 ml herbicida na 10 m^2 površine uz utrošak vode od 300 ml, preračunato na površinu Mičerlihovih sudova. Herbicid flurohloridon je ispoljio prolazne simptome izbeljivanja ''bleaching effect''na vrbi (Slika 1 i 2). Herbicid oksifluorfen nije ispoljio simptome fitotoksičnosti na topoli (Slika 3).

1) 2)

Slika 1 i 2. Simptomi izbeljivanja ''bleaching effect''na vrbi posle primene herbicida flurohloridon (Racer 25-EC)
Pictures 1 and 2. *Bleaching effect symptoms after application of herbicide Racer*

Slika 3. Herbicid oksifluorfen (Goal) nije ispoljio simptome fitotoksičnosti na topoli
Picture 3. *Herbicide Goal showed no phytotoxicity symptoms on poplars*

Biohemijski parametri

Odmah nakon uzorkovanja, uzorci lišća su pohranjeni na -20°C do momenta pravljenja ekstrakata. Za analize oksidativnog stresa, pripremljeni su vodeni ekstrakti u fosfatnom puferu. Nakon pripreme ekstrakata, izvršene su analize sledećih biohemijskih parametara: (I) ABTS RSC test - ABTS test je sproveden prema Miller i Rice–Evans, (1997); (II) NO RSC test-test praćenja inhibicije NO radikala je zasnovan na Griess-lllosvory reakciji; (III) sadržaja ukupnih fenola - je određen po metodi Singleton et al., (1999), koja se zasniva na reakciji fenola sa *Folin-Ciolcateu*-ovim reagensom (smeša Na_2WO_4, Na_2MoO_4, HCl, H_3PO_4 i $LiSO_4$); (IV) sadržaja flavonoida - Sadržaj flavonoida određen je po spektrofotometrijskoj metodi Chang et al., (2002), prilagođenoj za mikrotitar ploče i (V) DPPH test u kome je reakciona smeša bila sačinjena od 10 uL ekstrakta i 300 ul DPPH radikala koncentracije (400 mM). Nakon inkubacije, smanjenje apsorpcije za svaki uzorak je mereno pri 490 nm pomoću ThermoScientific spektofotometra gde je askorbinska kiselina korišćena kao standard.

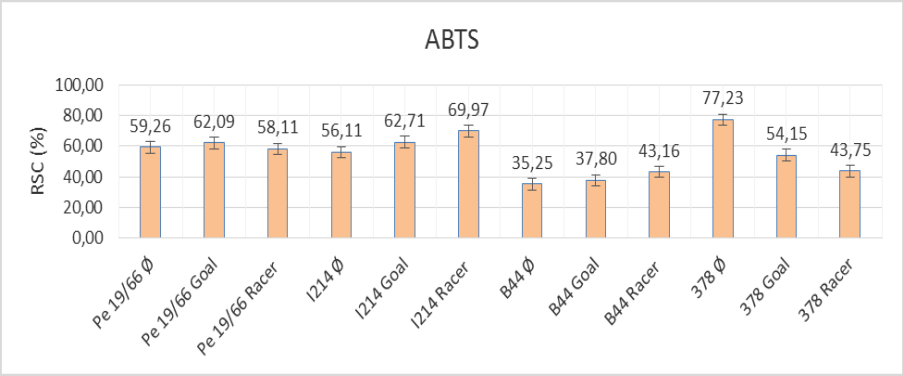
Fiziološki parametri

Istraživanja uticaja herbicida na fiziološke parametre su obuhvatila određivanje intenziteta razmene gasova kod ispitivanih klonova, određivanje sadržaja hlorofila i njegove fluorescencije. Merenja razmene gasova su vršena pomoću prenosnog aparata za merenje razmene gasova ADC LCPro+ (ADC Bioscientific) koji vrši merenje intenziteta fotosinteze biljaka, intenziteta transpiracije i stomatalne provodljivosti. Merenje sadržaja hlorofila je izvršeno pomoću uređaja Minolta SPAD meter koji meri obojenost listova i izraženo je SPAD jedinicama čija je vrednost u pozitivnoj korelaciji sa sadržajem pigmenata. Fluorescencija hlorofila, koja pokazuje stabilnost fotosistema 2 (PSII) u procesu fotosinteze, je na tretiranim biljkama merena pomoću prenosnog fluorimetra OptiScience OS-1. Sve metode merenja fizioloških parametara kod biljaka predstavljaju nedestruktivne meteode i rađene su na istom listu kod svake ispitivane biljke.

REZULTATI I DISKUSIJA

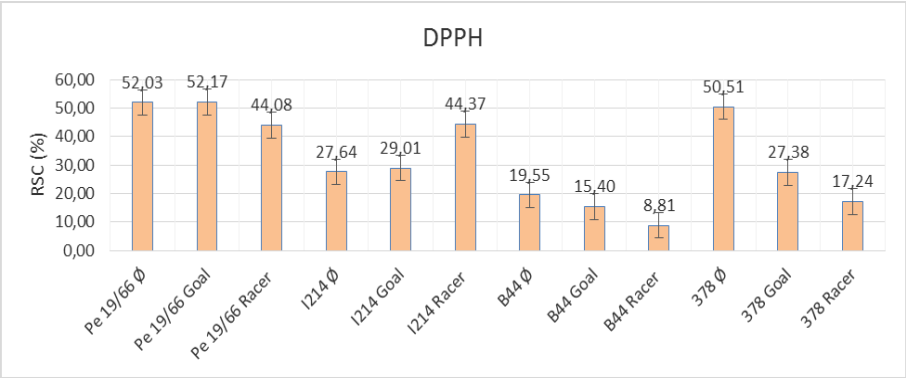
Biohemijski parametri

Grafikon 1: Prikaz rezultata za ABTS test ispitivanih klonova
Chart 1: *Results of ABTS test of the investigated clones*



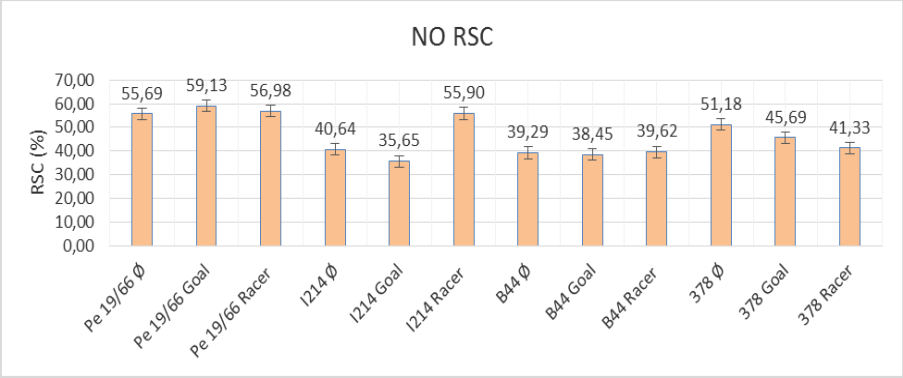
Preliminarni rezultati RSC vrednosti ABTS testa (grafikon 1) su ukazali na varijabilni odgovor klonova/vrsta na tretmane herbicidima. U pogledu dejstva herbicida Racer najveća povećanja su zabeležena kod klonova I-214 i B 44 (I-214: 56,11→69,97%; B 44: 35,25→43,16%), za oba herbicida, mada je povećanje pod uticajem Goal-a bilo manje izraženo. Kod klona PE 19/66 je zabeleženo neznatno smanjenje RSC vrednosti, dok je kod klona 378 smanjenje bilo RSC značanije (77,23→43,75%). Tretman herbicidom Goal je kod klonova PE 19/66, I-214 i B 44 uticao na manje povećanje RSC vrednosti nego hebicid Racer. Nasuprot ovim klonovima, kod klona 378 je zabeleženo značajno smanjnje RSC vrednosti (77,23→54,15%).

Grafikon 2: Prikaz rezultata za DPPH test ispitivanih klonova
Chart 2: *Results of DPPH test of investigated clones*



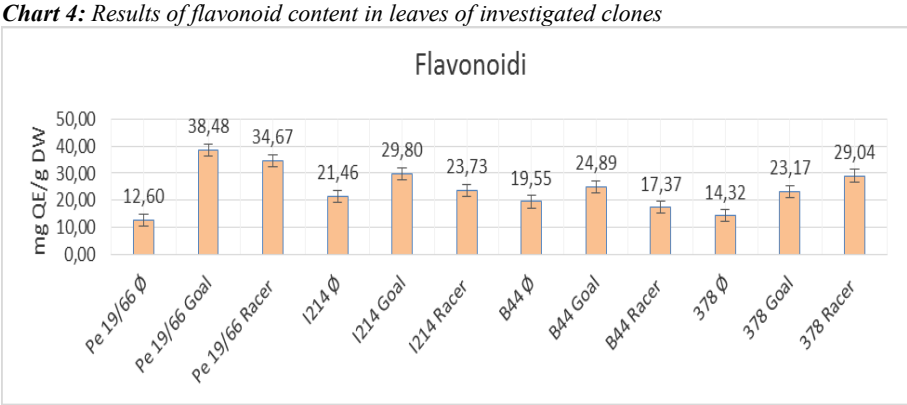
Praćenjem DPPH testa (grafikon 2.) registrovane su značajne i manje značajne promene smanjenja vrednosti RSC za tokom kod klonova Pe 19/66, 378 i B44. Manje značajna povećanja su registrovana u pojedinačnim merenjima tokom kod klona I-214 za tretman herbicida Goal (27,64→29,01%), dok je dejstvo herbicida Racer izazvalo veće povećanje RSC vrednosti (27,64→44,37%).

Grafikon 3: Prikaz rezultata za NO RSC test
Chart 3: *Results of NO test of investigated clones*



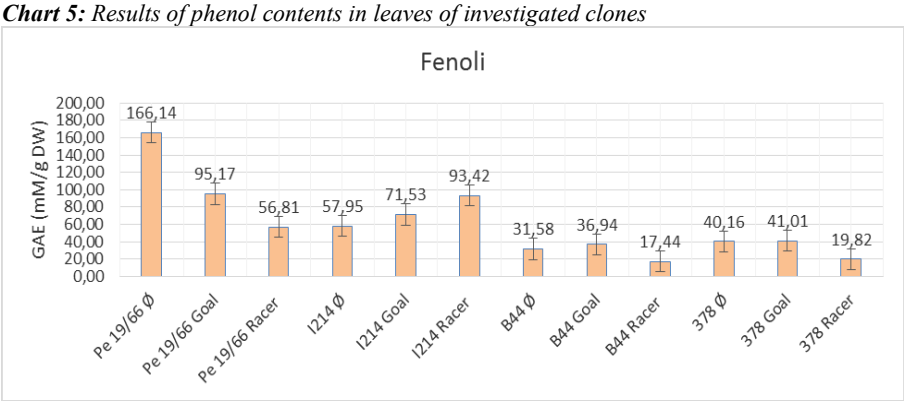
Preliminarni rezultati NO testa (grafikon 3.) su pokazali da nije došlo do značajnih promena u ispitivanju scavenger kapaciteta ispitivanih genotipova, osim kod klona I-214 herbicidom Racer (40,64→55,90%). Kod ostalih klonova su zabeležena minimalna smanjenja ili povećanja RSC vrednosti NO testa usled dejstva herbicida.

Grafikon 4: Prikaz rezultata za ukupni sadržaj flavonoida
Chart 4: *Results of flavonoid content in leaves of investigated clones*



Praćenje koncentracije ukupnih flavonoida (grafikon 4.) je pokazalo da je došlo do naglog aktiviranja/sinteze flavonoida usled apliciranja ovih herbicida, te je registrovana njihova značajna uloga u odbrani od oksidativnog stresa. Klonovi I-214 i B 44 nisu pokazali značajne promene koncentracije flavonoida, dok je kod klonova PE 19/66 i 378 povećanje bilo veoma izraženo.
Do značajnog smanjenja sadržaja ukupnih fenola (grafikon 5.) je došlo kod sledećih klonova-378, i PE 19/66. Relativno značajne promene su registrovane kod klonova: I-214 i B44. Ovo ukazuje na aktiviranje fenolnog antikosidativnog sistema kod ovih biljaka usled apliciranih tretmana herbicida. Oba herbicida su na oba tretmana uticali na antioksidativni sistem biljaka.

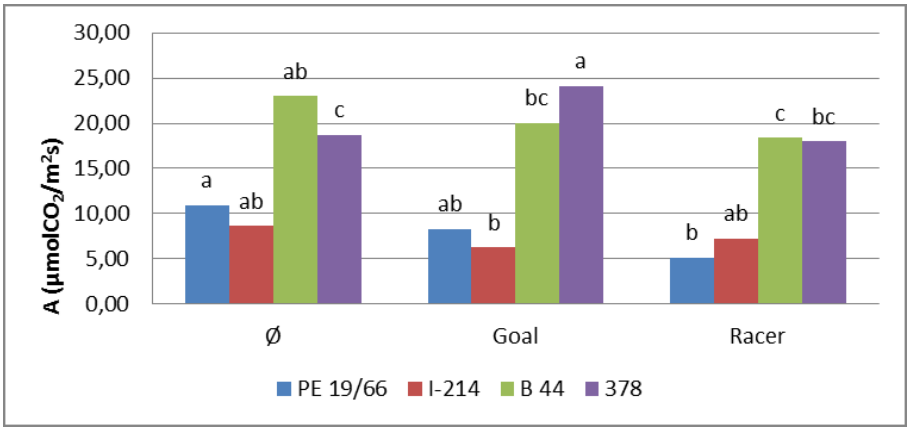
Grafikon 5. Prikaz rezultata za ukupni sadržaj fenola u listovima ispitivanih klonova
Chart 5: *Results of phenol contents in leaves of investigated clones*



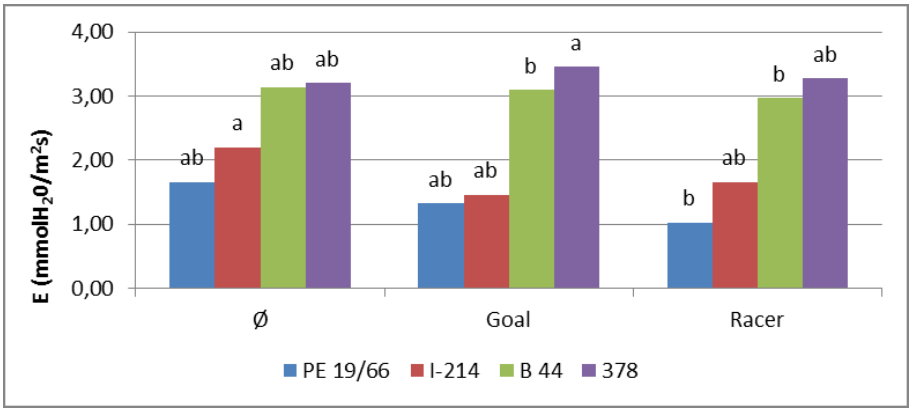
Fiziološki parametri

Rezultati merenja intenziteta fotosinteze (grafikon 6.) su pokazali uticaj herbicida na ispitivane klonove, mada razlike nisu kod svih klonova bile značajne. Signifikantno smanjenje intenziteta fotosinteze je zabeleženo u prisustvu herbicida Racer kod klona topole PE 19/66 i klona vrbe B-44. Kod biljaka vrbe klona 378 gajenih u zemljištu tretiranom herbicidom Goal je zabeleženo povećanje intenziteta fotosinteze, u poređenju sa kontrolnim biljkama.

Grafikon 6. Intenzitet fotosinteze ispitivanih klonova topola i vrba
Chart 6: *Net photosynthesis of investigated poplar and willow clones*



Grafikon 7: Intenzitet transpiracije ispitivanih klonova topola i vrba
Chart 7: *Transpiration of investigated poplar and willow clones*



Nasuprot uticaju na fotosintezu, tretman sa izabranim herbicidima nije imao signifikantan uticaja na intenzitet transpiracije ispitivanih klonova topola i vrba (Grafikon 7), mada je kod klonova PE 19/66, I-214 i B 44 došlo do smanjenja transpiracije. Isti rezultati su dobijeni u pogledu uticaja prisustva herbicida na stomatalnu provodljivost ispitivanih klonova (Tabela 1). Iako nije bilo signifikantno, smanjenje stomatalne provodljivosti je zabeleženo kod klonova PE 19/66 i B 44.

Slika 4. Izgled biljaka topole klona PE 19/66 pod različitim tretmanima

Figure 4: *Plants of clone PE 19/66 under different treatments*

Tabela 1. Stomatalna provodljivost (gs), Sadržaj hlorofila (SPAD) i fluorescencija hlorofila (Fv/Fm) ispitivanih klonova

Table.1 *Stomatal conductance (gs), chlorophyll content (SPAD) and chlorophyll fluorescence (Fv/Fm) of investigated clones*

Klon *Clone*	Tretman *Treatement*	gs		SPAD		Fv/Fm	
PE19/66	Ø	0.137333	a	37.26667	ab	0.8215	a
	Goal	0.137333	a	33.43333	bc	0.81075	a
	Racer	0.04	a	33.7	bc	0.7945	a
I-214	Ø	0.125556	a	31.46667	c	0.78675	a
	Goal	0.116667	a	38.76667	a	0.7825	a
	Racer	0.143889	a	31.46667	c	0.7875	a
B 44	Ø	0.546667	a	30.93333	b	0.77875	a
	Goal	0.478889	a	37.76667	a	0.7985	a
	Racer	0.387639	a	32.6	ab	0.800667	a
378	Ø	0.434889	a	37.13333	a	0.79325	a
	Goal	0.557778	a	31.6	b	0.79375	a
	Racer	0.411111	a	32.53333	ab	0.78625	a

Uticaj herbicida na sadržaj hlorofila izražen preko SPAD vrednosti (Tabela 1) je bio zabeležen kod svih ispitivanih klonova topola i vrba. Herbicid Goal je prouzrokovao smanjenje sadržaja hlorofila PE 19/66 i 378, dok je kod klonova I-214 i B 44 zabeleženo povečanje u odnosu na kontrolu. Ispitivanja fluorescencije hlorofila (tabela 1) su pokazala da nije bilo značajnih razlika između ispitivanih klonova. Vrednosti su se kretale u rasponu od 0,78-0,82 što predstavlja normalne vrednosti i ne ukazuje na poremećaj fotosistema II (PS II).

DISKUSIJA

Ispitivanje fitotoksičnosti, odnosno znaci fitotoksičnosti nam pomažu u izboru biljnih vrsta koje su u stanju da podnesu visoke nivoe kontaminacije i izdvajanju onih vrsta koje nisu sposobne da se prilagode postojećim uslovima (Kirk et al., 2002).

Samo mali broj literaturnih podataka je dostupan na temu ispitivanja uticaja herbicida Racer i Goal na fiziološke i biohemijske osobine kod biljaka. Do sada najveći broj ovih istraživanja bio je fokusiran na uticaj ovih herbicida na poljoprivredne kulture. Najveći broj ogleda postavljan je u vodenim kulturama jer je time znatno olakšana primena pomenutih herbicida u poređenju sa primenom na kulture gajene na zemljištu. Uticaj Racer herbicida je ispitivan na vrstama *Amaranthus spinosus, Physalis angulata, Oenothera laciniatam, Ollugo verticillata, Slatki luk cvs. "Candy" i "Cimaron", Allium cepa* (Weber i Shefler, 2008; Yüzbaşioğlu et al., 2003). Uticaj Goal herbicida i njemu srodnih je ispitivan na vrstama *Allium cepa L., Vicia faba L., Oryza sativa L. cv. Nipponbare, Zea mays L., Raphanus sativus L. cv. Hayabutori, Fagopyrum esculentum Moench. cv. Hitachi-akisoba, Pisum sativum, Ligustrum vulgare* (El–Ghamery et al.,2000; Yanagida et al.,1999; Klíčová et al., 2002). Iz navedenog se vidi da je

najveći interes za uticaj ovog herbicida na rast i razvoj, kao i na fitoremedijacijski potencijal praćen na zeljastim vrstama i to poljoprivrednim kulturama i sortama. Uticaj prisustva kontaminanata na biohemijske procese kod klonova topola i vrba su do sada uglavnom obuhvatala teške metale (Nikolić et al., 2008; Trudić et al., 2012; Trudić et al., 2013; Kebert et al., 2016) i pokazala su značajan uticaj prisustva teških metala kao i postojanje klonske specifičnosti, odnosno različitih reakcija ispitivanih klonova. Nasuprot tome, rezultati ispitivanja uticaja herbicida su skromni i uglavnom se odnose na transgene klonove topola (Gullner et al., 2000; Mellan et al., 2002). Dobijeni rezultati ispitvanja uticaja herbicida na biohemijske procese ispitivanih klonova topola i vrba su pokazali različit uticaj na pojedine ispitivane klonove, što je u skladu sa istraživanjima Kebert et al. (2011) gde su RSC vrednosti ispitivanja DPPH i FRAP testa pokazala zavisnost od uticaja prisustva različitih kontaminanata.

Prisustvo kontaminata u zemljištu može značajno da utiče na rast i razviće biljaka. Sama smanjena produktivnost biljaka predstavlja posledicu poremećaja metabolizma biljaka i fizioloških procesa u njima. Uticaj herbicida na fiziološke procese vezane za proces fotosinteze se uglavnom iskazuje kroz sprečavanje transporta elektrona odnosno blokadu samog procesa fotosinteze. Blokadom procesa fotosinteze dolazi do prekida sinteze ATP-a i NADPH u hloroplastu. Istraživanja sprovedena na topolama i vrbama su pokazala da različite vrste kontaminata poput teških metala (Pilipović et al., 2005; Nikolić et al., 2008; Borišev et al., 2009) i organskih jedinjenja (Pajević et al., 2009) mogu imati značajan uticaj na proces fotosinteze i ostale fiziološke procese poput aktivnosti nitrat reduktaze i akumulacije prolina. Dobijeni rezultati ispitivanja uticaja herbicida na proces fotosinteze u ispitivanim klonovima topola i vrba su delimično u skladu sa gore navedenim istraživanjima jer nije zabeležen njihov uniforman uticaj na sve ispitivane klonove.

Fluorescencije hlorofila, odnosno parametar Fv/Fm je pokazatelj najviše kvantne efikasnosti fotohemije PSII (Butler, 1978). Prema Björkman i Demming, (1987), ova vrednost se kreće od 0,800 i 0,860 kod zdravih biljaka. Prisustvo herbicida kod ispitivanih klonova topola i vrba uglavnom nije izazvalo smanjenje vrednosti. Imajući u vidu da je fluorescencija hlorofila korisno dijagnostičko sredstvo za procenu biljnog stresa i fotosinteze (Krause i Weis, 1991), dobijeni rezultati su ukazali na relativnu očuvanost PSII kod ispitivanih klonova, posebno ako se uzme u obzir njihova relativno visoka fotosintetička aktivnost u tretmanima. Ova pojava se takođe može objasniti činjenicom da izabrani herbicidi nemaju mehanizam direktnog uticaja na PS II i redukciju u tilakoidnoj membrani hloroplasta koja se odvija prilikom transfera elektrona iz PSII u PS I kao što to čini Atrazin. Imajući u vidu da je način uticaja ovih herbicida na biljke (sinteza karotenoida i razgradnja ćelijske membrane) gotovo u direktnoj vezi sa asimilacionim procesom u biljkama, ostali pokazatelji procesa fotosinteze, su pokazali promenu usled prisustva herbicida. Uticaj prisustva herbicida na SPAD vrednosti ispitivanih klonova topola se može objasniti činjenicom da je prisustvo herbicida uticalo na redukciju rasta ispitivanih klonova, tako da je 5. list na kome je vršeno merenje, kod biljaka pod tretmanom spadao u kategoriju zrelog razvijenog

lista, dok je kod kontrolnih biljaka 5. list spadao u grupu mladih svetlijih listova (Slika 4).

ZAKLJUČAK

Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima predstavljaju početna istraživanja potencijala klonova topola i vrba za fitoremedijaciju herbicida kroz testiranje njihove fitotoksičnosti. Iako su ova istraživanja topola na samom početku, rezultati su pokazali da postoje razlike u potencijalu između ispitivanih vrsta i odabranih klonova.

Prisustvo herbicida je, pored uticaja na smanjenje produktivnosti pojedinih ispitivanih klonova, uticalo na promenu nekih njihovih biohemijskih parametara kod testiranih klonova. Najviše promena biohemijskih parametara je zabeleženo kod klonova I-214 i B 44. Fiziološki pokazatelji vezani za proces fotosinteze ispitivanh klonova su takođe različito reagovali na prisustvo herbicida. Kao i kod biohemijskih pokazatelja, rezultati ukazuju na kompleksnost faktora koji utiču na dobijene rezultate.

Da bi se jasnije mogli odabrati klonovi sa većim potencijalom za fitoremediajciju herbicida, neophodna su daljnja istraživanja koja bi obuhvatila postavljanje mnogo kompleksnijih višegodišnjih ogleda sa različitim koncentracijama, različitom dužinom trajanja tretmana i različitim koncentracijama sa ciljem utvrđivanja korelacije između morfo-fizioloških podataka sa podacima dobijenim iz biohemijskih testovima pretrpljenog oksidativnog stresa, mikrobiološkim istraživanjima i praćenjem smanjenja koncentracije herbicida u zemljištu.

Iako su ova istraživanja u početnoj fazi i još uvek ne daju sasvim jasnu sliku za izbor klonova koji imaju potencijal za fitoremediajciju herbicida, dobijeni rezultati ukazuju na dobro postavljenu hipotezu istraživanja i pokazuju pravac u kome bi se daljnja istraživanja trebala nastaviti i odvijati.

LITERATURA

Borišev, M., Pajević, S., Nikolić, N., Pilipović, A., Krstić, B., Orlović, S. (2009): Phytoextraction of Cd, Ni, and Pb using four willow clones (Salix spp.). Polish Journal of Environmental Studies 18(4): 553-561

Björkman O., Demming B.(1987): Photon yield of O_2 evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origin. Planta 170: 489-504.

Butler, W. (1978): Energy distribution in the photochemical apparatus of photosynthesis. Annual Review of Plant Physiology 29: 345-378.

Chappell, J. (1997): Phytoremediation of TCE using *Populus,* Status Report prepared for the U.S. EPA Technology Innovation Office under a National Network of Environmental Management Studies Fellowship Compiled June - August **1997**

Chang. C.C., Yang. M.H., Wen. H.M., Chern, J.C. (2002): Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. J Food Drug Anal. 10: 178-182.

EPA/600/R-99/107 (2000): Introduction to Phytoremediation. U.S. Environmental Protection Agency, National Risk Management Research Laboratory Office of Research and DevelopmentCincinnati, Ohio 45268. February 2000

Frazar, C. (2000): The Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide-contaminated Sites. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC 49 pp

Gavrilescu (2005): Fate of Pesticides in the Environment and its Bioremediation. Engineering in Life Sciences 5(6): 497–526.

Gullner, G., Komives, T., Rennenberg, H. (2000): Enhanced tolerance of transgenic poplar plants overexpressing γ-glutamylcysteine synthetase towards chloroacetanilide herbicides. Journal of Experimental Botany 52 (358): 971-979.

Kebert, M., Trudić, B., Stojnić, S., Orlović, S., Štajner, D., Popović, B., Galić, Z. (2011): Estimation of Antioxidant Capacities of Poplar Clones Involved in Phytoremediation Processes. STREPOW International Workshop. Proceedings. February 23-24, 2014, Andrevlje-Novi Sad, Serbia: 273-280.

Kirk, J.L. (2005): Interactions between plants, contaminants and microorganisms during the phytoremediation of diesel contaminated soil.PhD thesis. Universty of Guelph.Canada. Abstrakt.

Klíčová, Š., Šebánek, J., Hudeová, M., Vítková, H., Vlašínová, H. (2002): Rostlinná výroba 48(6): 255–260.

Krause, G.H., Weis, E. (1991): Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. Annu. Rev. Plant Physiol. 42: 313–349.

Miller, N.J., Rice-Evans, CA. (1997): Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS.+ radical cation assay. Free Radic Res. 26(3): 195-199.

Meilan, R., K.-H., Han, C., Ma, S.P. DiFazio, J.A., Eaton, E.A., Hoien, B.J., Stanton, R.P., Crockett, M.L., Taylor, R.R., James, J.S., Skinner, L., Jouanin, G., Pilate, S.H. Strauss (2002): R. Meilan, K.-H. Han, C. Ma, S.P. DiFazio, J.A. Eaton, E.A. Hoien, B.J. Stanton, The CP4 transgene provides high levels of tolerance to Roundup herbicide in field-grown hybrid poplars. Can. J. For. Res. 32: 967–976.

Yanagida, M., Matsumoto, H., Kenji Usui ,J. (1999): Responses of Antioxidative Systems to Oxyfluorfen and Their Role in Herbicidal Tolerance of Plants Weed Sci. Tech. 44(1): 67-76.

Nikolić, N., Kojić, D., Pilipović, A., Pajević, S., Krstić, B., Borišev, M., Orlović, S., (2008): Responses of hybrid poplar to cadmium stress: photosyntheticcharacteristics, cadmium and proline accumulation, and antioxidant enzyme activity. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica. 50/2: 95-103.

Pajević, S., Borišev, M., Nikolić, N., Krstić, B., Pilipović, A., Orlović, S. (2009): Phytoremediation capacity of poplar (Populus spp.) and willow (Salix spp.) clones in relation to photosynthesis. Archives of Biological Sciences 61(2): 239-247.

Pilipović, A. (2005): Uloga topola (*Populus sp.)* u fitoremedijaciji voda zagađenih nitratima. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet Novi Sad.

Pilipović, A., Nikolić, N., Orlović, S., Petrović, N., Krstić. B. (2005): Cadmium phytoextraction potential of polar clones (*Populus spp*.). Zeitschrift fur Naturforschschung C Vol. 60 (3/4): 247-251.

Pilipović, A., Orlović, S., Nikolić, N., Borišev, M., Krstić, B., Rončević, S. (2012): Growth and Plant Physiological Parameters as Markers for Selection of Poplar Clones for Crude Oil Phytoremediation. Šumarski List 136(5-6): 273-281

Popović, B., Štajner, D. (2008): Oksidativni stres kod biljaka. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.

Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M. (1999): Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymol. 299: 152-178.

Thalmann, A. (1968): Zur methodik der Bestimmung der Dehydrogenase activitat in boden Mittels Tripheniltetrazoliumchlorid (TTC), Landw. Forch. 21: 249-258.

Trudić, B., Kebert, M., Popović, B.M., Štajner, D., Orlović, S., Galović, V. (2012): The level of oxidative stress in poplars due to heavy metal pollution in soil. Balt For 18:214–227.

Trudić, B., Kebert, M., Popović, B., Štajner, D., Orlović, S., Galović, V., Pilipović, A. (2013): The effect of heavy metal pollution in soil on Serbian poplar clones, Šumarski list 137(5–6): 287–296.

Weber, C.L. III, Shefler, J.W (2008): Vegetable weed control studies, January 2009.

Wollum II, A.G. (1982): Cultural Methods for soil microorganisms, Methods of soil analysis-part 2, Chemical and Microbiological Properties, Pb. Madison, Wisconsin USA: 781- 801.

Yanagida, M., Matsumoto, H., Usui, K. (1999): J. Weed Sci. Tech. 44(1): 67-76.

Yang, C., Wang, M., Chen, H., Li, J. (2011): Responses of butachlor degradation and microbial properties in a riparian soil to the cultivation of three different plants. Journal of Environmental Sciences 23(9): 1437-1444.

Yüzbasioglu, D., Ünal, F., Sancak, C., Kasap, R. (2003): Cytological effects of the herbicide race “flurochloridone” on Allium cepa. Caryological. 56: 97–105. doi: 10.1080/00087114.2003.10589312.

Summary

TESTING OF POPLAR (Populus sp.) AND WILLOW (Salix sp.)FOR HERBICIDE PHYTOREMEDIATION THROUGH INVESTIGATION ON THE EFFECT ON THEIR PHYSIOLOGICAL PARAMETERS

by

Andrej Pilipović, Saša Orlović, Branislav Trudić, Marina Katanić, Verica Vasić, Marko Kebert

Plants and their associated organisms can be used for environmental cleanup in the technology entitled phytoremediation. Amongst various number of trees, poplars and willows present most oftenly used tree species in the northern hemisphere. Up to date research in Serbia involved investigation of potential for heavy metals, nutrients and hydrocarbons phytoremediation. This paper presents investigation of the potential for phytoremediation of persistent herbicides Goal and Racer through testing of their effects on physiological and biochemical parameters.Presence of herbicides, besides effect on productivity of some investigated clones, affected some of their biochemical parameters. Mosti significant changes were recorded in clones I-214 and B 44. Physiological parameters related to the photosynthesis processes also varied in response amongst the investigated clones what indicates complexicity of factors affecting obtained results.

UDK: 582.681(497.11)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

UTICAJ pH VREDNOSTI PODLOGE ZA OŽILJAVANJE NA RAST I RAZVOJ IZBOJAKA BELIH TOPOLA U KULTURI *IN VITRO*

Vanja Vuksanović[1], Branislav Kovačević[2], Saša Orlović[2], Marko Kebert[2], Marina Katanić[2]

Izvod: U istraživanju je testiran uticaj niskih pH vrednosti hranljive podloge za ožiljavanje na rast i razvoj izbojka pet genotipova bele topole (*Populus alba* L.). Nakon 35 dana kultivacije u kulturi *in vitro* mereni su: visina izbojka, broj korenova, dužina najdužeg korena, procenat preživljavanja i procenat ožiljavanja. Ispitane su tri pH vrednosti medijuma: 3.0, 4.0 i 5.5, puferisanih natrijum citratnim puferom, i standardna podloga za ožiljavanje sa pH 5.5 bez dodavanja limunske kiseline (kontrola), sterilisane u mikrotalasnoj pećnici. Generalno, statistički značajno niže vrednosti ispitivanih morfoloških parametara zabeležene su na podlogama sa vrednošću pH 3.0 u odnosu na sve ostale ispitivane podloge. Najviše vrednosti kod svih ispitivanih parametara na podlozi sa pH 3.0 su zabeležene kod klona L-80. Dobijeni rezultati ukazuju da bi testovi u kulturi *in vitro* mogli da pomognu da se suzi izbor genotipova bele topole koji bi se koristili na kiselim zemljištima.

Ključne reči: *Populus alba*, mikropropagacija, kiselost, sterilizacija mikrotalasima

THE INFLUENCE OF ROOTING MEDIUM pH ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SHOOTS OF WHITE POPLAR IN VITRO

Vanja Vuksanović[1], Branislav Kovačević[2], Saša Orlović[2], Marko Kebert[2], Marina Katanić[2]

Abstract: *The study tested the influence of the low pH values of the nutrient medium for rooting on the growth and development of the shoots of five white poplar (Populus alba L.) genotypes. After 35 days of in vitro cultivation following characters were measured: height of shoot, the number of roots, length of the longest root, the percentage of survival and rooting. Three different pH values of the medium: 3.0, 4.0 and 5.5, buffered by sodium citrate buffer, and standard medium for rooting with pH 5.5 without the addition of citric acid (control),*

[1] Master Vanja Vuksanović, student doktorskih studija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Republika Srbija; [2] dr Branislav Kovačević, viši naučni saradnik, dr Saša Orlović, redovan profesor, dr Marko Kebert, naučni saradnik, dr Marina Katanić, naučni saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Republika Srbija

[1] Vanja Vuksanović, MSc, PhD student, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Republic of Serbia; [2] dr Branislav Kovačević, Senior research associate, dr Saša Orlović, full professor, dr Marko Kebert, Research associate, Marina Katanić, Research associate, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia

sterilized in microwave oven, were used. Generally, a statistically significant lower values in all studied morphological parameters have been recorded on the media with pH 3.0, compared to all the other tested media. The highest values of all investigated parameters were observed in clone L-80. The results indicate that the in vitro test culture might help to narrow the selection of white poplar genotypes that could be used on acid soils.

***Key words**: Populus alba, micropropagation, acidity, microwave sterilization*

UVOD

Bela topola (*Populus alba* L.) je drvenasta vrsta koja se, uprkos svojoj visokoj prilagodivosti, smatra ugroženom, pa se koristi u bioindikaciji (Kovačević et al., 2010a). Pored njenog korišćenja u proizvodnji drveta (Redei et al., 2013), bela topola je našla primenu u hortikulturi i pejzažnoj arhitekturi, posebno genotipovi sa piramidalnom krošnjom (Eggens et al., 1972; Kovačević et al., 2010b).

Velika rasprostranjenost kiselih zemljišta u svetu (Von Uexkull i Mutert, 1995) čini poznavanje tolerancije biljaka prema reakciji zemljišta izuzetno značajnim.U svetu kisela zemljišta ograničavaju biljnu proizvodnju u manjoj ili većoj meri na oko 30 do 40% obradivih površina kao i na oko 70% potencijalno obradivih površina (Kastori i Milošević, 2011). Reakcija sredine utiče na sve fiziološke i biohemijske procese koji se odigravaju u ćelijama. Vrednost pH hranljive podloge 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 i Milošević, 1996). Ispitivanje tolerantnosti prema abiotičkim faktorima u uslovima *in vitro* pruža mnoge prednosti, s obzirom da se radi o relativno brzoj metodi, koja omogućava veći broj ponavljanja u kontrolisanim uslovima, bez uticaja indirektnih faktora spoljne sredine (Cui et al., 2010; Kovačević et al., 2013a; Kovačević et al., 2013b).

Cilj ovog istraživanja je bio da se proceni varijabilnost parametara tolerantrnosti prema rakciji podloge kod različitih genotipova bele topole u uslovima *in vitro* prema reakciji podloge.

MATERIJAL I METODE

Biljni materijal

Za ogled je odabrano pet genotipova bele topole (*Populus alba L.*), koje karakteriše dobar rast u kulturi tkiva i genetička divergentnost (Guzina i Tomović, 1989; Kovačević et al., 2013b) (Tabela 1).

Priprema podloge

Tokom ispitivanja korišćena je ACM podloga (Aspen Culture Medium) po Ahuja, (1984) sa dodatkom 9 gL^{-1} agara i 20 gL^{-1} saharoze i bez hormona. Ova podloga se

uobičajeno koristi za ožiljavanje izbojaka bele topole (Kovačević et al., 2013a) i u ogledu je služila kao kontrola. Za ispitivanje uticaja pH korišćene su i tri posebne podloge sa pH 3.0, 4.0, i 5,5. U njihovoj pripremi korišćen je i natrijum citratni pufeni sistem kako bi se podesila željena pH vrednost podloge i očuvala stabilnost pH vrednosti podloge tokom uzgoja eksplantata (Skirvin et al., 1986).

Tabela 1. Ispitivani genotipovi bele topole
Table 1. *Examined white poplar genotypes*

Ime Name	Poreklo[a)] Origin [a)]	Opis Description
″Villafranca″	Italija	Model genotip, pravo stablo uzane krošnje
″Villafranca″	Italy	Model genotype, straight, narrow tree shape
L-12	Srbija	Eksperimentalni klon, vigorozno pravo stablo
L-12	Serbia	Experimental clone, vigorous straight tree shape
L-80	Srbija	Eksperimentalni klon, vigorozno pravo stablo
L-80	Serbia	Experimental clone, vigorous straight tree shape
LCM	Srbija	Genotip hortikulturnog značaja, “Bolleana” oblik krošnje
LCM	Serbia	Horticultural genotype, “Bolleana” tree shape
LBM	Srbija	Genotip hortikulturnog značaja, pravo piramidalno stablo
LBM	Serbia	Horticultural genotype, straight pyramidal tree shape

Legenda: [a)] Svi ispitivani genotipovi su selektovani u Institutu za niszijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Srbija, osim klona ″Villafranca″ koji je selektovan u Poplar Research Institute in Casale Monferrato, Italija

Legend: [a)]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.

Vrednost pH podloge je podešena pre sterilizacije. Sterilizacija podloge vršena je u mikrotalasnoj pećnici. Podloga je bila tretirana do početka ključanja, a zatim razlivena u količini od 25 ml u sterilisane staklene teglice zapremine 190 ml. Razlivanje podloge obavljeno je u laminarnoj komori. Na ovaj način ostvaren je efekat geliranja i u podlogama sa pH 3 i pH 4 (Kovačević et al, 2013a).

Uticaj pH vrednosti podloge na rast i razvoj biljaka

Da bi se ispitao efekat početne pH vrednosti podloge na rast i razvoj ispitivanih genotipova, vrhovi izbojaka visine od 1 do 1,5 cm su postavljeni u sterilisane teglice sa ispitivanim podlogama. Kulture su uzgajane na temperaturi 26 ± 2 °C, izložene beloj svetlosti fluorescentnih cevi od 3500 lx u 16h/8h režimu dan/noć. Nakon 35 dana kultivacije utvrđen je efekat primenjenih tretmana na sledeća svojstva: visina izbojka (VI), broj novih korenova (BK), dužina najdužeg korena (DK), procenat preživljavanja (PP) i procenat ožiljavanja (PO), pri čemu se procenat ožiljavanja odnosi na procenat ožiljavanja preživelih eksplantata.

Statistička analiza

Ogled je koncipiran po principu potpuno slučajnog rasporeda, sa pet ponavljanja, pri čemu je jedno ponavljanje činila jedna telica sa pet postavljenih eksplantata.Vrednosti određene na nivou teglice su bile osnov za dalju statističku analizu. Dobijeni rezultati su obrađeni metodom dvofaktorijalne analize varijanse, a značajnost razlike između pojedinih medijuma, genotipova i njihovih interakcija su testirane NZR – testom (test najmanje značajne razlike). Broj korenova je transformisan kvadratnom transformacijom ($\sqrt{X+1}$), a procenat preživljavanja i procenat ožiljavanjaarcisin transformacijom (arcisin $\sqrt{X}$), kako bi se dobila normalna distribucija frekvencija, što je uslov za primenu korišćenih testova parametarske statistike. Za obradu podataka korišćen je programski paket STATISTICA 10 (StatSoft Inc., 2012).

REZULTATI I DISKUSIJA

Konzistencija podloge može biti narušena autoklaviranjem što predstavlja veliki problem kod podloga sa niskom pH vrednošću (De Klerk et al., 2008). Ovaj problem je rešen sterilizacijom podloge u mikrotalasnoj pećnici (Kovačević et al., 2013a). Puferna sposobnost standardne podloge je relativno slaba i menja se kako tokom autoklaviranja (Skirvin et al., 1986), tako i nakon postavke eksplantata u kulturi *in vitro* (Kovačević et al., 2013a). Takođe, utvrđeno je da stabilnost pH podloge zavisi od hemijskog sastava podloge, načina skladištenja i načina sterilizacije (Sarma et al., 1990; Owen et al., 1991; Ružić i Cerović, 2001; Anderson i Ievinsh, 2008). U cilju stabilizacije željenog pH do kraja kultivacije u ovom istraživanju korišćenje natrijum citratni pufer. Mnogi istraživači su ispitivali uticaj pH vrednosti podloge na rast i razvoj brojnih biljnih vrsta u kulturi *in vitro* (Liefert et al., 1995; Ruzić, 2004; Bhatia i Ashwath, 2005; De Klerk et al., 2008; Ostrolucká et al., 2010; Anderson i Ievinsh, 2008; Martins et al., 2011; Kovačević et al., 2013a; Vuksanović, 2013), ali samo mali broj istraživača se do danas bavio ispitivanjem uticaja tako kisele reakcije (pH3) čvrste podloge na rast i razvoj bele topole (Kovačević et al., 2013a; Vuksanović et al., 2016). Inače, prema Američkoj klasifikaciji zemljišta, koju navode Đorđević i Radmanović, (2016), zemljišta sa pH ispod 4,5 se nazivaju „Ekstremno kisela zemljišta“ i predstavljaju kategoriju zemljišta sa najnižim pH. U tom smislu, može se reći, da su u ovom radu ispitane podloge sa pH vrednostima koje se nalaze na donjoj granici reakcije zemljišta koje nalazimo u prirodi.

Rezulatati analize varijanse nakon 35 dana kultivacije *in vitro* su pokazali da je kod svih ispitivanih morfoloških parametara uticaj ispitivanih podloga kao faktora variranja ne samo statistički značajan, nego i izuzetno jak. Takođe, rezultati kod većine ispitivanih parametara pokazuju da je i uticaj ispitivanih genotipova kao faktora variranja statistički značajan. Interakcija genotip × podloga, koja opisuje razlike u reakciji genotipova na ispitivane medijume, nije pokazala statistički signifikantan uticaj samo kod procenta preživljavanja (Tabela 2). Prema F-vrednostima dobijenim dvofaktorijalnom analizom varijanse, najjači efekat na

variranje kod ispitivanih morfoloških parametara je ostvaren razlikama u početnoj vrednosti pH podloge.

Tabela 2. Rezultati dvofaktorijalne analize varijanse za ispitivana morfometrijska svojstva
Table 2. *The results of two-way analysis of variance for morphometric properties*

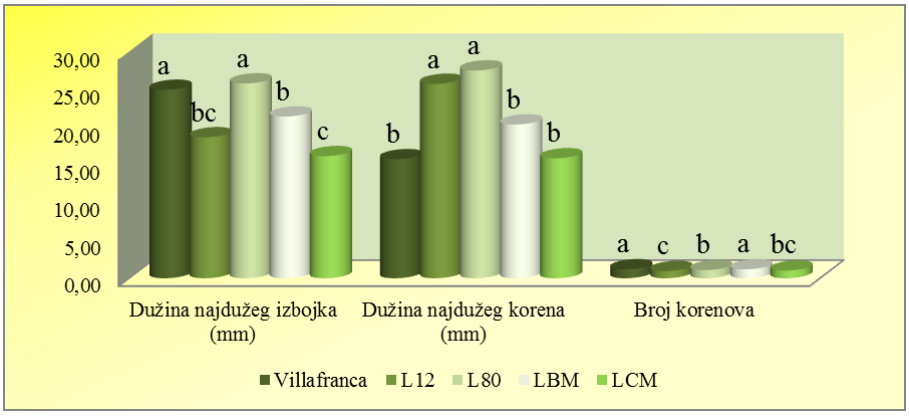
Svojstvo ***Character***	**Sredinakvadrata** ***Mean square***				**F – test** ***F-test***		
	Genotip (A) *Genotype (A)*	Podloga (B) *Medium (B)*	Interakcija A × B *Interaction A × B*	Pogreška *Error*	Genotip (A) *Genotype (A)*	Podloga (B) *Medium (B)*	Interakcija A × B *Interaction A × B*
Visina izbojka (mm) *Shoot height (mm)*	322,80	1106,88	104,67	27,30	11,82**a)	40,55**	3,83**
Broj korenova *Root number*	0,94	3,63	0,54	0,12	7,70**	29,62**	4,45**
Dužina najdužeg korena (mm) *Length of the longest root (mm)*	430,18	1794,93	334,72	52,73	8,16**	34,04**	6,35**
Procenat preživljavanja *Percentage of survival*	336,63	1178,98	188,52	236,40	1,42	4,99**	0,80
Procenat ožiljavanja *Percentage of rooting*	497,72	2179,97	579,96	236,43	2,11	9,22**	2,45**

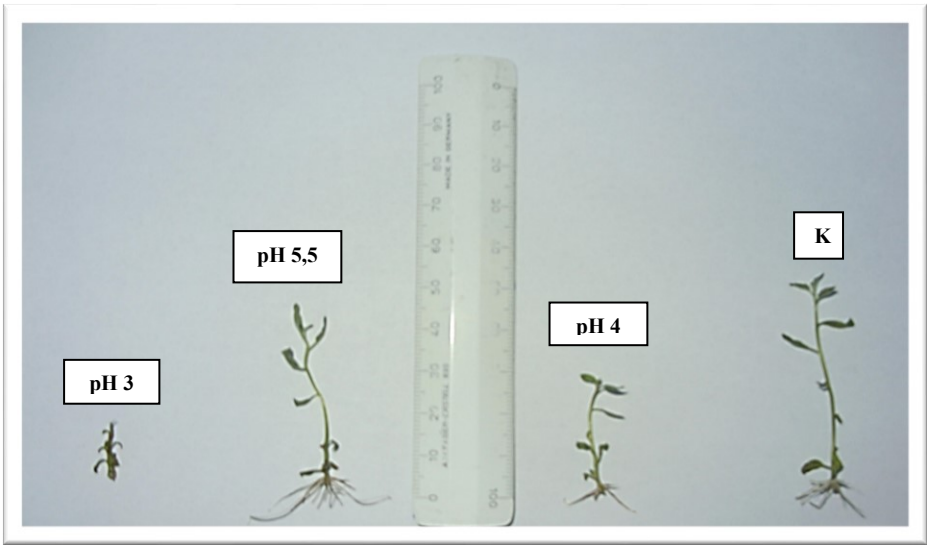
Legenda: a)Stepeni slobode za klon: $DF_A = 4$, stepeni slobode zapodlogu $DF_B = 3$, stepeni slobode za interakciju A×B: DFA×B = 12, stepeni slobode za pogrešku $DF_{ERR} = 74$ i stepeni slobode totala $DF_T = 93$

Legend: a) Degrees of freedom for genotype was $DF_A = 4$, degrees of freedom for medium $DF_B = 3$, degrees of freedom for interaction genotype × pH DFA×B = 12, degrees of freedom for error $DF_{ERR} = 74$ and degrees of freedom for total $DF_T = 93$

U totalu, najbolji rezultati rasta su ostvareni kod genotipa L-80, a najbolje rezultati preživljavanja i ožiljavanja su dobijeni kod genotipova Villafranca i LBM. Najlošije rezulate za ispitivane morfološke parameter ostvarili su genotipovi L-12 i LCM (Grafikoni 1 i 2).

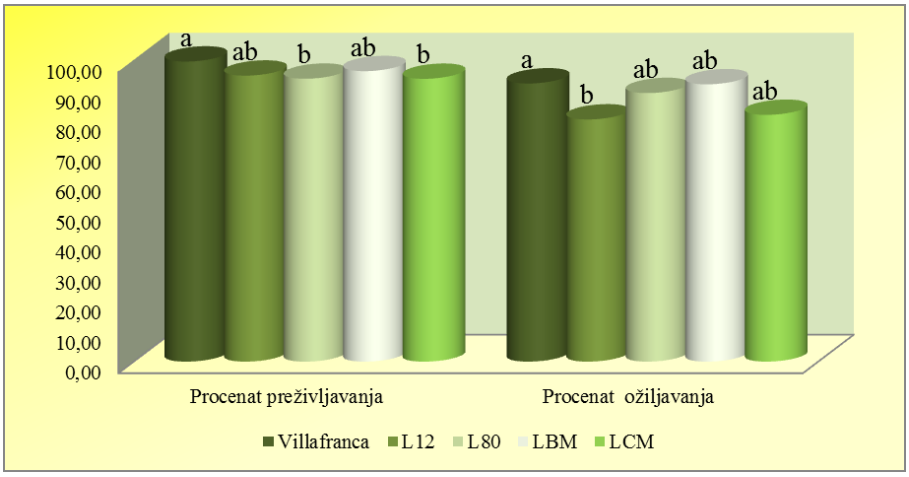
Grafikon 1. Prosečne vrednosti ispitivanih genotipova za morfološke parametre. Slova na vrhu stubića odgovaraju NZR testu, isto slovo predstavlja istu homogenu grupu na nivou $\alpha_{0,05}$
Graph 1. *Average values of the genotypes for morphological parameters. The letters at the top of the bars correspond to the LSD-test, where the same letter represents the same homogenous group at the level* $\alpha_{0.05}$





Slika 1. Morfološke karakteristike ožiljenih izbojaka genotipa Villafranca na ispitivanim podlogama.
Figure 1. *Morphological characteristics of the rooted shoots genotype Villafranca on tested media.*

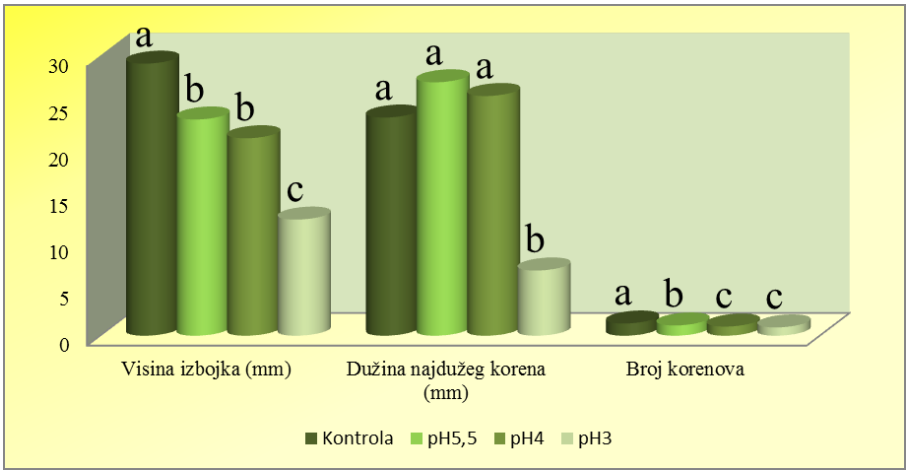
Grafikon 2. Prosečne vrednosti ispitivanih genotipova za morfološke parametre. Slova na vrhu bara odgovaraju NZR testu, isto slovo predstavlja istu homogenu grupu na nivou $\alpha_{0,05}$
Graph 2. *Average values of the genotypes for morphological parameters. The letters at the top of the bars correspond to the LSD-test, where the same letter represents the same homogenous group at the level* $\alpha_{0.05}$



Prema rezultatima testa najmanjih značajnih razlika (NZR – test) postoji značajna razlika u ispitivanim svojstavima između podloge sa pH 3 i kontrolne podloge (Slika 1, Grafikon 3). Uticaj podloge pH 4 u odnosu na kontrolu nije bio značajan, što se pokazalo kako u totalu, a u najvećoj meri i za ispitivane genotipove pojedinačno. Takođe, gledano prema totalu, sva morfološka svojstva su pokazala i značajnu razliku između pH 3 i tretmana pH 5.5 (sa dodatkom limunske kiseline), pri čemu su posebno jasno reagovali svojstva korena i visina izbojka. Time je dokazan snažan inhibitorni efekat niskog pH na rast i razvoj biljka ispitivanih genotipova. Ovi rezultati nisu u skladu sa rezultatima Kovačević et al., (2013a), koji su dobili stimulativan efekat podloge sa početnom pH 3 vrednošću, što je verovatno uzrokovano slabom pufernom moći njihove podloge, s obzirom da nisu koristili nikakav dodatni puferni sistem. Tome u prilog govori i činjenica da se reakcija u svim njihovim podlogama na kraju kultivacije kretala između pH 5 i pH 6. Međutim i razlika u visini izbojka i broju korenova između kontrole i pH5,5 je bila značajna, što ukazuje da postoji izvestan inhibitorni efekat limunske kiseline i natrijumovog jona, dodatog radi ostvarenja pufernog efekta. Ovaj efekat se posebno ističe kod genotipova L-80 i LBM. Vuksanović et al., (2016), koji su ispitivali istu reakciju iste grupe genotipova na podlogama namenjenim mikropropagaciji, dobili su izostanak značajnog efekta limunske kiseline, izuzev stimulativnog efekta na formiranje novih izbojaka.

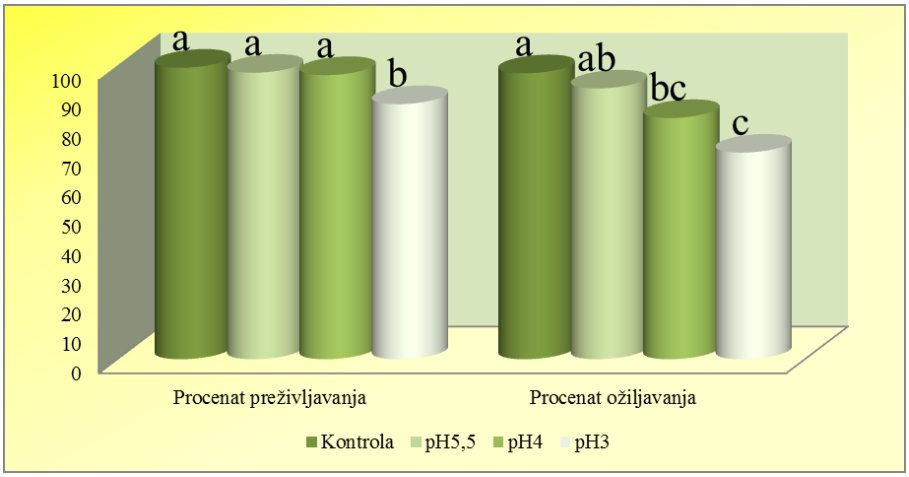
Grafikon 3. Prosečne vrednosti ispitivanih podloga za morfološke parametre. Slova na vrhu bara odgovaraju NZR testu, isto slovo predstavlja istu homogenu grupu na nivou $\alpha_{0,05}$

Graph 3. *Average values of the tested substrates for morphological parameters. The letters at the top of the bars correspond to the LSD-test, where the same letter represents the same homogenous group at the level* $\alpha_{0.05}$



Među ispitivanim genotipovima su postojale razlike u reakciji na podlogu pH 3 u odnosu na kontrolnu podlogu. Na primer, genotip Villafranca je pretrpeo najslabiji uticaj tretmana pH 3 na procenat preživljavanja izbojaka, ali je procenat ožiljavanja bio izuzetno nizak. Najbolje preživljavanje i ožiljavanje na podlozi pH 3 je pokazao genotip LBM, dok su ostali klonovi ostvarili slabije rezultate. Najblaži negativan efekat na visinu izbojka na podlozi pH 3 u odnosu na kontrolu primećen je kod genotipa LCM, a u nešto manjoj meri kod L-12 i LBM. U slučaju broja korenova, jedino kod genotipa L-12 je uticaj podloge pH 3 nije bio statistički značajan, dok prema dužini najdužeg korena je najslabiji inhibitorni efekat ostvaren kog genotipa L-80 (Tabela 3).

Grafikon 4. Prosečne vrednosti ispitivanih podloga za morfološke parametre. Slova na vrhu bara odgovaraju NZR testu, isto slovo predstavlja istu homogenu grupu na nivou $\alpha_{0,05}$
Graph 4. *Average values of the tested substrates for morphological parameters. The letters at the top of the bars correspond to the LSD-test, where the same letter represents the same homogenous group at the level* $\alpha_{0.05}$



Rast i razvoj biljaka je uslovljen promenama pH vrednosti u korenu biljaka. Promene mogu nastati usled posledica hemijskog sastava zemljišta i/ili posledica funkcije korena. Usporen rast izbojaka, propadanje korena, hloroza i drugi simptomi su povezani sa funkcijom mineralnih jona u nepovoljnim uslovima pH rizosfere (Kastori i Milošević, 2011). S obzirom da je površina od skoro 4000 miliona hektara pod kiselim zemljištem ovaj problem je globalan i predstavlja veliki ekonomski gubitak u proizvodnji (Marschner, 1995). Rezultati do kojih smo došli u ovom radu ukazuju na značajan uticaj podloge na biljku, kao i značajnu tolerantnost, posebno genotipa L-80, prema veoma kiseloj podlozi. Takođe, prema Kovačević et al., (2013a), evidentan je i uticaj biljke na podlogu, što ističe belu topolu kao vrstu koja se može primeniti na različitim tipovima zemljišta, kako u smislu proizvodnje drvne mase i ozelenjavanja, tako i radi postizanja meliorativnog efekta ublažavanja zakišeljenosti zemljišta.

Pojedini joni poput aluminijuma, mangana i gvožđa mogu postati pokretljiviji i više dostupni biljkama, pa i toksični za biljke u uslovima niske pH vrednosti (Foy, 1984). Posebno je značajna toksičnost aluminijuma, kao ograničavajućeg činioca rasta i vitalnosti u kiselim zemljištima (Arsenijević – Maksimović et al., 2001). U tom smislu, bi u dalja ispitivanja u kulturi *in vitro* trebalo uključiti i navedene jone.

Ako bi smo preživljavanje i ožiljavanje uzeli kao parametare od najvećeg značaja prilikom zasnivanja zasada, u narednim istraživanjima posebnu pažnju bi trebalo obratiti na genotip LBM, koji je ostvario visoke procente i preživljavanja i ožiljavanja na podlozi pH 3. Dobijeni rezulti ukazuju da bi testovi u kulturi *in vitro* mogli da pomognu da se suzi izbor genotipova koji bi se koristili na kiselim zemljištima. U tom smislu istraživanja bi trebalo proširiti i u poljskim uslovima.

Tabela 3. NZR - test za merena morfološka svojtva ispitivanih genotipova bele topole [a)]

Table 3. *LSD-test for measured morphological characters of examined white poplar genotypes* [a)]

Genotip *Genotype*	Podloga *Medium*	Visina izbojka *Shoot height* (mm)	Broj korenova *Root number*	Dužina najdužeg korena *Length of the longest root* (mm)	Procenat preživljavanja *Percentage of survival*	Procenat ožiljavanja *Percentage of rooting*
Villafranca	K	35,28 ^{ab}	1,44 ^{a}	14,56 ^{ghi}	100,00 ^{a}	100,00 ^{a}
Villafranca	pH3	9,80 ^{j}	0,71 ^{j}	3,70 ^{j}	96,60 ^{ab}	39,61 ^{h}
Villafranca	pH4	26,91 ^{cde}	1,26 ^{bc}	16,25 ^{efgh}	99,14 ^{a}	99,14 ^{ab}
Villafranca	pH5,5	28,55 ^{bcd}	1,19 ^{cd}	31,73 ^{bcd}	100,00 ^{a}	98,66 ^{abc}
L-12	K	20,10 ^{efgh}	1,00 ^{defghi}	24,30 ^{def}	100,00 ^{a}	80,43 ^{cdefg}
L-12	pH3	12,09 ^{ij}	0,89 ^{ghij}	6,33 ^{ij}	76,71 ^{bc}	64,29 ^{fgh}
L-12	pH4	19,98 ^{fgh}	0,82 ^{hij}	44,30 ^{a}	99,14 ^{a}	80,00 ^{cdefg}
L-12	pH5,5	22,78 ^{def}	1,09 ^{cdefg}	27,76 ^{cd}	92,46 ^{abc}	92,46 ^{abcde}
L-80	K	38,16 ^{a}	1,44 ^{a}	28,39 ^{bcd}	99,14 ^{a}	99,14 ^{ab}
L-80	pH3	13,85 ^{hij}	0,82 ^{hij}	12,39 ^{hij}	73,23 ^{c}	86,05 ^{abcdefg}
L-80	pH4	26,94 ^{cde}	0,93 ^{fghij}	37,47 ^{ab}	89,96 ^{abc}	76,71 ^{defg}
L-80	pH5,5	23,85 ^{def}	0,96 ^{efghij}	25,34 ^{cde}	100,00 ^{a}	84,62 ^{bcdefg}
LBM	K	33,12 ^{abc}	1,42 ^{ab}	34,61 ^{bc}	99,14 ^{a}	99,14 ^{ab}
LBM	pH3	15,03 ^{ghij}	1,12 ^{cdef}	8,79 ^{hij}	92,68 ^{abc}	92,68 ^{abcde}
LBM	pH4	16,07 ^{ghij}	1,03 ^{defgh}	11,56 ^{hij}	96,60 ^{ab}	77,05 ^{defg}
LBM	pH5,5	21,46 ^{defg}	1,09 ^{cdefg}	28,05 ^{bcd}	94,72 ^{abc}	91,98 ^{abcdef}
LCM	K	17,38 ^{fghi}	1,12 ^{cdef}	15,25 ^{fghi}	94,82 ^{abc}	94,82 ^{abcd}
LCM	pH3	11,27 ^{ij}	0,88 ^{ghij}	5,60 ^{ij}	88,73 ^{abc}	65,81 ^{efgh}
LCM	pH4	14,63 ^{ghij}	0,75 ^{ij}	17,20 ^{efgh}	95,17 ^{abc}	61,49 ^{gh}
LCM	pH5,5	20,14 ^{fgh}	1,15 ^{cde}	23,69 ^{defg}	94,82 ^{abc}	89,96 ^{abcdefg}

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata: „Istraživanje klimatskih promena injihovoguticajana životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (III43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2016. godine, projekta„Unapređenje gajenja nizijskih šuma“, koji finansira JP „Vojvodinašume“, Petrovaradin za 2016. godinu i na osnovu stipendijeMinistarstva 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.

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.

Arsenijević – Maksimović, I., Jelić, M., Lomović, S., Kastori, R. (2001): Genetic and physiological bases of plant tolerance to high concentrations of heavy metals and aluminium. In: Genetic and Breeding of Small Grains. Ed. Quarrie, S. A. et al., Agricultural Research Institute Serbia, Beograd: 377–405.

Bhatia, P., Ashwath, N. (2005): Effect of medium pH on shoot regeneration from the cotyledonary explants of tomato, Biotechnol. 4: 7-10.

Cui, X.-H., Murthy, H.N., Wu, C.-H., Paek, K.-Y. (2010): Sucrose-induced osmotic stress affects biomass, metabolite, and antioxidant levels in root suspension cultures of Hypericum perforatum L. Plant Cell Tiss. Organ Cult. 103: 7-14.

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.

Đorđević, A., Radmanović, S. (2016): Pedologija. Univerzitet u Beogrdu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

Eggens, C.F., Lougheed, E.C., Hilton, R.J. (1972): Rooting of hardwood cuttings of boleana poplar. Can. J. Plant Sci. 52: 599-604.

Foy, C.D. (1984): Physiologic effect of hydrogen, aluminum, manganese toxicities in acid soil. In: Soil Acidity and Liming (Ed. Adams, F.), American Society of Agronomy Inc. Madison, WI, USA.

Guzina, V., Tomović, Z. (1990): Mogućnosti korišćenja belih topola i jasika za pošumljavanje u cilju proširenja šumskog fonda Srbije. Drvarski glasnik, 5-7.

Kastori, R., Milošević, N., (2011): Ekološki i fiziološki aspekti kisele sredine - zemljište, 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

Kovačević, B., Miladinović, D., Katanić, M., Tomović, Z., Pekeč, S. (2013a): The effect of low initial medium pH on in vitro white poplar growth. Bulletin of the Faculty of Forestry 108: 67-80.

Kovačević, B., Miladinović, D., Orlović, S., Katanić, M., Kebert, M., Kovinčić, J. (2013b): Lead Tolerance and Accumulation in White Poplar Cultivated *In Vitro*. SEEFOR 4(1): 3–12.

Kovacevic, B., Orlovic, S., Roncevic, S., Miladinovic, D. (2010a): The effect of silver ion, 1-napthalene acetic acid and 6-benzylaminopurine on micropropagation of „Fastigiata“ tree shape variety Populus alba cl. LBM. Acta Hort. 885: 197-202.

Kovacevic, B., Tomovic, Z., Stajner, D., Katanic, M., Drekic, M., Stojnic, S. (2010b): Restoration of autochthonous poplar species (Populus sp.) in riparian zone – genofond establishment, Topola/Poplar 185/186: 61-68 [In Serbian]

Leifert, C., Murphy, K.P., Lumsden, P.J. (1995): Mineral and carbohydrate nutrition of plant cell and tissue cultures. Crit. Rew. Plant Sci. 14: 83-109.

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.

Marschner, H., Rengel, Z. (2007): Contriutions of Rhizosphere Interaction to Soil Biological Fertility. In: Soil Biological Fertility - A Key to Susteinable Land Use in Agriculture (Eds. Abbot, L.K., Murphy, D.V.), Springer-Verlag, Berlin, Heildelberg, New York: 81-98.

Ostrolucká, M.G., Gajdošová, A., Ondrušková, E., Lateèková, M., Libiaková, G. (2010): Effect of medium pH on axillary shoot proliferation of selected Vaccinium vitis-idaea L. Cultivars. Acta Biol. Cracov. Bot. 52(2): 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.

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.

Ruzić, Dj. (2004): The specificity of mineral nutrition in culture in vitro, Andrejevic Endowment, Belgrade

Ruzić, Dj., Cerović, 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.

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. (2010): STATISTICA (data analysis software system), version 12. www.statsoft.com.

Von Uexkull, R.H., Mutert, R.H. (1995): Global extent, development and economic impact of acid soils. Plant and Soil, 171: 1-15.

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., Miladinović, D., Katanić, M., Kebert, M. (2016): The effect of medium pH on while poplar shoots growth in vitro. Book of proceedings of VII International Scientific Symposium, 06-09 October 2016, Jahorina, Bosnia and Herzegovina: 2868-2873.

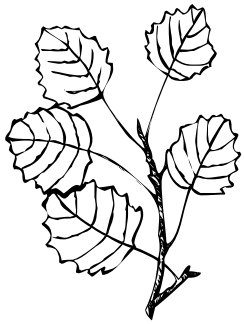
Summary

THE INFLUENCE OF ROOTING MEDIUM pH ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SHOOTS OF WHITE POPLAR IN VITRO

by

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

The study tested the influence of the low pH values of the nutrient medium for rooting on the growth and development of the shoot five genotypes white poplar (Populus alba L.). After 35 days of in vitro cultivation following characters were measured: height of shoot, the number of roots, length of the longest root, the percentage of survival and rooting. Three different pH values of the medium: 3.0, 4.0 and 5.5, bufferedby sodium citrate buffer, and standard medium for rooting with pH 5.5 without the addition of citric acid (control). Problems with gellingof the media at low pH values were overcame by their sterilization in a microwave oven. Analysis of variance showed that there was a significant effect of media pH on all of examined morphological parameters. Effect of interaction genotype×medium was statistically significant only in the percentage of survival. Generally, a statistically significant lower valuse in all studied morphological parameters have been recorded on the media with pH 3.0, compared to the control, as well as in relation to the other tested media. The highest values of all investigated parameters were observed in clone L-80 which suffered the weakest influence of the treatment pH 3.0. In subsequent experiments, special attention should be paid to clone L-80 due to good tolerance to low pH values. The results indicate that the in vitro test culture might help to narrow the selection of white poplar genotypes that could be used on acid soils.



UDK: 582.475.5(497.11)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

BIOHEMIJSKI SKRINING TESTOVI KAO INDIKATORI SUŠENJA SMRČE (*Picea abies* Karst.) NA PLANINI KOPAONIK

Marko Kebert[1], Bratislav Matović[1], Saša Orlović[1], Branislav Trudić[1], Vanja Vuksanović[2], Marina Katanić[1], Vladislava Galović[1]

Izvod: U cilju rasvetljavanja fenomena sušenja stabala smrče na planini Kopaonik na biohemijskom nivou, primenjeni su antioksidativni parametri procene oksidativnog stresa *in vitro* na četinama zdravih stabala kao i na četinama stabala koji su pokazivali simptome sušenja. Rezultati inhibicije DPPH i ABTS radikala ukazali su da je u četinama suvih stabala došlo do povećanja inhibicije oba radikala, što nadalje ukazuje da je u tim uzorcima povećan antioksidantni kapacitet. Daljim testovima dokazali smo da su sušni uslovi doveli do povećane sinteze ukupnih fenolnih jedinjenja kao i jedinjenja iz grupe flavonoida u četinama stabala zahvaćenih sušom u odnosu na četine zdravih stabala. Dokaz da je suša dovela nesumnjivo i do oksidativnog stresa je i drastično povećan intenzitet peroksidacije lipida,. Takođe, četine smrče su akumulirale u uslovima suše značajno veću koncentraciju slobodnog prolina u poređenju sa zdravim četinama. Svi navedeni rezultati ukazuju da biohemijski parametri mogu da posluže kao izvrstan dijagnostički metod kojim bi se prepoznali rani simptomi sušenja stabla, ali izvršila procena i poređenje jedinki prema otpornosti na sušu.

Ključne reči: suša, smrča, oksidativni stres, prolin, fenolna jedinjenja

BIOCHEMICAL SCREENING ASSAYS AS DROUGHT INDICATORS IN SPRUCE (Picea abies Karst.) ON MOUNTAIN KOPAONIK

Marko Kebert[1], Bratislav Matović[1], Saša Orlović[1], Branislav Trudić[1], Vanja Vuksanović[2], Marina Katanić[1], Vladislava Galović[1]

[1] Dr Marko Kebert, naučni saradnik, Dr Bratislav Matović, naučni saradnik, Dr Saša Orlović, redovni profesor, master biologije Branislav Trudić, istraživač saradnik, Dr Marina Katanić naučni saradnik, Dr Vladislav Galović, viši naučni saradnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Republika Srbija; [2] master poljoprivrede Vanja Vuksanović, student doktorskih studija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Republika Srbija

[1] Marko Kebert, Research associate, Dr Bratislav Matović, Research associate, Dr Saša Orlović, Full professor, master boil. Branislav Trudić, Research assistant, Dr Marina Katanić, Research associate, Dr Vladislav Galović, Senior research associate, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia; [2] master agricul. Vanja Vuksanović, PhD student, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Republic of Serbia

Abstract: *The aim of this study was to elucidate underlying biochemical mechanisms of drought induced in spruce species on Kopaonik mountain by application of antioxidant assays for estimation of oxidative stress in spruce needles that were characterized as healthy as well as those that exhibit symptoms of severe drought. Results of radical scavenger capacities against DPPH and ABTS radicals, showed increased values in drought affected needles thus exhibiting higher antioxidant properties. With further analysis we proved that drought conditions induced significantly increased biosynthesis of total phenolic compounds (TPC) as well as flavonoids in drought samples comparing to the controls. Drastically elevated level of lipid peroxidation indicated that drought induced oxidative stress. Furthermore, under drought condition free proline accumulation was significantly higher comparing to the healthy controls. All obtained data indicate that application of biochemical assays could serve as a diagnostic tool for recognition of early symptoms of drought and could serve as a criterion for selection of individuals that are more tolerant to drought stress.*

Key words*: drought, spruce, oxidative stress, proline, phenolic compounds*

UVOD

Uticaj dramatičnih klimatskih scenarija, koji prate tekuće klimatske promene i koji su okarakterisani naglim smenama kontrasnih vremenskih obrazaca, najpre smene ekstremno suvih i vlažnih perioda, dovodi do naglog odumiranja i sušenja drveća širom planete, izazivajući pritom velike ekološke katastrofe i značajne ekonomske gubitke (Choat et al., 2012). Posledice globalnih klimatskih scenarija vidljive su i u okviru Nacionalnog parka Kopaonik u Srbiji, gde je primećeno drastično i naglo sušenje smrče (*Picea abies* Karst.). Pored ovih simptoma sušenja i abiotičkog stresa, intenzivni monotoring na teritoriji Kopaonika u predelima okoline Jankove Bare zabeležio je primere intezivnog širenja raznih štetočina i invazije raznih vrsta potkornjaka (*Ips typographus* L. *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera, Scolytidae)) (Marković et al., 2004; 2010, Faccoli i Stergulc, 2004). I dalje je pitanje debate i diskusije, da li je povećana osetljivost drvenastih vrsta na sušu i ostale abiotičke faktore stresa koje uzrokuju uslovi staništa i posledično niska sekvestracija ugljenika, zapravo istovremeno i uzrok povećane osetljivosti drvenastih vrsta, pa i smrče na parazite i rizike od biotičkog stresa (McDowell et al., 2008).

S obzirom na veoma slične biohemijske odgovore kod velikog broja vrsta kojima one reaguju na biotički i abiotički stres i njihovo međusobno preplitanje, te aktiviranje sličnih ili istih metaboličkih puteva kojima su pokrenuti odbrambenim mehanizmima kod biljaka, vrlo je teško ustanoviti pravo poreklo tih odgovora i odvojiti ih i pripisati ih shodno uzroku (Sala et al., 2010, 2012). Razlog tome je što je zajednički činilac i biotičkog i abioičkog stresa (u ovom slučaju suše) zapravo oksidativni stres, koji nastaje kao propratna pojava i sekundarni stres tokom oba, i abiotičkog i biotičkog stresa.

Oksidativni stres predstavlja pojavu nekontrolisane propagacije reaktivnih kiseoničnih vrsta (eng. reactive oxygen species-ROS), koje zbog svoje visoke reaktivnosti imaju sposobnost da izazovu oksidaciju osnovnih biomolekula poput proteina i lipida, ali i nukleinskih kiselina, izazivajući time poremećaj normalnog metabolizma koji za posledicu mogu imati i narušavanje osmotske ravnoteže i

dovesti do sušenja (Štajner et al., 2011). Svakako da pojavi oksidativnog stresa doprinose i mikroklimatski, edafski kao i zemljišni faktori lokaliteta.

U ovom radu, u cilju rasvetljavanja fenomena sušenja stabala smrče na planini Kopaonik primenjeni su biohemijski parametri procene oksidadativnog stresa *in vitro*. Tokom ovog istraživanja izvršena je kvantitativna analiza proizvoda sekundarnog metabolizma biljaka u prvom redu sadržaja fenolnih jedinjenja i flavonoida koji se odlikuju izrazito velikom antioksidantnom aktivnošću i koji se smatraju jednim od najvažnijih jedinjenja kojima se biljka bori protiv suše i oksidativnog stresa (Samanata et al., 2011).

Fenolna jedinjenja, zahvaljujući svojoj strukturi i brojnim hidroksidnim grupama kao i sposobnosti rezonantne stabilizacije na prstenu A i B, imaju izrazito jaka antioksidantna svojstva, te mogu da „gase“ i „hvataju“ (eng. scavange) hidroksilne radikale ($OH^{\cdot}$) kao i superoksid anjon radikal ($O_2^{\cdot-}$) (Ballizany et al., 2014). Neka od brojnih fenolnih jedinjenja su čak aktivnija i efikasnija od vitamina C koji je poznat po svojoj antioksidantnoj aktivnosti. Takođe, fenolna jedinjenja mogu da stopiraju procese lipidne peroksidacije. Ovaj tip inovativnih istraživanja je vrlo važan, jer sadržaj ovih jedinjenja može poslužiti kao osnovni kriterijum za selekciju onih vrsta, klonova i jedinki koje imaju veću sposobnost preživljavanja u sušnim uslovima, upravo zahvaljujući povećanoj akumulaciji ovih jedinjenja. U zavisnosti od sadržaja ove grupe jedinjenja, možemo doći do podataka koji su od krucijalnog značaja za procenu adaptibilnosti, plastičnosti i prilagodljivosti vrste na promenjive uslove životne sredine i klimatskih promena (Shahidi i Chandrasekara, 2010).

Sa druge strane, da bi se biljka odbranila od nepovoljnih klimatskih uslova pre svega suše, dolazi do aktivacije metaboličkih puteva koji doprinose povećanoj biosintezi metabolita koji imaju osmoprotektivnu ulogu i sposobnost da za svoje hidroksilne i druge polarne grupe vezuju molekule vode. Poznata jedinjenja sa osmoprotektivnom ulogom su glicinbetain, alkoholni šećeri, poput ksilitola ili trehaloze, kao i aminokiselinski indikator suše-sadržaj slobodne iminokiseline prolin, pokazuju značajnu akumulaciju u listovima, ali i korenovima u uslovima suše.

Verovatno, zahvaljujući relativno prostoj metodologiji određivanja, slobodan prolin se može smatrati najreferentnijim biomarkerom suše i osmolitom koji štiti makromolekule od štetnog osmotskog uticaja (Hare i Cress, 1997; Kavi Kishor et al., 2005). Do danas, naučnici su pridodali novootkrivene funkcije ovoj proteinogenoj aminokiselini sa izrazitom konformacionom rigidnošću, koja je dosad bila poznata kao jedan od osnovnih odgovora biljke na razne stresove iz životne sredine (od suše, preko zaslanjenosti do uticaja teških metala i UV zračenja (Kebert et al., 2016). Dodatno, dokazano je da prolin ima funkciju molekulskog čaperona i kao signalnog molekula, ali i da je sposoban da zaštiti integritet i održi stabilnost proteina, da vrši modulaciju aktivnosti raznih enzima, utiče na gensku ekspresiju, kao i održavanje redoks statusa u biljci (Szabados i Savoure, 2010). Pored svega toga, prolin je poznat kao efikasan antioksidans koji neutralize ROS, a poznat je i kao aktivator antioksidantnih enzima. Prolin je posebno efikasan u neutralizaciji hidroksilnog radikala kao i gašenju singletnog kiseonika koji može da

dovede do oštećenja membrane i uzrokuje oksidaciju fotosistema II (PSII), te stoga spreči redukcionu fazu fotosinteze (Matysik et al., 2002).

I mada je suša jedna od najispitivanijih tema u modernoj biologiji biljaka, s obzirom na kompleksnost prirode ovog fenomena kao i na isprepletane simptome suše i biološke odgovore biljaka na sušu, kako na genetičkom tako i na metaboličkom nivou, mnogi detalji i specifičnosti na nivou vrsta još uvek nisu potpuno istraženi. Pogotovo je mali broj studija u prirodnim uslovima, gde se sam fakor suše ne može lako izolovati. Velike količine generisanih podataka koji potiču iz ispitivanja u prirodnim uslovima, često ne mogu biti pripisani samo uticaju suše, s obzirom da ona koegzistira u prirodi zajedno sa sekundarnim stresovima poput oksidativnog stresa, foto-oksidativnog stresa, osmotskog stresa ili stresa izazvanog viskim temperaturama, što dodatno usložnjava izučavanje fenomena suše u prirodnim uslovima (Rizhsky et al. 2002, Štajner et al., 2011).

Stoga, cilj ovog rada je da se ispita uticaj suše na biohemisjkom nivou kod stabala smrče na kojima su u okviru Nacionalnog parka Kopaonik detektovani ozbiljni simptomi sušenja. Da bi se to postiglo biće ispitane sledeće hipoteze i) da li su četine promenile opšti antioksidantni i redukcioni kapacitet u prisutvu suše u odnosu na zdrave četine ii) da li je u četinama smrče došlo do promene kvantitativnog sadržaja nekih od jedinjenja sa antiksidantnom ulogom poput flavonoida, ali i ukupnih fenolnih jedinjenja iii) da li je suša u četinama smrče izazvala akumulaciju aminokiseline prolin i produkta lipidne peroksidacije, malonildialdehida (MDA).

MATERIAJAL I METODE

Radi provere zadatih hipoteza biljni materijal, četine smrče, je uzorkovan tokom septembra 2016.godine sa 15 zdravih individual, kao i sa 15 stabala koji su pokazivali drastične simptome sušenja, gde su oštećenja zahvatala više od 50% krošnje. Biljni materijal je sakupljen u Gazdinskoj jedinici Samokovska reka, odeljenje 33 (koordinate N43^{O} 18’ 56,7" i E20^{O} 46' 52,6" nadmorska visina 1530 metara). Nakon uzorkovanja u najkraćem roku biljni materijal je na suvom ledu prenesen na duboko zamrzavanje u laboratorije Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu. Prikupljen biljni materijal je liofilizovan i samleven te su pravljeni trojaki ekstrakti, etanolni za ispitivanje tzv. „skevindžer“ ili „hvatačke“ aktivnosti prema komercijalnim hromoforama, DPPH i ABTS radikalu, kao i za određivanje sadržaja ukupnih fenolnih jedinjenja i flavonoida i za određivanje redukcione sposobnosti ekstrakta primenom FRAP testa. Puferski ekstrakt korišćen je za određivanje intenziteta lipidne peroksidacije, dok je sadržaj prolina određivan iz biljnog materijala ekstrahovanog i maceriranog sa 3% 5-sulfosalicilnom kiselinom. Ekstrakti su pripremani tako što su odvage od oko 0,1g liofilizovanog matarijala macerirani tučkom u avanu sa 2 ml 96% etanola ili 2 ml fosfatnog pufera (0.1 M, pH=7) (odnos biljni materijal rastvarač 1:20) te je macerat centrifugiran na 10000 obrtaja 15 minuta na 4 ^{0}C, i odvojeni supernatanti je korišćeni kao ekstrakti.

DPPH test (Soler-Rivas, 2000) je primenjen radi određivanja sposobnost ekstrakata da vrše neutralizaciju stabilne komercijalne slobodno-radikalske

hromofore, 2,2'-difenilpikril hidrazil radikala, gde je spektrofotometrijski na 515 nm praćena promena absorbance radne probe (290 µl DPPH 0.1 M sa dodatih 10 µl ekstrakta) kao i prateće promene boje iz ljubičaste u žutu. Ova promena absorbance je proporcionalna prisustvu jedinjenja sa antioksidantnom aktivnošću u etanolnim ekstraktima smrče. Rezultati sposobnosti neuztralizacije radikala (eng. radical scavenger capacity-RSC) su izraženi procentualni i izračunati po formuli: **RSC = [(Ac - Ax)/Ac] × 100%**, gde je **Ac**-absorbanca DPPH rastvora, **Ax**-absorbanca radne probe u odnosu na kontrolu (Ac) koja je sadržala samo rastvor DPPH.

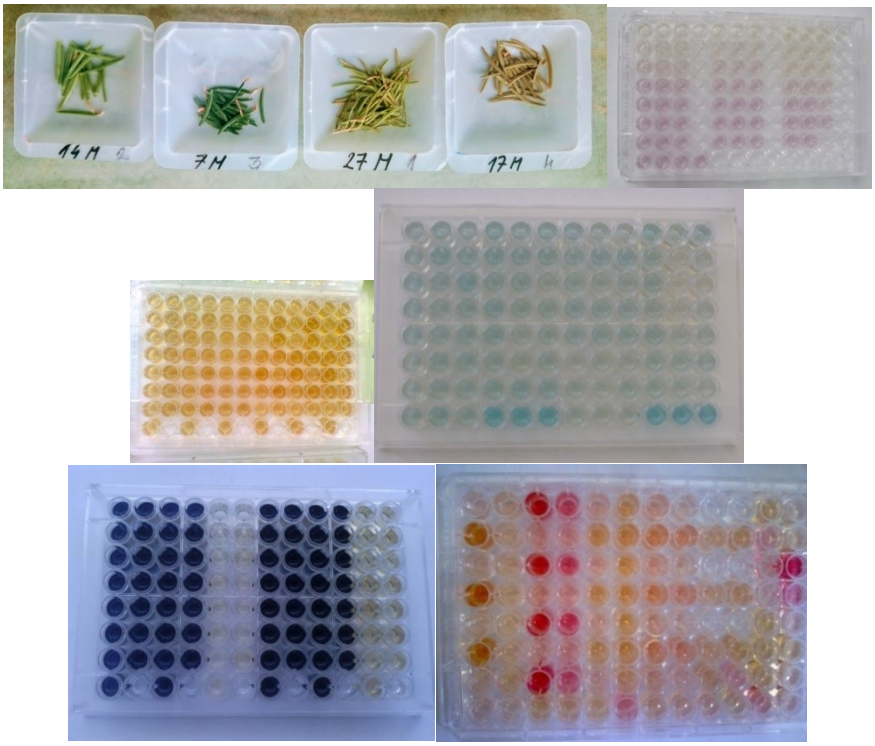
Slično, ABTS test (Arnao et al., 2001) je pratio sposobnost ekstrakta da neutrališe ABTS radikal (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kiselina), koja je proporcionalna promeni absorbance na 734 nm i vidljiva kao promena boje rastvora iz plavozelene u žutu. Kao kontrola (Ac), korišćen je rastvor ABTS (nastao mešanjem 7 mM rastvora ABTS sa 2.45 nM rastvorom kalijum-persulfata ($K_2S_2O_7$) 24h pre korišćenja reagensa), dok su se radne probe (Ax) sastojale od 290 µl ABTS reagensa i 10 µl ispitivanog ekstrakta. Procenat inhibicije za ABTS računat je po istoj formuli kao i za DPPH. Radne probe za DPPH su inkubirane 30 minuta pre čitanja absorbanci, dok su za ABTS inkubirane 5 min nakon dodavanja ekstrakta u rastvor sa komercijalnim radikalom.

Ukupni fenoli (eng. total phenolic content-TPC) su određivani merenjem absorbanci radnih proba na 760 nm. Ovaj spektrofotometrijski metod je zasnovan na reakciji etanolnih ekstrakata sa Folin-Čokalteovim reagensom u baznoj sredini, gde se fenolna jedinjenja boje u plavo. Nakon konstruisanja kalibracione krive dobijene merenjem absorbanci serije različitih koncentracija standardnog rastvora galne kiseline, rezultati su ekstrapolisani sa krive i izraženi kao ekvivalenti mg galne kiseline po g suve materije (GAE/g DW) (Singleton et al., 1999).

Ukupni flavonoidi su određivani spektrofotometrijskim testom po Chang et al., (2002), koji je zasnovan na osobini flavonoida da sa jonima aluminijuma grade stabilna žuto obojena kompleksna jedinjenja čija je apsorbanca merena na 415 nm i upoređivana sa apsorbancama serije razblaženja standardnog rastvora kvercetina i čiji je sadržaj izražen kao ekvivalenti mg kvercetina po g suve materije (QE/ g DW).

Intenzitet lipidne peroksidacije (Devasagayam et al., 2003) je meren spektrofotometrijski i predstavljen kao koncentracija malonildialdehida (MDA) kao jednog od krajnjih proizvoda lipidne peroksidacije koji u kiseloj sredini u reakciji sa tiobarbiturnom kislinom daje crveno kompleksno obojenje čija je apsorbanca praćena na 532 nm.

Sadržaj slobodnog prolina je određivan merenjem apsorbance crvenog obojenja koje je ekstrahovano toluolom i koje potiče od jedinjenja koji je proizvod reakcije slobodnog prolina i ninhidrinskog reagensa u kiseloj sredini, kako je opisano od strane Bates et al., (1973). Sve apsorbance su očitavane na čitaču mikrotitar ploča, MutiScan GO, Thermo Scinetific, Germany. Svi dobijeni rezultati su rađeni u tri analitička i pet bioloških ponavljanja. Rezulatati su prikazani kao srednja vrednost sa standardnom devijacijom.



Slika 1. Različiti uzorci četina smrče kao i izgled mikrotitar ploča nakon razvijanja boje pri izvođenju različitih spektrofotometrijskih testova

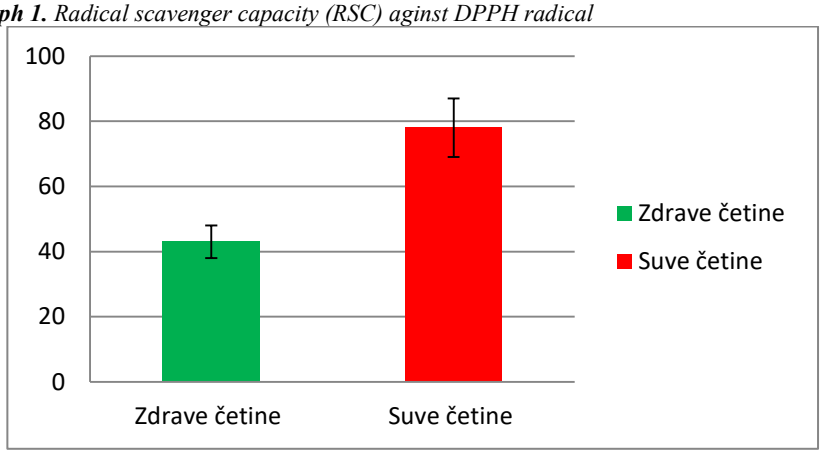
Figure 1. *Different samples of spruce needels and microplates after colour development in different spectromphotometric tests*

REZULTATI I DISKUSIJA

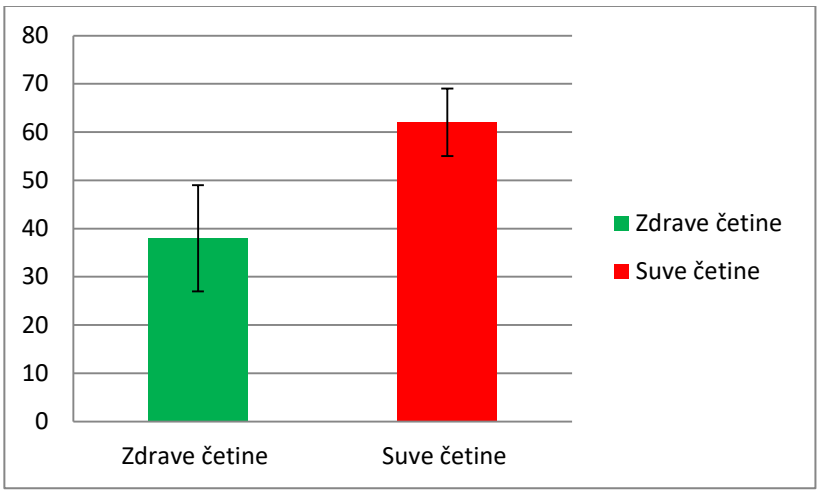
U skladu sa postavljenim hipotezama, obradom rezultata dobijenih nakon primene biohemijskih eseja koji prate sposobnost etanolnih ekstrakata da vrše neutralizaciju komercijalnih radikalsih vrsta kao što su DPPH i ABTS, može se primetiti da je procenat inhibicije DPPH kao i ABTS radikala značajno veći u četinama koje su bile izložene suši. Ovaj rezulatat ukazuje da se ukupni antioksidantni potencijal i kapacitet smrče povećao tokom suše i da je on najverovatnije posledica sušom aktiviranih biosintetskih puteva koji povećavaju koncentraciju jedinjenja sa antioksidantnom ulogom, u prvom redu iz grupe sekundarnih metabolita. Sličan rezultat povećane ukupne antioksidantne vrednosti procenjene DPPH testom prikazali su i Štajner et al., (2011) ispitujući antioksidantni kapacitet različitih medonosnih drvenastih vrsta poput *Populus alba, Robinia pseudoacacia, Sophora japonica, Euodia hupehensis, Tilia sp., Fraxinus sp*. Povećan procenat DPPH skevidžer aktivnosti za 27%, dokazan je i u listovima pirinča izloženog suši i temperaturnom stresu, što je u skladu i sa nalazima u ovom istraživanju (Kang and Saltveit, 2002). Takođe Zhu et al. (2009) su zabeležili

povećanje procenta inhibicije DPPH kod *Bupleurum sp.* pod uslovima suše. Lin et al. (2001), koji su ispitivali inhibitorne koncentracije različitih varijeteta slatkog krompira uz pomoć DPPH testa u uslovima suše i plavljenja dobili su dvojake rezultate, te je varijetet Simon 1 pokazivao povećane vrednosti inhibicije DPPH radikala tokom suše, dok je drugi varijetet Sushu 18 pokazao smanjene vrednosti procenta inhibicije DPPH radikala.

Grafikon 1. Procenat inhibicije DPPH radikala
Graph 1. *Radical scavenger capacity (RSC) aginst DPPH radical*



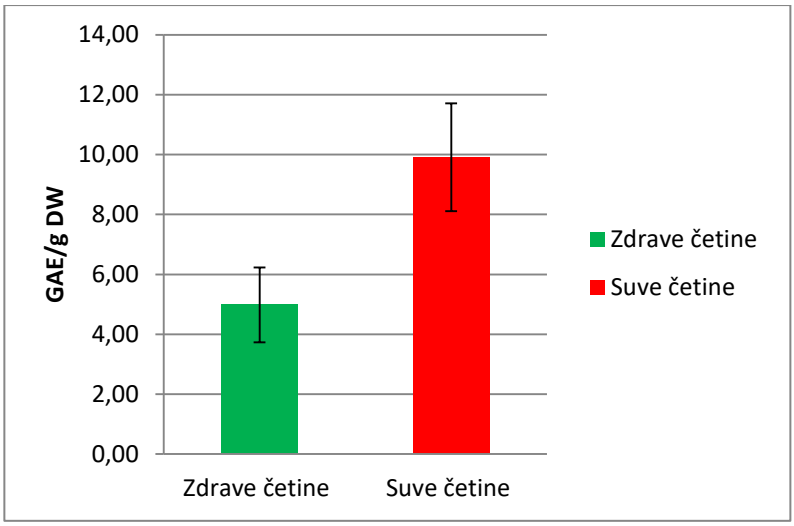
Grafikon 2. Procenat inhibicije ABTS radikala
Graph 2. *Inhibition percentage for ABTS radicals*



Sposobnost etanolnih ekstrakata smrče da vrše neutralizaciju ABTS radikala je bila značajno viša pod uslovima suše i iznosila je oko 62%, nego u četinama uzorkovanim sa zdravih stabala, gde je iznosila oko 38%. Ovo ukazuje na

povećanje ukupnog antioksidantnog kapaciteta u uslovima suše kod smrče, što se poklapa sa rezultatima Ahmeda et al., (2002) koji su dokazali povećanu antioksidantnu aktivnost procenjenu ABTS testom u listovima *Lepidum sativum* koje su tretirali sa tretmanima suše izavane dodatkom polietilenglikola (PEG), ali i zaslanjenosti izazvane NaCl u odnosu na kontrole, gde su vrednosti inhibicije ABTS iznosile 57.2% i 73.4%, respektivno. Rice-Evans i Miller, (1996) u svojoj opsežnom ispitivanju su procenili antioksidantne aktivnosti različitih ekstrakata biljnih vrsta i izolovanih jedinjenja iz raznih namirnica primenom ABTS testa i izrazili ih putem troloks ekvivalenata (TEAC), koji predstavlja hidrofilni analog vitamin E često korišćen za kalibraciju i standardizaciju antioksidantnih testova *in vitro*.

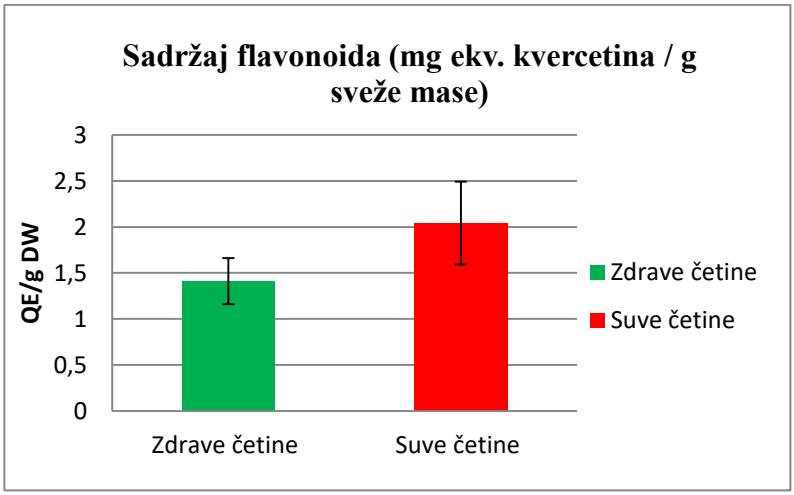
Grafikon 3. Sadržaj ukupnih fenolnih jedinjenja (mg ekv. galne kiseline/ g sveže mase)
Graph 3. *Total phenolic compounds (TPC) content (mg eq. galic acid / g of dry weight)*



U skladu sa očekivanjim rezultatima, sadržaj fenolnih jedinjenja izraženih kroz ekvivalente galne kiseline (gallic acid equivalents -GAE) je bio skoro dvostruko viši u četinama uzorkovanim sa stabala sa simptomima suše u odnosu na one četine uzorkovanim sa zdravih drveća koji nisu pokazivali simptome sušenja. Ova ispitivanja dodatno potvrđuju prethodna ispitivanja raznih autora gde su dokazane povećane koncentracije fenolnih jedinjenja u uslovima suše. To je potvrdio i Farrant, (2000; 2003), koji je poredio sadržaj fenolnih jedinjenja u različitim vrstama skrivenosemenica pri različitim kombinacijama stresova suše uparene sa stresom izazvanim povećanom temperaturom ili svetlošću, kao i sušu praćenu oporavkom. Povećan sadržaj ukupnih fenolnih jedinjenja primećen je i kod provenijencija bukve koje su se pokazale otpornijim na stres suše, ali i kod različitih medonosnih drvenastih vrsta gde je koncentracija ukupnih fenolnih jedinjenja rasla tokom sušnih lenjih meseci (Štajner et al., 2011, Štajner et al., 2012).

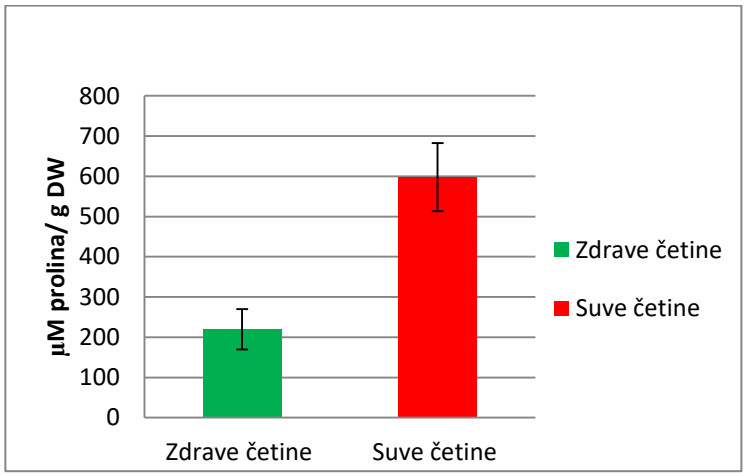
Odbrambena uloga fenolnih jedinjenja pripisuje se njihovim fotoprotektivnim, osmoregulatornim i ponajviše antioksidantnim svojstvima (Gould et al., 2002). Zahvaljujući velikom broju elekron donorskih hidroksilnih grupa, kao i sposobnosti rezonancije elektrona u fenolnom jezgru, ova jedinjenja su sposobna da vrše redukciju skoro svih reaktivnih kiseoničnih i azotovih vrsta, a neki autori navode da su čak efikasniji i od askorbinske kiseline i α-tokoferola (Buckley et al., 1996; Pratico et al., 2001). Drugi predloženi mehanizam njihovog antioksidantnog delovanja se ogleda u sposobnosti fenolnih jedinjenja da vrše helaciju jona gvožđa i bakra i time preče ili smanje njihovo učešće u proizvodnji najreaktivnijeg hidroksilnog radikala u Haber-Weiss-ovoj reakciji (Brown et al., 1998).

Grafikon 4. Sadržaj flavonoida (mg ekv. kvercetina/ g sveže mase)
Graph 4. *Content of flavonoids (mg eq. quercetin / g of dry weight)*



Takođe, i sadržaj izmerenih flavonoida je bio viši u četinama sa stabala smrče koji su bili pod uticajem suše, nego u četinama zdravih stabala. Tako je prosečna vrednost u četinama zdravih stabala smrče iznosila 2.04 mg ekvivalenata kvercetina (mg QE) po gramu suve materije, dok je u četinama izloženih suši iznosila za skoro 45% više i iznosila oko 2.04 mg ekvivalenata kvercetina po g suve materije. Tokom svog rada na istraživanju mehanizama otpornosti na sušu kod *Arabidopsisa,* Nakabayashi et al., (2014) su putem LC-QTOF-MS analize (tečna hromatografija povezana sa tzv. time of flight i masenom spektroskopskom detekcijom) dokazali da glikozidi kamferola, kvercetina i cijanidina imaju najvažniju ulogu u ublažavanju stresa suše, kao i da genetički modifikovani klonovi kojima su nedostajali neki od pomenutih glikozida flavonoida su pokazivali ekstremnu osetljivost na sušu. Takođe, glikozilovani flavonoidi imaju nižu antioksidantnu aktivnost u poređenju sa svojim aglikonima (Yamasaki et al., 1997).

Grafikon 5. Sadržaj slobodnog prolina (µmol/ g suve mase)
Graph 5. *Content of free proline (µmol / g of dry weight)*



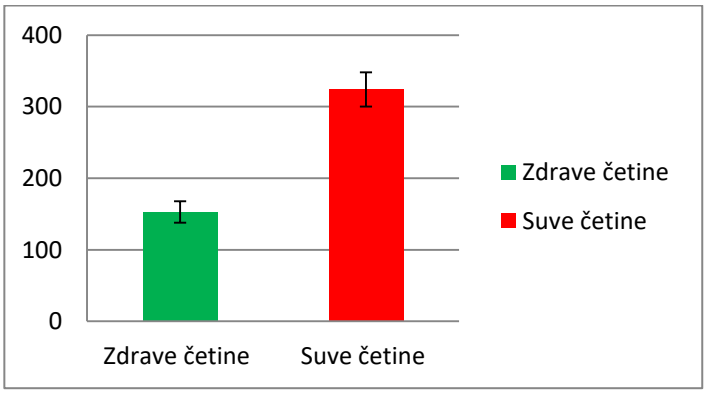
Sadržaj slobodnog prolina je značajno povećan u četinama sa stabala smrče sa simptomima suše (oko 600 µM/ g suve materije) u odnosu na sadržaj prolina u četinama zdravih stabala (220 µM po gramu suve materije). Zanimljivo je da iako je prolin važan za odbranu biljke u uslovima suše i stvaranje tolerancije na sušu (Bray et al., 2000; Cushman i Bohnert, 2000), sadržaj prolina tokom stresa kombinovane suše sa visokim temperaturama je kod *Arabidopsisa* zapravo bio smanjen i biosinteza prolina supresovana (Rizhsky et al. 2004). Takođe, postoje i kontradiktorni rezulatati, gde su povišene koncentracije prolina zabeležene u varijetetima pirinča otpornog na sušu (Choudhary et al., 2005), ali suprotno očekivanjima prolin nije pokazao nikakve pozitivne korelacije sa otpornošću ječma (*Hordeum vulgare*) na visoke koncentracije soli, niti na otpornost ječma tokom stresa suše u kombinaciji sa stresom zaslanjenosti (Widodo et al, 2009).

U ispitivanim uzorcima smrče uzorkovanim sa stabala zahvaćenih simptomima sušenja, detektovana je više nego dvostruko veća koncentracija malonildialdehida (MDA), koji je jedan od krajnjih produkata lipidne peroksidacije i neposredni indikator oksidativnog stresa kod biljaka. Vrednost malonildialdehida u zdravim četinama se kretala oko 150 nmol MDA po g suve materije dok je u suvim četinama iznosila čak 324 nmol MDA po g suve materije. Ovi rezulatati se slažu sa rezultatima Štajner et al. (2011; 2012), koji su detektovali povišene koncentracje MDA *u Fraxinus sp.* tokom sušnih letnjih meseci, kao i u različiim provenijencijama bukve koje su pokazivale veću otpornost na sušu.

Sa druge strane važno je istaći da je u prirodnim uslovima skoro nemoguće izolovati samo jedan faktor stresa, npr. sušu u ovom slučaju. Rezultati skorašnjih istraživanja jasno ističu da u slučaju ispitivanja tretmana koji predstavljaju kombinaciju različitih stresova, na primer suše i toplotnog šoka, biološki odgovor biljke je uvek jedinstven i nikako ne može biti predstavljen ekstrapolacijom oba pojedinačna odgovora na pojedinačno primenjene stresove. Kako su u našem radu

ispitivane smrče koje su tokom čitavog perioda letabile izložene ne samo vodnom deficitu-suši, već i povećanoj osvetljenosti, viskim temperaturama i većoj UV radijaciji izazvanim višom nadmorskom visinom (1500m), dobijeni rezultati nikako ne predstavljaju izolovani odgovor smrče na sušu, nego svakako odgovor na kombinaciju nabrojanih stresova.

Grafikon 6. Intenzitet lipidne peroksidacije (nmol MDA/ g sveže mase)
Graph 6. *Intensity of lipid peroxidation (nmol MDA / g of fresh mass)*



U svom preglednom radu Mitler et al., (2006), navode istraživanja koja prateći broj povišeno ekspresovanih transkripata, kao i broj akumuliranih metabolita tokom pojedinačno primenjenog stresa suše i toplotnog šoka, kao i u slučaju stresa nastalog kombinacijom ova dva, dokazala da se biološki odgovor i na transkripcionom i metaboličkom nivou razlikuje pri primeni pojedinačnih stresova u odnosu na tretman koji predstavlja kombinaciju stresova. Takođe, Mitler et al., (2006) ističu da je broj zajedničkih metabolita i transkripata vrlo mali, odnosno da se biološki odgovori biljaka na sušu i toplotni stres vrlo razlikuju međusobno, i svakako razlikuju u odnosu na tretman koji je predstavljen kombinacijom ovih različitih abiotskih faktora (Rizhsky et al., 2002; 2004).

ZAKLJUČAK

Uprkos pojedinim ograničenjima biohemijskih testova za praćenje antioksidantne aktivnosti i kvantifikacije jedinjenja sa visokom antioksidantnom aktivnošću, rezultati ovog rada potvrđuju da ovi parametri mogu biti upotrebljeni za razlikovanje adaptibilnosti, plastičnosti i prilagodljivosti vrste na promenjive uslove životne sredine i klimatske promene. Takođe sumarno gledano, biohemijske analize su pokazale da je suša na Kopaoniku dovela do oksidativnih oštećenja u četinama smrče manifestovanih intenziviranim procesom lipidne peroksidacije, kao i do aktivacijom biosintetskih puteva fenolnih jedinjenja i flavonoida koji imaju za cilj da povećanjem ukupnog antioksidantnog kapaciteta smrče, ublaže posledice sušenja smrče, čemu takođe doprinosi i akumulacija prolina u četinama.

Zahvaljnica

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

LITERATURA

Ahmed, A. R., Ahmed, M. M., Hanan, G., AL – Sayed, M. A., Smetanska, I. (2012): Effect of Drought and Salinity Stress on Total Phenolic, Flavonoids and Flavonols Contents and Antioxidant Activity in in vitro Sprout cultures of Garden cress (*Lepidiumsativum*). Journal of Applied Sciences Research, 8(8): 3934-3942.

Arnao, M. B., Cano, A., Acosta, M. (2001): The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. Food Chemistry 73: 239-244.

Ballizany, W.L., Hofmann, R.W., Jahufer, M. Z. Z., Barrett, B. A. (2014): Variation for constitutive flavonols and morphological traits in a new white clover population. Environ. Exp. Bot. 105, 65–69.

Bates, L. S., Waldren, R. P., Teare, I. K. (1973): Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil 39:205–208. doi:10.1007/BF00018060

Bray, E. A., Bailey-Serres, J., Weretilnyk, E. (2000): Responses to abiotic stresses. *In:* W Gruissem, B., Buchannan, R., Jones, eds, Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD, pp. 1158–1249.

Brown, J. E. (1998): Structural dependence of flavonoid interactions with Cu^{2+} ions: implications for their antioxidant properties, Biochem. J. 33: 1173-1197.

Buckley, C., Bund, S. J., McTaggart, F. (1996): Oxidized low-density lipoproteins inhibit endothelium dependent relaxations in isolated large and small rabbit coronary arteries. J. Auton. Pharmacol.16: 261-267.

Chang, C., Yang, M., Wen, H., Chern, J. (2002): Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. J. Food Drug Analaysis 10: 178-182.

Choat, B., Jansen, S., Brodribb, T. J., Cochard, H., Delzon, S., Bhaskar, R., Bucci, S. J., Feild, T. S., Gleason, S. M., Hacke, U. G., Jacobsen, A. L., Lens, F., Maherali, H., Martinez - Vilalta, J., Mayr, S., Mencuccini, M., Mitchell, P. J., Nardini, A., Pittermann, J., Pratt, R. B., Sperry, J. S., Westoby, M., Wright, I. J., Zanne, A. E. (2012): Global convergence in the vulnerability of forests to drought. Nature 491: 752–755.

Cushman, J. C., Bonnert, H. J. (2000): Genomic Approaches to Plant Stress Tolerance, Curr. Opin. Plant Biol., vol. 3, pp. 117–124.

Devasagayam, T.P.A., Tilak, J. C., Boloor, K.K., Ketaki Sane, S., Saroj, S., Ghaska dbi, Lele, R. D. (2004): Review article.

Free Radicals and Antioxidants in Human Health: Current Status and Futur e Prospects. Japi; 52.

Faccoli, M., Stergulc, F. (2004): *Ipstypographus* (L.) pheromone trapping in south Alps: spring catches determine damage thresholds. *Journal of Applied Entomology, 128*, 307–311.

Farrant, J. M. (2000): A comparison of mechanisms of desiccation tolerance among three angiosperm resurrection plant species. Plant Ecol. 151: 29-43.

Farrant, J. M. (2003): An investigation into the role of light during desiccation of three angiosperm resurrection plants. Plant Cell Environ. 26: 1275-1291.

Gould, K. S., Neill, S. O., Vogelmann, T. C. (2002): A unified explanation for anthocyanins in leaves? In: Anthocyanins in Leaves. Advances in Botanical Research, vol. 37, Gould, K. S., Lee, D. W. Eds., Academic Press, Amsterdam, 167.

Hare, P. D. (1997): Cress, Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants, Plant Growth Regul. 21 79e102.

Kang H. M., Salveit M. E. (2002): Antioxidant Enzymes and DPPH-Radical Scavenging Activity in Chilled and Heat-Shocked Rice (*Oryza sativa* L.) Seedlings Radicles J. Agric. Food Chem. 50: 513−518.

Kavi Kishor, P. B. et al. (2005): Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. Curr. Sci. 88: 424– 438.

Kebert, M., Rapparini, F., Neri, L., Bertazza, G., Orlović, S., Biondi, S. (2016): Copper-induced responses in poplar clones are associated with genotype- and organ-specific changes in peroxidase activity and proline, polyamine, ABA, and IAA levels" Journal of Plant Growth regulation DOI 10.1007/s00344-016-9626-x.

Lin, K. H., Chao, P. Y., Yang, C. M., Cheng, W. C., Lo, H. F., Chang, T. R. (2006): The effects of flooding and drought stresses on the antioxidant constituents in sweet potato leaves, Botanical Studies 47: 417-426.

Markovic, Č., Jančić, G., Milanović, S. (2004): Bark beetle Ips typographus (L.), Pityogenes chalcographus (L.) and Xyloterus lineatus (Oliv.) (Coleoptera, Scolytidae) outbreak on Mt. Stara Planina. Biljni Lekar 2:144–149.

Marković, C., Stojanović, A. (2010): Differences in bark beetle (*Ips typographus* and *Pitygenes chalcographus*) abundance in strict spruce reserve and surrounding spruce forest of Serbia. Phytoparasitica 38 (1):31-37.

Matysik, J. et al. (2002): Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants. Curr. Sci. 82, 525–532.

McDowell, N. G., Allen, C. D., Marshall, L. (2010): Growth, carbon-isotope discrimination, and drought-associated mortality across a *Pinus ponderosa* elevational transect. Global Change Biol. 16: 399–415.

McDowell, N., Pockman, W. T., Allen, C. D., Breshears, D. D., Cobb, N., Kolb, T., Plaut, J., Sperry, J., West, A., Williams, D. G., Yepez, E. A. (2008): Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? New Phytol. 178: 719–739.

Mittler, R. (2002): Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends Plant Sci 9: 405–410.

Mittler, R. (2006): Abiotic stress, the field environment and stress combination. Trends Plant Sci 11:15–19.

Mittler, R., Vanderauwera, S., Gollery, M., Van Breusegem, F. (2004): Reactive oxygen gene network of plants.Trends Plant Sci. 9: 490-498.

Nakabayashi, Mori, T., Saito, K. (2014): Alternation of flavonoid accumulation under drought stress in Arabidopsis thaliana Plant Signaling & Behavior 9, e29518.

Pratico, D., Lawson, J. A., Rokach, J., Fitzgerald G. A. (2001): Theisoprostanes in biology and medicine. Trends Endocrinol. Metab.12: 243-247, proline for water stress studies. Plant Soil 39: 205–208. doi:10.

Rice - Evans C. A., Miller N. J., Paganga G. (1996): Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Biol. Med.20: 933-944.

Rice - Evans, C. E., Miller, N. J. (1996): Antioxidant activities of flavonoids as bioactive components of food. Biochem. Soc. Trans. 24: 790-795.

Rizhsky, L. et al. (2002): Double antisense plants with suppressed expression of ascorbate peroxidase and catalase are less sensitive to oxidative stress than single antisense plants with suppressed expression of ascorbate peroxidase or catalase. Plant J. 32(3): 329-342.

Rizhsky, L., Liang, H., Shuman, J., Shulaev, V., Davletova. S., Mittler R. (2002): When defense path- ways collide.The response of Arabidopsis to combination of drought and heat stress. Plant Physiol 134:1683–1696.

Sala, A. *(*2009*):* Lack of direct evidence for the carbon-starvation hypothesis to explain drought-induced mortality in trees. *Proc Natl AcadSci USA* 106*:* E68; author reply E69 Sala, A., Piper, F., Hoch, G. *(*2010*)*: Physiological mechanisms of drought-induced tree mortality are far from being resolved. New Phytol 186*:* 274–280.

Samanta, A., Ganguly S., Myneni R. B. (2011): MODIS enhanced vegetation index data do not show greening of Amazon forests during the 2005 drought, New Phytol. 189(1): 12–15.

Shahidi, F., Chandrasekara, A. (2010): Hydroxycinnamates and their in vitro and in vivo antioxidant activities. Phytochem. Rev. 9: 147–170.

Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R. M. (1999): Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymol. 299: 152-178.

Soler-Rivas, C., Espin, J. C., Wichers, H. J. (2000): An easy and fast test to compare total free radical scavenger capacity of foodstuffs. Phytochem.Anal.11: 330-338.

Szabados, L., Savoure´, A. (2010): Proline: a multifunctional amino acid. Trends Plant Sci 15:89–97. doi:10.1016/j.tplants.2009.11.009

Štajner, D., Orlović, S., Popović, B. M., Kebert, M., Galić, Z. (2011): Screening of drought oxidative stress tolerance in Serbian melliferous plant species. Afr. J. Biotechnol. 10: 1609-1614.

Štajner, D., Orlović, S., Popović, B. M., Kebert, M., Stojnić, S., Klašnja, B. (2013): Chemical parameters of oxidative stress adaptability in beech. J. Chem. 4: 1-8.

Widodo et al. (2009): Metabolic responses to salt stress of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars, Sahara and Clipper, which differ in salinity tolerance. J. Exp. Bot. 60: 4089–4103.

Yamasaki, H., Sakihama, Y., Ikehara, N. (1997): Flavonoid-peroxidase reaction as a detoxification mechanism of plant cells against H_2O_2. Plant Physiol. 115:1405.

Zhu, Z., Liang, Z., Han, R. (2009): Saikosaponin accumulation and antioxidative protection in drought-stressed Bupleurum chinense DCX. Plants Environ. Exp. Bot. 66: 326-333.

Summary

BIOCHEMICAL SCREENING ASSAYS AS DROUGHT INDICATORS IN SPRUCE (Picea abies Karst.) ON MOUNTAIN KOPAONIK

Marko Kebert, Bratislav Matović, Saša Orlović, Branislav Trudić, Vanja Vuksanović, Marina Katanić, Vladislava Galović

The aim of this study was to elucidate underlying biochemical mechanisms of drought induced in spruce species on Kopaonik mountain by application of antioxidant assays for estimation of oxidative stress in spruce needles that were characterized as healthy as well as those that exhibit symptoms of severe drought. Results of radical scavenger capacities against DPPH and ABTS radicals, showed increased values in drought affected needles thus exhibiting higher antioxidant properties. With further analysis we proved that drought conditions induced biosynthesis of compounds with high antioxidant properties, therefore amounts of total phenolic compounds (TPC) as well as flavonoids was found to be significantly increased in drought samples comparing to the controls. Amount of phenolics in healthy needles were about 4.98 mM gallic acid (GAE equivalents per g of DW), while in needles under drought were almost doubled. Similarly, flavonoid content in dry needles was for 70 % higher than in the healthy ones. Drastically elevated level of lipid peroxidation measured by quantification of its end product malonyl-dialdehyde (MDA) indicated that drought induced oxidative stress, so concentration of MDA in needles under drought was about 324 nmol/g DW, while in healthy needles was around 153 nmol/g DW. Furthermore, under drought condition free proline accumulation (around 600 µmol/ g DW) was significantly higher comparing to the healthy controls (220 µmol/ g DW). To sum up, accumulation of free proline followed by increased amounts of flavonoids and total phenolics represents one of the main mechanisms how spruce cope with drought and mitigate oxidative stress caused by drought. All obtained data indicate that application of biochemical assays could serve as a diagnostic tool for recognition of early symptoms of drought and could serve as a criterion for selection of individuals that are more tolerant to drought stress.

***Key words**: drought, spruce, oxidative stress, proline, phenolic compounds*

Topola N° 197/198 (2016) str. 81-90

UDK: 630:502/504(497.113)

Preliminarno saopštenje *Preliminary report*

REZULTATI PROCENE UTICAJA AEROZAGAĐENJA NA STANJE ŠUMA U VOJVODINI

Milan Drekić[1], Saša Orlović[1], Zoran Galić[1], Srđan Stojnić[1], Saša Pekeč[1], Verica Vasić[1], Andrej Pilipović[1]

Izvod: Kontinuirano praćenje stanja šuma je od velikog značaja za konstatovanje nastalih promena u šumskih ekosistemima i uzročno posledičnih odnosa između nastalih promena i faktora koji na utiču na stanje šumskih ekosistema. Početkom osamdesetih godina prošlog veka u Evropi je zbog pojave intenzivnog propadanja šumskih ekosistema bilo potrebno analizirati uticaj zagađenja vazduha na stanje šuma i u 1985. godini je pokrenut međunarodni program saradnje na proceni i praćenju efekata zagađenja vazduha na šume (*ICP Forests*). U radu su prikazani rezultati praćenja stanja krošnji stabala u periodu od 2004. do 2016. godine na parcelama prvog nivoa monitoringa uticaja prekograničnog zagađenja vazduha na šume u AP Vojvodini. Osmatranje stanja krošnji je vršeno na ukupno trinaest parcela. Pored toga procenjivan je i analiziran uticaj delovanja biotičkih i abiotičkih štetnih faktora na stanje krošnji stabala.

Najizraženija oštećenja su utvrđena kod crnog bora i hrasta lužnjaka. Kod ovih vrsta je konstatovan nizak procenat stabala bez defolijacije, a zabeleženo je naročito kod hrasta lužnjaka, i sušenje stabala. Najpovoljnije stanje je utvrđeno za topolu i bagrem. Istraživanja su pokazala da biotički i abiotički štetni faktori značajno utiču na stanje krošnji stabala.

Ključne reči: aerozagađenje, monitoring, stanje krošnji, defolijacija

RESULTS OF ASSESSMENT OF AIR POLLUTION EFFECTS ON FORESTS CONDITION IN VOJVODINA

Milan Drekić[1], Saša Orlović[1], Zoran Galić[1], Srđan Stojnić[1], Saša Pekeč[1], Verica Vasić[1], Andrej Pilipović[1]

Abstract: *Continuous monitoring of forest conditions have great importance for the ascertainment of the current changes in forest ecosystems and cause-effect relationships*

[1] Dr Milan Drekić, naučni saradnik, Prof. Dr Saša Orlović, naučni savetnik, Dr Zoran Galić, naučni savetnik, Dr Srđan Stojnić, naučni saradnik, Dr Pekeč Saša, naučni saradnik, Dr Verica Vasić, naučni saradnik, Dr Andrej Pilipović, naučni saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Republika Srbija

[1] *Milan Drekić, Research associate, Prof. Dr Saša Orlović, Full research professor, Dr Zoran Galić, Full research prefessor, Dr Srđan Stojnić, Research associate, Dr Pekeč Saša, Research associate, Dr Verica Vasić, Research associate, Dr Andrej Pilipović, Research associate, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia*

between the changes and the factors that affect the condition of the forest ecosystem. At the beginning of the eighties of the last century in Europe, due to the intensive destruction of forest ecosystems, it was necessary to analyse the impact of air pollution on the state of forest ecosystems and in 1985. the International Co-operative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests) was established. The paper presents the results of monitoring of crown condition in the period from 2004 to 2016 on the plots of the first level of monitoring of transboundary air pollution effects on forests in Vojvodina. The observation og crown condition was performed on a total of thirteen plots. Additionally was assessed and analysed the impact of the biotic and abiotic harmful factors on the crown condition.

The most noticeable damages were found on black pine and common oak trees. In these species is ascertained the low percentage of trees without defoliation and were recorded dead trees especially in common oak . Best condition was found for poplar and black locust. Studies have shown that harmful biotic and abiotic factors have a strong influence on the crown condition of trees.

Key words: *air pollution, monitoring, crown condition, defoliation*

UVOD

Šume imaju veliki ekonomski i ekološki značaj. Na šumske ekosisteme negativno utiču brojni štetni faktori. Intenzivno praćenje oštećenja šumskog pokrivača započeto je na jeli 1970. godine, a kasnije na ostalim vrstama četinara centralne Evrope (Nevenić et al., 2005). Početkom osamdesetih godina prošlog veka u Evropi je zbog pojave intenzivnog sušenja šuma bilo potrebno da se analizira uticaj zagađenja vazduha na stanje šumskih ekosistema. U 1985. godini je ustanovljen međunarodni program saradnje na oceni i monitoringu efekata zagađenja vazduha na šume (Kadović et al., 2004). Mreža parcela prvog nivoa za monitoring uticaja zagađenja vazduha na šume u Srbiji je osnovana prvi put u 1988, a obnovljena je 2003. i 2004. godine i od tada se stanje redovno prati. Parametri koji se koriste za kontinuirano praćenje stanja šuma na parcelama prvog nivoa su intenzitet defolijacije i intenzitet šteta nastalih delovanjem ugrožavajućih faktora. Cilj praćenje navedenih parametara u dužem vremenskom intervalu je da se dobije uvid u stanje šumskih ekosistema i promene koje nastaju u određenom periodu. U radu su prikazani rezultati monitoringa stanja krošnji stabala sprovedenog na teritoriji Vojvodine u periodu od 2004. do 2016. godine.

MATERIJAL I METODE

Mreža parcela prvog nivoa monitoringa u Vojvodini se sastoji od 13 parcela sa ukupno 312 stabala. Stanje šumskih ekosistema procenjivano je u periodu od 2004. do 2016. godine. Procena je vršena u skladu sa metodologijom propisanom za prvi nivo monitoringa (Anonymus, 2010), tokom jula i avgusta. Osnovni element na osnovu kojeg se procenjuje stanje krošnji stabala je defolijacija. Defolacija se određuje prema UN / ECE i klasifikaciji EU. Klase defolacije su: nema defolijacije (defolijacija 0 - 10%), slaba defolijacija (defolijacija 10 - 25%),

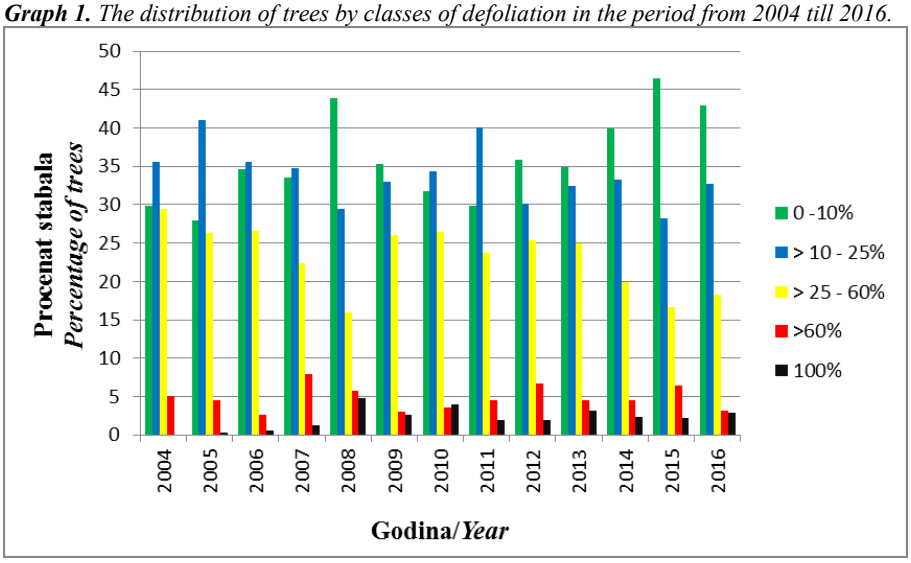
umerena defolijacija (defolijacija 25 - 60%), jaka defolijacija (defolijacija 60 - 100%), suva stabla (defolijacija 100%). Pored toga praćen je uticaj biotičkih i abiotičkih štetnih faktora na stanje krošnji stabala u vidu procene procentualnog oštećenja debla, grana, lišća i četina usled delovanja određenog faktora.

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati procene stepena defolijacije krošnji za sve vrste su prikazani u grafikonu 1, a za najzastupljenije vrste u grafikonima 2. do 6. Ostale vrste na parcelama su bile zastupljene u malom broju i njihovo stanje nije zasebno analizirano. Iz grafikona 1, je vidljivo da najveći procenat ocenjivanih stabala svih vrsta pripada kategoriji stabala bez defolijacije i sa slabom defolijacijom.

Grafikon 1. Raspored stabala po klasama defolijacije u periodu 2004 – 2016. godine

Graph 1. *The distribution of trees by classes of defoliation in the period from 2004 till 2016.*

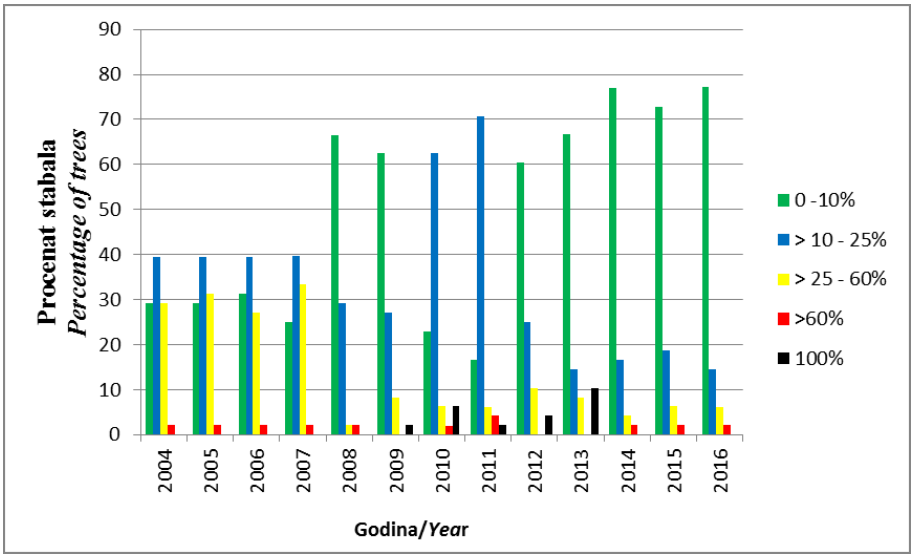


Rast učešća stabala sa jakom defolijacijom zabeležen je u 2007. i 2012. godini. Obe ove godine bile su izrazito sušne, pa se to može smatrati uzrokom ovog generalnog trenda u praćenju stanja šuma u Vojvodini. Povećano učešće osušenih stabala na parcelama u Vojvodini konstatovano je u 2008. i 2013. godini, dakle godinu dana nakon intenzivne suše. Suša u 2007, 2011. i 2012. godini evidentno se odrazila na zdravstveno stanje stabala u narednim godinama, te su zabeležena i sušenja stabala, što je u skladu sa navodima Dobbertin, (2005), da suša ne ispoljava svoje negativno delovanje samo u godini kada je bila izražena već i u narednim godinama.

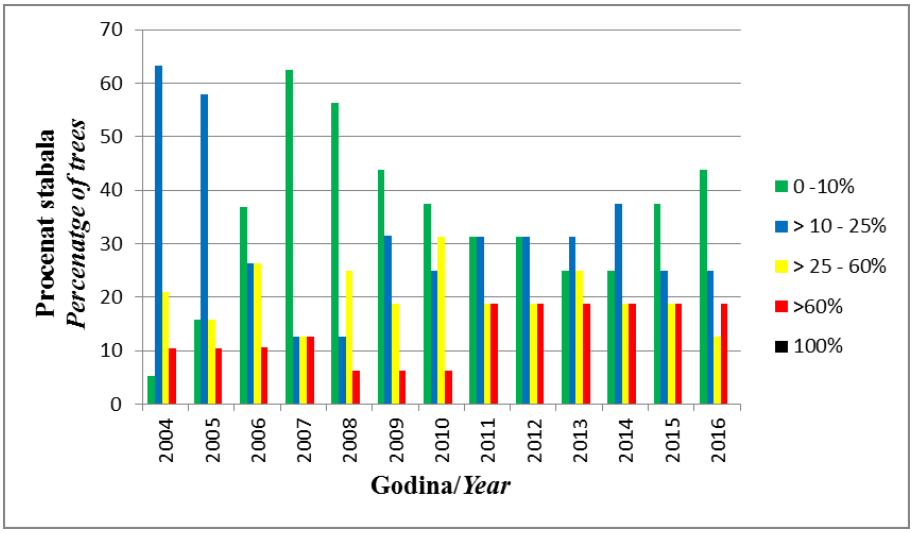
Stanje stabala topola praćeno je na dve parcele prvog nivoa. Tokom čitavog posmatranog perioda dominantno je bilo učešće stabala bez defolijacije ili sa slabom

defolijacijom (Grafikon 2). U periodu od 2004. do 2007. godine veće učešće stabala sa umerenim intenzitetom defolijacije nastalo je kao rezultat napada insekata defolijatora i gljive *Marssonina brunnea* (Ell. & Ev.) Magnus. Propadanje stabala koje je nastalo u periodu od 2009. do 2013. godine rezultat je vetroizvala na jednoj od parcela. S obzirom na visok procenat učešća stabala bez defolijacije ili sa slabom defolijacijom stanje ove vrste je bilo veoma dobro u posmatranom periodu.

Grafikon 2. Raspored stabala topole po klasama defolijacije u periodu 2004 – 2016. godine
Graph 2. *The distribution of poplar trees by classes of defoliation in the period from 2004 till 2016.*



Grafikon 3. Raspored stabala bagrema po klasama defolijacije u periodu 2004 – 2016. godine
Graph 3. *The distribution of black locust trees by classes of defoliation in the period from 2004 till 2016.*

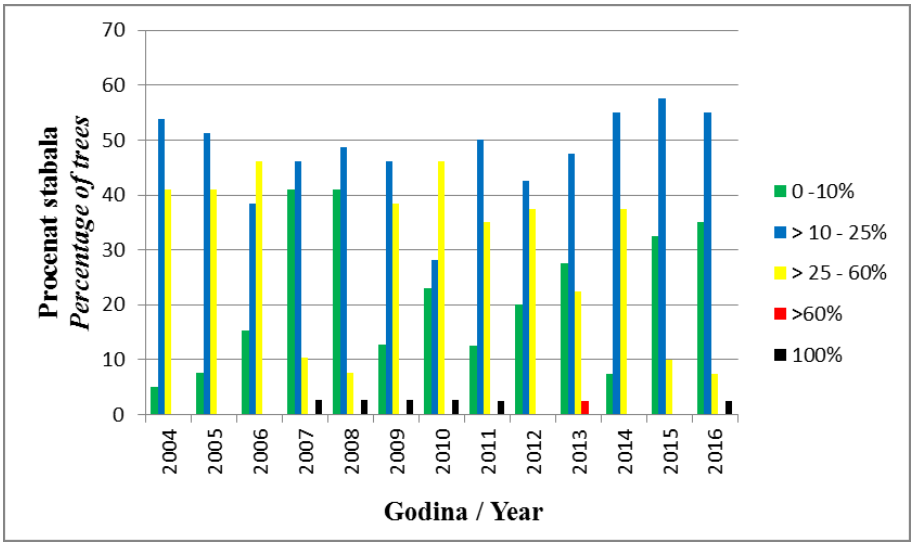


Od štetnih faktora na stabla bagrema negativno su delovali suša, muva galica *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) i lisni mineri *Parectopa robiniella* Clemens i *Phyllonorycter robiniae* Clemens. Uticaj ovih štetnih faktora nije bio jak, pa tokom posmatranog perioda nisu zabeležena sušenja stabala bagrema.

Raspored stabala bagrema po klasama defolijacije je bio takav da su tokom posmatranog perioda najviše bila zastupljena stabla bez defolijacije ili sa slabom defolijacijom (Grafikon 3). Uopšteno gledano stanje stanje stabala bagrema se u periodu vršenja monitoringa može opisati kao zadovoljavajuće. Za hrast kitnjak je u posmatranom periodu konstatovano dominantno učeće stabala sa umerenim i slabim intenzitetom defolijacije (Grafikon 4).

Grafikon 4. Raspored stabala hrasta kitnjaka po klasama defolijacije u periodu 2004 – 2016. godine

Graph 4. The distribution of sessile oak trees by classes of defoliation in the period from 2004 till 2016.

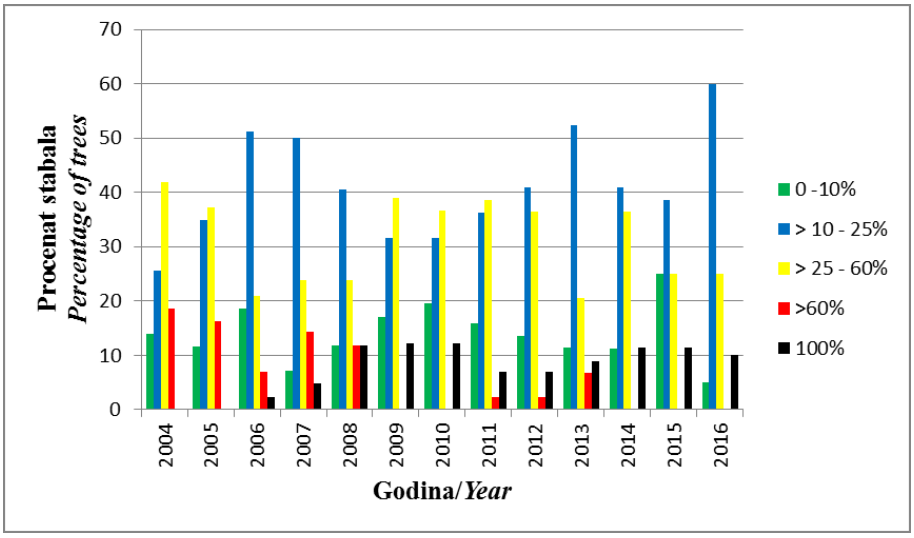


Svake godine insekti rani defolijatori javljali su se u povećanoj brojnosti. Štete koje su oni prouzrokovali su u pojedinim godinama bile značajne. Štete od pepelnice su takođe bile značajne. Negativno delovanje suše zabeleženo je u 2007. i 2012. godini na stablima hrasta kitnjaka. Zabeležena su samo pojedinačna sušenja kitnjakovih stabala.

U periodu od 2004. do 2016. za hrast lužnjak je među ocenjivanim stablima bila karakteristična dominantna zastupljenost stabala sa slabom i umerenom defolijacijom (Grafikon 5). Zabeležena je pojava sušenja značajnog dela stabala pri čemu je pojava sušenja bila intenzivnija nakon sušnog perioda tokom 2007. godine, a posebno nakon suša u 2011. i 2012. godini. Od štetnih biotičkih faktora konstatovanih na stablima hrasta lužnjaka najznačajnija i stalno prisutna je bila hrastova pepelnica. Takođe su zabeleženi i insekti rani defolijatori čiji je jak napad konstatovan u 2009. i 2010. godini. U 2016. godini na jednoj od parcela zabeležene su štete od hrastove mrežaste stenice *Corythucha arcuata* Say, koja je u Srbiji prvi put konstatovana u 2013. godini. Ova invazivna vrsta se rapidno širi, tako da se u narednom periodu mogu očekivati značajnije štete.

Grafikon 5. Raspored stabala hrasta lužnjaka po klasama defolijacije u periodu 2004 – 2016. godine

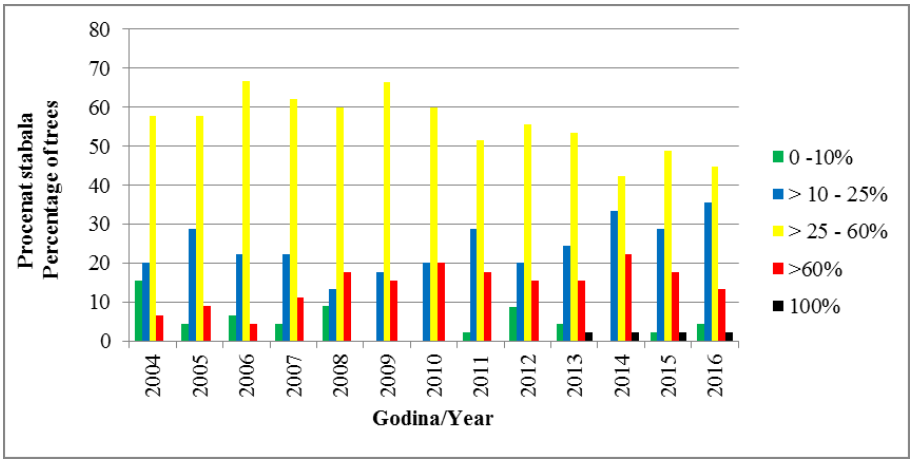
Graph 5. *The distribution of pedunculate oak trees by classes of defoliation in the period from 2004 till 2016.*



Kod najvećeg procenta stabala crnog bora u posmatranom periodu konstatovana je umerena defolijacija od 25 do 60% (Grafikon 6). Procenat stabala bez defolijacije bio je nizak, dok je procenat stabala sa slabom i jakom defolijacijom varirao tokom godina, ali ima blagi trend rasta što ukazuje da je došlo kod dela stabala do poboljšanja, a kod dela stabala do pogoršanja stanja krošnji. Na zdravstveno stanje stabala crnog bora značajno su uticale patogene gljive *Dothistroma pini* Hulbary i *Diplodia pinea* Desm.

Grafikon 6. Raspored stabala crnog bora po klasama defolijacije u periodu 2004 – 2016. godine

Graph 6. *The distribution of austrian pine by classes of defoliation in the period from 2004 till 2016.*



Praćenje uticaja zagađenja vazduha na šume ima za cilj registrovanje i praćenje nastalih promena u šumskim ekosistemima i determinaciju uzroka šteta. Rezultati sprovedenog monitoringa su ukazali da na variranje rezultata procene stanja šuma značajno utiču biotički faktori (štetni insekti i biljne bolesti). Od abiotičkih faktora uticaj suše je bio izražen kako u sušnim godinama, tako i u godinama nakon suše. Jactel i Vodde, (2006) su analizirajući podatke iz 21 evropske države za period od 1994. do 2005. zaključili da 60% šteta uzrokuju biotički faktori, dok su antropogeni i abiotički faktori odgovorni za 20% nastalih šteta. Najpovoljnije stanje krošnji stabala tokom posmatranog perioda je konstatovano kod bagrema i topole. Najnepovoljniji rezultati procene stanja krošnji konstatovani su kod stabala hrasta lužnjaka i crnog bora što je već i konstatovano u ranijim analizama stanja pomenutih vrsta (Drekić et al., 2007; Drekić et al., 2013).

ZAKLJUČCI

Najizraženija defolijacija je konstatovana kod crnog bora i hrasta lužnjaka. Kod svih vrsta izuzev bagrema zabeleženo je i sušenje stabala. Sušenjem je naročito bio pogođen hrast lužnjak.

Najpovoljnije stanje u pogledu defolijacije stabala je utvrđeno za bagrem i topolu kod koje je procenat stabala bez defolijaciije i sa slabom defolijacijom bio vrlo visok i uglavnom se kretao iznad 60% ocenjivanih srabala.

Rezultati ukazuju na izražen uticaj pojave insekata, biljnih bolesti i suše na stanje krošnji stabala. Potrebno je nastaviti sa monitoringom pomenutih uticaja kako bi se promene u šumskim ekosistemima nastale tokom vremena zabeležile i determinisali njihovi uzroci.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru programa praćenja uticaja prekograničnog aerozagađenja u šumskim ekosistemima na teritoriji AP Vojvodine u 2016. godini - koji finansira Ministarstvo za poljoprivredu i zaštitu životne sredine Republike Srbije

LITERATURA

Anonymus, (2010): Visual assessment of crown condition and demaging agents - Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, Part IV, Internacional Co-operative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, Hamburg.

Dobbertin M. (2005): Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. European Journal of Forest Researches 124: 319-333.

Drekić, M., Lazarev, V., Poljaković- Pajnik, L., Vasić, V. (2007): Forest health condition on sample plots in Vojvodina, 9th International Symposium Interdisciplinary Regional Research Hungary – Romania – Yugoslavia, Novi Sad, Abstracts book: pp. 34.

Drekić, M., Vasić, V., Poljaković - Pajnik, L., Pap, P., Pilipović, A., Orlović, S. (2013): Impact of some harmful factors on results of tree crown condition assessment in Vojvodina. 2nd ICP Forests Scientific Conference, 28/29 May 2013, Belgrade, Serbia, Abstracts: pp. 18.

Jactel, H., Vodde, F. (2006): Prevalence of biotic and abiotic hazards in European forests, EFI Technical Report 66: 1-30.

Kadović, R., Knežević, M., Bjelanović, S., Košanin, O., Danilović, M., Nevenić, R.. Marković, M., Bilibajkić, S., Stefanović, V. Golubović Ćurguz, V., Knežević, L., (2004). *Forest Condition Monitoring in the Republic of Serbia*, Annual Report ICP Forests 2003 Level I,Ministery of science, Ministery of agriculture, Beograd, Serbia.

Nevenić, R., Miletić, Z., Lazarev, V., Tabaković – Tošić, M., Bilibajkić, S., Stefanović, T., Marković, M., Radulović, Z., Milanović, S., Marković, N., Poduška, Z., Kadović, R., Knežević, M., Mihajlović, LJ., Karadžić, D., Belanović, S., Košnin, O., Drekić, M., Zdravković, M., Jovanović, V. (2005): Praćenje stanja šuma u Republici Srbiji, Godišnji izveštaj ICP za šume 2004, 2005 Nivo I, Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije – Uprava za šume, Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije – Uprava za zaštitu životne sredine, Institut za šumarstvo – Beograd, Šumarski fakultet – Beograd, Beograd.

S u m m a r y

RESULTS OF ASSESSMENT OF AIR POLLUTION EFFECTS ON FORESTS CONDITION IN VOJVODINA

by

Milan Drekić, Saša Orlović, Zoran Galić, Srđan Stojnić, Saša Pekeč, Verica Vasić, Andrej Pilipović

Forest ecosystems are severely endangered by the effect of harmful factors. Air pollution is a significant harmful factor affecting the state of forests. A network of plots for monitoring of air pollution effects on forests in Serbia was reconstructed in the period 2003-2004. In the network of first level monitoring plots, 13 plots with 312 trees are located on the

territory of Autonomous Province of Vojvodina and managed by Institute of Lowland Forestry and Environment where monitoring of crown condition is performed continuously.

This paper presents the analysis of the results of assessment of crown conditions of most common tree species such are: sessile oak, penduculate oak, black locust, euramerican poplar and Austrian pine in the period of 2004 – 2016 in AP Vojvodina. The assessment was done in accordance with the methodology prescribed for the first level of monitoring during July and August. Total defoliation of crowns was determined by the classes of defoliation according to ICP Forests Manual. Besides manual, assessments of impact of biotic and abiotic damage factors were assessed.

Analysis of the results showed that the highest degrees of damage were identified on penduculate oak and Austrian pine trees. Best condition was found for poplar and black locust. The results of forest condition monitoring on sample plots indicate high effect of drought and harmful biotic factors on crown defoliation degree. Monitoring must be set continuously implemented in order to monitor changes in forest ecosystems.

UDK: 630(497.11)

Preliminarno saopštenje *Preliminary report*

GAZDOVANJE ŠUMAMA U ZAŠTIĆENIM OBLASTIMA U SRBIJI: PREGLED PROGRAMSKOG OKVIRA

Albina Tarjan Tobolka[1], Mirjana Stevanov[2]

Izvod: Zaštićene oblasti u Srbiji zauzimaju 6% ukupne državne teritorije. Gazdovanje šumama u zaštićenim oblastima predstavlja kompleksan zadatak koji zahteva uzimanje u obzir ne samo ciljeva šumarstva nego i ciljeva zaštite prirode. Ove dve oblasti formulišu ciljeve kroz programske dokumente, a realizacija ciljeva se ostvaruje odabirom adekvatnih instrumenata. Instrumenti šumarske politike se dele na tri osnovne grupe regulativne, ekonomske i informacione. Regulativni instrumenti se odnose na pravila koja propisuju određene načine ponašanja i delovanja.

U Srbiji postoji vrlo oskudna literatura vezana za zakonsku i drugu regulativu u gazdovanju šumama u zaštićenim oblastima. Cilj ovog rada jeste da pruži pregled programskog okvira gazdovanja šumama u zaštićenim oblastima u Republici Srbiji, i u tom smislu napravljena je detaljna lista pravne regulative, obuhvatajući zakone, pravilnike i uredbe, a takođe i stratešku dokumentaciju koja ima uticaj na sektore šumarstva i zaštite prirode, te je dat nacrt njihovog hijerarhijskog odnosa kao povezanosti različitih tipova pravnih akata.

Ključne reči: programski okvir, gazdovanje šumama, zaštićene oblasti, pravna regulativa, šumarska politika

FOREST MANAGEMENT IN PROTECTED AREAS IN SERBIA: REVIEW OF THE POLICY FRAMEWORK

Albina Tarjan Tobolka[1], Mirjana Stevanov[2]

Abstract: *Protected areas in Serbia cower 6% of the country. Forest management in protected areas is a complex problem, which requires taking into account not just forestry, but also nature protection goals. These two sectors formulate their goals through policy program documents, and the realisation of goals is achieved by choosing the adequate instruments. Forest policy instruments can be classified into three basic groups: regulatory,*

[1] Albina Tarjan Tobolka, master inženjer šumarstva, e-mail: albina.tarjan.tobolka@uns.ac.rs, Javno preduzeće "Vojvodinašume", Petrovaradin, Republika Srbija; [2] Dr Mirjana Stevanov, naučni saradnik, e-mail: mzavodj@gwdg.de, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Republika Srbija

[1] Albina Tarjan Tobolka, MSc, Forestry engeneer, e-mail: albina.tarjan.tobolka@uns.ac.rs, Public Enterprise "Vojvodinašume", Petrovaradin, Republik of Serbia; [2] Dr Mirjana Stevanov, Research associate, e-mail: mzavodj@gwdg.de, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia

economic and informational. Regulatory instruments refer to the regulations which prescribe certain ways of behaving and acting.
In Serbia there is a scarce literature about the legal and other elements of the policy program framework related with the forest management in protected areas. The main goal of this paper is to provide a review of such a framework, in analytical terms. A detailed list of laws, regulations and ordinances has been provided, including also strategic documents that have influence on forestry and nature protection; also hierarchical relation between particular elements is illustrated as well as relation between different types of program elements.

Key words: *policy framework, forest management, protected areas, forest policy*

UVOD

Zaštićenim oblastima se u smislu Zakona o zaštiti prirode (2010a) smatraju područja koja imaju izraženu geološku, biološku, ekosistemsku i/ili predeonu raznovrsnost i zbog toga se aktom o zaštiti proglašavaju zaštićenim područjima od opšteg interesa. Zaštićene oblasti u Srbiji zauzimaju 6.02% (536 000 ha) ukupne površine države (Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, 2016). U smislu Zakona o šumama (2010b), šume u zaštićenim prirodnim dobrima imaju prioritetnu funkciju šume sa posebnom namenom. Gazdovanje ovim šumama je kompleksan zadatak koji zahteva uzimanje u obzir ne samo ciljeva šumarstva nego i ciljeva zaštite prirode. Sa aspekta šumarstva, postavljanje ciljeva gazdovanja šumama podrazumeva obuhvatanje svih funkcija i okolnosti koji se tiču date šume tj. šumske oblasti. Zakon o šumama takođe propisuje da se osnove i programi za šume koje se nalaze unutar zaštićenih područja donose uz prethodno mišljenje ministarstva nadležnog za poslove zaštite prirode, te je neophodno uzeti u obzir i sve ciljeve koje zaštita prirode postavlja, a u idealnom slučaju i potrebe lokalnog stanovništva, odnosno neposrednih korisnika područja pod šumom.

Šumarstvo i zaštita prirode formulišu ciljeve kroz programske dokumente (Krott, 2005; Stevanov *et al*., 2015), a realizacija ciljeva se ostvaruje odabirom adekvatnih instrumenata (Stevanov *et al.*, 2015). Instrumenti šumarske politike se dele na tri osnovne grupe: regulativne, ekonomske i informacione (Krott, 2005; Stevanov *et al.*, 2015). Regulativni instrumenti se odnose na pravila koja propisuju određene načine ponašanja i delovanja. One obuhvataju zakone, uredbe, odredbe, pravilnike, itd. Zakonska regulativa se može shvatiti kao skup političkih intervencija države, koje imaju obavezujući karakter i na taj način formalno utiču na društvene i ekonomske aktivnosti, oslanjajući se na moć države kao upravljača, koji takođe ima mogućnost sankcionisanja u slučaju neispunjavanja propisanih mera (Ottitsch, 2002, Krott, 2005, Stevanov *et al*, 2015).

Literatura vezano za pregled zakonske regulative i drugih elemenata programskog okvira gazdovanja šumama u zaštićenim oblastima u Srbiji je prilično oskudna. Do sada se pitanjima vezanim za pravni i institucionalni okvir u Srbiji bavio Lukić, (2013) u kontekstu urbanih šuma i urbanog zelenila, dok su Stevanov et al., (2010) su obradili tematiku zakonskog okvira vezanog za obnovljive izvore

energije i održivu gradnju, dok je tematika pravnog okvira gazdovanja šumama u zaštićenim oblastima u Srbiji ostala nedovoljno istražena.

Cilj ovog rada je da pruži pregled programskog okvira gazdovanja šumama u zaštićenim oblastima u Republici Srbiji. U tom smislu napravljena je detaljna analiza pravne regulative, obuhvatajući zakone, pravilnike i uredbe, a takođe i stratešku dokumentaciju koja ima uticaj na sektore šumarstva i zaštite prirode, dat je nacrt njihovog hijerarhijskog odnosa kao i povezanost različitih tipova pravnih akata (npr. zakoni – strategije). Time se nastoji doprineti dopunjavanju istraživanja iz ove oblasti u našoj zemlji. Takođe, sami rezultati istraživanja mogu imati i praktično primenljiv karakter, jer mogu poslužiti kao polazna osnova izučavanja šumarsko-političkih aspekata u gazdovanju šumama u zaštićenim oblastima, te uticati na formulaciju odgovarajućih predloga i smernica.

MATERIJAL I METOD

Radi ostvarivanja postavljenog cilja istraživanja kao najadekvatnija pokazala se metoda analize dokumenata (Babbie, 2007, prema Stevanov *et al.*, 2010). U tom kontekstu najpre je izvršeno prikupljanje relevantnih sekundarnih literaturnih izvora i pravnih akata koji se dotiču teme istraživanja. Zatim je izvršena sistematizacija i grupisanje prikupljenog materijala u odnosu na sadržaj i u odnosu na pravni značaj samog dokumenta. Po oblastima su izdvojene dve grupe dokumenata: dokumenti vezani za šumarstvo i dokumenti vezani za zaštitu prirode, a na osnovu svrhe samog dokumenta izdvojene su tri grupe: zakoni, strategije i podzakonski akti. Analizom sadržaja nastojala se uočiti hijerarhija i povezanost pravnih akata, a zaključci su izvedeni primenom analitičko-deduktivnog zaključivanja (Stevanov *et al.*, 2010).

Analiza dokumenata obuhvatila je pravne propise, nacionalne strategije, zakone i podzakonske akte koji uređuju pitanja vezano za gazdovanje šumama u zaštićenim oblastima, i koji se kao takvi nazivaju „analitičkim programom“ (Krott, 2005). Analiza datog „analitičkog programa“ izvršena je dakle na osnovu dostupnih pravnih dokumenata, službenih kao i internih izveštaja u pisanoj formi, a gazdovanje šumama u zaštićenim područjima im je bio zajednički „imenilac“.

REZULTATI I DISKUSIJA

Pregled programskog okvira podeljen je u nekoliko segmenta: zakonski okvir (I), strateški okvir (II) i podzakonski akti (III). Veza između zakona i strategija predstavljena je na grafikonu 1, uključujući pravilnike i uredbe koji detaljnije propisuju načine delovanja u okviru posmatrane oblasti (Grafikon 1).

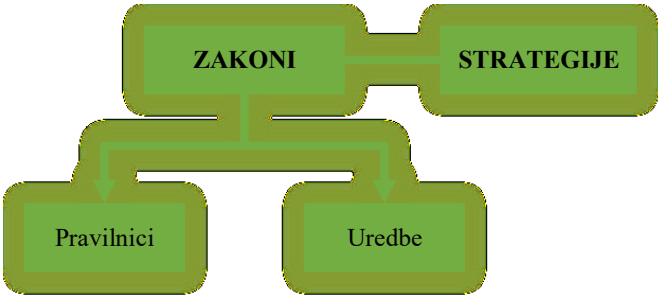
I. Zakonski okvir: obrađujući zakone koji uređuju gazdovanje šumama u zaštićenim oblastima u Republici Srbiji, identifikovan je sledeći okvir:

- Zakon o šumama („Sl. gl. RS“ br. 30/10, 93/12 i 89/15);
- Zakon o zaštiti prirode („Sl. gl. RS“ br. 36/09, 88/10 i 91/10-ispravka);

- Zakon o zaštiti životne sredine („Sl. gl. RS“ br. 135/04, 36/09, 72/09, 81/09, 64/10, 24/11 i 121/12);
- Zakon o divljači i lovstvu („Sl. gl. RS“ br. 18/10);
- Zakon o nacionalnim parkovima („Sl. gl. RS“ br. 39/93, 44/93, 53/93, 67/93, 48/94, 101/05 – članovi 6., 7. i opis granica);
- Zakon o reproduktivnom materijalu šumskog drveća („Sl. gl. RS“ br. 135/04 i 41/09);
- Zakon o planiranju i uređivanju prostora („Sl. gl. RS“ br. 44/95, 23/96, 16/97 i 46/98);
- Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine („Sl. gl. RS“ br. 135/04);
- Zakon o vodama („Sl. gl. RS“ br. 30/10);
- Zakon o planiranju i izgradnji („Sl. gl. RS“ br. 72/09, 24/11, 121/12, 42/13, 98/13, 132/14 i 145/14);
- Zakon o zaštiti od požara („Sl. gl. RS“ br. 111/10);
- Zakon o potvrđivanju Konvencije o biološkoj raznovrsnosti (Sl. gl. SRJ-Međunarodni ugovori);
- Zakon o potvrđivanju Konvencije o očuvanju evropske divlje flore i faune i prirodnih staništa („Sl. gl. RS-Međunarodni ugovori“ br. 102/07).

Grafikon 1. Povezanost različitih tipova pravnih akata u gazdovanju šumama u zaštićenim oblastima

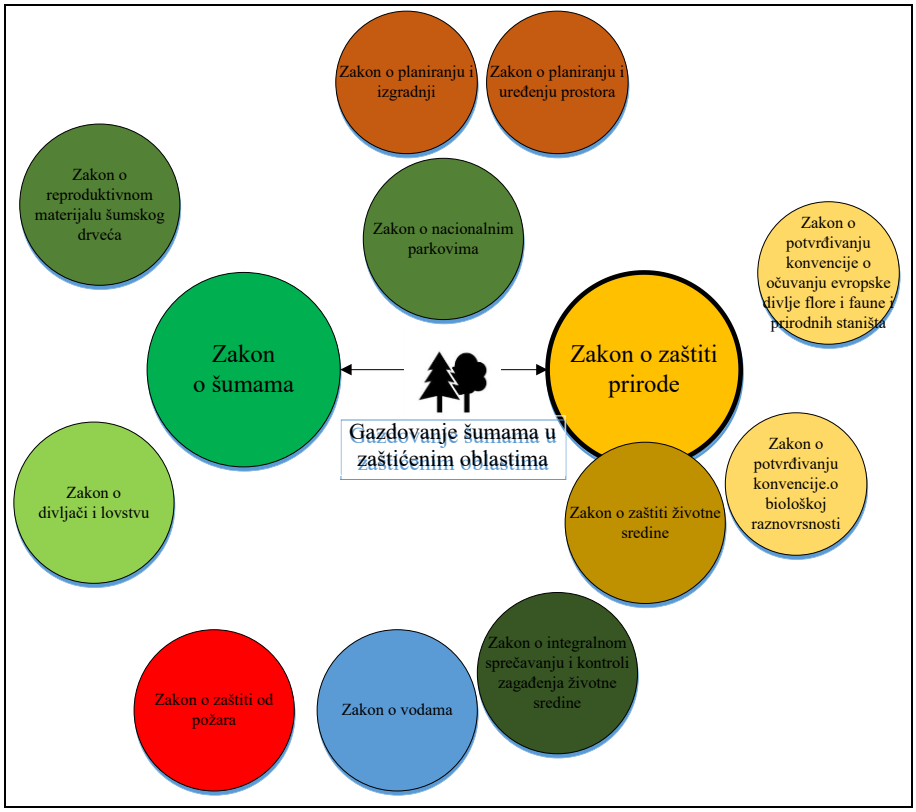
Graph 1. *Connections between different types of legal documents related to forest management in protected areas*



Unutar pomenutog okvira urađeno je grupisanje zakona relevantnih za gazdovanje šumama u zaštićenim oblastima, oko dve glavne oblasti: šumarstvo i zaštita prirode. Na Grafikonu 2. dva najveća kruga simbolizuju ova dva zakona, dok se svi ostali nalaze između ili oko njih, u zavisnosti od povezanosti, tj. položaja pojedinog pravnog propisa na referentni pravni akt. Veličina i udaljenost kruga od centralnog dela ilustruju hijerarhijski značaj kao i uticaj koji određeni pravni akt može imati na gazdovanje šumama u zaštićenim oblastima. Na taj način, zakoni koji su predstavljeni krugovima čiji je položaj na manjoj međusobnoj udaljenosti, imaju više zajedničkih tačaka, tj. definišu oblasti koje su na više načina povezani, u kontekstu gazdovanja šumama i zaštite prirode. Obratno, zakoni koji su

predstavljeni udaljenijim krugovima, označavaju manju povezanost pojedinačnog zakona sa razmatranom tematikom.

Grafikon 2. Mapa zakonskog okvira gazdovanja šumama u zaštićenim oblastima u Srbiji
Graph 2. *Map of the legal framework of forest management in protected areas in Serbia*



Kada se razmatra uzajamna veza između Zakona o šumama i Zakona o zaštiti prirode, bitno je istaći postojanje takozvanog „lex specialis“-a (Panjković *et al*, 2016). Ono podrazumeva, da u zaštićenim područjima osnovni zakon koji se mora ispoštovati jeste Zakon o zaštiti prirode, a svi ostali drugi propisi, pa i planovi gazdovanja šumama i upravljanja područjem se usklađuju sa ovim zakonom.

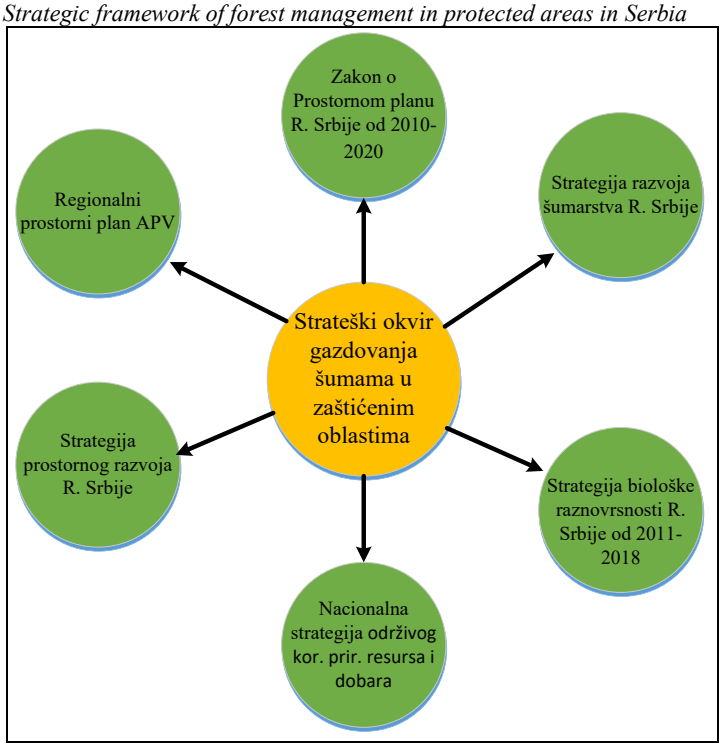
II. Strateški okvir: sagledavajući okvir koji definiše osnovne smernice vezane za gazdovanje šumama u zaštićenim oblastima identifikovani su sledeći strateški dokumenti:

- Zakon o Prostornom planu Republike Srbije od 2010-2020 („Sl. gl. RS“ br. 88/10);
- Strategija razvoja šumarstva Republike Srbije („Sl. gl. RS“ br. 59/06);
- Strategija prostornog razvoja Republike Srbije (2009);

- Regionalni prostorni plan APV („Sl. list APV“ br.22/11);
- Strategija biološke raznovrsnosti Republike Srbije od 2011-2018 („Sl. gl. RS“ br. 13/11);
- Nacionalna strategija održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara („Sl. gl. RS“ br. 33/12).

Grafikon 3. daje šematski prikaz strateškog okvira gazdovanja šumama u zaštićenim oblastima u Srbiji.

Grafikon 3. Strateški okvir gazdovanja šumama u zaštićenim oblastima u Srbiji
Graph 3. *Strategic framework of forest management in protected areas in Serbia*



III. Podzakonski akti: lista pravnih akata, koji daju pravni okvir izučavanoj tematici, ne bi bila kompletna bez sagledavanja podzakonskih akata koji detaljnije uređuju bitna pitanja gazdovanja šuma u zaštićenim oblastima. Na ovom mestu će se navesti samo najznačajniji dokumenti, bez nabrajanja svih koji postoje, a na neki način mogu biti povezani sa tematikom:

- Uredba o zaštiti prirodnih retkosti (Sl. gl. RS br. 53 /93);
- Uredba o ekološkoj mreži (Sl.gl. RS br. 102/10);
- Uredba o utvrđivanju Liste projekata za koje je obavezna procena uticaja i Liste projekata za koje se može zahtevati procena uticaja na životnu sredinu (Sl. gl. RS br. 114/08);
- Uredba o režimima zaštite (Sl. gl. RS br. 31/12);

- Pravilnik o sadržaju i načinu vođenja registra zaštićenih prirodnih dobara (Sl. gl. RS br.81/10);
- Pravilnik o kriterijumima vrednovanja i postupku kategorizacije zaštićenih područja, (Sl. gl. RS br. 103/13);
- Pravilnik o uslovima koje mora da ispunjava upravljač zaštićenog područja, (Sl. gl. RS br. 85/09);
- Pravilnik o proglašavanju lovostajem zaštićenih vrsta divljači (Sl. gl. RS br.9/12);
- Pravilnik o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu (Sl. gl. RS br. 69/05);
- Pravilnik o sadržini zahteva o potrebi procene uticaja i sadržini zahteva za određivanje obima i sadržaja studije o proceni uticaja na životnu sredinu (Sl. gl. RS br. 69/05);
- Pravilnik o uslovima i kriterijumima za izradu analize uticaja objekata i radova na životnu sredinu (Sl. gl. RS br. 49/01);
- Pravilnik o uslovima, načinu i postupku za sticanje prava svojine na zemljištu i objektima na koje se primenjuje Zakon o posebnim uslovima za upis prava svojine na objektima izgrađenim bez građevinske dozvole (Sl. gl. RS br. 114/08);
- Pravilnik o sadržini osnova i programa gazdovanja, godišnjeg izvođačkog plana i privremenog plana gazdovanja privatnim šumama (Sl. gl. RS br. 122/03);
- Pravilnik o načinu i vremenu vršenja doznake, dodeljivanju, obliku i sadržini doznačnog žiga i žiga za šumsku krivicu, obrascu doznačne knjige, odnosno knjige šumske krivice, kao i o uslovima i načinu seče u šumama (Sl. gl. RS br. 65 /11, 47/12);
- Pravilnik o proglašenju i zaštiti strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva (Sl. gl. RS br. 5/10, 47/11);
- Pravilnik o kriterijumima za izdvajanje tipova staništa, o tipovima staništa, osetljivim, ugroženim, retkim i za zaštitu prioritetnim tipovima staništa i o merama zaštite za njihovo očuvanje (Sl. gl. RS br. 35/10);
- Pravilnik o načinu obeležavanja zaštićenih prirodnih dobara (Sl. gl. RS br. 30/92, 24/94, 17/96);
- Pravilnik o specijalnim tehničko-tehnološkim rešenjima koja omogućavaju nesmetanu i sigurnu komunikaciju divljih životinja (Sl. gl. RS, br. 72/210).

Sam pregled segmenata programskog okvira ukazuje na to da je gazdovanje zaštićenim dobrima izloženo kompleksnim zahtevima, kao što su harmonizacija i sukobljavanje interesa. Harmonizacija se odnosi na programsko usklađivanje, kako unutar tako i među sektorsko. Pored toga, sam proces harmonizacije između ostalog zahteva prisustvo medijatora koji bi, uz poštovanje određenih pravila i procedura, posredovao između velikog broja aktera iz različitih sektora i kao takav nastojao da pomiri njihove različite interese (Stevanov, 2010; Stevanov, Krott, 2013). Sa aspekta harmonizacije ciljeva gazdovanja šumama u zaštićenim oblastima država kao

vlasnik šuma i prirodnih dobara tj. institucije koje ovim dobrima upravljaju i/ili gazduju, nameću se kao optimalna opcija. To je zato što država svojim zakonodavnim i institucionalnim sistemom ima moć propisivanja pravila i kontrole sprovođenja istih, i na taj način i usklađivanja kompleksnih pitanja vezanih za pojedine sektore privrede. Krott, (2005) ističe, da šumarsko-politički instrumenti predstavljaju veliki oslonac, kao „sredstva za dostizanje cilja".

Obzirom da uloga medijatora, koji bi doprineo harmonizaciji interesa vezanih za šume i šumarstvo, još uvek nije prepoznata od strane institucija i aktera šumarskog sektora u Srbiji (Stevanov i Krott, 2013), čini se da rešavanje konfliktnih situacija i dalje ostaje izvan konteksta prioritetnih sektorskih zadataka. Ranković i Keča, (2007) među tipičnim konfliktnim situacijama u šumarstvu navode sukob ekoloških i ekonomskih interesa u proizvodnji, ističući da za zadovoljenje svojih potreba šumu koriste mnoge interesne grupe, a obzirom da je gotovo nemoguće sve njihove zahteve uskladiti sa prioritetima postavljenim u korišćenju šuma, često se javljaju konflikti. Sve to odslikava kompleksnu stranu harmonizacije ciljeva i poslovanja u okviru ove dve oblasti. Nauka o šumarskoj politici pokušava da odgovori na ova pitanja pomoću svojih metoda, korišćenjem i predlaganjem određenih metodoloških postupaka (npr. odabira najadekvatnijih instrumenata šumarske politike – Stevanov et al., 2015) za rešavanje istih, te su potrebna dalja istraživanja vezano za analizu konflikata u Srbiji kao i primenljivost pojedinih šumarsko političkih mera u konfliktnim situacijama u oblasti gazdovanja šumama u zaštićenim oblastima.

ZAKLJUČCI

- Pregled analitičkog programskog okvira je pokazao da gazdovanje šumama u zaštićenim oblastima podleže velikom broju zakonskih, strateških i podzakonskih akata.
- U kontekstu zakona, osnovni zakon koji uređuje oblast gazdovanja šumama u Srbiji jeste Zakon o šumama. Isto tako, što se oblasti zaštite prirode tiče, osnovni zakon jeste Zakon o zaštiti prirode. Oni su hijerarhijski iznad svih ostalih zakona koji su sa njima povezani i detaljnije uređuju pojedinačne segmente.
- U zaštićenim područjima osnovni zakon, u pravnoj terminologiji poznat kao „lex specialis", jeste Zakon o zaštiti prirode, što znači da drugi propisi, uključujući i planove gazdovanja šumama i upravljanja područjem, moraju biti usklađeni sa ovim zakonom.

Obzirom na broj i kompleksnost elemenata analitičkog programa koji obuhvata zakonske, strateške i podzakonske akte, vezane za gazdovanje šumama u zaštićenim područjima, ovaj rad predstavlja polaznu tačku i otvara mnogobrojna pitanja od kojih su neka već diskutovana u prethodnom poglavlju (npr. harmonizacija, sukobi interesa, itd.) i mogu poslužiti kao polazna osnova za dalja izučavanja aspekata i metoda šumarske politike kao podrške gazdovanju šumama u zaštićenim oblastima.

LITERATURA

Babbie, E.R. (2007): The Practice of Social Research. 11th edition, Thomson Learning Inc.

Krott, M. (2005): Forest Policy Analysis. Kluwer, Dodrecht.

Krott, M., Stevanov, M. (2008): Comprehensive Comparison of State Forest Institutions by a Causative Benchmarking Model. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 4: 57-64.

Lukić, N. (2013): Urban Forests and Greening in the Republic of Serbia – Legal and Institutional Aspects. South-east European forestry 4(1): 51-55.

Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja (1992): Pravilnik o načinu obeležavanja zaštićenih prirodnih dobara. Sl. glasnik Rep. Srbije 30/92, 24/94, 17/96, Beograd.

Ministarstvo za zaštitu prirodnih bogatstava i životne sredine (2001): Pravilnik o uslovima i kriterijumima za izradu analize uticaja objekata i radova na životnu sredinu. Sl. glasnik Rep. Srbije 49/01, Beograd.

Ministarstvo za zaštitu prirodnih bogatstava i životne sredine (2003): Pravilnik o sadržini osnova i programa gazdovanja, godišnjeg izvođačkog plana i privremenog plana gazdovanja privatnim šumama. Sl. glasnik Rep. Srbije 122/03, Beograd.

Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine (2005): Pravilnik o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu. Sl. glasnik Rep. Srbije 69/05, Beograd.

Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine (2005a): Pravilnik o sadržini zahteva o potrebi procene uticaja i sadržini zahteva za određivanje obima i sadržaja studije o proceni uticaja na životnu sredinu. Sl. glasnik Rep. Srbije 69/05, Beograd.

Ministarstvo građevinarstva i urbanizma (2008): Pravilnik o uslovima, načinu i postupku za sticanje prava svojine na zemljištu i objektima na koje se primenjuje Zakon o posebnim uslovima za upis prava svojine na objektima izgrađenim bez građevinske dozvole. Sl. glasnik Rep. Srbije 114/08, Beograd.

Ministarstvo poljoprivrede, trgovine, šumarstva i vodoprivrede i Ministarstvo životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja (2009): Pravilnik o proglašavanju lovostajem zaštićenih vrsta divljači. Sl. glasnik Rep. Srbije 9/12, Beograd.

Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja (2009a): Pravilnik o uslovima koje mora da ispunjava upravljač zaštićenog područja. Sl. glasnik Rep. Srbije 85/09, Beograd.

Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja (2010): Pravilnik o kriterijumima za izdvajanje tipova staništa, o tipovima staništa, osetljivim, ugroženim, retkim i za zaštitu prioritetnim tipovima staništa i o merama zaštite za njihovo očuvanje. Sl. glasnik Rep. Srbije 35/10, Beograd.

Ministarstvo uređenja prostora i zaštite životne sredine (2010a): Pravilnik o proglašenju i zaštiti strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva. Sl. glasnik Rep. Srbije 5/10, 47/11, Beograd.

Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja (2010b): Pravilnik o sadržaju i načinu vođenja registra zaštićenih prirodnih dobara. Sl. glasnik Rep. Srbije 81/10, Beograd.

Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja (2010c): Pravilnik o specijalnim tehničko-tehnološkim rešenjima koja omogućavaju nesmetanu i sigurnu komunikaciju divljih životinja. Sl. glasnik Rep. Srbije 72/20, Beograd.

Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine (2016): Indikatori – Prirodna i biološka raznovrsnost, NLI 3.24 Zaštićena područja. http://indicator.sepa.gov.rs/ - pristup decembar 2016.

Ministarstvo poljoprivrede, trgovine, šumarstva i vodoprivrede (2011): Pravilnik o načinu i vremenu vršenja doznake, dodeljivanju, obliku i sadržini doznačnog žiga i žiga za šumsku krivicu, obrascu doznačne knjige, odnosno knjige šumske krivice, kao i o uslovima i načinu seče u šumama. Sl. glasnik Rep. Srbije 65/11, 47/12, Beograd.

Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja (2013): Pravilnik o kriterijumima vrednovanja i postupku kategorizacije zaštićenih područja. Sl. glasnik Rep. Srbije 103/13, Beograd.

Narodna skupština Republike Srbije (1993): Zakon o nacionalnim parkovima. Sl. glasnik Rep. Srbije 39/93, 44/93, 53/93, 67/93, 48/94, 101/05, Beograd.

Narodna skupština Republike Srbije (1995): Zakon o planiranju i uređivanju prostora. Sl. glasnik Rep. Srbije 44/95, 23/96, 16/97 i 46/98, Beograd.

Narodna skupština Republike Srbije (2004): Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine. Sl. glasnik Rep. Srbije 135/04, Beograd.

Narodna skupština Republike Srbije (2004a): Zakon o reproduktivnom materijalu šumskog drveća. Sl. glasnik Rep. Srbije 135/04 i 41/09, Beograd.

Narodna skupština Republike Srbije (2004b): Zakon o zaštiti životne sredine. Sl. glasnik Rep. Srbije 135/04, 36/09, 72/09, 81/09, 64/10, 24/11 i 121/12), Beograd.

Narodna skupština Republike Srbije (2007): Zakon o potvrđivanju Konvencije o očuvanju evropske divlje flore i faune i prirodnih staništa. Sl. glasnik Rep. Srbije, Međunarodni ugovori 102/07, Beograd.

Narodna skupština Republike Srbije (2009): Zakon o planiranju i izgradnji. Sl. glasnik Rep. Srbije 72/09, 24/11, 121/12, 42/13, 98/13, 132/14 i 145/14, Beograd.

Narodna skupština Republike Srbije (2010): Zakon o divljači i lovstvu. Sl. glasnik Rep. Srbije 18/10, Beograd.

Narodna skupština Republike Srbije (2010a): Zakon o zaštiti prirode. Sl. glasnik Rep. Srbije 36/09, 88/10 i 91/10, Beograd.

Narodna skupština Republike Srbije (2010b): Zakon o šumama. Sl. glasnik Rep. Srbije 30/10, 93/12 i 89/15, Beograd.

Narodna skupština Republike Srbije (2010c): Zakon o vodama. Sl. glasnik Rep. Srbije 30/10, Beograd.

Narodna skupština Republike Srbije (2010d): Zakon o zaštiti od požara. Sl. glasnik Rep. Srbije. 111/10, Beograd.
Narodna skupština Republike Srbije (2010e): Zakon o Prostornom planu Republike Srbije od 2010-2020. Sl. glasnik Rep. Srbije 88/10, Beograd.
Narodna skupština Republike Srbije (2011): Zakon o potvrđivanju Konvencije o biološkoj raznovrsnosti. Sl. list SRJ, Međunarodni ugovori 11/01, Beograd.
Ottitsch, A. (2002): A Theoretical Framework for the Evaluation of Financial Instruments, EFI Proceedings, Joensuu, 42: 29-42.
Panjković, B., Šipka, S., Maksimović, D. (2016): Zaštićena područja prirode u AP Vojvodini: Status zaštite i finansiranje u kontekstu evropskih integracija. Ekološki centar Staniše, Vršac.
Stevanov, M., Krajter, S., Orlović, S., Vuletić, D., Marjanović, H., Klašnja, B. (2010): Obnovljivi izvori energije i odrziva gradnja: konceptualni elementi i zakonski okvir u Srbiji i Hrvatskoj. Topola 185/186: 69-86.
Stevanov, M., Krott, M. (2013): Measuring the success of state forest institutions through the example of Serbia and Croatia. International Forestry Review, 15-3: 368-386.
Stevanov, M., Trifunov, S. Krott, M. (2015): Ocena i analiza šumarsko-političkih instrumenata u kontekstu adaptivnog pristupa političkim procesima: elementi značajni za kreiranje analitičkog okvira. Topola 195/196: 145-163.
Skupština Autonomne pokrajine Vojvodine (2011): Regionalni prostorni plan Autonomne pokrajine Vojvodine. Sl. list Autonomne pokrajine Vojvodine 22/11, Novi Sad.
Vlada Republike Srbije (1993): Uredba o zaštiti prirodnih retkosti. Sl. glasnik Rep. Srbije 53 /93, Beograd.
Vlada Republike Srbije (2006): Strategija razvoja šumarstva Republike Srbije, Beograd.
Vlada Republike Srbije (2008): Uredba o utvrđivanju Liste projekata za koje je obavezna procena uticaja i Liste projekata za koje se može zahtevati procena uticaja na životnu sredinu. Sl. glasnik Rep. Srbije 114/08, Beograd.
Vlada Republike Srbije (2009): Strategija prostornog razvoja Republike Srbije, Beograd.
Vlada Republike Srbije (2010): Uredba o ekološkoj mreži. Sl. glasnik Rep. Srbije 102/10, Beograd.
Vlada Republike Srbije (2011): Strategija biološke raznovrsnosti Republike Srbije za period od 2011. do 2018. godine. Beograd.
Vlada Republike Srbije (2012): Nacionalna strategija održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara. Sl. glasnik Rep. Srbije 33/12, Beograd.
Vlada Republike Srbije (2012a): Uredba o režimima zaštite. Sl. glasnik Rep. Srbije 31/12, Beograd.
Weiss, G. (2000): Evaluation of policy instruments for protective forest management in Austria. Forest Policy and Economics 1: 243-255.

Summary

FOREST MANAGEMENT IN PROTECTED AREAS IN SERBIA: REVIEW OF THE POLICY FRAMEWORK

by

Albina Tarjan Tobolka, Mirjana Stevanov

Protected areas in Serbia cower 6% of the country. Forest management in protected areas is a complex problem, which requires taking into account not just forestry, but also nature protection goals. The legal framework presents the legislative background which defines all activities in all spheres of human activities, including the forestry. Laws and regulations define the main concept and give guidelines for setting forest management goals in protected areas.

Using analytical method, analysing the available literature and legal acts, this paper presents an overview of the policy framework referring to forest management in protected areas. The main law which defines forest management in Serbia is the Forest Law. Regarding nature protection, the main law in that field is the Nature Protection Law. The other laws are related to them and define in detail some of the questions which are also mentioned, but not defined in detail in these two laws. In protected areas, there is a hierarchically superior legal act, called "lex specialis", which is the Nature Protection Law, and all other legislation, including forest management and protected area management plans has to be in accordance with it. Review presented in this paper presents a starting point for further research on forest policy aspects (e.g. harmonisation, conflicts, etc.) and methods as a support to forest management in protected areas.

UDK: 630*23(497.11)

Stručni rad *Professional paper*

OSOBINE I MOGUĆNOSTI POŠUMLJAVANJA ZEMLJIŠTA U PROCESU DEGRADACIJE

Saša Pekeč[1], Marina Katanić[1], Milan Drekić[1], Andrej Pilipović[1]

Izvod: U radu su proučene osobine zemljišta na kojima je primetan proces degradacije. Otvorena su četiri pedološka profila, te su identifikovane dve sistematske jedinice zemljišta: černozem i livadska crnica. Proučena zemljišta su heterogenog mehaničkog sastava, i zastupljene su različite teksturne klase od: peskovite ilovače, peskovito glinovite ilovače, praškasto glinovite ilovače, ilovače, praškaste ilovače, glinovite ilovače do gline. Reakcija ovih zemljišta je umereno alkalna do jako alkalna. Posebno je značajan sadržaj ukupnih soli koji je i limitirajući faktor za proizvodne mogućnosti ispitanih zemljišta. Sadržaj soli je imao srednje vrednosti 0,8% odnosno 0,6% za pedološke profile br 1 i br 3, (livadska crnica i černozem) dok je povećan sadržaj od 0,13% primetan u površinskom horizontu – A horizontu pedološkog profila br 2 (černozem) te u dubljem horizontu - C horizontu (0,12%), pedološkog profila br 4 (livadska crnica). Na osnovu istraženih osobina proučenih zemljišta za pošumljavanje ovih staništa, preporučuju se vrste otpornije na mali sadržaj ukupnih soli u zemljištu, koje su i ekonomski značajne vrste: hrast lužnjak (Quercus robur) , cer (Quercus cerris) i crni orah (Juglans nigra)

Ključne reči: degradacija, zemljište, ukupne soli, hrast lužnjak, cer, crni orah

PROPERTIES AND AFFORESTATION POSIBILITIES OF SOIL IN PROCESS OF DEGRADATION

Saša Pekeč[1], Marina Katanić[1], Milan Drekić[1], Andrej Pilipović[1]

Abstract: *This paper studied the characteristics of the soil which is noticeable degradation process. Open four soil profiles and identified two systematic units of the soil: chernozem and meadow black soil. Studied soils are heterogeneous texture, and are represented by different textural classes: sandy loam, sandy clay loam, silty clay loam, clay, powdered clay, clay loam to clay. The reaction of these lands is moderately alkaline to strongly alkaline. Particularly significant is the total salt content of which is the limiting factor for the production possibilities of the surveyed area. The salt content had a mean value of 0.8% and 0.6% for the soil profile No. 1 and No. 3 (meadow black soil and chernozem) while the increased content of 0.13% noticeable in the surface horizon - A horizon of soil profile No. 2 (chernozem) and*

[1] Dr Saša Pekeč, naučni saradnik, Dr Marina Katanić, naučni saradnik, Dr Milan Drekić naučni saradnik, Dr Andrej Pilipović naučni saradnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Srbija

[1] *Dr Saša Pekeč, Research associate, Dr Marina Katanić, Research associate, Dr Milan Drekić Research associate, Dr Andrej Pilipović Research associate, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia*

in the deeper horizon - C horizon (0.12%), soil profile No. 4 (meadow soils). Based on the characteristics of the study explored the land for afforestation of these habitat types are recommended more resistant to low content of total salts in the soil, which are also economically important species: English oak (Quercus robur), Turkey oak (Quercus cerris) and Black walnut (Juglans nigra).

Keywords: *degradation, soil, total salt, pedunculate oak, turkey oak, black walnut*

UVOD

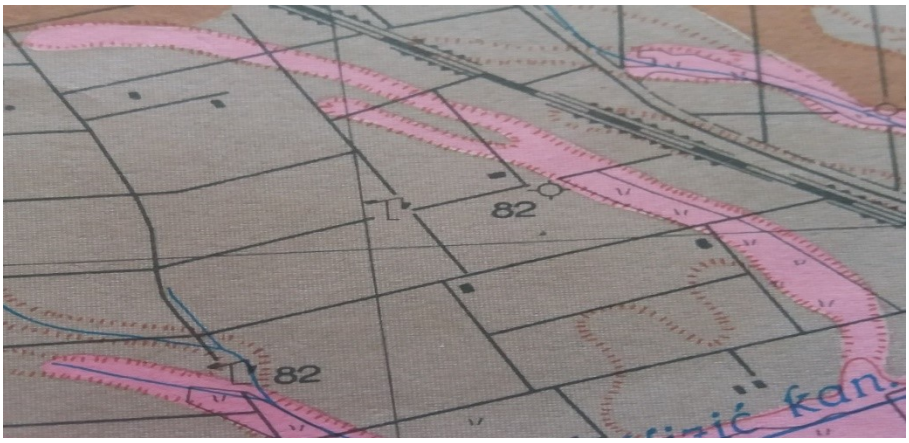
Po svojim svojstvima, zemljišta Vojvodine najvećim delom spadaju među najbolja zemljišta u Evropi, pa i u svetu. Vojvodina sa svojih 1.648.000 ha obradivih površina predstavlja poljoprivredni region od izuzetnog značaja prema Nešić et al., (2008). Kao pretežno poljoprivredni region ima veoma malo površina pod šumskim pokrivačem, svega 6,37% po Vlatkoviću, (1981). Površine pod šumom su dosta nepravilno raspoređene, uz rečna korita, na Subotičkoj i Deliblatskoj peščari, na Fruškoj gori i Vršačkom bregu, te je neophodno koristiti za podizanje šuma i površine u izrazito ravničarskim poljoprivrednim delovima, a koja se usled degradacije ili početka degradacionih procesa ne koriste za poljoprivrednu proizvodnju. Takve površine pružaju prostor za podizanje šumovitosti i bolje korišćenje ovakavih zemljišta putem podizanja šumskih kompleksa (Pekeč et al., 2015). Svetska organizacija FAO procenjuje da je trećina svog zemljišta degradirana erozijom, salinizacijom, kiselim kišama i drugim vidovima zagađenja, koje se javlja kao posledica neadekvatnog načina korišćenja i upravljanja ovim prirodnim resursom. Ako se ništa ne promeni do 2050. godine količina obradivog zemljišta po stanovniku planete Zemlje će iznositi svega 1/4 količine iz 1960. godine (Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine). Težište ovog rada je opis osobina zemljišta u procesu degradacije kao i mogućnosti i izbor vrsta za pošumljavanje ovakvih zemljišta. Poznato je da u Vojvodini ima oko 163.000 hektara pod slanim zemljištima, a prema novim podacima čak je 233.927 hektara pod slatinama, odnosno 148.000 hektara pravih slatina i oko 85.000 hektara slatinastih površina (Miljković, 1963). Dobrenov, (1975), iznosi podatak da se slatine u ravničarskim predelima nalaze na područjima najplodnjih zemljišta u vidu fleka u reljefskim depresijama. Ivanišević et al., (2013) predlažu podizanja bafer šuma, na kontaktnim površinama između najplodnijih primarnih poljoprivrednih i halomorfnih zemljišta, u ravničarskom delu Vojvodine. Isti autor navodi da alkalizacija, kao degradacioni proces ugrožava obodne delove ovih primarnih zemljišta, od čega 17.474 ha černozema, ili 0,81%, zatim 957 ha livadskih crnica, ili 0,05%, odnosno 16.270 ha ritskih crnica, ili 0,75%, odnosno 34.701 ha, ili 1,61% od ukupne površine Vojvodine.

MATERIJAL I METOD RADA

U ravničarskom području Vojvodine, na površinama koje se ne koriste za poljoprivrednu proizvodnju usled procesa degradacije zemljišta, izvršeno je

otvaranje pedoloških profila na četiri lokaliteta u ataru sela Futog i Begeč. Na svim lokacijama je izvršen opis spoljašnje i unutrašnje morfologije pedoloških profila i uzeti su uzorci zemljišta u narušenom stanju radi utvrđivanja neophodnih fizičkih i hemijskih karakteristika ispitivanog zemljišta. U laboratoriji Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu su urađene neohodne fizičke i hemijske analize uzoraka zemljišta sa terena po standardnim metodama. Prema pedološkoj karti Vojvodine R 1:50000, istraženi lokaliteti se nalaze na području Livadske crnice ogajnjačene – šifra 62, dok se po gornjem obodu terena u pravcu jugoistok – severozapad prostire Solonjec solončakasti – šifra 84. Pregledom pedoloških profila na ispitanim lokalitetima su utvrđeni sledeći tipovi zemljišta: pedološki profil 1: Livadska crnica, pedološki profil 2: Černozem, pedološki profil 3: Černozem, pedološki profil 4: Livadska crnica.

Slika 1. Položaj i raspored pedoloških profila
Figure 1. *Location and arrangement of soil profiles*



Slika 2. Prikaz terena na Pedološkoj karti Vojvodine R 1:50.000
Figure 2. *View the terrain on Pedological map of Vojvodina R 1: 50.000*

REZULTATI I DISKUSIJA

Analizirajući granulometrijski sastav (tabela 1) može se konstatovati da su ispitana zemljišta težeg mehaničkog sastava, te su srednje vrednosti ukupnog peska i gline u odnosu 53,4 : 46,6% (profil 1), 24,93 : 75,06% (profil 2), 56,64 : 43,36% (profil 3) i 23,78 : 76,22% (profil 4). Kod ovih zemljišta je najmanji udeo krupnog peska, (srednje vrednosti od 1,70 do 5,83%), dok su najzastupljenije frakcije sitnog peska (srednje vrednosti 20,82 do 51,15%) i praha (srednje vrednosti 20,52 do 45,27%), dok je udeo gline nešto manje zastupljen (srednje vrednosti od 22,07 do 34,88%). Zemljišta pripadaju različitim teksturn klasama od: peskovite ilovače, peskovito glinovite ilovače, praškasto glinovite ilovače, ilovače, praškaste ilovače, glinovite ilovače do gline.

Tabela 1. Granulometrijski sastav zemljišta
Table 1. *Granulometric composition of soils*

Broj profila *Number of profiles*	Horizont *Horizon*	Dubina *Depth* (cm)	Krupni pesak *Coarse sand* (%)	Sitni pesak *Fine sand* (%)	Prah *Silt* (%)	Glina *Clay* (%)	Ukupan pesak *Total sand* (%)	Ukupna Glina *Total clay* (%)	Teksturna klasa *Texture class*
P1	A	0-65	0,09	48,91	20,88	30,12	49,00	51,00	Pesk.glin. ilovača *Sandy clayish loam*
	C	65-180	4,42	53,38	20,16	22,04	57,80	42,20	Pesk.glin. ilovača *Sandy clayish loam*
	Srednja vrednost *Average*	**0-180**	**2,25**	**51,15**	**20,52**	**26,08**	**53,4**	**46,6**	
P2	A	0-50	3,13	23,67	33,16	40,04	26,80	73,20	Glina *Clay*
	AC	60-110	1,54	28,70	46,68	23,08	30,24	69,76	Ilovača *Loam*
	CGso	110-180	0,42	17,34	55,96	26,28	17,76	82,24	Praškasta ilovača *Silty loam*
	Srednja vrednost *Average*	**0-180**	**1,70**	**23,23**	**45,27**	**29,80**	**24,93**	**75,06**	
P3	A	0-70	1,47	41,13	25,92	31,48	42,60	57,40	Glinovita ilovača *Clayish loam*
	C	70-160	5,04	44,04	27,16	23,76	49,08	50,92	Pesk.glin. ilovača *Sandy clayish loam*
	CGso	160-180	10,98	67,26	10,80	10,96	78,24	21,76	Peskovita ilovača *Sandy loam*
	Srednja vrednost *Average*	**0-180**	**5,83**	**50,81**	**21,29**	**22,07**	**56,64**	**43,36**	
P4	A	0-70	3,25	26,71	29,96	40,08	29,96	70,04	Glina *Clay*
	C	70-180	2,67	14,93	52,72	29,68	17,60	82,40	Prašk. glin. Ilovača *Sandy clayish loam*
	Srednja vrednost *Average*	**0-180**	**2,96**	**20,82**	**41,34**	**34,88**	**23,78**	**76,22**	

Prema prikazanim hemijskim osobinama (tabela 2) može se konstatovati da su ispitana zemljišta koje predstavlja pedološki profil 1 (livadska crnica) i pedološki profil 3 (černozem) umereno alkalne reakcije, (srednje vredosti pH su od 7,89 do 8,19) dok su zemljišta koje reprezentuju pedološki profil 2 (černozem) i pedološki profil 4 (livadska crnica) jako alkalne reakcije (srednje vrednosti pH su od 8,57 do 8,87). Prema sadržaju $CaCO_3$ ispitana zemljišta spadaju u jako karbonatna zemljišta (sadržaj $CaCO_3$ preko 10%). Prosečni sadržaj humusa ispitanih zemljišta ukazuje da su zemljišta koje reprezentuju pedološki profil 1 i 3, slabo humozna, dok su zemljišta koja reprezentuju pedološki profili 2 i 4 humozna. Prema zastupljenosti hraniva u ispitanim zemljištima može se konstatovati da su ova zemljišta dobro obezbeđena ukupnim azotom i srednje obezbeđena lako pristupačnim fosforom, te slabo do srednje obezbeđena lakopristupačnim kalijumom. Sadržaj ukupnih vodorastvorljivih soli u ispitivanim zemljištima pokazuje da zemljište reprezentovano profilom 1 i 3 ima sadržaj ukupnih soli od 0,3 do 0,8%, dok je kod profila 2 (Černozem) primetan sadržaj ukupnih soli 0,13% koji je izražen u A horizontu dubine od 0-50 cm, a sadržaj ukupnih soli opada sa dubinom profila, kod profila 4 (livadska crnica) je takođe primetan sadržaj ukupnih soli 0,12%, ali u dubljem C horizonu, koji se nalazi na dubini od 70-180 cm, dok je površinski A horizont ovog profila sa manjim sadržajem ukupnih soli odnosno 0,04%. Ako se uzmu u obzir kriterijumi za ocenu zaslanjenosti prema klasifikaciji zemljišta Jugoslavije (Škorić, Ćirić i Filipovski, 1985), sadržaj soli ne ukazuje na postojanje procesa salinizacije jer se nalazi ispod granice od 0,15% (sadržaj soli veći od 0,15% ako je u pitanju sodno zaslanjivanje, ili veći od 0,25% za hloridno-sulfatno zaslanjivanje). S obzirom na pH vrednosti veću od 8,5 i jaku karbonatnost, može se reći da je prisutan proces alkalizacije ovih zemljišta.

Tabela 2. Hemijske osobine zemljišta
Table 2. *Chemical properties of soil*

Broj profila *Number of profiles*	Horizont *Horizon*	Dubina *Depth* (cm)	$CaCO_3$ (%)	pH (u H_2O)	Humus *Humus* (%)	N ukupni *Total* (%)	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g	Ukupne soli *Total salt* (%)
P1	A	0-65	16,05	7,69	2,10	0,111	11,04	8,92	0,08
	C	65-180	15,48	8,09	1,64	0,090	9,46	7,61	0,07
	Srednja vrednost *Average*	**0-180**	**15,77**	**7,89**	**1,87**	**0,10**	**10,25**	**8,27**	**0,08**
P2	A	0-50	17,84	8,05	3,48	0,164	15,02	12,25	*0,13*
	AC	60-110	17,53	8,75	3,24	0,156	14,40	11,73	0,06
	CGso	110-180	18,72	8,91	4,14	0,186	16,64	13,60	0,1
	Srednja vrednost *Average*	**0-180**	**18,03**	**8,57**	**3,62**	**0,17**	**15,35**	**12,53**	**0,10**
P3	A	0-70	16,51	7,43	2,46	0,126	12,19	9,88	0,07
	C	70-160	16,04	8,38	2,09	0,111	11,02	8,91	0,08
	CGso	160-180	14,48	8,77	0,77	0,042	5,80	4,55	0,03
	Srednja vrednost *Average*	**0-180**	**15,68**	**8,19**	**1,77**	**0,09**	**9,67**	**7,78**	**0,06**
P4	A	0-70	17,55	8,63	3,26	0,157	14,45	11,77	0,04
	C	70-180	18,74	9,11	4,15	0,186	16,67	13,62	*0,12*

	Srednja vrednost ***Average***	**0-180**	**18,15**	**8,87**	**3,71**	**0,17**	**15,56**	**12,70**	**0,08**

S obzirom na degradiranost zemljišta alkalizacijom razni autori navode na osnovu svojih iskustava vrste drveća koje su tolerantne za zemljišta izložena ovom tipu degradacije. Belić et al., (2004) navode na alkalizovanim zemljištima Banata mogućnost podizanja šuma sa tolerantnim vrstama na ova staništa kao što su: sibirski brest, hrast lužnjak, bagrem, tamariks, dafina, divlja kruška, američki jasen i crni orah. Galić et al., (2006) navode da je hrast lužnjak diferencijalna vrsta na halomorfnom stanišnom tipu sa zaštitinom funkcijom i visokom ekološkom vrednošću. Ivanišević et al., (2006) navode da su staništa na alkalizovanim zemljištima u prošlosti bila naseljena lužnjakovo-jasenovim šumama. Pekeč et al., (2010) konstatuju da za podizanje zasada na alkalizovanim zemljištima Banata treba koristiti vrste drveća koje odgovaraju ispitanom staništu, kao što su: hrast lužnjak, poljski jasen, američki jasen, crni orah, bela topola, divlja kruška i dafina, a ispitivanje podizanja šuma na degradiranim zemljištima u ekološkim uslovima solonjeca je ukazalo da su povoljne vrste drveća za ovakve stanišne uslove: hrast lužnjak, cer, poljski jasen i bela topola u ranom periodu ispitivanja (Rončević et al., 2014).

Imajući u vidu ograničavajuće činioce kod ispitanih zemljišta, neophodno je preoporučiti potpunu primenu agrotehničkih mera, kako bi se popravile fizičke osobine ovih zemljišta pre sadnje šumskog drveća. S obzirom na osobine istraženih zemljišta, a posebno sadržaj ukupnih vodorastvorljivih soli, za pošumljavanje ovih staništa s obzirom da su zahvaćena procesom alkalizacije, preporučuju se ekonomski značajne vrste drveća koje su tolerantne na pomenute uslove, a mogu ostvariti zadovoljavajuće prinose, kao što su hrast lužnjak (*Quercus robur*) , cer (*Quercus cerris*) i crni orah (*Juglans nigra*)

ZAKLJUČAK

S obzirom na teži mehanički sastav i proces alkalizacije, može se konstatovati da je ekološka i proizvodna vredost ovih zemljišta zavisna u velikoj meri od sadržaja ukupnih vodorastvorljivih soli i mehaničkog sastava zemljišta. Ovi faktori ukazuju na lošije vodne i vazdušne osobine ispitanih zemljišta, lošiju strukturu i slabu vodopropustljivost, posebno ispitanih profila br. 2 i 4. Imajući u vidu ograničavajuće činioce kod ovih zemljišta, neophodna je potpuna primena agrotehničkih mera, kako bi se popravile osobine ovih zemljišta pre sadnje šumskog drveća. Od šumskog drveća za pošumljavanje ovih staništa preporučuju se vrste otpornije na prisutan sadržaj ukupnih soli u zemljištu, a to su u prvom redu od ekonomski značajnih vrsta: hrast lužnjak (*Quercus robur*) , cer (*Quercus cerris*) i crni orah (*Juglans nigra*)

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 Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2017. godine.

LITERATURA

Belić, M., Hadžić, V., Nešić, Lj. (2004): Karakteristike halomorfnih zemljišta Banata i mogućnosti njegovog intenzivnijeg korišćenja. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo 40: 73-89.

Dobrenov (1975): Vodna svojstva slatina severnog Banata, sa gledišta uređenja njihovog vodnog režima. Zbornik za prirodne nauke 49/1975: 15-55.

Galić, Z., Orlović, S., Ivanišević, P., Pekeč, S., Vasić, V. (2006): Mogućnost pošumljavanja halomorfnih tala u Vojvodini. Radovi – Šumarski institut Jastrebarsko 41(1–2): 45–50.

Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Pekeč, S. (2006): Stanišni resursi u funkciji povećanja šumovitosti Vojvodine. Topola 177/178: 106-137.

Ivanišević, P., Galić, Z., Pekeč, S., Rončević, S., Andrašev, S., Kovačević, B. (2013): Značaj podizanja bafer šuma u funkciji zaštite od degradacionog procesa alkalizacije primarnih poljoprivrednih zemljišta u Vojvodini. Topola 191-192: 51-62.

Izveštaj Ministarstva poljoprivrede i zaštite životne sredine

Miljković, N. (1963): Karatkeristike Vojvođanskih slatina, Savez vodnih zajednica NR Srbije, Novi Sad.

Nejgebauer, V., Živković, B., Tanasijević, Đ., Miljković, N. (1971): Pedološka karta SAP Vojvodine – SR Srbija, Izdavač: Institut za poljoprivredna istraživanja u Novom Sadu.

Nešić, Lj., Pucarević, M., Sekulić, P., Belić, M., Vasin, J., Ćirić, V. (2008): Osnovna hemijska svojstva u zemljištima Srema. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo 45: 255-263.

Pekeč, S., Ivanišević, P., Orlović, S., Galić, Z. (2010): Possible use alkalized soil to increase afforestation area in Banat region. International Scientific Conference, „Forest ecocsystem and climate changes“, Beograd, Serbia, Mart, 9-10. 2010. Vol. II.: 143-147.

Pekeč, S., Orlović, S., Rončević, S., Katanić, M., Stojanović, D. (2015): Mogućnosti podizanja šumskih zasada na degradiranim zemljištima. Zbornik radova Integrisani Skup „Zemljište 2015“ Sremski Karlovci, 12. maj 2015.: 77-81.

Rončević, S., Kovačević, B., Andrašev, S., Pekeč, S., Dabić, S. (2014): Preživljavanje drvenastih vrsta u ekološkim uslovima solonjeca. Topola 193/194: 85-95.

Vlatković, S. (1981): Određivanje optimalne šumovitosti SAP Vojvodine u cilju zaštite i unapređivanja životne sredine. Novi Sad, doktorska disertacija.

Summary

PROPERTIES AND POSIBILITIES AFFORESTATION OF SOIL IN PROCESS OF DEGRADATION

by

Saša Pekeč, Marina Katanić, Milan Drekić, Andrej Pilipović

This paper studied the characteristics of the soils with noticeable degradation process. Four soil profiles were opened and two systematic units of the soil were identified: chernozem and meadow black soil. Studied soils have heavier texture and different textural classes are represented: sandy loam, sandy clay loam, silty clay loam, loam, silty loam, clay loam and clay. The reaction of these soils is moderately alkaline to strongly alkaline. The total salt content of the surveyed soils is particularly important because this is the limiting factor for the production possibilities. The salt content is tolerable for soil profile No. 1 and No. 3 (meadow black soil and chernozem), while the low content is noticeable in the surface horizon - A horizon of soil profile No. 2 (chernozem) and in the deeper horizon - C horizon of soil profile No. 4 (meadow black soil).

Bearing in mind the limiting factors of these soils, it is necessary to complete the application of agro-technical measures, in order to correct the properties of the soil before planting forest trees. For reforestation of these habitat types are recommended forest trees more resistant to present content of total salts in the soil, which are primarily the economically important species: pedunculate oak (Quercus robur), turkey oak (Quercus cerris) and black walnut (Juglans nigra).

Topola N° 197/198 (2016) str. 111-122

UDK: 635.8(497.113)

Stručni rad *Professional paper*

МОНИТОРИНГ ГЉИВЕ *Chalara fraxinea* НА ТЕРИТОРИЈИ АП ВОЈВОДИНЕ ТОКОМ 2016. ГОДИНЕ

Мирослав Марковић[1], Предраг Пап[1], Саша Пекеч[1], Владислава Галовић, Андреј Пилиповић[1], Раде Чортан[2], Вид Рађевић[3]

Извод: У раду су приказани резултати мониторинга на територији АП Војводине нове инвазивне болести коју на стаблима пољског јасена проузрокује гљива *Chalara fraxinea*. Болест причињава изузетно велике штете на јасену у Европи и до сада је регистрована у више од 25 земаља, укључујући и Србију и земље у окружењу (БиХ, Хрватска). Главни симптоми болести су: некрозе и превремено опадање лишћа, промена боје листова и дрвета, некрозе на избојцима и стаблу (рак ране), сушење врхова ибојака и жбунасти раст оболелих биљака. Истраживања су спроведена са циљем да се утврди распрострањење болести на територији АП Војводине и проучи развој патогена.

Кључне речи: *Chalara fraxinea* (*Hymenoscyphus fraxineus*), *Fraxinus angustifolia, сушење јасена, симптоми заразе*

MONITORING OF THE FUNGUS Chalara fraxinea IN VOJVODINA DURING 2016.

Miroslav Marković[1], Pedrag Pap[1], Saša Pekeč[1], Vladislava Galović[1], Andrej Pilipović[1], Rade Čortan[2], Vid Rađević[3]

[1] Др Мирослав Марковић, научни сарадник (e-mail: miroslavm@uns.ac.rs), др Предраг Пап, научни сарадник, др Саша Пекеч, научни сарадник, др Владислава Галовић, виши научни сарадник, др Андреј Пилиповић, научни сарадник, Институт за низијско шумарство и животну средину, Нови Сад, Република Србија; [2] Чортан Раде, дипл. инж. шумарства, ЈП Војводинашуме, ШГ Сомбор, ШУ Бачки Моноштор, Бачки Моноштор, Република Србија; [3] Рађевић Вид, дипл. инж. шумарства, ЈП Војводинашуме, ШГ Сремска Митровица, Сремска Митровица, Република Србија

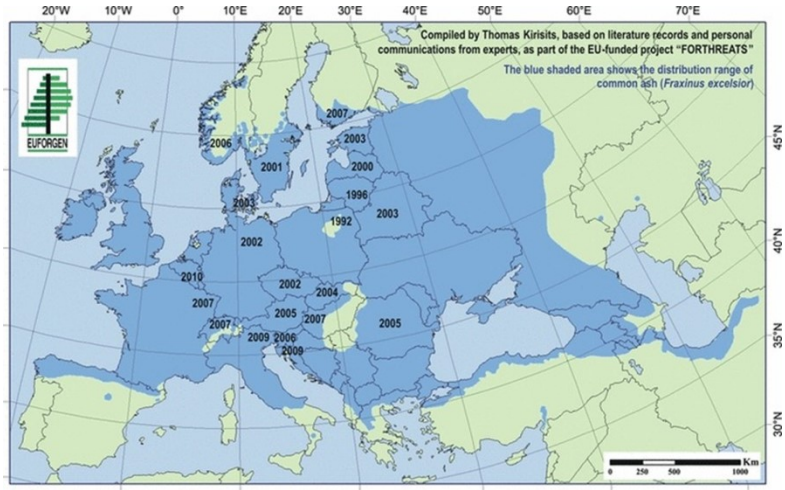
[1] Dr Miroslav Marković, Research associate (e-mail: miroslavm@uns.ac.rs), dr Predrag Pap, Research associate, dr Saša Pekeč, Research associate, dr Vladislava Galović, Senior research associate, dr Andrej Pilipović, Research associate, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia; [2] Rade Čortan, forest engineer, PE Vojvodinašume, FE Sombor, FA Bački Monoštor, Bački Monoštor, Republic of Serbia [3] ing. Vid Rađević, forest engineer, PE Vojvodinašume, FE Sremska Mitrovica, Republic of Serbia

Abstract: *Monitoring results of narrow leaved ash new invasive disease caused by Chalara fraxinea are shown in the paper. The disease caused great damage on ash in whole Europe and until now its presence is confirmed in more than 25 countries, including Serbia and neighboring countries (Bosnia and Herzegovina, Croatia). The characteristic symptoms of disease are necrotic lesions on shoots and trees (canker), dieback and bushy growth of diseased plants, premature decline of necrotic leaves and change of bark color. The aim of the paper was to determinate the distribution of disease in Vojvodina and to study the pathogen life cycle.*

Key words: *Chalara fraxinea* (*Hymenoscyphus fraxineus*), *Fraxinus angustifolia, ash dieback*

УВОД

Пољски јасен је, поред храста лужњака и топола, економски најважнија врста дрвећа у низијским шумама у АП Војводини. Састојине и културе белог и пољског јасена у многим деловима Европе угрожава нова болест коју изазива гљива *Chalara fraxinea* (*Hymenoscyphus fraxineus*). Гљива се јавља на свим старосним категоријама јасена (од младих биљака у расадницима до стабала старости 70-80 година), али се сматра да су најугроженија стабла у културама до 10 година старости.



Слика 1. Ареал јасена (плаво) и године ширења инфекције проузроковане гљивом *Chalara fraxinea* у Европи (http://www.slideshare.net/ERWilson1/the-biology-of-chalara-ash-dieback-disease-hymonescyphus-fraxineus-identification-and-reporting-of-infected-trees?next_slideshow=1)

Figure 1. *Distribution range of common ash (blue) and dates indicate the spread of infection caused by* Chalara fraxinea *across Europe (http://www.slideshare.net/ERWilson1/the-biology-of-chalara-ash-dieback-disease-hymonescyphus-fraxineus-identification-and-reporting-of-infected-trees?next_slideshow=1)*

C. fraxinea је до данас забележена у великом броју земаља северне и централне Европе (Немачкој, Данској, Шведској, Финској, Норвешкој,

Холандији, Чешкој, Словачкој, Аустрији, Белгији, Швајцерској, Француској, Италији, Мађарској, Румунији, Словенији, Босни и Херцеговини, Хрватској, Литванији, Естонији, Украјини, Великој Британији, Ирској) (Слика 1). Први опис гљиве дао је Kowalski у Пољској (Kowalski, 2006) а касније је идентификован њен аско стадијум *Hymenoscyphus albidus* (Kowalski и Holdenrieder, 2009). Идентификација је извршена на основу чистих култура добијених из аскоспора и касније морфолошких поређења и секвенцирања ITS региона рибоомалне DNA. Познато је да је гљива *H. albidus* описана у Европи још 1851. године. Међутим, Queloz, et al. (2011) су на молекуларном нивоу утврдили да постоје два морфолошки веома слична таксона - *H. albidus* и *H. fraxineus* (syn. *H. pseudoalbidus*). Исти аутори сматрају да је *H. albidus* непатогена гљива (сапрофитска врста), док је *H. fraxineus* вирулентна, патогена врста која доводи до појаве рак рана и сушења стабала од врха. Болест коју изазива ова гљива карактерише присуство рак рана на стаблима, изумирање крошње и увенуће, пре свега, младих биљака.

Гљива је нађена на *Fraxinus mandshurica* у Јапану и Кини, као непатогена гљива на њеном природном домаћину (Zhao, et al. 2012, Zheng и Zhuang, 2013). С обзиром да европске врсте јасена нису отпорне на гљиву, изнета је претпоставка да *H. fraxineus* потиче из Азије. На EPPO листи се налази од 2007. године (EPPO 2007). Није познато шта је покренуло појаву ове „нове“ болести (NAPPO, 2009). Њено ширење у Европи одвија се углавном помоћу аскоспора, али се гљива може унети у нове области путем заражених садница. Мало се зна о осетљивости других врста јасена у умереним зонама.

Chalara fraxinea изазива постепену појаву болести која у изузетним случајевима знатно угрожава њеног домаћина. Међутим, поједини генотипови јасена су толерантни према инфекцијама (Bakys et al., 2009). Према томе, јасен ће вероватно опстати у дужем периоду, али ће његова популација бити значајно редукована током неколико наредних генерација.

У овом раду су описани спољни симптоми болести и утврђен степен зараженості стабала у младим културама пољског јасена на територији АП Војводине током 2016. године.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

За потребе ових истраживања материјал је сакупљан на огледним површинама постављеним у младим засадима пољског јасена у ШУ Вишњићево, ГЈ „Стара Рача-Банов Брод“, ревир „Засавица“, одел. 36, старости 4 година и ШУ Бачки Моноштор, ГЈ „Моношторске шуме“, ревир „Шмагуц“, одел. 15c, старости 6 година и ревир „Каландош“ одел. 5d, старости 4 година као и у састојинама у којима се јасен природно јавља групимично (Слике 2 и 3). Праћење појаве болести и узимање узорака вршено је једном месечно у периоду од маја до новембра месеца 2016. године. На огледним пољима постављене су огледне површине са по 10 стабала, која су детаљно прегледана приликом сваког обиласка. Узорци дендроматеријала узимани су и са околних

стабала. На подручју ШУ Бачки Моноштор (локалитет Карапанџа) у јесен 2016. године обављен је здравствени преглед стабала пољског јасена старости око 70 година, младих засада јасена у Мужљанском риту и садница јасена у расаднику Ечка код Зрењанина.

Слика 2. Огледна стабла (ГЈ „Стара Рача-Банов Брод“ реон Засавица, оделење 36)
Figure 2. *Experimental trees (FE Sremska Mitrovica, loc. Stara Rača-Banov Brod- Zasavica, sect. 36)*

Слика 3. Огледна стабла (ГЈ “Моношторске шуме“ реон Каландош, оделење 5d)
Figure 2. *Experimental trees (FE Sombor, loc. Monoštorske šume- Kalandoš sect. 5d)*

Табела 1. Координате и димеиије прегледаних стабала пољског јасена
Table 1. *Coordinates and dimension, of examined narrow-leaved ash trees*

Ред. бр.	Координате	Пречник на прсној висини (cm)	Висина (m)	Старост (приближна) (год.)
1	73 34 225 50 77 693	69	33	70
2	73 34 225 50 77 693	50	33	-
3	73 34 327 50 77 620	33	32	-
4	73 34 327 50 77 620	30	31	-

Крајем октобра 2016. године обављен је у ШУ Бачки Моноштор, ГЈ „Карапанџа“, реон „Острво“ оделење 43ј, у мешовитој састојини јасена и еуроамеричке тополе клон I-214 старости 35 година, детаљни преглед старих стабала јасена. За ту прилику оборена су 4 стабла јасена динемзија датих у табели бр. 1. Прегледом крошњи стабала том приликом није уочен нити један симптом оболења, стабла су била витална и доброг здравственог стања.

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

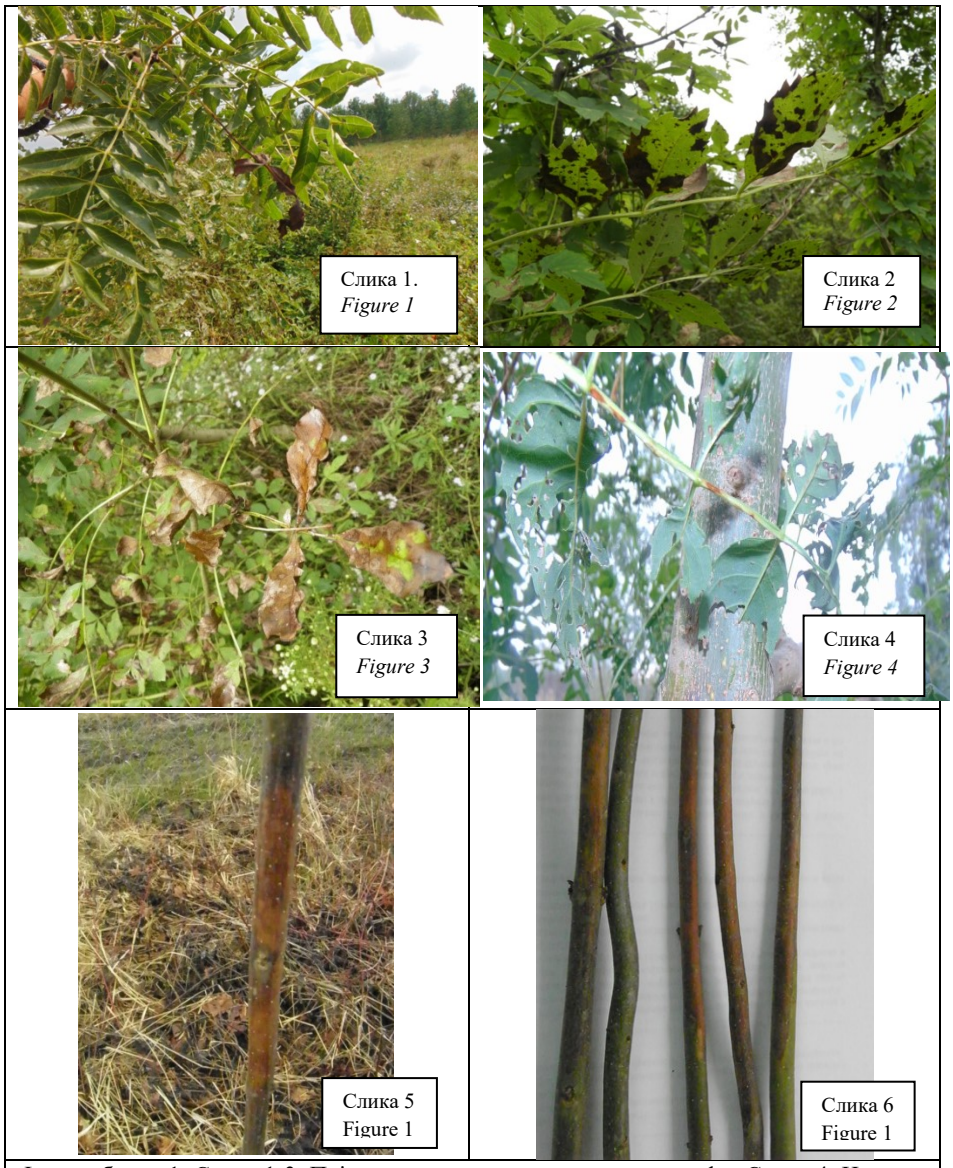


Фото таблица 1. Слика 1-3. Појава некротичних површина на лишћу. Слика 4. Некроза петељке. Слика 5-6. Некроза избојака (почетни симптоми).
Photo table 1. Figures 1-3 Necrotic areas on leaves. Figure 4. Petiole necrosis Figure 5-6. Shoot necrosis (initial symptoms).

Прве инфекције и појава некротичних површина на лишћу забележене су средином августа (17-18.08.2016) на свим огледним површинама. Симптоми

су се манифестовали у виду неправилних црно-смеђих пега на лишћу и некрозом петељака (Фототаблица 1. Слике 1, 2, 3, 4).

Фототаблица 2. Слике 1-3. Рак ране на младим биљкама. Слика 4-5. Неправилан раст биљака као последица одумирања летораста.
Photo table 2. *Figures 1-3. Canker on young plants. Figures 4-5. Irregular growth caused by shoot dieback*

Током семптембра месеца је знатан број лишћа инфициран, а инфекција је наставила ширење кроз лисну петељку. Из лисне петељке гљива се инсталира у ткиво гране стварајући једва приметне некрозе које се манифестују променом боје коре Фототаблица 1, Слике 5 и 6). Са развојем гљиве током јесени и зиме некрозе постају видљивије, кора благо улегне и постаје смеђа до наранџасто-кафена. Временом, током зиме и пролећа, долази до некрозе ткива, кора пуца и јављају се типичне рак ране. Гљива се брже шири по уздужној оси стабла, а до сушења избојака долази када гљива прстенује целу грану (Фототаблица 2. Слика 1-3).

Ако су услови за раст биљака повољни, а биљке физиолошки јаке долази до делимичног калусирања рак рана. Живе бочне гране испод некрозе преузимају улогу централног избојка, па добијамо биљке са два врха. Уколико дође до инфекције ових грана раст преузимају ниже бочне гране, а као крајњи резултат узастопних инфекција биљке добијају жбунасту форму („метласт“ раст стабала) (Фототаблица 2. Слика 4-5).

Апотеције се развијају на петељкама опалог лишћа и тањим гранчицама. Током ових истраживања нисмо успели да нађемо овај стадијум. Према Станивуковић, et al. (2014) апотеције се често образују током септембра и октобра месеца. Јављају се разбацано по петељци листа (понекад и на самој лиски), дискоидне су, у почетку беле, а касније жућкасте, у пречнику 1-3mm, са дршком која је сужена у основи. Хименијум је раван, бео до окербеличаст и са старошћу постаје прљавосветлосмеђ (Слика 4). Аскуси су цилиндрично батинасти, дршкасти, 80-100(90) x 8-11 µm, осмоспори са спорама које се у контакту са јодом боје у плаво. Аскоспоре су распоређене у два неправилна реда у аскусу, неправилно вретенасто елиптичне, праве или благо савијене, глатке, хиалинске, обично са 1 или ређе 2 уљане капљице, величине 13-17 x 3-5 µm. Парафизе су кончасте, септиране, на врху благо проширене, пречника 2-2,5 µм. Према Breitenbach и Kränzlin, (1984), величина аскуса је 90 x 9-11 µm, а аскоспора 13-18 x 3-5 µm. Kowalski и Holdenrieder, (2009) наводе да је величина аскуса 80-107 x 8-10 µm, а аскоспора 13-17(21) x 3,5-5 µm.

Слика 4. Апотеције гљиве *Hymenoscyphus fraxineus*(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hymenoscyphus_pseudoalbidus_136946.jpg)

Figure 4. *Apothecia of the fungus Hymenoscyphus fraxineus* (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hymenoscyphus_pseudoalbidus_136946.jpg)

Током постављања огледних површина детаљно је описано по 10 биљака. Крајем октобра месеца 2016. године извршена је оцена здравственог стања стабала на огледним површинама. Степен заражености стабала у културама утврђен је прегледом одређеног броја биљака.

Табела. 2. Степен заражености стабала гљивом *Chalara fraxinea* у културама пољског јасена у јесен 2016. године
Table. 2. *Intensity of tree infection caused by fungus Chalara fraxinea in narrow-leaved ash plantations in autumn 2016.*

Шумска управа *Forest administration*	Газдинска јединица, ревир *Management unit*	Старост културе (год.) *Stand age (years)*	Заражена стабла (ком.) *N° of infected trees*	Стабла без симптома заразе (ком.) *N° of trees with no signes of infection*	% заражености стабала *% of infestation*
Вишњићево	Стара Рача-Банов Брод-Засавица (одел. 36)	4	31	45	40,8
Бачки Моноштор	Моношторске шуме, Шмагуц (одел. 15c)	6	79	92	46,2
Бачки Моноштор	Моношторске шуме, Каландош (одел. 5d)	4	67	115	36,8
Апатин	Заштићене шуме, Кошаре (одел. 43f)	1	4	73	5,2
Апатин	Заштићене шуме, Кошаре (одел. 50j)	3	64	35	64,6

Из табеле 2. се види да је степен заражености стабала гљивом висок у свим вишегодишњим културама и да се креће у распону од 40,8 – 64,6%. Изузетно јак напад гљиве забележен је у ГЈ Заштићене шуме, оделење 50j, површине 0,6 хектара, у засаду јасена старом 3-4 годне подигнутом на месту неуспешног пошумљавања багремом у предходним годинама. Симптоме оболења смо утврдили само на младим биљкама. Током године је у два наврата обављен преглед младих засада јасена у Мужљанском риту и садница јасена различитих старости у расаднику „Ечка“. На малом броју лиски лишћа трогодишњих садница јасена у расаднику Ечка крајем августа је примећена црнкаста дисколоризација што може, а не мора бити, један од симптома напада. Некроза није забележена на лискама до краја вегетације, а нису уочене ни рак ране.

На ослабљеним стаблима јасена се јавља већи број гљива (Lygis, et al. 2005; Cech, 2006). Рак јасена изазива конидијски стадијум гљива који је описана као *Chalara fraxinea* (Kowalski, 2006) што је исти аутор утврђено на основу структуре фијалида (имају широки базални отвор са дугим вратом који

затвара место образовања конидија). Касније је апотецијски стадијум описан и идентификован као *Hymenoscyphus fraxineus* (Kowalski и Holdenrieder, 2009) који је познат у Европи још од 1851. године (Queloz, et al. 2011). Исти аутори су на молекуларном нивоу доказали да постоје два морфолошки веома слична таксона - *H. albidus* и *H. fraxineus* (syn. *H. pseudoalbidus*).

Оба стадијума гљиве су описана (конидијски и апотецијски), али њихова улога у животном циклусу и ширењу патогена није у потпуности јасна. За разлику од *H. fraxineus*, гљива *H. albidus* не формира анаморфни (конидијски) стадијум и ово је једна од особина по којој се разликују ове две врсте (Kiristis et al., 2012).

Конидије се развијају у култури (у лабораторијским условима) (Kowalski, 2006; Halmschlager и Kiristis, 2008), споре се могу наћи на површини лезија инокулисаних младих стабала, али ретко у пољу, односно у природи (Kowalski и Holdenrieder, 2009). Производња конидија у култури је повећана при ниској температури, мада неки изолати спорулишу при температури од 23-25 ^{0}C (Halmschlager и Kiristis, 2008; Jankovsky и Holdenrieder, 2009; Szabo, 2008).

Гљива презимљава у опалом лишћу у простирци (шушњу) формирајући црни псеудосклероцијски слој. Апотеције се формирају јула-октобра, мада овај период варира у зависности од климатских услова. Апотеције се често могу наћи на избојцима младих садница у расадницима (Kowalski и Holdenrieder, 2009). Gross, et al. (2012) су утврдили да су UV светло и влага важни за сазревање апотеција.

Сматра се да су аскоспоре примарни извор инфекције и да су оне одговорне за недавно брзо ширење гљиве *H. fraxineus* у Европи (Timmerman et al., 2011). Аскоспоре врше примарне инфекције лишћа тако што продиру кроз кутикулу листа помоћу апресорија и клијајућих цевчица (Cleary, et al. 2013). Хифе се брзо умножавају и мицелија се може ширити од лисне површине, преко лисне петељке у стабљику. Животни циклус се наставља у простирци након што инфицирано лишће опадне.

Неповољни абиотички фактори (суша, мраз) и стрес повољно утичу на појаву рака јасена (Schumacher, et al. 2007). Уочено је да се рак ране појављују и развијају током зимских месеци што указује на чињеницу да је гљива адаптирана на хладно време (Jankovsky и Holdenrieder, 2009). На огледној површини Засавица током године је констатован јак напад јасенове пипе која је била активна до краја јуна месеца и која сигурно делује као неповољни биотички фактор и помаже појави облења.

Проучавањем литературе се може закључити да је гљива већ дуже времена природно и широко распрострањена у Европи. Нагло повећање вирулентности научници објашњавају на различите начине. Наиме, Kowalski и Holdenrieder, (2009) сматрају да је то можда нови таксон који се сада појавио у Европи (морфогенезом *Hymenoscyphus albidus* створен је нови мутант) или је хибрид са неком непознатом интродукованом врстом или неком егзотичном врстом која се морфолошки не разликује од *H. albidus*. На пример, у прелаз између ендофитног и патогеног понашања укључен је само један ген, како је то констатовано код гљиве *Glomerella magna*. Друга хипотеза је да су

предиспозиција домаћина или повећање вируленције патогена условљени променом спољних услова средине (Станивуковић, et al. 2014).

ЗАКЉУЧЦИ

Након извршене оцене заражености на огледним површинама утврђено је да је степен заражености стабала гљивом висок у свим вишегодишњим културама и да се креће у распону од 40,8 – 64,6%. Изузетно јак напад гљиве забележен је у ГЈ Заштићене шуме, оделење 50ј, површине 0,6 хектара, у засаду јасена старом 3-4 године подигнутом на месту неуспешног пошумљавања багремом у предходним годинама. Симптоме оболења смо утврдили само на младим биљкама. Током године је у два наврата обављен преглед младих засада јасена у Мужљанском риту и садница јасена различитих старости у расаднику „Ечка“. На малом броју лиски лишћа трогодишњих садница јасена у расаднику Ечка крајем августа је примећена црнкаста дисколоризација што може, а не мора бити, један од симптома напада. Некроза није забележена на лискама до краја вегетације а нису уочене ни рак ране.

Захвалница

Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (III 43007) који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

Bakys, R., Vasaitis, R., Barklund, P., Ihrmark, K., Stenlid, J. (2009): Investigations concering the role of Chalara fraxinea in declining Fraxinus excelsor. Plant Pathol. 58: 284-292.

Breitenbach, J., Kranzlin, F. (1984): Fungi of Switzerland. Vol. 1. Ascomycetes. Lucerne, Switzerland: Mycological Society of Lucerne: 310 pp.

Cech T. (2006): Eschenschäden in Österreich. Forstschutz Aktuell (Wien), 37: 18–20.

Cleary M. R., Daniel, Г., Stenlid, J. (2013): Light and scanning electron microscopy studies of the early infection stages of Hymenoscyphus pseudoalbidus on Fraxinus excelsior. Plant Pathology. Vol. 62 (6): 1294–1301.

EPPO (2007): Ash dieback in Europe and possible implication of Chalara fraxinea: addition to the PPO

Gross, A., Grünig, C. R., Queloz, V., Holdenrieder, O. (2012): A molecular toolkit for population genetic investigations of the ash dieback pathogen Hymenoscyphus pseudoalbidus. Forest Pathology 42: 252–264.

Halmschlager, E., Kirisits, T. (2008): First report of the ash dieback pathogen Chalara fraxinea on Fraxinus excelsior in Austria. Plant Pathology. 57: 1177.

Jankovsky, L., Holdenrieder, O. (2009): Chalara fraxinea – Ash Dieback in the Czech Republic. Plant Protection Science 45(2): 74–78.

Kirisits, T., Kritsch, P., Kräutler, K., Matlakova, M. (2012): Ash dieback associated with Hymenoscyphus pseudoalbidus in forest nurseries in Austria. J. Agric. Ext. Rural Dev. 4: 223–226.

Kowalski T. (2006): Chalara fraxinea sp. nov. associated with dieback of ash (Fraxinus excelsior) in oland. Forest Pathology 36: 264–270.

Kowalski T., Holdenrieder O. (2009b): The teleomorph of Chalara fraxinea, the causal agent of ash dieback. Forest Pathology (online publication), doi: 10.1111/j.1439-0329.2008.00589.x.

Lygis, V., Vasiliauskas, R., Larsson, K.H., Stenlid, J. (2005): Wood-inhabiting fungi in stems of Fraxinus excelsior in declining ash stands of northern Lithuania, with particular reference to Armillaria epistipes. Scandinavian Journal of Forest Research 20: 337–346.

NAPPO (2009): Chalara fraxinea Kowalski.Phytosanitary alert system. Ottawa, Canada: North American Plant Protection Organization, unpaginated. http://www.pestalert.org/viewNewsAlert.cfm?naid=69.

Queloz, V., Grünig, C. R., Berndt, R., Kowalski, T., Sieber,T. N., Holdenrieder, O. (2011): Cryptic speciation in Hymenoscyphus albidus. Forest Pathology 41: 133–142.

Schumacher, J., Wulf, A., Leonhard, S. (2007): Erster Nachweis von Chalara fraxinea T. Kowalski sp. nov. Deutschland – ein Verursacher neuartiger Schäden an Eschen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenchutzdienstes (Braunschweig) 59(6): 121–123.

Szabo, I. (2008): Dieback of common ash (Fraxinus excelsior) caused by Chalara fraxinea in Hungary. Novenyvedelem 44(9): 444-446.

Timmermann, V., Borja, I., Hietala AM., Kiristis, T., Solheim, H. (2011): Ash dieback: pathogen spread and diurnalpatterns of ascospore dispersal, with special emphasis on Norway. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin (EPPO Workshop on Chalara fraxinea, A Major Threat for Ash Trees in Europe, Oslo, Norway, 30June-2 July 2010.), 41(1):14-20 http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1365/2338.

Zhao Yan-Jie, Hosoya, T., Barai, H.O., Hosaka, K., Kakishima, M., (2012): Hymenoscyphus pseudoalbidus, the correct name for Lambertella albida reported from Japan. Mycotaxon, 122:25-41. http://www.ingentaconnect.com/content/mtax/mt/2012/00000122/00000001/art00004.

Zheng H-D, Zhuang W-Y, 2013: Hymenoscyphus albidoides sp. Nov. and H. pseudoalbidus from China. Mycological Progress: 1-14

Станивуковић, З., Караџић, Д., Миленковић, И. (2014): Први налаз паразитске гљиве Hymenoscyphus fraxineus (T. Kowalski) Baral, Queloz, Hosoya на белом јасену у Босни и Херцеговини. Шумарство 3-4. Универзитет у Београду, Шумарски факултет. UDK 630*443:582.916.16(497.6)

Summary

MONITORING OF THE FUNGUS Chalara fraxinea IN VOJVODINA DURING 2016.

by

Miroslav Marković, Pedrag Pap, Saša Pekeč, Vladislava Galović, Andrej Pilipović, Rade Čortan, Vid Rađević

Monitoring results of new invasive disease of narrow-leaved ash caused by Chalara fraxinea are shown in the paper. The disease caused great damage on ash in whole Europe and until now its presence is confirmed in more than 25 countries, including Serbia and neighboring contries (Bosnia and Herzegovina, Croatia). The characteristic symptoms of disease are: necrotic lesions on shoots and trees (canker), dieback and bushy growth of diseased plants, premature decline of necrotic leaves and change of bark colour. The aim of the paper was to determinate the distribution of disease in Vojvodina and to study the pathogen life cycle. According to symptoms, the fungus is present in all young planations in which narrow-leaved ash is grown. Intensity of tree infection was high in all examined narrow-leaved ash plantations and it was from 40.8 to 64.6%.

UDK: 630(497.113)"2016"

Stručni rad *Professional paper*

ЗДРАВСТВЕНО СТАЊЕ ШУМА НА ТЕРИТОРИЈИ ВОЈВОДИНЕ У 2016. ГОДИНИ

Предраг Пап[1], Милан Дрекић[1], Леополд Пољаковић-Пајник[1], Мирослав Марковић[1], Верица Васић[1]

Извод: Здравствено стање шума у Војводини током 2016. године је сагледано у светлу појаве и распрострањености најважнијих проузроковача болести и штетних инсеката, као и читавог низа других фактора биотичке и абиотичке природе. Поред уобичајених активности на мониторингу добро познатих и проучених штетних организама, предмет посебне пажње у културама пољског јасена била је нова болест коју изазива гљива *Chalara fraxinea*. Корисници шума су предузимали, када је то било неопходно, мере хемијске заштите против штетних организама.

Кључне речи: Војводина, здравствено стање шума, мониторинг штетних организама

FOREST HEALTH IN VOJVODINA IN 2016

Predrag Pap[1], Milan Drekić[1], Leopold Poljaković-Pajnik[1], Miroslav Marković[1], Verica Vasić[1]

Abstract: *The health status of forests in Vojvodina during 2016 was given through the overview of the appearance and distribution of the most important pathogens and pests, and the many different biotic and abiotic factors. Beside the monitoring activities of well-known harmful organisms, a special attention was paid to a new disease in narrow-leaved ash plantations caused by the fungus Chalara fraxinea. Chemical measures against harmful organisms were applied when it was necessary.*

Key words: *Vojvodina, forest health, monitoring of harmful organisms*

УВОД

[1] Др Предраг Пап, научни сарадник; др Милан Дрекић, научни сарадник; др Леополд Пољаковић-Пајник, научни сарадник; др Мирослав Марковић, научни сарадник; др Верица Васић, 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, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia*

Рад на пословима од јавног интереса у области дијагностике штетних организама и заштите здравља шумског биља у 2016. години се одвијао на уобичајен начин, односно кроз бројне здравствене прегледе шума и засада. Предмет мониторинга су били најважнији фитопатолошки и ентомолошки проблеми, као и читав низ других фактора биотичке и абиотичке природе који су непосредно или посредно угрожавали шумске екосистеме.

Климатске прилике у Војводини су током вегетационог периода 2016. године анализиране на основу података преузетих са сајта Републичког хидрометеоролошког сајта Србије. Поменуто раздобље одликовало се вишом температуром од просечне (Δ+0,9C°) и суфицитом падавина (17,6% талога више у односу на дугогодишњи просек). Падавине су биле правилно распоређене током читавог вегетационог периода и претежно јаког интензитета, па су у кратким раздобљима пале огромне количине воденог талога. Пљускови су често били праћени јаким ветром, а највеће штете забележене су крајем јуна у засадима меких лишћара на подручју шумске управе Апатин коју је погодило олујно невреме. Добра обезбеђеност земљишта влагом у зимском, ранопролећном периоду и месецима пуне вегетације имала је повољан утицај на ожиљавање и пријем садница топола и врба у новоподигнутим засадима. Пријем садница на практично свим површинама је био готово стопроцентан. На нижим деловима терена у Посавини где се плавна вода са краћим прекидом задржала у засадима 1,5-2 месеца поједине саднице су изгубиле лист услед превлаживања земљишта, односно хипоксије. Слични проблеми на поменутом подручју јавили су се и на неким подмладним површинама засејаним жиром (лок. Рашковица-Смогвица, одел. 29, 30 и Варадин-Жупања, одел. 34). Разлози слабе појаве поника на овим површинама објашњени су у првом реду превлаживањем земљишта услед обилних падавина у ранопролећном периоду, односно стварањем анаеробних услова (хипоксија). Падавине јаког интензитета нису биле повољне са епидемиолошког аспекта за проузроковаче лисних оболења јер су доводиле до одношења, односно спирања њихових спора и мицелије са површине листова (*Marssonina brunnea*, *Melampsora* spp., *Microsphaera alphitoides*). Гљива *Dothistroma pini* је сузбијана у културама црног бора на Суботичкој пешчари. Током маја обављена су једнократна третирања култура препаратима на бази бакра са земље на површини од 73,2ha. У многим младим, вештачки подигнутим културама пољског јасена утврђена је, по спољним симптомима, гљива *Chalara fraxinea*. Ради се о новом инвазивном патогену који је до сада регистрован у више од 25 европских земаља. Ниво популације штетних инсеката био је на највећем броју прегледаних објеката низак. Из извештаја корисника шума се види да су хемијски сузбијане бубе листаре (фам. Chrysomelidae) при слабом до средње јаком нападу у младим засадима топола, а на мањим површинама сузбијани су и остали инсекти (Geometridae у младом засаду тополе у ШУ Кленак и храстов савијач - *Tortrix viridana* у трогодишњој култури лужњака у ШУ Бачки Моноштор). Јеленска дивљач је у зимско-пролећном периоду 2016. године на подручју ШУ Бачки Моноштор огулила кору са 1744 стабла америчког јасена, пољског јасена и тополе старости 6-113 година, док је у периоду јул-октобар код ШУ Апатин иста

врста дивљачи јако оштетила и огулила 1119 стабалаца топола и врба у младим засадима старости 1-4 године.

Корисници шума на територији Војводине спровели су мониторинг сушења стабала на огледним пољима постављеним у састојинама тврдих лишћара и културама четинара. У односу на претходни период осматрања (мај-јуни 2015.), на неким огледним пољима је уочен даљи процес сушења стабала. На њима су констатована стабла са сувим бочним или вршним гранама, као и појединачна потпуно сува стабла. Томе је, по нашем мишљењу, највише допринело веома топло и сушно лето 2015. године (у јуну, јулу и првој половини августа забележен је изразит дефицит падавина).

Циљ овог рада је да у основним цртама упозна шумарску праксу са најзначајнијим штетним факторима биотичке и абиотичке природе у шумама Војводине и мерама контроле које су предузете да се њихово штетно деловање отклони или ублажи.

I БИЉНЕ БОЛЕСТИ

Гљиве проузроковачи одумирања коре топола

Симптоми напада гљиве *Dothichiza populea* откривени су на једном локалитету – у новооснованом засаду тополе клона I-214 на подручју ШУ Бачки Моноштор (ГЈ Моношторске шуме, ревир Шмагуц, одел. 19а). У кори физиолошки ослабелих садница (типа 2/0) које су остале без лишћа, констатоване су појединачне некрозе мањих димензија проузроковане гљивом *D. populea*, а поред њих бројне и великих димензија некрозе проузроковане гљивама из рода *Cytospora* sp. (Слика 1). Као примарни разлози сушења садница означени су касни пролећни мразеви (21, 22 и 26. априла) и појава гљиве *Pollaccia elegans*.

Слика 1. Некроза са пикнидима гљиве *Cytospora* sp. на садници клона I-214 (ШГ Сомбор, лок. Моношторске шуме, одел. 19а) (14. 06. 2016.)
Figure 1. *Necrotic lesions with pycnidia of Cytospora* sp. *(seedling of clone I-214) (FE Sombor, loc. Monoštorske šume, sect. 19a) (June 14th, 2016)*

Гљиве из рода *Cytospora* sp. су констатоване у новоподигнутим засадима топола на лок. Стара Рача-Банов Брод-Засавица (ШУ Вишњићево) и то само на садницама које су претходно, у нивоу кореновог врата, биле прстеноване пољском волухарицом. На овај начин осушило се 57 садница. Некрозе са пикнидима ових гљива утврђене су и на непримљеним садницама клона I-214 у једном новоподигнутом засаду тополе код ШУ Плавна. Примарни разлог одумирања садница није утврђен.

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

Климатске прилике током пролећа и лета нису биле нарочито повољне за развој и ширење лисних оболења на тополама. Падавине јаког интензитета су спирале споре са површине лишћа ометајући њихово клијање и остваривање инфекције. Поменути патогени нису сузбијани хемијски ни у једном младом засаду тополе, а то није било ни потребно узимајући у обзир климатске прилике и повољне услове за развој гајених биљака.

Током септембра, при мониторингу ових гљива, констатована је мања или већа промена боје лишћа (у зависности од старости засада и осетљивости клонова). Ни у једном прегледаном засаду није дошло до прераног одбацивања лишћа, те последица по развој стабала у засадима није било.

***Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl. – храстова пепелница**

Услови за развој храстове пепелнице нису били нарочито повољни током вегетације. Честе падавине пљусковитог карактера спирале су споре и мицелију гљиве са лишћа, а биљке су имале повољне услове за развој због добре обезбеђености земљишта влагом. При здравственим прегледима младих храстика у периоду мај-јуни, симптоме напада пепелнице смо регистровали на малом броју биљака, а интензитет напада гљиве био је слаб. Томе је свакако допринела и превентивна фунгицидна заштита обављена једнократно или двократно на свим подмладним површинама до 3 године старости лужњака. У другом делу вегетације, због интензивног прирашћивања биљака које су у великом броју формирале 3-4 фазна избојка са младим, осетљивим лишћем, са хемијском заштитом се наставило током јула и августа.

Током вегетационог периода 2016. године, заштита поника и подмлатка лужњака од пепелнице обављена је у ШГ Сремска Митровица на укупној површини од 867,6ha (фунгициди „Ardent“, „Rubigan“, „Falcon“), затим у ШГ Сомбор на 372,2ha („Ardent“, „Rubigan“) и на подручју ШГ Нови Сад (лок. Ристовача) на 26,9ha. Третирања су била успешнија у првом делу вегетације када су фунгициди употребљени превентивно.

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

Здравствено стање стабала у средњедобним културама црног бора на Суботичкој пешчари сагледано је 17. 05. 2016. године општим визуелним прегледом крошњи, док је степен заражености четина гљивом *Dothistroma pini* процењен узорковањем доњих, са земље доступних грана. Предмет

мониторинга су биле борове културе на реонима Храстовача (одел. 35d, 43h, 44c, 45f), Дашчан-Криво блато (одел. 19d, 29d), Буквић (одел. 53j, 55q) и Радановац (одел. 63c, 70a, c). У свим прегледаним културама, стабла су имала добро очуване једногодишње четине у ниском степену заражене гљивом (0,3-12,7%). Двогодишње четине су у високом проценту биле заражене гљивом (просечно 44,1%) и у фази интензивног осипања. Према нашој процени, више од половине ових четина је опало са стабала, док су трогодишње четине биле присутне појединачно и на малом броју прегледаних стабала. Гледајући у целини, опште здравствено стање већине стабала је било релативно добро, јер су горње трећине њихових крошњи биле очуване и претежно без симптома заразе. У поређењу са истим периодом прошле године, запажена је лагана регенерација крошњи стабала.

Констатовано стање у културама је указало на потребу хемијске заштите култура са циљем да се убрза природни процес регенерације четина. У периоду од 13-26. маја 2016. године на Суботичкој пешчари су обављена једнократна третирања борових култура препаратима на бази бакра са земље на укупној површини од 73,2ha (Слика. 2).

Слика 2. Сузбијање гљиве *D. pini* у култури црног бора на Суботичкој пешчари (лок. Дашчан-Криво блато, одел. 19d) (17. 05. 2016.)
Figure 2. *Suppression of the fungus D. pini in Austrian pine plantation (Subotička peščara, loc. Daščan-Krivo blato, sect. 19d) (May 17th, 2016)*

***Pollaccia elegans* Serv. – пролећно одумирање лишћа**

Симптоми напада ове гљиве утврђени су у новоподигнутом засаду клона I-214 на подручју ШУ Бачки Моноштор (лок. Моношторске шуме, одел. 19a). На површини поцрнелог лишћа које није отпало са стабалаца уочена је зелена скрама која потиче од конидија ове гљиве. Повољни спољни услови (хладно и влажно време и касни пролећни мразеви 21, 22 и 26. априла) и присуство осетљивог клона пресудно су утицали на појаву ове гљиве.

***Chalara fraxinea* (телеоморф: *Hymenoscyphus fraxineus*) – проузроковач одумирања јасена**

Састојине и културе белог и пољског јасена у многим деловима Европе угрожене су од нове болести коју изазива гљива *Chalara fraxinea*. Гљива је први пут описана у Пољској (Kowalski, 2006) и до сада је регистрована у више од 25 европских земаља (Davydenko и Meshkova, 2014)

Слика 3 и 4. Симптоми одумирања терминалних избојака пољског јасена заражених гљивом *C. fraxinea* („dieback“ симптоми)
(ШГ Сомбор, лок. Моношторске шуме, одел. 15c)

Figure 3 and 4*. Dieback of narrow-leaved ash terminal shoots caused by C. fraxinea (FE Sombor, loc. Monoštorske šume, sect. 15c)*

Слика 5. Некрозе на лишћу пољског јасена остварене примарним заразама гљиве *C. fraxinea*
(ШГ Сомбор, лок. Моношторске шуме, одел. 15c)
Figure 5. *Necrosis on leaves of narrow leaved ash caused by C. fraxinea primary infection (FE Sombor, loc. Monoštorske šume, sect. 15c)*

Слика 6, 7 и 8. Некротирани терминални леторaст пољског јасена заражен гљивом *C. fraxinea* (ШГ Срем. Митровица, лок. Стара Рача - Банов Брод - Засавица, одел. 36)
Figure 6, 7 and 8 *Terminal shoot necrosis caused by C. fraxinea*
(FE Sremska Mitrovica, loc. Stara Rača- Banov Brod-Zasavica sect. 36)

Гљива угрожава све старосне категорије јасена (од младих биљака у расадницима до стабала старости 70-80 година), али се сматра да су највише угрожена стабла у културама до 10 године старости.

Према подацима из литературе, болест се шири у току лета, а ветром ношене аскоспоре падају на зелено лишће јасена и остварују примарне заразе. Мицелија гљиве преко лишћа и лисне петељке продире у избојак где изазива његово одумирање од врха („dieback“). На избојцима (леторастима) се формирају дискретне некротичне лезије са благим улегнућима коре без појаве пукотина и истицања ексудата. На старијим избојцима и гранама гљива продире и у ксилем стварајући отворене рак ране (Kowalski и Holdenrieder, 2009a; Schumacher et al., 2010).

Поменути симптоми уочени су при здравственим прегледима младих култура пољског јасена (Слика 3-8), а степен зараженості стабала у културама утврђен прегледом одређеног броја биљака (Табела 1).

Табела 1. Степен зараженості стабала гљивом *Chalara fraxinea* у културама пољског јасена у лето и јесен 2016. године

Table 1. *The number of trees infected by Chalara fraxinea in narrow-leaved ash plantations in summer and autumn 2016*

Шумска управа *Forest administration*	Локалитет, оделење *Locality section*	Старост културе (год.) *The age of plantation*	Заражена стабла (број) *Infected trees (number)*	Стабла без симптома заразе (број) *Trees without symptoms of infection*	Заражена стабла (%.) *Infected trees (%)*
Вишњићево	Стара Рача-Банов Брод-Засавица (одел. 36)	4	31	45	40,8
Бачки Моноштор	Моношторске шуме, (одел. 15c)	6	79	92	46,2
Бачки Моноштор	Моношторске шуме, (одел. 5d)	4	67	115	36,8
Апатин	Заштићене шуме, (одел. 43f)	1	4	73	5,2
Апатин	Заштићене шуме, (одел. 50j)	3	64	35	64,6

Гљива се тешко изолује у култури (Lygis, et al. 2005; Bakys, et al. 2009a; Kowalski и Holdenrieder, 2009a) и спорог је раста (Kowalski и Holdenrieder, 2009b; Schumacher, et al. 2010), па је друге гљиве могу прерасти у култури или се населити у некротична ткива коре (Bakys et al., 2009b, Jankovsky и Holdenrieder, 2009). Будући да гљиву нисмо изоловали из некротичних лезија избојака и грана пољског јасена у претходним истраживањима, узроци сушења јасена су све до недавно били приписани факторима абиотичке природе (Pap et al., 2015).

Сазнање да је гљива присутна у културама пољског јасена у Војводини и да већ наноси значајне штете младим стаблима захтеваће њено стриктно праћење у периоду који је пред нама. Прогнозе о развоју болести су неизвесне. Остаје нада да ће се јасен природном селекцијом изборити са гљивом којој одговарају хладнији и влажнији услови. Можда ће њен развој, према неким ауторима бити слабији или чак заустављен у сушним годинама.

Сматра се да је рад на селекцији отпорних генотипова најсигурније решење у борби против ове гљиве (Davydenko и Meshkova, 2014)

II 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 у периоду јесен-зима 2015. године утврђена је на подручју ШГ Сремска Митровица, ШГ Сомбор и ЈП НП Фрушка гора. Ниво популације мразоваца код поменутих корисника шума био је низак, а просечна бројност женки мразоваца била је далеко испод критичних вредности (0,7-1 женка/1cm' обима стабла)

Код ШГ Сремска Митровица, контрола бројности женки мразоваца обављена у свим Газдинским јединицама у којима се гаји храст лужњак. На укупно 150 контролних пунктова ниво популације ових инсеката је и даље на ниском нивоу (0 – 0,103 јединки/1cm' обима стабала), али са трендом пораста њихове популације на већем броју локалитета (Рашковица-Смогвица, Винична-Жеравинац-Пук, Смогва-Грабова греда, Варадин-Жупања, Вратична-Црет-Царевина). На подручју ШУ Кленак дошло је до пада популације ових инсеката на свим контролним површинама, док у ШУ Купиново „није утврђено присуство мразоваца“.

ШГ Сомбор извршило је контролу бројности женки маразоваца на подручју свих шумских управа и то у 26 оделења у којима се гаји храст. На 4 пункта женке мразоваца нису ухваћене, а на осталим њихов број се кретао у распону од 0,01-0,32 јединке/1 cm' обима стабла. Највећи број јединки утврђен је на лок. Колут-Козара, ревир Штрбац (одел. 17c, 18d) за који се зна да је у прошлости често био изложен нападу ранопролећних дефолијатора.

На подручју ЈП НП Фрушка гора утврђен је низак ниво популације ових инсеката. На седам контролних пунктова (ГЈ 3802, одел. 9, 28, 33, ГЈ 3803, одел. 30, 31 и ГЈ 3804, одел. 1, 46) бројност женки мразоваца се кретала у интервалу од 0,010-0,098 јединки /1cm' обима стабала)

Током зиме, у просторијама Института анализирани су узорци “зимских“ гранчица са подручја ШГ Сремска Митровица (44 узорка), ШГ Сомбор (71 узорак), ШГ „Банат“ – Панчево (24 узорка), ШГ Нови Сад (5 узорака) и ЈП НП Фрушка гора (41 узорак). Релативна бројност гусеница и пагусеница ранопролећних дефолијатора није достигла критичне вредности (100 и више јединки на 1000 листова) ни на једном анализираном узорку.

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 104 лутке. Лептири зеленог храстовог савијача (*Tortrix viridana*) су били најбројнији (75,0%). Храстов пламенац (*Acrobasis tumidella*) је чинио 8,6%, а заступљеност дневног лептира *Neozephyrus quercus* је била 5,8%. Констатовани су и

појединачни примерци жутог храстовог савијача (*Aleimma loeflingiana*) и једне врсте совице (*Bena bicolorana*).

* * *

Слаб до средње јак напад храстовог савијача регистрован је на подмлатку лужњака старости 3-8 година (160,2ha) код ШУ Бачки Моноштор. Сузбијање је обављено на локалитету Колут-Козара (одел. 25f) у трогодишњем храстику на 3,0ha препаратом Lebaycid. Слично стање у погледу напада храстовог савијача констатовано је и у ШУ Оџаци (лок. Брањевина) на подмлатку храста (2-8 година; 47,5ha). Мере заштите на већим површинама нису предузете јер је дошло до касног мраза који је уништио лишће.

У старијим храстовим састојинама ниво популације ранопролећних дефолијатора је био низак – нису забележене видљиве дефолијације у крошњама стабала.

У једногодишњем засаду тополе у ШУ Кленак (лок. Сенајске баре-Крстац, одел. 24b) јавиле су се, а и сузбијане су гусенице мразоваца (фам. Geometridae). Третирање је обављено ручном прскалицом на 0,36ha препаратом Lebaycid са потпуним успехом.

Дакле, ниво популације ранопролећних дефолијатора је и даље низак у Војводини. Тренд пораста бројности мразоваца регистрован је на подручју ШГ Сремска Митровица (Рашковица-Смогвица, Винична-Жеравинац-Пук, Смогва-Грабова греда, Варадин-Жупања, Вратична-Црет-Царевина). На овим локалитетима је потребно стриктно праћење популације мразоваца у периоду који је пред нама.

***Lymantria dispar* L. – храстов губар**

Храстов губар на територији Војводине се и даље налази у латенци. Јајна легла ове штеточине нису утврђена ни у једној састојини, односно култури и плантажи овог лета.

Chrysomelidae – бубе листаре

Бубе листаре (фам. Chrysomelidae) су сузбијане у младим засадима топола на подручју ШГ Нови Сад (96,1ha) и ШГ Сомбор (53,5ha) при слабом до средњем нападу, а при јачем нападу код ШГ „Банат“ – Панчево (ШУ Зрењанин, лок. Горње Потамишје, одел. 24d) на 8,8ha. Третирања су обављена у периоду април-јун различитим инсектицидима са добрим успехом (Actara, Kohinor, Futocid EC и Fobos).

***Aphididae* - биљне ваши**

Биљне ваши су се јавиле, а и сузбијане су у засадима еурамеричке и беле тополе (1-2 год.) у ШГ Сомбор. Заштита је обављена инсектицидима Actara, Fobos и Futocid на 15,2 ha са потпуним успехом.

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

Ова штеточина топола сузбијана је ињектовањем ларвених ходника бензином у двогодишњој култури беле тополе на подручју ШУ Апатин (ревир Стаклара, одел. 39, чистина 10). Крајем јуна, овим поступком третирано је 327 нападнутих стабалаца.

Борови поткорњаци (фам. Scolytidae)

У боровим културама на Делиблатској и Суботичкој пешчари и Фрушкој гори постављена је почетком марта серија „ловних“ стабала на којима су корисници контролисали присуство и бројност поткорњака. Ниво популације 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 (Karadžić i sar. 2011).

Ips sexdentatus (шестозуби боров поткорњак)

Контрола бројности шестозубог боровог поткорњака на Суботичкој пешчари обављена је на 7 локалитета. Постављено је 14 ловних стабала – у сваком одсеку по два стабла. Слаб напад утврђен је у оделењима 6d, 7k, 42f и 49g (0,10-0,20 убушних отвора /4dm²), средњи у оделењу 98d (0,70/4dm²), а јак у оделењима 50f и 100a (1,30-1,35/4dm²).

На Делиблатској пешчари, ловна стабла су оборена и контролисана на 18 локалитета. Као и на Суботичкој пешчари, у сваком одсеку постављена су два стабла. На 11 локалитета на стаблима није било знакова убушивања поткорњака (10a, 63a, 98a, 140e, 140h, 157f, 173f, 194c, 452a, 453g и 480a). Слаб напад утврђен је у оделењима 3c, 50a, 444f, 452b и 453c (0,05-0,35 убушних отвора/4dm²), средњи у оделењу 437a (0,65/4dm²), а јак у оделењу 57c (2,7/4dm²).

Када се резултати о констатованом броју убушних отвора *Ips sexdentatus* упореде са подацима из прошле и претпрошле године (Извештаји службе прогнозно-извештајних послова у шумарству на територији АП Војводине за 2014. и 2015. годину) запажа се даљи пад популације ове штеточине на оба контролисана подручја.

Контрола бројности шестозубог боровог поткорњака на подручју ЈП НП Фрушка гора обављена је на 5 локалитета. У ГЈ 3803 (одел. 17a) и ГЈ 3807 (одел. 29d) на ловним стаблима нису констатовани убушни отвори. Јак напад је утврђен на осталим локалитетима (ГЈ 3804, одел. 1a, ГЈ 3812, одел. 1c, 45a) (1,3-3,9 убушних отвора /4dm²).

Ips acuminatus (трозуби боров поткорњак)

На ловним стаблима је контролисана и бројност другог значајног поткорњака бора *Ips acuminatus* који се убушује у тањи материјал и овршак.

На Суботичкој пешчари је утврђен слаб напад овог поткорњака на два локалитета (одел. 6d, 7k) (0,25 убушних отвора/1dm²), а на ловним стаблима у оделењима 42f, 49g, 50f, 98d и 100a нису констатовани убушни отвори имага.

На Делиблатској пешчари, од 18 локалитета на којима је контролисана бројност овог поткорњака, само у оделењу 453g констатовани су убушни отвори, а карактер напада био је слаб (0,1/1dm²).

И на крају, на подручју ЈП НП Фрушка гора, на 4 локалитета нису констатовани убушни отвори на стаблима (ГЈ 3803, одел. 17a; ГЈ 3806, одел. 1i, 49d; ГЈ 3807, одел. 29d), средњи напад је регистрован у ГЈ 3808, одел. 42a; ГЈ 3809, одел. 68a и ГЈ 3812, одел. 1c (0,5-0,8 убушних отвора/1dm²), а јак напад у ГЈ 3804, одел. 1a и ГЈ 3812, одел. 45a (1,2-3,6/1dm²).

Stereonychus fraxini Deg. - јасенова пипа

Шумска газдинства „Сремска Митровица“ и „Сомбор“ утврдила су до краја јуна штете које је причинила јасенова пипа (*Stereonychus fraxini*) у састојинама и културама пољског јасена.

Код ШГ Сремска Митровица јасенова пипа је била присутна на укупно 6171,3ha чистих и мешовитих састојина пољског јасена. Посебно су утврђене штете у одсецима у којима се пољски јасен налази у примеси као пратећа врста (Табела 2), а посебно у чистим одсецима јасена (Табела 3).

Табела 2. Површине под нападом јасенове пипе (*Stereonychus fraxini*) и степен дефолијације у мешовитим састојинама пољског јасена у ШГ Сремска Митровица (јун 2016.)

Table 2. *Area under attack of ash weevil (Stereonychus fraxini) and intensity of defoliation in mixed narrow-leaved ash stands in FE Sremska Mitrovica (June, 2016)*

Шумска управа *Forest administration*	Степен дефолијације *Intensity of defoliation*				Укупно (ha) *Total (ha)*
	Слаб *Low*	Умерен *Moderate*	Јак *High*	Врло јак *Very high*	
Моровић	495,7	1151,1	245,1	46,3	1938,2
Вишњићево	1630,6	809,0	72,0	0	2511,6
Кленак	1243,3	0	0	0	1243,3
Купиново	0	0	0	0	0
Укупно (ha) *total (ha)*	3369,6	1960,1	317,1	46,3	**5693,1**

У мешовитим састојинама јасена преовлађују слаб и умерен напад јасенове пипе (Табела 2). Јак и врло јак напад регистрован је у састојинама на подручју ШУ Моровић (ГЈ Рашковица-Смогвица, одел. 27, 28, 31, 32, 37, 39) на 291,4ha и ШУ Вишњићево (ГЈ Накло II, одел. 28, 29, 32) на 72,0ha.

У чистим одсецима јасена констатовано је слично стање у погледу висине оштећења – преовлађују слаб и умерен напад. Јак напад регистрован је у ШУ Моровић (ГЈ Рашковица-Смогвица, одел. 31e, 32e) на 5,1ha и ШУ Вишњићево (ГЈ Стара Рача-Банов Брод-Засавица, одел. 36e, f, c) на 3,9ha (Табела 3).

Табела 3. Површине под нападом јасенове пипе (*Stereonychus fraxini*) и степен дефолијације у чистим одсецима пољског јасена у ШГ Сремска Митровица (јун 2016.)

Table 3. *Area under attack of ash weevil (Stereonychus fraxini) and intensity of defoliation in pure narrow-leaved ash stands in FE Sremska Mitrovica (June, 2016)*

Шумска управа *Forest administration*	Степен дефолијације *Intensity of defoliation*				Укупно (ha) *Total (ha)*
	Слаб *Low*	Умерен *Moderate*	Јак *High*	Врло јак *Very high*	
Моровић	67,0	41,6	5,1	0	113,7
Вишњићево	0	0,6	3,9	0	4,5
Кленак	240,4	0	0	0	240,4
Купиново	119,6	0	0	0	119,6
Укупно (ha) *Total (ha)*	427,0	42,2	9,0	0	**478,2**

У јасеновим састојинама и културама на подручју ШГ Сомбор штете од јасенове пипе су биле сразмерно мање. Видљива оштећења лисне масе примећена су једино на локалитетима „Апатински рит“ (одел. 2c) у ШУ Апатин и „Моношторке шуме“ (одел. 5d) у ШУ Бачки Моноштор.

Corythucha arcuata (Say.) – храстова мрежаста стеница

Храстова мрежаста стеница је нова штеточина храстових шума у Војводини. Током 2016. године ова врста је утврђена на свим подручјима гајења храста, осим на Вршачком брегу и Делиблатској пешчари. Као што се и могло очекивати, врсту смо регистровали у свим оним састојинама у којима је била присутна и прошле године.

У току су истраживања штетног утицаја храстове стенице на физиолошке процесе и виталност биљака, као и провера могућности примене непосредних мера заштите коришћењем инсектицида.

Fenusella hortulana Klug (Hymenoptera: Tenthredinidae)

Током априла и маја 2016. године, први пут у Србији констатовано је присуство и пренамножење лисног минера тополе - *Fenusella hortulana*. Врста је констатована у парковима Новог Сада (Лимански, Футошки и Универзитетски парк Кампус) на различитим врстама топола и белој врби. Највише су била нападнута стабла врсте *Populus x euramericana*. Пренамножење ове врсте у парковима Новог Сада представља практично први налаз ове врсте као штеточине топола у Србији (Drekić et al., 2016).

Штете причињавају пагусенице хранећи се паренхимом листа при чему само епидермис са обе стране лишћа остаје поштеђен. Мине најчешће почињу од руба листа, али су констатоване и појединачне мине које се налазе у средишњем делу листа (Слика 9, 10).

Иако се ова врста јавила на парковском дрвећу, постоји опасност, обзиром да је врста градогена, да се временом прошири и на површине под шумском вегетацијом тополе и ту причини штете.

Слика 9. Лишће тополе са минама *F. hortulana*
Figure 9. *Mines of F. hortulana on poplar leaves*

Слика 10. Ларве *F. hortulana*
Figure 10. *F. hortulana larvae*

III СУЗБИЈАЊЕ КОРОВСКЕ ВЕГЕТАЦИЈЕ

Корисници шума на територији Војводине су током године интензивно и на већим површинама примењивали читав низ механичких и хемијских мера борбе против корова у новообновљеним храстицима, младим засадима топола и врба, као и на теренима који се припремају за нова пошумљавања.

Код ШГ Сремска Митровица, на површинама засејаним жиром, а пре ницања лужњака, коровска вегетација је крајем марта-почетком априла сузбијана тоталним хербицидом (Glifosat, 2%) на 121,5ha.

У периоду април-јул, подмладне површине лужњака у Босутским шумама и Посавини третиране су селективним хербицидима на бази никосулфурона (Motivell, Nikosav, Talisman) у дози 0,9-1,2l/ha на 534,0ha. Успех предузетих акција био је различит у зависности од рокова примене хербицида, те флористичког састава и развијености корова. Хемијско осветљавање храстовог подмлатка обављено је и на подручју ШГ „Банат“ – Панчево на 4,4ha.

У младим храстицима на подручју ШУ Моровић, натапани су прерези, односно пањеви непожељних дрвенастих врста (глог, клен, брест, бела топола, свиб...) препаратом Garlon (конц. 10%) на 46,1ha. Третирања су обављена у периоду јул-септембар 2016. године. У истом периоду третирани су избојци из пањева „хемијском мотиком“ на понику лужњака код ШУ Вишњићево (1,5ha).

Код ШГ Сремска Митровица, у склопу припреме терена за пошумљавање храстом, коровска вегетација је третирана тоталним хербицидом (Glifol у дози 7-9,3l/ha) на 363,2ha, а на теренима намењеним садњи тополе, пањеви претходног засада су третирани препаратом Garlon (10%) на 13,5ha.

У засадима топола различите старости код ШГ Сремска Митровица, међуредно сузбијање корова хемијски обављено је на 490,2 ha тоталним хербицидима у дози 6,7-7,2l/ha. Третирање корова око стабала у младим засадима топола обављено је истим препаратима на 67,4ha.

IV ШТЕТЕ ОД ДИВЉАЧИ

У ловиштима ШГ Сомбор, јеленска, али и остала дивљач, сваке године наноси велике штете младим засадима лишћара, али и стаблима у старијим састојинама. Разлог је неусклађена бројност ове дивљачи са прехрамбеним могућностима и површином ловишта.

У периоду зима-рано пролеће 2016. године на подручју ШУ Бачки Моноштор јеленска дивљач је огулила кору са 1744 стабла америчког и пољског јасена и еурамеричке тополе старости 6-113 година. Стабла америчког јасена претрпела су највеће штете. У поређењу са прошлом годином, обим и размере штета су значајно мање. У периоду јул-октобар код ШУ Апатин иста врста дивљачи је јако оштетила и огулила 1119 стабалаца топола и врба у младим културама старости 1-4 године.

Штете од срнеће дивљачи утврђене су у једногодишњим културама тополе и врбе на подручју ШУ Тител (лок. Шајкашка, одел. 3b, c; одел. 10a, чистине 1 и 2). Све прстеноване саднице и саднице огуљене на бело више од 50% обима коре су „чеповане“ са циљем да се регенеришу из корена (укупно 1088 садница).

V АБИОТИЧКИ ФАКТОРИ

Касни пролећни мраз

Штете од касног пролећног мраза (21, 22 и 26. априла 2016.) забележене су на подручју ШГ Сомбор и то на храстовом подмлатку старости 2-11 година (Слика 11, 12).

Слика 11 и 12. Штете од касног пролећног мраза
(ШГ Сомбор, лок. Колут-Козара, одел. 25f и 25b)
Figure 11 and 12. *Damages caused by late spring frost*
(FE Sombor, loc. Kolut-Kozara sect. 25f and 25b)

Лисна маса храста била је у различитом степену оштећена мразом у зависности од старости и фенофазе листања биљака на 240,1ha. Све биљке су у даљем току вегетације обновиле лисну масу.

Штете од олујног невремена и обилних падавина у ШУ Апатин

Дана 27. 06. 2016. године у периоду од 17³°-19°°h подручје ШУ Апатин погодило је олујно невреме из правца запада праћено ударима ветра олујне јачине преко 100km/h и провалом облака (измерено 117 l/m² за 1h на метеоролошкој станици Рибарево). Главни удар олујног невремена почео је у долини Драве ширећи се и појачавајући се изнад Копачког рита, захватајући подручје од Апатина па на југ коритом Дунава. Највеће штете у културама и састојинама свих старости настале су у појасу ширине око 9km и површине око 3500ha на ревирима Зверињак, Канлија песак, Дубоки јендек, Стаклара и Кошаре-Бакуља.

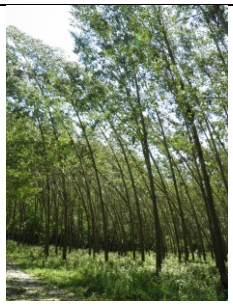
Слика 13. Ветролом (ШУ Апатин, лок. Апатински рит, одел. 15b) (29. 06. 2016.)
Figure 13. *Windbreak (FE Apatin loc. Apatinski rit sect. 15b) (June 29th, 2016)*

Слика 14. Ветролом (ШУ Апатин, лок. Апатински рит, одел. 18h) (29. 06. 2016.)
Figure 14. *Windbreak (FE Apatin loc. Apatinski rit sect. 18h) (June 29th, 2016)*

Слика 15. Ветроповијање (ШУ Апатин, лок. Заштићене шуме, одел. 24b) (29. 06. 2016.)
Figure 15. The wind curved trees (FE Apatin loc. Zaštićene šume sect. 24h) (June 29th, 2016)

Слика 16. Ветроповијање (ШУ Апатин, лок. Заштићене шуме, одел. 52a) (29. 06. 2016.)
Figure 16. The wind curved trees (FE Apatin loc. Zaštićene šume sect. 52a)
(June 29th, 2016)

Слика 15. Ветроповијање (ШУ Апатин, лок. Заштићене шуме, одел. 24b) (29. 06. 2016.)
Figure 15. *The wind curved trees (FE Apatin loc. Zaštićene šume sect. 24h) (June 29th, 2016)*



Слика 16. Ветроповијање (ШУ Апатин, лок. Заштићене шуме, одел. 52a) (29. 06. 2016.)
Figure 16. *The wind curved trees (FE Apatin loc. Zaštićene šume sect. 52a) (June 29th, 2016)*

Слика 17. Ветроповијање (ШУ Апатин, ГЈ Заштићене шуме, одел. 23j) (29. 06. 2016.)
Figure 17. *The wind curved trees (FE Apatin loc. Zaštićene šume sect. 23j) (June 29th, 2016)*

Слика 18. Ветроповијање (ШУ Апатин, ГЈ Заштићене шуме, одел. 52c) (29. 06. 2016.)
Figure 18. *The wind curved trees (FE Apatin loc. Zaštićene šume sect. 52c) (June 29th, 2016)*

На северу горња граница великих оштећења је била у ГЈ Апатински рит, одел. 14/15, а на југу оделења 52/53 и делови 76-ог оделења, а у ГЈ Заштићене шуме од 14-39 оделења. На овом простору готово да није било оделења, односно одсека у коме нису забележене мање или веће штете на стаблима – првенствено у засадима топола и врба. Штете у овим засадима, у зависности од старости стабала, огледале су се у појави ветроповијања, ветролома и ветроизвала (Слика 13-18). У младим засадима топола предложено је исправљање и анкеровање стабалаца канапима, а у старијим засадима дати су предлози за санитарну сечу превршених стабала, уклањање оборених стабала, припрему терена за ново пошумљавање и др.

Мониторинг сушења стабала у састојинама тврдих лишћара и културама четинара

Корисници шума на територији Војводине спровели су у периоду мај-јуни 2016. године мониторинг сушења стабала на огледним пољима постављеним у састојинама тврдих лишћара и културама четинара. У односу на претходни период осматрања (мај-јуни 2015.), на неким огледним пољима је уочен наставак процеса сушења стабала. На њима су констатована стабла са сувим бочним или вршним гранама, као и појединачна потпуно сува стабла. Томе је по нашем мишљењу највише допринело веома топло и сушно лето 2015. године (у јуну, јулу и првој половини августа забележен је изразит дефицит падавина).

На подручју ШГ Нови Сад стање у погледу сушења стабала лужњака и цера на огледним пољима остало је непромењено у односу на период мај-јуни 2015. године.

1. Ристовача (одел. 9h) - код свих 15 стабала дефолијација 20%.
2. Ристовача (одел. 9i) - на 13 од 15 стабала дефолијација 10-20%.
3. Церик (одел. 1f) - на 13 од 15 стабала дефолијација 5-15%.
4. Церик (одел. 1j) - сва стабла са дефолијацијом 10-20%.
5. Бођанска шума (одел. 11a) - три стабла потпуно сува, остала са дефолијацијом 10-50%.
6. Бођанска шума (одел. 12a) - два стабла потпуно сува, остала са дефолијацијом 10-50%.

На подручју ШГ Сомбор, огледне површине су постављене у ШУ Бачки Моноштор (13), ШУ Оџаци (5) и ШУ Апатин (1).

На неким огледним пољима у ШУ Бачки Моноштор стање се погоршало јер су евидентирана стабла са већим бројем сувих грана у односу на прошлу годину и појединачна потпуно сува стабла. Огледна поља на којима је уочен даљи процес сушења стабала обележена су звездицом (*):

1. Штрбац (одел. 12a) - на једном од 15 огледних стабала уочено сушење врха.
2. Штрбац (одел. 13a) - на 7 од 30 огледних стабала дефолијација <5%.
3. Штрбац (одел. 13c) - на 4 од 30 огледних стабала дефолијација <5%.
4. Штрбац (одел. 16a) - на 4 од 30 огледних стабала дефолијација <5%.
5. Козара (одел. 19d) - на 3 од 15 огледних стабала дефолијација 10-20%.
6. Козара (одел. 20e) - два стабла су потпуно сува (посечена), а три са дефолијацијом 10% (издвојено 15 огледних стабала) (*)
7. Козара (одел. 22a) - на 4 од 15 стабала дефолијација 10-30%.
8. Козара (одел. 22g) - на 8 од 30 огледних стабала дефолијација 10-20%.
9. Козара (одел. 27a) - два стабла потпуно сува (издвојено 15 огледних стабала) (*)
10. Козара (одел. 27b) - сушењем захваћено 18 од 30 огледних стабала (два стабла потпуно сува, остала са дефолијацијом 10-30%. (*)

11. Козара (одел. 30b) - сушењем захваћено 5 од 15 огледних стабала (једно стабло потпуно суво, остала са дефолијацијом 10-20%) (*)
12. Козара (одел. 32p) - једно стабло потпуно суво и пет са дефолијацијом 10-30% (издвојено 15 стабала) (*)
13. Козара (одел. 32s) - једно стабло потпуно суво и осам са дефолијацијом 10-20% (издвојено 15 огледних стабала) (*)

На свим огледним површинама за мониторинг у ШУ Оџаци уочен је, на већем броју стабала, даљи процес сушења (*):

1. Брањевина (одел. 8e) - на 19 од 30 огледних стабала дефолијација 10-20% (*)
2. Брањевина (одел. 16b) – три потпуно сува стабла, а остала са дефолијацијом 5-15% (издвојено 30 огледних стабала) (*)
3. Брањевина (одел. 21b) – једно стабло суво, а пет са дефолијацијом 5-15% (издвојено 15 огледних стабала) (*)
4. Брањевина (одел. 22f) - на 7 од 15 огледних стабала дефолијација 10-50% (*)
5. Брањевина (одел. 27b) - на 12 од 15 огледних стаблима дефолијација 10-20% (*)

На површини за мониторинг у ШУ Апатин стање је погоршано у односу на претходни период (*):

1. Заштићене шуме (одел. 1a) - на 6 од 30 стабала дефолијација 10-20% (*)

На подручју ШГ Сремска Митровица мониторинг сушења стабала је спроведен на огледним пољима у ШУ Кленак. Видљиве промене у смислу сушења стабала нису констатоване:

1. Сенајске Баре I – Каракуша (лок. Малетића Луг) (одел. 2a) - на 11 од 15 огледних стабала примећени су под кором стабала симптоми присуства гљива из рода *Phytophthora*. На пет стабала дефолијација 5-15%.
2. Сенајске Баре I – Каракуша (одел. 51a) – на 11 од 30 стабала присутни су симптоми присуства гљива из рода *Phytophthora* уз констатацију да су 4 стабла са просветљеним крошњама (5-10%).

На Делиблатској пешчари мониторинг сушења стабала је обављен у културама црног и белог бора на 5 контролних пунктова. На сваком пункту постављена су огледна поља са по 15 и 30 стабала у оделењима 24b, 56b, 244b, 423a и 452a.

1. одел. 24b (површина за мониторинг 1; 15 стабала): једно суво стабло; (површина за мониторнг 2; 30 стабала): три сува стабла

2. одел. 56b (површина за мониторинг 1; 15 стабала): нема сушења

3. одел. 244b (површина за мониторинг 1; 15 стабала): нема сушења; (површина за мониторинг 2; 30 стабала): три сува стабла нападнута поткорњацима

4. одел. 423a (површина за мониторинг 1; 15 стабала): нема сушења; (површина за мониторинг 2; 30 стабала): три сува стабла

5. одел. 452a (површина за мониторинг 1; 15 стабала): нема сушења; (површина за мониторинг 2; 30 стабала): два сува стабла нападнута поткорњацима

ЗАКЉУЧАК

У шумама, засадима и плантажама на територији Војводине јавио се током 2016. године велики број биотичких и абиотичких штетних фактора. Као најзначајнији у смислу наношења штета означени су инвазивна гљива *Chalara fraxinea* која је утврђена у практично свим младим културама пољског јасена и храстова мрежаста стеница (*Corythucha arcuata*) која је од прошле године присутна на готово свим храстовим подручјима у Војводини. Остали штетни организми су регистровани у релативно мањем обиму, а против неких предузете су мере сузбијања. На значајним површинама хемијски је сузбијана храстова пепелница (*Microsphaera alphitoides*), *Dothistroma pini* и бубе листаре (фам. Chrysomelidae), а на мањим површинама храстов савијач (*Tortrix viridana*), биљне ваши (Aphididae), мали тополин стаклокрилац (*Paranthrene tabaniformis*). Велике штете у засадима и састојинама лишћара причинила је јеленска дивљач на подручју ШГ Сомбор. Олујно невреме праћено јаким ударима ветра и обилним падавинама причинило је велике штете засадима меких лишћара на подручју ШУ Апатин. Штете су се огледале у појави ветроповијања, ветролома 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

Bakys, R., Vasaitis, R., Barklund P., Ihrmark, K., Stenlid, J. (2009a): Investigations concerning the role of *Chalara fraxinea* in declining *Fraxinus excelsior*. Plant Pathology 58 (2): 284-292. http://www.blackwell-synergy.com/loi/ppa

Bakys, R., Vasaitis, R., Barklund P. Thomsen, IM, Stenlid J. (2009b): Occurrence and pathogenicity of fungi in necrotic and non-symptomatic shoots of declining common ash (*Fraxinus excelsior*) in Sweden. European Journal of Forest Research 128 (1): 51-60

Davydenko, K.V., Meshkova, V.L. (2014): European Ash (*Fraxinus excelsior*) dieback–Situation in Europe and Ukraine. http://ejournal.studnubip.com/wp-content/uploads/2014/12/Davydenko.pdf

Drekić, M., Poljaković-Pajnik, L., Pap, P., Marković, M., Vasić, V., Pilipović, A. (2016): *Fenusella hortulana* (Hymenoptera: Tenthredinidae) - nova štetočina topola u Srbiji. Biljni lekar 44 (2): 162-167.

http://www.hidmet.gov.rs/ Republički hidrometeorološki zavod Srbije

Izveštaji službe prognozno-izveštajnih poslova u šumarstvu na teritoriji AP Vojvodine za 2014. i 2015. godinu. Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu – Novi Sad

Jankovsky, L., Holdenrieder, O. (2009): *Chalara fraxinea* – Ash Dieback in the Czech Republic. Plant Protection Science 45 (2): 74-78.

Karadžić, D., Mihajlović Lj., Milanović, S., Stanivuković, Z. (2011): Priručnik izveštajne i dijagnostičko prognozne službe zaštite šuma. Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, 517.

Kowalski, T. (2006): *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. Forest Pathology 36 (264-270).

Kowalski, T., Holdenrieder, O. (2009a): Pathogenicity of *Chalara fraxinea*. Forest Pathology, 38: (1-7). http://www.blackwell-sinergy.com/loi/efp

Kowalski, T., Holdenrieder, O. (2009b): The teleomorph of *Chalara fraxinea*, the causal agent of ash dieback. Forest Pathology, 39(5): 304-308. http://www.blackwell-sinergy.com/loi/efp.

Lygis, V., Vasiliauskas, R., Larsson, K.H., Stenlid, J. (2005): Wood-inhabiting fungi in stems of *Fraxinus excelsior* in declining ash stands of northern Lithuania, with particular reference to *Armillaria cepistipes*. Scandinavian Journal of Forest Research 20(4): 337-346.

Pap, P., Drekić, M., Poljaković-Pajnik, L., Marković, M., Vasić V. (2015): Monitoring zdravstvenog stanja šuma na teritoriji Vojvodine u 2015. godini. Topola 195/196: 117-133.

Schumacher, J., Kehr, R., Leonhard S. (2010): Mycological and histological investigations of *Fraxinus excelsior* nursery saplings naturally infected by *Chalara fraxinea*. Forest Pathology, 40 (5): 419-429. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0329.2009.00615.x/full

Summary

FOREST HEALTH IN VOJVODINA IN 2016

by

Predrag Pap, Milan Drekić, Leopold Poljaković-Pajnik, Miroslav Marković, Verica Vasić

Numerous harmful biotic and abiotic factors in the forest stands and plantations in Vojvodina during 2016 were observed. The most damaging were: invasive fungus Chalara fraxinea which was present in almost all young plantations of narrow-leaved ash and oak lace bug (Corythucha arcuata) which is from the previous year present in almost all oak areas in Vojvodina. Other harmful organisms appeared in the relatively lower population density. In the large areas chemical control measures were taken against oak powdery mildew (Microsphaera alphitoides), Dothistroma pini and leaf beetles (fam. Chrysomelidae). Against green oak tortrix moth (Tortrix viridana), aphids (Aphididae) and poplar twig borer (Paranthrene tabaniformis) chemical masures were taken in small extent. Big game species caused great damage in the broadleaved stands in Forest estate Sombor. Severe thunderstorm accompanied by strong wind gusts and heavy rain caused the great damage to plantations of broadleaves in Forest administration Apatin. Damages were: curving, windbreak and uprooting of trees.

Prikaz publikacije *Book review*

FAUNA LEPIDOPTERA NACIONALNOG PARKA "Đerdap"
Deo drugi - Microlepidoptera (Superfamilia Pyraloidea)
(2016)

Dejan V. Stojanović, Nenad Z. Radaković

Izdavači:

Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad
JP Nacionalni park "Đerdap", Donji Milanovac

U monografiji su predstavljeni rezultati višegodišnjih istraživanja Microlepidoptera (Superfamilia Pyraloidea) Nacionalnog parka " Đerdap " (istočna Srbija). Evidentirano je ukupno 74 vrste iz 52 roda, 6 tribusa, 9 podfamilija, i 2 familije. Prema zoogeografskoj pripadnosti, dominantne su palearktičke vrste (23), slede evropske vrste (20), zatim evroazijske vrste (14), dok je nešto manje evropsko-mediteranskih vrsta (11).

Osnovni rezultati istraživanja prikazani su u sistematskom delu ovog dela. Predstavljene su UTM mape svih pronađenih vrsta u okviru studirane oblasti (Mape 1-74), fotografije adulata velikog broja vrsta (Sl. 7-75) i fotografije hitinskih armatura genitalnih aparata većeg broja vrsta (Sl. 76-143).

Utvrđivanje diverziteta entomofaune, posebno faune leptira, predstavlja prvu fazu u celovitom pristupu očuvanja raznovrsnosti insekata i njihove zaštite. U okviru insekata, značajan procenat vrsta (kvalitativno i kvantitativno) čine leptiri (20%), a od ovog broja oko dve trećine čine mikrolepidoptere. Kvantitativno, pripadnici reda Lepidoptera (svi životni stadijumi), predstavljaju tri četvrtine ukupne mase životinjskog sveta i prve karike složenih lanaca ishrane u šumskim ekosistemima.

Pojedine vrste mikrolepidoptera mogu predstavljati opasne štetočine u šumarstvu i poljoprivredi, ali takođe i veoma korisne insekte, koji značajno mogu redukovati nepoželjne korovske biljke.

Od 74 vrsta Microlepidoptera (superfamilia Pyraloidea) nađenih u Nacionalnom parku „Đerdap“, 4 vrste (5,4% od ukupnog broja zabeleženih vrsta) može biti potencijalno štetno. To su vrste: *Acrobasic fallouella* (Ragonot, 1871),

Acrobasis sodalella Zeller, 1848*, Etiella zinckenella* (Treitschke, 1832) i *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859). Šimširov plamenac *Cydalima perspectalis* je konstatovan na prostoru Nacionalnog parka Đerdap u naseljenim mestima, Donjem Milanovcu i Kladovu gde je svojom ishranom pričinio znatne štete na šimširu. Štetni i potencijalno štetni moljci sakupljeni u Nacionalnom parku „Đerdap“ navedeni su u katalogu, kao i njihove osnovne karakteristike.

Ovo delo će poslužiti kao polazna osnova naučnim radnicima koji će se baviti daljim istraživanjima faune leptira, ali i zaštite šuma, kao i doktorantima, studentima master studija i stručnjacima koji žele da unaprede svoje znanje iz ove oblasti, pa i svim ljubiteljima prirode i zaljubljenicima u Nacionalni park „Đerdap“.

Uredništvo

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 recenzenata konačno odredjuje.

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 slovima.

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 alfabetski poredak citiranih radova. Za svaki rad se navodi prezime i prvo slovo imena svih autora, godina publikovanja rada (u zagradi), pun naslov rada, naziv časopisa, 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 / glavni i odgovorni urednik Saša Orlović. - God. 1, br. 1 (1957)- . - Novi Sad : Istraživačko razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, 1975-. - 24 cm

Dva puta godišnje. - Rezimei na engleskom jeziku.
ISSN 0563-9034

COBISS.SR-ID 4557314