

TOPOLA

POPLAR

2013 (MMXIII)

NOVI SAD

Nº 191/192

YU ISSN 0563-9034

Izdavač

INSTITUT ZA NIZIJSKO ŠUMARSTVO I ŽIVOTNU SREDINU

Redakcioni odbor

Dr Saša Orlović, Dr Bojana Klašnja, Dr Savo Rončević, Dr Zoran Galić, Dr Petar Ivanišević, 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 - 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

Dr Saša Orlović

Glavni urednik

Dr Branislav Kovačević

Tehnički urednik

Mr Leopold Poljaković-Pajnik

UDK klasifikacija

Radmila Kevrešan

Štampa

Štamparija "Old commerce" – Novi Sad

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

Rédei K., Keserű Z., Antal B.

TENDING OPERATION MODELS FOR LEUCE POPLAR STANDS GROWING
ON SANDY SOILS IN HUNGARY

Rédei K., Keserű Z., Antal B.

MODEL OPERACIJA NEGE U PLANTAŽAMA LEUCE TOPOLA NA PESKOVITIM
ZEMLJIŠTIMA MAĐARSKE

1

Пекеч С., Стојнић С., Кеберт М., Галовић В., Марковић М.

ДИНАМИКА МОМЕНТАЛНЕ ВЛАГЕ НА РАЗЛИЧИТИМ ФОРМАМА
ЗЕМЉИШТА ТИПА ФЛУВИСОЛ

Pekeč S., Stojnić S., Keber M., Galović V., Marković M.

DYNAMICS OF SOIL MOISTURE IN DIFFERENT FORMS OF FLUVISOL SOIL

9

Katanić M., Kovačević B., Glowska N., Paoletti E., Vasić, S., Matavulj M., Kraigher H.

NASELJENOST KORENA TOPOLA EKTOMIKORIZNIM, ARBUSKULARNO
MIKORIZNIM I TAMNIM SEPTIRANIM ENDOFITSKIM GLJIVAMA

Katanić M., Kovačević B., Glowska N., Paoletti E., Vasić, S., Matavulj M., Kraigher H.

COLONIZATION OF POPLAR ROOTS WITH ECTOMYCORRHIZAL, ARBUSCULAR
MYCORRHIZAL AND DARK SEPTATED ENDOPHYTIC FUNGI

17

Марковић М., Орловић С., Пап П., Галовић В., Пекеч С., Галић З.

УТИЦАЈ ТЕМПЕРАТУРЕ НА ПОРАСТ МИЦЕЛИЈЕ ГЉИВЕ *Daedaleopsis confragosa* (Bolt.: Fr.) J. Schröt.

Marković M., Orlović S., Pap P., Galović V., Pekeč S., Galić Z.

THE INFLUENCE OF TEMPERATURE ON MICELIUM GROWTH OF *Daedaleopsis confragosa* (Bolt.: Fr.) J. Schröt. FUNGUS

21

Drekić, M., Poljaković–Pajnik, L., Vasić, V., Vasić, S.

MONITORING ROJENJA IMAGA *Platypus cylindrus* Fab.

Drekić, M., Poljaković – Pajnik, L., Vasić, V., Vasić, S.

MONITORING OF IMAGO (PLATYPUS CYLINDRUS FAB.) SWARMING

43

Ivanišević P., Galić Z., Pekeč S., Rončević S., Andrašev S., Kovačević B.
ZNAČAJ PODIZANJA BAFER ŠUMA U FUNKCIJI ZAŠTITE OD
DEGRADACIONOG PROCESA ALKALIZACIJE PRIMARNIH
POLJOPRIVREDNIH ZEMLJIŠTA U VOJVODINI

Ivanišević P., Galić Z., Pekeč S., Rončević S., Andrašev S., Kovačević B.

THE SIGNIFICANCE OF BUFFER FOREST STANDS IN THE FUNCTION OF THE
PROTECTION OF DEGRADATION PROCESS OF ALCALIZATION OF THE PRIMARY
AGRICULTURAL OILS IN VOJVODINA

51

Trudić B., Andelković B., Tešević V., Orlović S., Jadranin M.B., Krstić G., Galović, V.

CHEMICAL ANALYSIS OF LEAF CUTICULAR WAX OF POPLAR CLONES
IN SERBIA

Trudić B., Andelković B., Tešević V., Orlović S., Jadranin M.B., Krstić G., Galović, V.
HEMIJSKA ANALIZA POVRSINSKOG VOSKA SA LIŠĆA KLONOVA TOPOLA IZ SRBIJE

63

Галић З., Иванишевић П., Клашња Б., Кеберт М.

ОПТЕРЕЋЕНОСТ ЗЕМЉИШТА ТЕПИКИМ МЕТАЛИМА У
НАЈЗНАЧАЈНИЈИМ ТИПОВИМА ШУМА ХРАСТА ЛУЖЊАКА
ЗАХВАЂЕНИХ РАЗЛИЧИТИМ СТЕПЕНИМА СУШЕЊА

Galić Z., Ivanišević P., Klašnja B., Keber M.

SOIL HEAVY METALS CONTENTS IN THE MOST IMPORTANT TYPES OAK FORESTS
AFFECTED BY DIFFERENT DEGREES OF DRYING

73

Stojanović D., Levanič T., Orlović S., Matović B.

UPOTREBA NAJSAVREMENIJIH DENDROKOLOŠKIH METODA U CILJU
BOLJEG RAZUMEVANJA UTICAJA IZGRADNJE SAVSKOG NASIPA NA
SUŠENJE HRASTA LUŽNJAKA U SREMU

Stojanović D., Levanič T., Orlović S., Matović B.

ON THE USE OF THE STATE-OF-THE-ART DENDROECOLOGICAL METHODS WITH
THE AIM OF BETTER UNDERSTANDING OF IMPACT OF SAVA RIVER PROTECTIVE
EMBANKMENT ESTABLISHMENT TO PEDUNCULATE OAK DIEBACK IN SREM

83

Kovačević B., Orlović S., Katanić M., Vasić, S.

UTICAJ 2,3,5-TRIJODBENZOVE KISELINE I JONA SREBRA NA
OŽILJAVANJE ROBINIA SP. IN VITRO

Kovačević B., Orlović S., Katanić M., Vasić, S.

INFLUENCE OF 2,3,5-TRIODOBENZOIC ACID AND SILVER IONS ON ROOTING IN
ROBINIA SP. IN VITRO

91

Савчић, Б., Стеванов, М., Орловић, С., Стаменовски, Н.

ЛИНИЈСКИ ЗАСАДИ У НОВОМ САДУ – СТАВОВИ И МИШЉЕЊА
ГРАЂАНА О ПОСТОЈЕЋИМ ЗЕЛЕНИМ ГРАДСКИМ ПОВРШИНАМА

Savčić, B., Stevanov, M., Orlović, S., Stamenovski, N.

ALLEYS OF NOVI SAD - THE VIEWS AND OPINIONS OF CITIZENS ABOUT EXISTING
URBAN GREEN AREAS

101

TENDING OPERATION MODELS FOR LEUCE POPLAR STANDS GROWING ON SANDY SOILS IN HUNGARY

Károly Rédei^{1*}, Zsolt Keserű¹, Borbála Antal²

Abstract: A more intensive integrated research and development approach to the work carried out on the growth on sandy soils of stands of Leuce poplars, primarily the white poplar (*Populus alba*) and its natural hybrid the grey poplar (*Populus x canescens*), has been adopted in recent years, revealing several factors influencing stand growth. The fact that certain ecological factors influencing fundamentally the growth of trees have become unfavourable in Hungary in recent years has led to the more extensive use of white poplar (and its hybrids) in the course of afforestation and forest regeneration schemes. The study presents a new, simplified tending operation model for Leuce poplar stands and age, growing space and target diameter models suitable for quality log production and for mass assortments. The simplicity of these practice-oriented models may foster the qualitative development of Leuce poplar management in Hungary.

Key words: Leuce poplars, tending operation models, growing space regulation

MODEL OPERACIJA NEGE U PLANTAŽAMA LEUCE TOPOLA NA PESKOVITIM ZEMLJIŠTIMA MAĐARSKE

Izvod: Sve intenzivniji pristup putem integrisanih istraživanja i razvoja radu na rastu na peskovitim zemljištima zasada Leuce topola, primarno bele topole (*Populus alba*) i njenog prirodnog hibrida, sive topole (*Populus x canescens*) je usvojen prethodnih godina, otkrivajući nekoliko faktora koji utiču na rast zasada. Činjenica da su pojedini ekološki faktori koji fundamentalno utiču na rast drveća u poslednje vreme postali nepovoljni u Mađarskoj je dovela do sve ekstenzivnijeg iskorišćavanja bele topole (i njenih hibrida) kada su u pitanju pošumljavanja i planovi regeneracije šuma. Studija predstavlja novi, pojednostavljeni model operacija nege za zasade Leuce topola i daje modele zasnovane na starosti, razmaku sadnje i ciljanom prečniku stabla, pogodnim za proizvodnju kvalitetnih trupaca i za masovnu proizvodnju drveta. Jednostavnost ovih modela koji su namenjeni praksi bi mogla da podstakne razvoj u kvalitativnom smislu u gazdovanju Leuce topolama u Mađarskoj.

Ključne reči: Leuce topole, modeli operacija nege, regulacija vegetacionog prostora

¹ Hungarian Forest Research Institute, Sárvár, Hungary

² Faculty of Agriculture, University of Debrecen, Hungary

*Corresponding author: [redei.karoly@t-online.hu](mailto:redel.karoly@t-online.hu), H-9600 SÁRVÁR, Várkerület 30/A

INTRODUCTION

Leuce poplars, primarily white poplar (*Populus alba*) and its most important natural hybrid the grey poplar (*Populus x canescens*), are tree species native to Hungary (Kopecky, 1962, 1978; Szodfridt and Palotás, 1973; Rédei, 1991). Due to their favourable silvicultural and growth characteristics, as well as the possibilities for the utilisation of their wood, the area they occupy is increasing continuously. The most important task facing Hungarian poplar growers is improving the quality and increasing the quantity of poplar stands for wood production (Rédei, 2000).

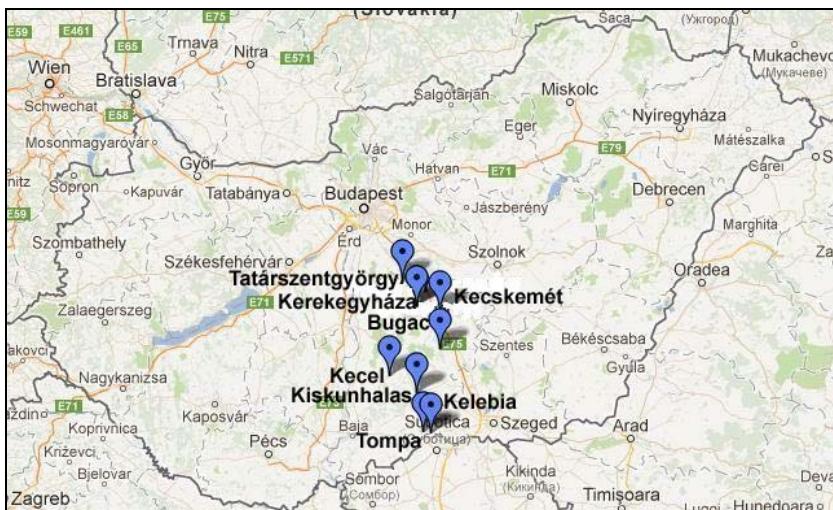
The area occupied by the two species in 2006 was 65 000 ha (3.2 % of the total forest area), with a standing volume of 9.8 million m³ (163 m³ ha⁻¹) (Führer et al., 2009). Their importance will continue to increase across the large areas of marginal land not suitable for the cultivation of hybrid poplars but able to accommodate these native species (Rédei, 1991; 1994; 2000).

Other species that may be used for the purposes of plantation forestry in addition to these poplar species are black locust, red oak and black walnut. Common walnut plantations may also play a role, but the silvicultural significance of this tree species is negligible.

From among the above listed tree species the models for tending operations and the tables for age-growth space-target diameter models are suitable for production of large, quality wood material as well as mass assortments produced in white and grey poplar stands.

MATERIALS AND METHODS

The models developed are based on a yield table for white and grey poplars (Rédei et al., 2012). It was constructed from data gathered from 50 permanent and 20 temporary forest inventory sample plots (500-1000 m²). The stands sampled were located in the vicinity of N 46° 31' 10" and E 19° 26' 46" (Fig.1). The age of the stands varied between 5 and 45 years.

**Figure 1.** Locations of the sampling plots*Slika 1. Lokaliteti oglednih površina*

During the stand surveys, the key stand characteristics were measured (surviving stem number, dbh, tree height and mean tree volume) (Laar and Akca, 1997). Stem volume was estimated using the following volume function (Sopp and Kolozs, 2000):

$$v = 10^{-8} d^2 h^1 \left(h/[h - 1.3] \right)^2 [-0.4236 d h + 12.43 d + 4.6 h + 3298]$$

where v is stem volume (m^3), d is diameter at breast height (cm) and h is tree height (m).

The regression analyses were calculated using a computer-based statistics programme (STATISTICA 8.0 data analysis software system - StatSoft Inc., 2008). The expected height values of the stands at the reference age (25 years) according to the yield classes are: 24.2 m, 21.6 m, 19.0 m, 16.4 m, 13.8 m and 11.2 m. On the basis of the fitted guide curve and the reference age (100 %), a percentage value was calculated at any age and for any yield class. The yield table (Rédei et al., 2012) was constructed using the following formulae and coefficients (a detailed dataset is available from the authors):

1. Age of stand (A)
2. H_m = average height of stand (height of dominant and co-dominant trees) in m:

$$H_m = 1.21592 \times (1 - e^{-0.09236A})^{1.8334}$$
3. D_m = average DBH of stand in cm:

$$D_m = 1.58356 + 0.73502 \times H_m + 0.01571 \times H_m^2$$

with $R^2 = 0.886$

4. V_m = volume of stand in $m^3 \text{ ha}^{-1}$
 $V_m = BA_m \times H \times F_m$, where
 $H \times F_m$ = form-height quotient
 $H \times F_m = 1.96791 + 0.40778 \times H_m$
with $R^2 = 0.923$

5. BA_m = basal area of stand in $m^2 \text{ ha}^{-1}$:

$$BA_m = \frac{D_m^2 \times \pi}{4 \times 10000} \times N_m$$

6. N_m = stocking density of stand in trees ha^{-1} :
 $N_m = e^{8.75483 - 0.83879 \ln D_m}$
with $R^2=0.826$

SIMPLIFIED TENDING OPERATION MODEL FOR LEUCE POPLAR STANDS

Leuce poplars are fast-growing species. Seedlings quickly emerge from competition with weeds. In-line and inter-row weeding is required in the first years after plantation establishment by means of seeding, as is the removal of failed plants. During tending operations it is important to take into consideration the fact that plantations consist of trees of varied genetic make-up (genotype). In terms of the demand for light, it is worth remembering that Leuce poplar reacts extremely strongly to light availability. It also tolerates shade very well (Tóth, 1996; Führer et al., 2009).

Table 1 contains a simplified tending operation model for Leuce poplar (white and grey poplar) stands. The choice of the most suitable spacing depends on the quality of the planting material and the particular site conditions. In the table all of the data are presented by six yield classes. The mean tree height is the most important model factor because it determines the timing of the particular tending operation. Thinnings (to expand the available growing space) must be carried out when the stocking density approaches the stem number quoted in the table. Trees of cylindrical stem-shape with straight fibre-formation, and dense foliage, monopodial growth and good health have priority when selections are made. Based on investigation results gained up to now, on good sites the stocking at final felling (35-40 years) could be 350-400 trees/ha. On medium sites the final cutting age is 30-35 years and 5-600 trees per ha can be planned. During the thinnings prunings must be done on final crop trees up to a height of 5-6 m, resulting in a branchless stem up to this height.

In the case of plantations planted at spacings of either 3 x 3 m or 3 x 2 m, there is no need for thinning, except where the sapling growth is unstable. In the event of initial spacings narrower than 3 x 1 m or 2.5 x 1 m, one or two thinnings are recommended for plantations established with white poplar clones.

Table 1. Simplified tending operation model for Leuce poplar (white and grey poplar) stands

Tabela 1. Pojednostavljenje operacija nege u zasadima Leuce topola (bela i siva topola)

| Tending operation <i>Operacija nege</i> | Number <i>Broj</i> | Tending operation <i>Operacija nege</i> | | | Stocking density (stems ha ⁻¹) <i>Gustina zasada (stabala ha⁻¹)</i> |
|--|-----------------------|--|---|--|---|
| | | To be carried out in year... <i>Da bude izvedena godine...</i> | To be carried out at H _m (m) and yield class... <i>Da bude izvedena na H_m (m) i klasi ...</i> | Tending operation <i>Operacija nege</i> | |
| | | Before <i>Pre</i> | After <i>Nakon</i> | | |
| Cleaning <i>Rana proreda</i> | 1. | 5–10 | 6 | I–VI | >3000 |
| | 2. | 11–14 | 8–11 | I–VI | 3000 1300–1800 |
| Thinning <i>Kasnja proreda</i> | 1. | 15–20 | 12–17 | I–V | 1300–1800 |
| | 2. | 21–25 | 16–23 | I–IV | 650–1200 650–1200 350–600 |
| Final cutting <i>Završna seća</i> | | 40 30–35 | | I–II III–IV | 350–400 500–600 |
| | | 25–30 20–25 | | V VI | 800–900 1000–1100 |

Remarks for the use of the tending operation model:

- When planning the thinning operation, the better the estimated yield class, the lower the stem number value after thinning to be applied.
- White poplar stands in yield classes V–VI are not suitable for quality wood production.

AGE, GROWING SPACE AND TARGET DIAMETER MODELS FOR LEUCE POPLAR STANDS

In plantation forestry *the timing of the expansion of the available growing space* is significant with respect to reaching the target assortments by maintaining the near optimal stocking density per hectare (growth space). The site (ecological) factors essentially define the target assortments; for example, whether the opportunity for the production of sizeable, quality wood material (panel log, saw-log) exists or merely thinner wood assortments (cutting, pallet and box basic material), pulp, fibre, chippings and basic wooden board materials.

The data in *Table 2* show that an opportunity for the production of quality, sizeable logs is possible in white and grey poplar stands classified yield class I–III. For white and grey poplar stands in yield class IV – assuming an average harvesting age of 30 years – a target diameter of 18 to 20 cm can be planned with great certainty. The sustainable stocking density per hectare depending on the yield class varies from 320 to 560 stems.

Table 2. Age-target diameter model for Leuce poplar (white and grey poplar) stands suitable for quality log production

Tabela 2. Model za prečnik u ciljanoj godini za zasade Leuce topola (bela i siva topola) pogodnih za proizvodnju kvalitetnih trupaca

| Factors Faktori | | | |
|--|-----------------------------|--|--|
| Planned target diameter (DBH) (cm) <i>Planirani ciljani prečnik (DBH) (cm)</i> | Yield class <i>Klasa</i> | Years required to reach target diameter <i>Godine potrebne za dostizanje ciljanog prečnika</i> | Stocking density (stems ha ⁻¹) <i>Gustina zasada (stabala ha⁻¹)</i> |
| 18 | I | 14 | 560±5% |
| 18 | II | 17 | |
| 18 | III | 21 | |
| 18 | IV | 28 | |
| 20 | I | 16 | 515±5% |
| 20 | II | 18 | |
| 20 | III | 23 | |
| 20 | IV | 32 | |
| 25 | I | 21 | 425±5% |
| 25 | II | 25 | |
| 25 | III | 37 | |
| 30 | I | 28 | 365±5% |
| 30 | II | 42 | |

Table 3. Age-target diameter model for Leuce poplar (white and grey poplar) stands suitable for the production of mass assortments

Tabela 3. Model za prečnik u ciljanoj godini za zasade Leuce topola (bela i siva topola) pogodnih za masovnu proizvodnju drveta

| Factors Faktori | | | |
|--|-----------------------------|--|--|
| Planned target diameter (DBH) (cm) <i>Planirani ciljani prečnik (DBH) (cm)</i> | Yield class <i>Klasa</i> | Years required to reach target diameter <i>Godine potrebne za dostizanje ciljanog prečnika</i> | Stocking density (stems ha ⁻¹) <i>Gustina zasada (stabala ha⁻¹)</i> |
| 10 | IV | 11 | 920±5% |
| 10 | V | 14 | |
| 10 | VI | 19 | |
| 12 | IV | 13 | 790±5% |
| 12 | V | 17 | |
| 12 | VI | 25 | |
| 14 | IV | 15 | 690±5% |
| 14 | V | 24 | |
| 14 | VI | - | |
| 16 | IV | 20 | 620±5% |
| 16 | V | 31 | |
| 16 | VI | - | |

Table 3 shows that stands of yield classes IV and V are suitable for the production of mass assortments, and possibly even white and grey poplar stands of yield class VI with a target diameter of 10 to 12 cm. However, the management of stands characterised by these two lowest yield classes are usually loss producing and so are unsuitable for plantation forestry.

White and grey poplar stands growing under unfavourable ecological conditions also have an earlier harvesting age (generally between 25-30 years). The sustainable stocking density varies between 620-920 stems ha^{-1} depending on the yield class. In these stands – based on our yield studies – the reduction in stem number (thinning) carried out at age 15-17 does not lead to a significant increase in diameter growth.

CONCLUSIONS

White and grey poplar plantation management for improved growth is becoming ever more significant in lowland forestry. This fact was taken into account in the conception of this study, and fed into the novel planning tools developed to help increase the value of the material produced in Leuce poplar stands. In recent decades, growth models based on stand level data have gradually been replaced by stand growth models predicated on stem number frequencies and individual tree growth models. Nevertheless, traditional tending operation models will remain very useful tools for forest management and forest inventory. The published models can be widely used in the following areas of Leuce poplar management and forest inventory:

- statistical appraisal of Leuce poplar stands,
- harvest scheduling for Leuce poplar stands,
- volume estimations,
- drawing up and further development of silvicultural (tending operation) models for Leuce poplar stands,
- development of guidelines for local policies promoting native species, and
- national analysis of the growth of Leuce poplar stands.

REFERENCES

- Führer, E., Rédei, K., Tóth, B. (2009): Ültetvényeszerű fatermesztés 1. (Plantation Forestry 1.) Agroinform kiadó, Bp.: 108-125.
- Kopecky, F. (1962): Poplar breeding. In: Poplar growing in Hungary. Keresztesi, B. (ed.). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest: 83-117 [in Hungarian]
- Kopecky, F. (1978): Cross-breeding. In: Poplar and willow growing. KERESZTESI, B. (ed.). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest: 47-65.
- Laar, A., Akca, A. (1997): Forest mensuration. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Rédei, K. (1991): Improvement of Leuce poplars growing in Hungary. Erdészeti Kutatások 83: 304-312.
- Rédei, K. (1994): Yield of promising *P. alba* provenances on the Danube-Tisza region sands. Erdészeti Kutatások, 84: 81-90.

- Rédei, K. (2000): Early performance of promising white poplar (*Populus alba*) clones in sandy ridges between the rivers Danube and Tisza in Hungary. *Forestry*, 73(4): 407-413.
- Rédei, K., Keserű, Zs., Rásó, J. (2012): Practice-oriented yield table for white poplar stands growing under sandy soil conditions in Hungary. *SEEFOR*, 3(1): 33-40.
- Sopp, L., Kolozs, L. (ed.) (2000): Volume tables. ÁESZ, Budapest: 58-64.
- StatSoft, Inc. (2008): STATISTICA 8.0 data analysis software system
- Szodfridt, I., Palotás, F. (1973): Hazai nyárak. (Native poplars). In: DANSZKY, I. (ed.): Erdőművelés II. (Silviculture II). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, (in Hungarian).
- Tóth, B. (ed.) (1996): Poplar and willow growing in Hungary. Forest Research Institute, Budapest.

R e z i m e

MODEL OPERACIJA NEGE U PLANTAŽAMA LEUCE TOPOLA NA PESKOVITIM ZEMLJIŠTIMA MAĐARSKE

Rédei K., Keserű Z., Antal B.

*Sve intenzivniji pristup putem integrisanih istraživanja i razvoja radu na rastu na peskovitim zemljištim zasada Leuce topola, primarno bele topole (*Populus alba*) i njenog prirodnog hibrida, sive topole (*Populus x canescens*) je usvojen prethodnih godina, otkrivajući nekoliko faktora koji utiču na rast zasada. Činjenica da su pojedini ekološki faktori koji fundamentalno utiču na rast drveća u poslednje vreme postali nepovoljni u Mađarskoj je dovela do sve ekstenzivnijeg iskorišćavanja bele topole (i njenih hibrida) kada su u pitanju pošumljavanja i planovi regeneracije šuma. Studija predstavlja novi, pojednostavljeni model operacija nege za zasade Leuce topola i daje modele zasnovane na starosti, razmaku sadnje i ciljanom prečniku stabla, pogodnim za proizvodnju kvalitetnih trupaca i za masovnu proizvodnju drveta. Starost zasada Leuce topola u završnoj seći varira između 25 i 40 godina sa brojem stabala po hektaru od 400-900 u zavisnosti od klase. Podaci ukazuju da mogu da se trupci sa planiranim prečnikom od 18, 20, 25 i 30 cm. Broj godina potrebnih da se dostigne ciljni prečnik varira od 14 do 42. U zasadima IV i VI klase mogu da se dobiju trupci iz assortimana masovne proizvodnje drveta, prečnika od 10, 12, 14 i 16 cm. Broj godina potreban da se dostigne ciljani prečnik varira od 11 do 31. Jednostavnost ovih modela koji su namenjeni praksi bi mogla da podstakne razvoj u kvalitativnom smislu u gazdovanju Leuce topolama u Mađarskoj.*

ДИНАМИКА МОМЕНТАЛНЕ ВЛАГЕ НА РАЗЛИЧИТИМ ФОРМАМА ЗЕМЉИШТА ТИПА ФЛУВИСОЛ

Пекеч С., Стојнић С., Кеберт М., Галовић В., Марковић М.¹

Извод: Рад приказује кретање моменталне влаге земљишта мерење на три дубине на различитим формама земљишта типа флувисол у Средњем Подунављу током 2012. Године. Приказан је ниво подземне воде и водостај Дунава за наведену годину. Код свих истражених форми флувисола утврђен је исти тренд динамике подземне воде. Приметно је да садржај моменталне влаге земљишта зависи од падавина и од нивоа подземне воде.

Кључне речи: флувисол, влага земљишта, подземна вода, Дунав

DYNAMICS OF SOIL MOISTURE IN DIFFERENT FORMS OF FLUVISOL SOIL

Abstract: This paper presents the movement of the immediate soil moisture measured at three depths in different forms fluvisol land in the Middle Danube region during 2012. It also shows the level of underground water level of the Danube for the year. In all investigated fluvisol set the same trend dynamics of groundwater regardless of the depth measurement. It is notable that the immediate soil moisture content depends on the precipitation and level of groundwater.

Key words: fluvisol, soil moisture, groundwater, Danube river

1. УВОД

У формирању земљишта у инундацијама највећу улогу има ерозиона снага реке, а у складу с тим су формирани различити рељефни облици терена. Како ће која систематска јединица земљишта у полоју бити влажена не зависи само од хидролошког положаја, већ и од њене способности складиштења воде, редоследа и дебљине хоризоната и слојева, као и филтрационе способности земљишта. Иако се полоји река међусобно разликују, постоји у попречном и уздужном пресеку полоја сличност у пореклу и правилности таложења

¹ Др Саша Пекеч научни сарадник, Др Срђан Стојнић истраживач сарадник, Msc Марко Кеберт истраживач сарадник, Др Владислава Галовић виши научни сарадник, Др Мирослав Марковић, научни сарадник, Институт за низијско шумарство и животну средину, Антона Чехова 13, 21000 Нови Сад, Србија

суспендованог материјала. Оваква законитост послужила је за упознавање настанка земљишних творевина на алувијалним наносима. За образовање алувијалних (флувисол) земљишта најзначајнији је флувијални процес који се мењао у времену и простору.

Веома велику вертикалну слојевитост алувијалних земљишта Иванишевић, (1993), наводи као последицу флувијалне седиментације реке, где на малим просторима долази до нагле промене својства и високе варијабилности текстурног састава према Живанов, (1973, 1977, 1979, 1982). Физичка и хемијска својства флувисола зависе од броја слојева, њихове дебљине, механичког састава, порекла и редоследа, због тога се ретко говори о неким типичним својствима, већ се својства разликују од профила до профила (Живанов и Иванишевић, 1986). Заступљеност младих земљишта у инундацијама је највећа. По гранулометријском саставу иста спадају у песковите иловаче и иловasti песак, а има локалитета који су само песковити. Читава група ових земљишта има задовољавајућу профилну дренажу и доволно су прозрачна. Подземна вода је повезана са главним водотоцима. Имају задовољавајућу потенцијалну и ефективну плодност која потиче од периодичног намуљивања у току године. Жиковић et al., (1967), су пронашли одређену периодичност кретања подземне воде током године, односно на терену јужне Бачке се подземна вода подиже од новембра и постиже максимум у марта-априлу, задржавајући ту висину до краја јуна, а у јулу долази до пада нивоа услед велике евапотранспирације, која се креће према наводима аутора око 140 mm за наведено подручје. Аутори наводе да снижење подземног водостаја показује одређену корелацију са висином терена. Земљишта алувијалне равни припадају хидроморфном реду. Деловањем воде дошло је до диференцијације честица и формирања различитих морфолошко рельефних облика. Шумаков, (1959), у полојима реке Саве и Драве констатује сва три генетичка дела подземног водостаја, а хидрографски положај терена је веома важан, у зависности од режима влажења, где режим плављења и оцењивања воде има пресудан значај за формирање и развој шумске вегетације (Херпка, 1968). Циљ рада је да се упозна проблем кретања моменталне влаге истраживаних земљишта у односу на различите форме и дубине земљишта, те утицај подземне воде на распоред влаге у профилу.

2. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА И МЕТОД РАДА

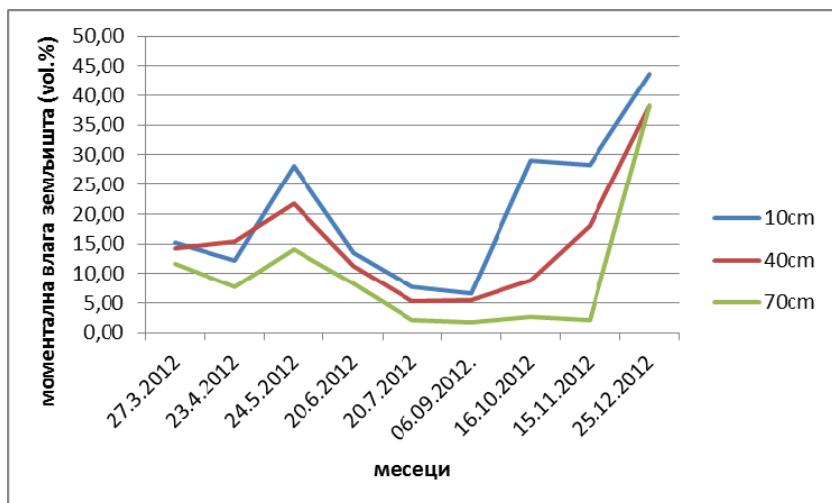
Истраживање различитих форми флувисол земљишта, односно динамике моменталне влаге у овим земљиштима је вршено на подручју Средњег Подунавља, у заштићеном делу алувијалне равни. Проучена је динамика кретања земљишне влаге на земљишту типа флувисол, односно формама: песковита, иловаста и песковито иловаста. Узимани су узорци земљишта у нарушеном стању цевастом сондом једном месечно на дубинама од 10, 40 и 70 cm. Узорци земљишта су сушени у сушници на 105°C, те је одређена

моментална влага путем прорачуна. У истом периоду је мерен ниво подземне воде на овом земљишту помоћу пизометара.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

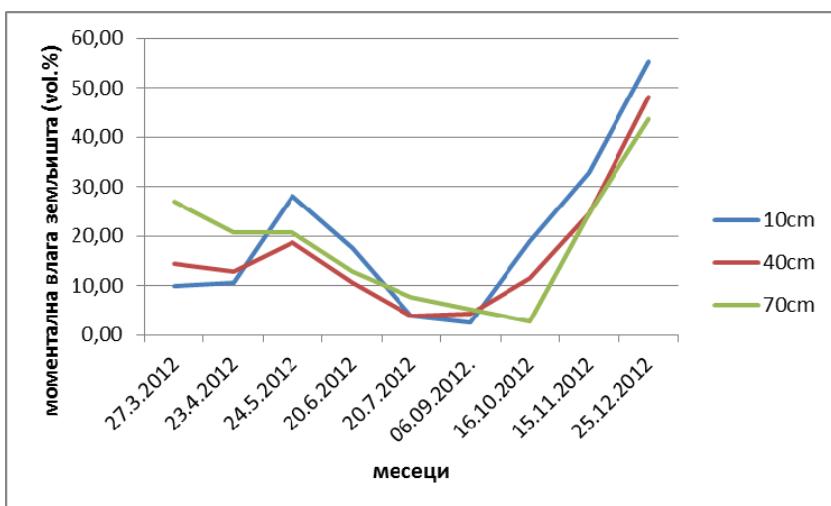
Анализирајући садржај моменталне влаге у песковитој форми флувисола (графикон 1) може се увидети да је највиши проценат влаге био на дубини од 10 cm, те је опадао са дубином узорковања земљишта, односно садржај влаге се смањује са дубином, те је нижи на 40 cm, и најнижи на 70 cm дубине. Овакав распоред земљишне влаге је терестичног типа, и под утицајем је падавина. Гледајући динамику моменталне влаге, види се да је у складу са распоредом падавина у току хидролошке године.

Графикон 1. Моментална влага земљишта - флувисол песковита форма
Graph 1. Soil moisture – fluvisol sandy form



Код песковито-иловасте форме флувисола (графикон 2), другачији је распоред моменталне влаге по истраживаним дубинама земљишта. Влага земљишта на 10 cm дубине је највижа почетком године те се повећава њен проценат од почетка маја до половине јула, и од половине септембра све до краја године када има и највише вредности у односу на влагу на осталим дубинама.

Графикон 2. Моментална влага земљишта - флувисол иловаста форма
Graph 2. Soil moisture – fluvisol loamy form

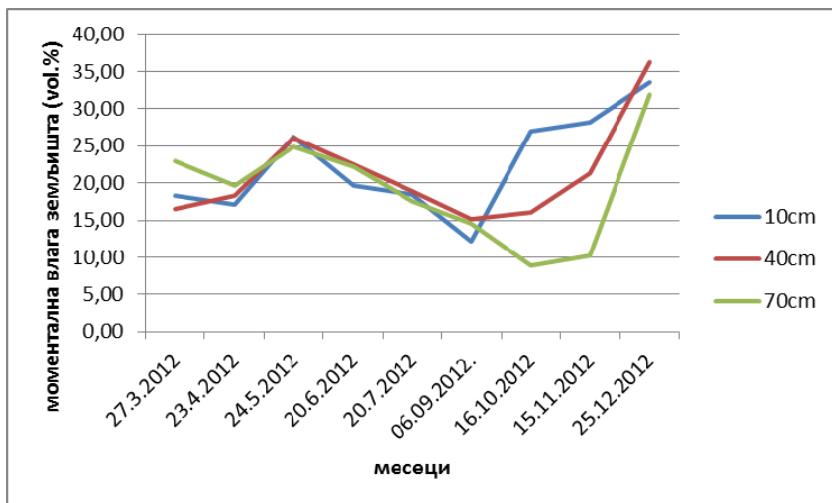


Моментална влага на дубинама од 40 и 70 см има тренд опадања све до половине септембра, односно половине октобра, након чега се њене вредности повећавају. Карактеристично је да земљишна влага на 40 см има мање вредности од земљишне влаге на 70 см све до половине септембра. На ову појаву је утицао релативно повишен ниво подземне воде у односу на песковиту форму, те капиларно пењање влаге с обзиром на иловастији текстурни састав код ове форме. Такође на садржај влаге на 10 см дубине утицале су периодичне падавине.

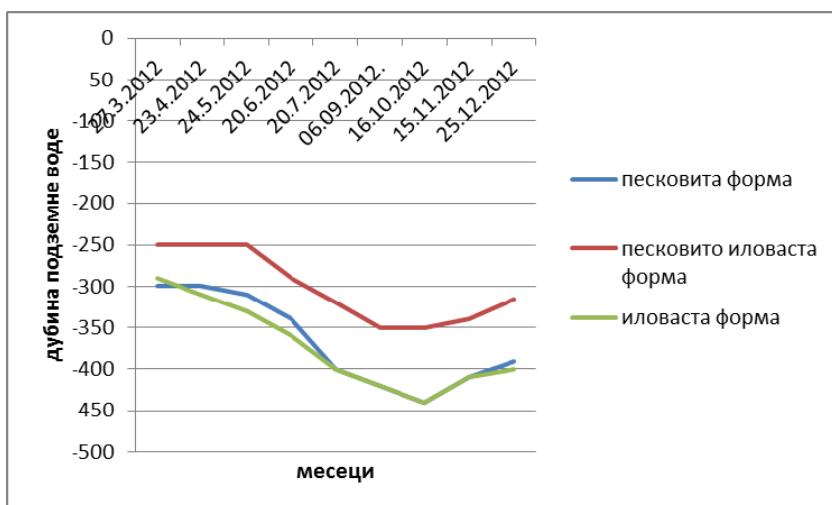
Код песковите иловасте форме флувисола (графикон 3), садржај моменталне влаге се веома мало разликује за различите дубине земљишта све до половине септембра. Тренд кретања влаге је подударан као и код претходне две форме флувисола. Веће разлике у садржају моменталне влаге се појављују средином септембра кад долази до пораста влаге, а количина влаге опада са дубином истраженог земљишта. Захваљујући утицају механичког састава испитиваних форми земљишта типа флувисол, те распореду односа капиларних и некапиларних пора, приметан је повољнији садржај влаге земљишта код иловасте форме те песковито-иловасте форме у односу на песковиту форму ових земљишта.

Ниво подземне воде код све три форме флувисола има исти тренд кретања (графикон 4), највиши је до половине јуна, те опада до половине новембра, након чега је приметан благ пораст. Такође видљиво је да ниво подземне воде зависи од облика рељефа.

Графикон 3. Моментална влага земъишта - флувисол песковито - иловаста форма
Graph 3. Soil moisture – fluvisol sandy –loam form



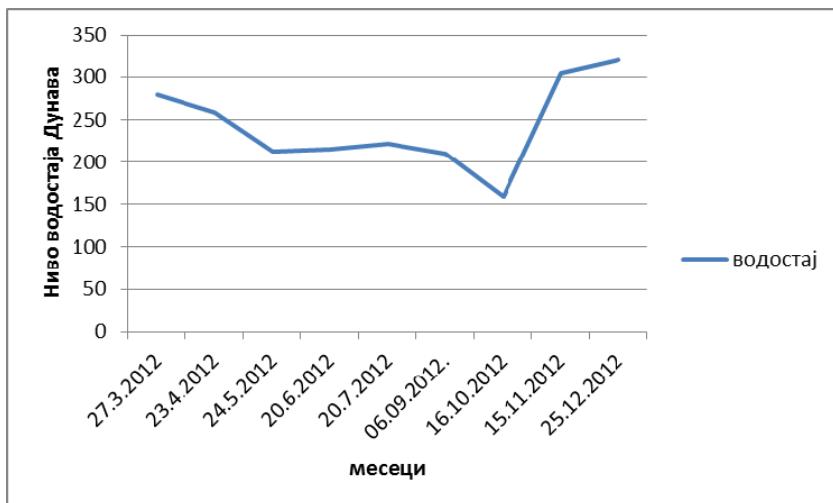
Графикон 4. Ниво подземне воде код различитих форми флувисол земъишта
Graph 4. The level of ground water in different forms of fluvisol soil



Посматрајући водостај Дунава (графикон 5) и његову динамику током године, те поредећи га са динамиком нивоа подземне воде истражених земљишта, уочава се директан утицај (криве водостаја и подземне воде) у посматраној хидролошкој години на динамику подземних вода.

Графикон 5. Ниво водостаја Дунава

Graph 5. The water level of Danube



Како наводи Живанов (1977), одлучујући утицај на режим влажења земљишта имају: падавине, поплавне и подземне воде, особине земљишта, температурни услови и вегетација. Тако Шумаков 1960; Антић et al. 1967, према Живанову (1977) наводе да у односу на поплавне и подземне воде на подручју поља, највише су изучаване подземне воде, које у зависности од дела поља више или мање стално утичу на продуктивност земљишта.

4. ЗАКЉУЧЦИ

Анализирајући динамику моменталне влаге на различитим формама земљишта типа флувисол, може се закључити да код песковите форме флувисола распоред садржаја моменталне воде опада са дубином. Код иловасте и песковито иловасте форме садржај моменталне влаге нема правilan распоред по дубини профила, те је у поједниним периодима повећан садржај моменталне влаге у зависности од утицаја подземне воде. Посматрајући временски период код све три форме флувисола динамика моменталне влаге показује подударан тренд кретања.

Ниво подземне воде код све три форме флувисола има такође исти тренд кретања. Песковито иловаста форма флувисола има око 50 см виши ниво подземне воде у односу на иловасту и песковиту форму. Према тренду кретања може се закључити да је динамика моменталне влаге у истраживаним земљиштима у зависности од распореда падавина, а код физиолошки плићих земљишта у зависности од утицаја подземних вода.

Захвалница

Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (43007) који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2014. године.

ЛИТЕРАТУРА

- Херпка, И. (1968): Еколошке и биолошке основе аутохтоних топола и врба у ритским шумама подунавља. Докторска дисертација, Радови Института за тополарство, Књига 7, Нови Сад.
- Иванишевић, П. (1993): Утицај својства земљишта на раст ожилјеница *Populus x euramericana* Guinier (Dode) cl. I-214 i *Populus deltoides* Bartr. cl. I-69/55 (Ludž), Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Београд.
- Живанов, Н., Иванишевић, П. (1986): Земљишта за узгој топола и врба, Монографија „Тополе и врбе у Југославији,, стр. 105-121, Институт за тополарство, Нови Сад.
- Живковић, Б., Драговић, С., Хаџић, В. (1967): Корелација између висине нивоа подземне воде и степена оглејаности леса северног дела јужне Бачке, Посебан отисак из свеске 5. „Зборника радова,,. Институт за пољопривредна истраживања, Нови Сад.
- Шумаков, В. (1959): Претходни извештај о земљишним условима на полују реке Саве у реону Сремске Митровице и принципи класификације земљишта полуја. Топола, Билтен југославенске националне комисије за тополу, Београд број 11, стр. 917-930. [Отштампано из Документације шумарства бр. 16 Југословенског саветодавног центра за пољопривреду и шумарство]
- Живанов, Н. (1973): Прилог изучавања прираста клона I-214 на земљиштима различитих водно физичких својстава; Магистарски рад, Нови Сад.
- Живанов, Н. (1977): Особине земљишта у незаштићеном делу полуја река: Драве, Дунава и Тамиша и њихов значај за таксационе елементе тополе *Populus x euramericana* Guinier (Dode) cl. I-214, Докторска дисертација, Институт за тополарство, Нови Сад.

Живанов, Н. (1979): Земљишта за гајење топола из секције *Aigeiros* и врба, Топола, Билтен југославенске националне комисије за тополу, број 123-124, стр.43-52, Београд.

Живанов, Н. (1982): Варијабилност својства алувијалних земљишта и њихов значај за производност топола, Топола, Билтен југославенске националне комисије за тополу, број 133-134, стр. 41-47, Београд.

S u m m a r y

DYNAMICS OF SOIL MOISTURE IN DIFFERENT FORMS OF FLUVISOL SOIL

by

Saša Pekeč, Srđan Stojnić, Marko Kebert, Vladislava Galović, Miroslav Marković

This paper presents the movement of the immediate soil moisture measured at three depths in different forms fluvisol land in the Middle Danube region during 2012. It also shows the level of underground water level of the Danube for the year. Analyzing the dynamics of groundwater in different forms fluvisol land, it can be concluded that in sand form fluvisol schedule immediate water content decreases with depth. In loam and sandy loam forms schedule immediate moisture no proper arrangement with the depth and the respective printed preiod immediate moisture content increased at greater depths than the lower soil depths. Looking at the time period in all three forms of fluvisol immediate moisture dynamics shows identical trends. Groundwater level in all three forms of fluvisol also has the same trend. Sandy loam fluvisol about 50 cm higher level of groundwater in relation to loamy and sandy fluvisol. According to the trend of correlation can be inferred groundwater levels with immediate moisture dynamics in all three forms of fluvisol.

**NASELJENOST KORENA TOPOLA EKTOMIKORIZNIM,
ARBUSKULARNO MIKORIZNIM I TAMNIM SEPTIRANIM
ENDOFITSKIM GLJIVAMA**

Marina Katanić¹, Branislav Kovačević¹, Natalia Glowska², Elena Paoletti³,
Sreten Vasić¹, Milan Matavulj⁴, Hojka Kraigher⁵

Izvod: Cilj rada je bio da se odredi i uporedi stepen kolonizacije korena topola ektomikoriznim (ECM), arbuskularno mikoriznim (AM) i tamnim septiranim endofitskim gljivama (END) i ispita uticaj stanišnih uslova na ove parametre. Za istraživanje su odabrana četiri lokaliteta: na prvom lokalitetu „Rasadnik“ je gajan klon bele topole umnožen *in vitro*, drugi lokalitet „Koviljski rit“ je predstavljao prirodno stanište autohtone bele topole, treći lokalitet „Timok“ je bio zagađen piritnom jalovinom, sadržao teške metale i imao nizak pH, dok je četvrti lokalitet „Antella“ predstavljao ogledno polje u kome je ispitana uticaj povisene koncentracije ozona na klon osetljiv na ozon. Na „Timoku“ uopšte nije zabeleženo prisustvo AM gljiva, dok je njihova najveća naseljenost bila u „Antelli“ i iznosila 24,76%. Vrednost naseljenosti AM gljiva dužinom korena topola i odnos AM/ECM su se značajno razlikovali između ova dva lokaliteta. Sa druge strane, naseljenost korena topola ECM gljivama je na analiziranim lokalitetima bila veoma ujednačena i kretala se od 16,7% u „Koviljskom ritu“ do 21,84% u „Antelli“. Tamne septirane endofitske gljive su naseljavale korene topola na analiziranim staništima u manjoj meri i kolonizacija ovim gljivama se kretala od 1,38% u „Rasadniku“ do 6,09 % u „Koviljskom ritu“. Prema Spearman-ovom koeficijentu međuzavisnost između kolonizacije korena AM, ECM i END gljivama nije na jednom od analiziranih lokaliteta nije bila statistički značajna. Kolonizacija korena topola mikoriznim i endofitskim gljivama se nije pokazala zadovoljavajućim parametrom u svrhe mikobioindikacije te bi u daljim istraživanjima trebalo analizirati i ukupnu biomasu i dužinu analiziranih korenata.

¹ Marina Katanić istraživač saradnik, Branislav Kovačević viši naučni saradnik, dipl. inž. Sreten Vasić, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad, Srbija

² Natalia Glowska istraživač saradnik Instytut Biologii Środowiska, Univerzitet Kazimierz Wielki, Chodkiewicza 30, Bydgoszcz, Poljska

³ Elena Paoletti viši naučni saradnik, Istituto per la Protezione delle Piante, Italijanski nacionalni odbor za istraživanja, Via Madonna del Piano 10, I-50019 Sesto Fiorentino, Florence, Italy

⁴ Milan Matavulj redovni profesor, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Srbija

⁵ Hojka Kraigher, naučni savetnik Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

Ključne reči: ektomikoriza, arbuskularna mikoriza, tamne septirane endofitske gljive, topole, kolonizacija

COLONIZATION OF POPLAR ROOTS WITH ECTOMYCORRHIZAL, ARBUSCULAR MYCORRHIZAL AND DARK SEPTATED ENDOPHYTIC FUNGI

Abstract: The aim of this study was to determine and compare the level of colonization of poplar roots with ectomycorrhizal (ECM), arbuscular mycorrhizal (AM) and dark septated endophytic fungi (END) and to study the effects of site conditions on these parameters. Four sites with poplars were selected: at the first location „Rasadnik” a white poplar clone multiplied in vitro was grown, the second site „Koviljski rit” was a natural habitat of native white poplar, the soil at the third site „Timok” was contaminated with pyrite tailings, contained heavy metals and had a low pH, while the fourth site „Antella” was a post-agricultural field in which ambient ozone impacts on an ozone-sensitive clone were investigated. The presence of AM fungi was not observed at the „Timok” site while a high number was recorded in „Antella” where it amounted 24.76%. The value of poplar root length colonization with AM fungi and AM / ECM ratio significantly differed between the two sites. On the other hand, poplar rooth length colonization with ECM fungi was even, ranging from 16.7% in „Koviljski rit” to 21.84% in „Antella”. Dark septated endophytic fungi inhabited the poplar roots on analyzed habitats to a lesser extent and colonization of these species ranged from 1.38% in „Rasadnik” to 6.09% in the „Koviljski rit”. No significant correlation between root colonization with AM, END and ECM fungi was found at any of the analyzed localities. Since colonization of roots with mycorrhizal and endophytic fungi was not a reliable parameter for mycobioindication, the total biomass and root length should be determined in further research as well.

Key words: ectomycorrhiza, arbuscular mycorrhiza, dark septated endophytic fungi, poplars, colonization

UVOD

Topole su široko rasprostranjene brzorasteće drvenaste vrste sa visokim biotehnološkim potencijalom (Klopfenstein et al., 1997). Koriste se u agrošumarskim sistemima (Eichhorn et al., 2006), u zasadima kratke ophodnje za dobijanje biomase (Klašnja et al., 2006) i imaju značajnu ulogu u fitoremedijaciji (Newman et al., 1997). Topole obrazuju funkcionalnu mikoriznu asocijaciju sa ektomikoriznim (ECM) i arbuskularno mikoriznim (AM) gljivama u isto vreme (Molina et al., 1992), što olakšava rast i zasnivanje zasada topola u ekstremnim uslovima i čini ih pogodnim za svrhe pošumljavanja i remedijacije (Khan et al., 2006). Razlike u preferenciji staništa, koje se javljaju kod AM i ECM gljiva, mogu da doprinesu širokoj ekološkoj valenci i širokoj geografskoj distribuciji biljnih vrsta sa dvojnom kolonizacijom (Neville et al., 2002).

Sa uviđanjem ozbiljnosti negativnih posledica povećanja koncentracije CO₂ u atmosferi, dobijaju na značaju istraživanja primene topola kao potencijalnih potrošača ugljenika zahvaljujući brzom formiranju biomase. Vršeći oglede sa

topolama, Godbold et al., (2006) su ustanovili da bi promet vankorenskog micelijuma mikorize mogao da bude osnovni mehanizam ulaska ugljenika u organsku materiju zemljišta zahvaljujući slabo razgradivim jedinjenjima hitinu i glomalinu koje sadrže mikorizne gljive.

Kod velikog broja vrsta i hibrida topola opažen je varijabilan odnos između ECM i AM u dvojnoj mikoriznoj kolonizaciji (Vozzo i Hacs kalyo, 1974; Neville et al., 2002; Khasa et al., 2002; Gehring et al., 2006). Utvrđeno je da različiti faktori kao što su starost biljke (Paul i Clark, 1996), potencijal inokuluma gljiva (van der Heijden i Vosatka, 1999), vlaga u zemljištu (Lodge, 1989; Gehring et al. 2006; Karlinski et al., 2010) i đubrenje azotom (Kosola et al., 2004) mogu da utiču na karakter ECM/AM kolonizacije. Uticaj dubine zemljišta na stepen ECM/AM kolonizacije nije u potpunosti rasvetljen. Neville et al. (2002) su kod *Populus tremuloides* uočili negativnu korelaciju između naseljenosti ECM i AM gljivama i sugerisali da one preferiraju različite slojeve zemljišta. Međutim, Saravesi et al. (2011) su opazili prisustvo AM spora u ECM plaštu i zaključili da oba tipa mikorize mogu da koegzistiraju u istom segmentu korena. Tagu et al. (2001, 2005) su uočili da je obrazovanje ECM kod topola pod genetičkom kontrolom, dok su Takásc et al. (2005) utvrdili da kolonizacija AM gljiva takođe zavisi od genotipa topole. Tamne septirane endofitske (END) gljive su imale značajan efekat na ECM/AM kolonizaciju, dok se uticaj vlage na ovaj odnos pokazao značajnijim i od zagađenja (Karlinski et al., 2010), kao i od genetike biljaka (Gehring et al. 2006). Fertilizacija je takođe imala efekta na ECM/AM kolonizaciju tako što je dodatak azota uslovio povećanje naseljenosti ECM i smanjenje kolonizacije AM gljivama (Kosola et al., 2004).

Cilj rada je bio da se odredi i uporedi stepen kolonizacije korena topola ektomikoriznim, arbuskularno mikoriznim i tamnim septiranim endofitskim gljivama na različitim lokalitetima i ispita uticaj stanišnih uslova na ove parametre.

MATERIJAL I METOD

Na lokalitetu „Rasadnik“ istraživanja su urađena u zasadu bele topole (*Populus alba* L.) starom dvadesetak godina, klonskog porekla nastalom u kulturi tkiva. Lokalitet se nalazi na Oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, pored sela Kać u blizini Novog Sada (koordinate lokaliteta su: N 45° 17', E 19° 53'). Nadmorska visina lokaliteta je 74 m, a klima je umereno kontinentalna. Prosečna godišnja količina padavina je 647,3 mm, dok je prosečna godišnja temperatura vazduha 11,4°C (prema Republičkom hidrometerološkom zavodu Srbije za Rimske Šančeve).

Lokalitet „Koviljski rit“ je prirodno stanište autohtone bele topole (*Populus alba* L.) i nalazi se u blizini sela Kovilj (koordinate lokaliteta su: N 45° 12', E 19° 58'). Nadmorska visina lokaliteta je 75m, dok su klima i podaci o padavinama i temperaturi slični kao na prethodnom lokalitetu.

Lokalitet „Timok“ se nalazi u Istočnoj Srbiji na obali reke Timok (koordinate lokaliteta su: N 44° 00', E 22° 21'). Nadmorska visina je 181m, klima umereno kontinentalna sa prosečnom godišnjom količinom padavinama od 581,4 mm. Prosečna godišnja temperatura je 11°C (podaci za Zaječar prema Republičkom hidrometeorološkom zavodu Srbije). Na staništu koje je zagađeno piritnom jalovinom i ima nizak pH zajedno rastu *P. alba*, *P. nigra*, *P. tremula* i njihovi hibridi. Koncentracije bakra u zemljištu je skoro 9 puta veća (896,9 ppm), cinka 4 puta veća (413, 9 ppm) od maksimalne dozvoljene koncentracije, dok je sadržaj gvožđa blago povišen.

Na lokalitetu „Antella“ je ispitana uticaj povisene koncentracije ozona na petogodišnje biljke Oxford klona (*Populus maximoviczii* Henry × *berolinensis* Dippel) osetljive na ovaj polutant (Katanić et al., 2013). Lokalitet je smešten na Oglednom dobru Instituta za zaštitu biljaka (Istituto per la Protezione delle Piante) Italijanskog nacionalnog odbora za istraživanja u blizini mesta Antella, u centralnoj Italiji (koordinate lokaliteta su: N 43°44', E 11°16'). Nadmorska visina lokaliteta je 50 m, dok je klima mediteranska sa prosečnom godišnjom temperaturom od 14,7 °C i ukupnom godišnjom količinom padavina od 1233 mm u 2010. godini (Hoshika et al., 2012). Koncentracija ozona na lokalitetu je kontinuirano merena tokom sezone rasta i maksimalna koncentracija O₃ po satu je dostizala 118 ppb (Hoshika et al., 2013), što predstavlja 2,5 puta veću koncentraciju u odnosu na njegov kritični nivo propisan za šume (WHO, 2000).

Na svakom lokalitetu je odabранo pet stabala topola, pored kojih su uzorci zemljišta uzimani sondom zapremine 274 ml i dužine 18 cm (Kraigher, 1999) na udaljenosti od oko 1 m od debla. Za analizu kolonizacije korena mikoriznim i endofitskim gljivama 5-6 uzoraka zemljišta, uzetih ispod iste biljke je prvo spojeno u jedan uzorak, a zatim su koreni topole izdvojeni od zemljišta, kamenja i zeljastih korena na osnovu vizuelne procene. Sitni koreni (prečnika do 2 mm) su skalpelom isećeni na fragmente od oko 1cm, a zatim su oprani. Prema protokolu koji su dali Kormanik i McGraw (1982), a modifikovali Karlinski et al. (2010), koreni su prvo obezbojeni kuvanjem u 10% KOH na 90°C, a zatim su izbeljeni u alkalnom vodonik-peroksidu i ofarbani tripan plavom bojom (Tryphan blue) tako što su držani u ratvoru boje od 7 do 10 minuta. Obojeni koreni su do mikroskopiranja držani u laktoglicerolu, u kome su pravljeni i mikroskopski preparati.

Kolonizacija korena ECM, AM i END je procenjena korišćenjem metoda intersekcije (McGonigle et al., 1990) pod mikroskopom na uvećanju 100x. Izbrojano je minimum 100 preseka po mikroskopskom preparatu. Na preseku je vršeno brojanje prisutnih ECM, AM i END gljiva, kao i hifa "drugih gljiva", tj. gljiva koje nisu mogle biti svrstane ni u jednu od prethodnih kategorija. Presek sa korenom na kom nije bilo nikakvih struktura je računat kao "prazan koren". U slučaju AM gljiva brojane su njihove pojedinačne strukture, tj. arbuskule, vezikule, namotaji i hife, a zatim je računata njihova suma. Rezultati su prikazani kao procenat kolonizacije ECM, AM i END gljiva dužinom korena (percentage of root length colonized % RLC).

Analize kolonizacije korena topola mikoriznim i endofitskim gljivama sa lokaliteta „Rasadnik” i „Koviljski rit” su urađene na Fakultetu prirodnih nauka Univerziteta Kazimierz Wielki u Bydgoszczu u Poljskoj; sa lokaliteta „Timok” u Institutu za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu Univerziteta u Novom Sadu, dok su uzorci iz „Antelle” analizirani na Šumarskom institutu Slovenije.

Neparametarski Kruskal-Wallis-ov test i Neparametarski test višestrukih intervala su korišćeni za analizu značajnosti razlika između analiziranih lokaliteta u kolonizaciji korena AM, ECM i END gljivama. Spearman-ov koeficijent korelacije R je korišćen za analizu odnosa između kolonizacije korena AM, ECM i END gljivama. Statističke analize su urađene u programu Statistica 10 (StatSoft Inc., 2012).

REZULTATI

Na lokalitetu „Timok” je zabeležen značajno manji broj vezikula, hifa i ukupnih AM struktura gljiva u odnosu na lokalitet „Antella” i „Rasadnik”. Takođe, vrednosti kolonizacije AM gljivama dužinom korena topola i odnos AM/ECM su se značajno razlikovale između lokaliteta „Timok” i „Antella”. Na „Timoku” uopšte nije zabeleženo prisustvo ovih gljiva, dok je njihova najveća naseljenost bila u „Antelli” i iznosila 24,76%. Sa druge strane, naseljenost korena topola ECM gljivama je na analiziranim lokalitetima bila veoma ujednačena i kretala se od 16,7% u „Koviljskom ritu” do 21,84% u „Antelli”. Tamne septirane endofitske gljive su naseljavale korene topola na analiziranim staništima u manjoj meri. Kolonizacija ovim gljivama se kretala od 1,38% u „Rasadniku” do 6,09 % u „Koviljskom ritu”. Zapaženo je i znatno prisustvo „drugih gljiva” koje nisu mogle biti svrstane ni u jednu od prethodno navedenih kategorija. Zastupljenost ovih gljiva je bila veoma približna na analiziranim lokalitetima izuzev „Timoka” gde su one bile prisutne u znatno manjoj meri. Odnos između AM/ECM gljiva se veoma razlikovao među analiziranim lokalitetima i njegove vrednosti su se kretale od 0 na „Timoku” do 1,61 u „Antelli” (**Tabela 1.**).

Na lokalitetu „Rasadnik” je opažena pozitivna korelacija između naseljenosti korena AM i ECM kao i ECM i END gljivama, dok između kolonizacije AM i END nije bilo korelacijske. U „Koviljskom ritu” je korelacija između ECM i AM bila pozitivna, dok je negativna međuzavisnost nađena između END i ECM i END i AM gljiva. Na „Timoku” nije zabeleženo prisustvo AM tako da je ovde jedino zabeležena negativna korelacija između ECM i END gljiva. Na lokalitetu „Antella” je korelacija između kolonizacije ECM i AM kao i ECM i END gljivama bila negativna, a između AM i END gljiva pozitivna. Međutim, međuzavisnost između kolonizacije korena AM, ECM i END gljivama ni na jednom od analiziranih lokaliteta nije bila statistički značajna prema Spearman-ovom koeficijentu (**Tabela 2.**).

Tabela 1. Prosečne vrednosti (\pm st. greška) kolonizacije korena topola ektomikoriznim, arbuskularno mikoriznim i tamnim septiranim endofitskim gljivama na analiziranim lokalitetima „Rasadnik”, „Koviljski rit”, „Timok” i „Antella“

Table 1. Average values (\pm st. error) of poplar root colonization with ectomycorrhizal, arbuscular mycorrhizal and dark septated endophytic fungi at four localities „Rasadnik”, „Koviljski rit”, „Timok” and „Antella“

| Broj gljivnih struktura Number of fungal structures | Neparametarski test višestrukih intervala* Nonparametric multiple comparison range test | | | | Kruskal Wallis ANOVA p-vrednost p-value |
|--|--|-----------------------|----------------------|----------------------|--|
| | Rasadnik | Koviljski rit | Timok | Antella | |
| Vezikule <i>Vesicles</i> | 6,18 \pm 1,58 a | 2,2 \pm 0,63 ab | 0 b | 20,58 \pm 13,25 a | 0,005 |
| Arbuskule <i>Arbuscules</i> | 0 a | 0,32 \pm 0,22 a | 0 a | 0,50 \pm 0,50 a | 0,101 |
| Hife <i>Hyphae</i> | 27,02 \pm 8,61 a | 13,84 \pm 3,70 ab | 0 b | 57,75 \pm 24,08 a | 0,006 |
| Namotaji <i>Coils</i> | 0 a | 2,36 \pm 2,36 a | 0 a | 0,29 \pm 0,17 a | 0,194 |
| AM | 33,2 \pm 9,98 a | 18,72 \pm 4,13 ab | 0 b | 79,13 \pm 36,53 a | 0,006 |
| ECM | 46,25 \pm 12,75 a | 33,64 \pm 3,57 a | 32,72 \pm 6,22 a | 59,71 \pm 13,49 a | 0,259 |
| END | 3,65 \pm 1,88 a | 13,28 \pm 5 a | 3,64 \pm 0,84 a | 5,46 \pm 1,09 a | 0,193 |
| Druge gljive <i>Other fungi</i> | 79,45 \pm 17,64 a | 68,24 \pm 21,43 a | 23,56 \pm 13,07 a | 57,50 \pm 18,95 a | 0,082 |
| Totalne strukture <i>Total structures</i> | 162,55 \pm 22,63 ab | 133,88 \pm 24,54 ab | 59,92 \pm 15,20 b | 201,79 \pm 33,13 a | 0,021 |
| Prazni koreni <i>Empty roots</i> | 99,79 \pm 7,15 a | 80,24 \pm 15,60 a | 114,12 \pm 5,95 a | 88,88 \pm 18,45 a | 0,316 |
| Suma preseka <i>Summ of crosses</i> | 262,34 \pm 18,85 a | 214,12 \pm 13,15 ab | 174,12 \pm 13,69 b | 290,67 \pm 29,33 a | 0,008 |
| % RLC AM | 12,06 \pm 3,32 ab | 8,80 \pm 2,04 ab | 0 b | 24,76 \pm 9,31 a | 0,007 |
| % RLC ECM | 17,90 \pm 4,3 a | 16,70 \pm 2,34 a | 18,19 \pm 3,47 a | 21,84 \pm 6,17 a | 0,986 |
| % RLC END | 1,38 \pm 0,71 a | 6,09 \pm 1,94 a | 2,23 \pm 0,50 a | 1,84 \pm 0,25 a | 0,109 |
| % drugih gljiva <i>% of other fungi</i> | 28,79 \pm 5,79 a | 28,95 \pm 7,21 a | 11,80 \pm 5,65 a | 20,01 \pm 6,68 a | 0,197 |
| AM/ECM | 1,16 \pm 0,57 ab | 0,72 \pm 0,20 ab | 0 b | 1,61 \pm 0,75 a | 0,011 |

*^{a)} Vrednosti koje pripadaju istoj homolognoj grupi su označene istim slovom

*^{b)} Values belonging to the same homolog group are marked with the same letter

Tabela 2. Spearman-ov koeficijent korelacija između naseljenosti korena topola ektomikoriznim (ECM), arbuskularno mikoriznim (AM) i tamnim septiranim endofitskim gljivama (END) na lokalitetima „Rasadnik”, „Koviljski rit”, „Timok” i „Antella“

Table 2. Spearman coefficients for the correlation between root colonization with ectomycorrhizal (ECM), arbuscular mycorrhizal (AM) and root endophytic (END) fungi of poplar trees at four localities „Rasadnik”, „Koviljski rit”, „Timok” and „Antella“

| | ECM | AM |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| RASADNIK | | |
| AM | R=0,300 p=0,624 | |
| END | R=0,700 p=0,188 | R=0,000 p=1,000 |
| KOVILJSKI RIT | | |
| AM | R=0,100 p=0,873 | |
| END | R= -0,200 p=0,747 | R= -0,500 p=0,391 |
| TIMOK | | |
| AM | R=/ p=/ | |
| END | R=-0,500 P=0,391 | R=/ P=/ |
| ANTELLA | | |
| AM | R= -0,800 p=0,200 | |
| END | R= -0,200 p=0,800 | R=0,400 p=0,600 |

DISKUSIJA

Naseljenost korena topola AM gljivama je bila najveća na lokalitetu „Antella” izloženom povišenoj koncentraciji ozona, dok na „Timoku” uopšte nisu zabeležene AM gljivne strukture. Dobijene vrednosti AM kolonizacije u „Antelli”, „Rasadniku” i „Koviljskom ritu” su u skladu sa rezultatima Gehring et al. (2006), koji su kod *Populus angustifolia* i njenih hibrida sa *P. fremontii* zabeležili AM kolonizaciju u rasponu od 4 do 25%. Niže vrednosti naseljenosti AM gljivama iznose Kaldorf et al. (2002; <5%) i Neville et al. (2002; 6%). Na staništu zagađenom teškim metalima Krpata et al. (2008) takođe nisu našli strukture AM

gljiva u korenima vrste *Populus tremula*. Stoga bi se odsustvo AM gljiva u korenima topola sa lokaliteta "Timok", moglo objasniti negativnim efektom visokih koncentracija bakra i cinka u zemljištu na ovu grupu gljiva. U mladoj plantaži transgenih topola AM gljive su imale veoma malu brojnost u zemljištu, dok u korenima topola uopšte nisu opažene (Danielsen et al., 2012). Odsustvo AM gljiva autori objašnjavaju prethodnom dugogodišnjom kultivacijom topola na eksperimentalnom polju, koja je uslovila intenzivnu kolonizaciju ECM gljivama čime je proliferacija AM gljiva mogla biti inhibirana. Veći stepen naseljenosti korena topola AM gljivama je zabeležen u radu Karlinski et al. (2010; 18–54%) i Khasa et al. (2002; 20–50%). Takođe, u jednogodišnjem zasadu topola koji je činilo 7 klonova topole, Takásc et al. (2005) su zabeležili AM gljivnu kolonizaciju u rasponu od 0% do 63% na nezagađenom i od 46% do 60% na zagađenom tlu, ukazujući na varijabilan stepen kolonizacije AM gljivama i na različitu osetljivost analiziranih klonova za ovaj vid mikorize.

Naseljenost korena topola ECM gljivama je bila veoma ujednačena na analiziranim lokalitetima i kretala se od 16,7% u „Koviljskom ritu“ do 21,84% u „Antelli“. Takođe, Karlinski et al. (2010) iznose da je ECM kolonizacija korena 12-15 godina starih topola bila u rasponu od 5,2–29,2%. Međutim, veći stepen prisustva ECM gljiva na korenima različitih vrsta i hibrida topola opazili su Khasa et al. (2002) na korenima 28 klonova topole (35–90%), a Neville et al. (2002) na *P. tremuloides* (86%), Kaldorf et al. (2002) kod genetički modifikovanih hibrida topole (64–73%), Gehring et al. (2006) kod *P. angustifolia* (66–94%), Krpata et al. (2008) kod *P. tremula* (95%) i Danielsen et al. (2012) na divljem i transgenim genotipovima topole *Populus x canescens* (87%).

Tamne septirane endofitske gljive su naseljavale korene topola na analiziranim lokalitetima u manjoj meri. Kolonizacija ovim gljivama se kretala od 1,4% u „Rasadniku“ do 6,1% u „Koviljskom ritu“. Kolonizacija korena topola gljivnim endofitama se kod Karlinskog et al. (2010) kretala u rasponu od 4,2 do 9,3%, kod Danielsen et al. (2012) iznosila je oko 5%, dok je prema Beauchamp et al. (2005) kod *P. fremontii* vrednost ovog parametra bila nešto viša i kretala se od 7,4 do 23,4%.

Treba imati u vidu da su analizirane biljke topola bile različite starosti što je bilo od velikog uticaja na stepen kolonizacije AM gljivama. Naime, Paul i Clark (1996) tvrde da su mlade biljke jasike češće naseljene AM gljivama, a kako drveće stari njegove korene naseljavaju ECM gljive. Najveću vrednost kolonizacije korena AM gljivama su imale topole u „Antelli“ koje su bile znatno mlađe u odnosu na topole sa ostalih lokaliteta, čime se potvrđuje uticaj starosti na naseljenost ovim gljivama. Takođe, AM i ECM preferiraju različite zemljišne uslove kao što su vлага, pH i odnos C/N. S obzirom na stanovište da AM gljive imaju širu ekološku valencu u slučaju zemljišne vlage u odnosu na ECM gljive (Lodge, 1989) potpuno odsustvo AM gljiva na lokalitetu „Timok“ se ne može objasniti ovim faktorom. Poznato je da AM gljive naseljavaju staništa na kojima je viši pH, ima više dostupnog azota i niži C/N odnos (Read, 1991). Uslovi na „Timoku“ bili su upravo obrnuti (umereno kiselo zemljište, mala koncentracija N i visok odnos C/N) što je verovatno

nepovoljno uticalo na AM gljivnu zajednicu i uslovilo njeni iščezavanje. Osim toga analizirane biljke pripadaju različitim genotipovima i vrstama topola što se odražava i na njihovu kolonizaciju (Tagu et al., 2001, 2005; Takács et al., 2005).

Prema Spearman-ovom koeficijentu korelacije na analiziranim lokalitetima nije bilo statistički značajne korelacije između kolonizacije korena AM, ECM i END gljivama. Opažena negativna korelacija između AM i ECM gljiva u „Antelli” je u skladu sa nalazima Karlinski et al. (2010), koji su na dva nezagađana lokaliteta takođe opazili značajnu negativnu korelaciju između AM i ECM kolonizacije korena topola. Kompeticiju između AM i ECM gljiva koje naseljavaju korene *P. tremuloides* su zabeležili i Neville et al. (2002), koji smatraju da ECM i AM gljive preferiraju različite dubine zemljišta tj. različite uslove koji tamo vladaju. Međutim, na lokalitetu zagadenom teškim metalima, Karlinski et al. (2010) su uočili pozitivnu korelaciju između naseljenosti AM i ECM. Takođe, Saravesi et al. (2011) su opazili prisustvo AM spora u ECM plaštu i zaključili da oba mikorizna partnera mogu da koegzistiraju u istom segmentu korena. Pozitivna korelacija između kolonizacije AM i END gljivama, zabeležena u „Antelli”, u saglasnosti je sa rezultatima Karlinski et al. (2010) koji su na lokalitetu zagadenom teškim metalima takođe uočili pozitivnu međuzavisnost između ove dve grupe gljiva.

Smith i Read (2008) navode da je kolonizacija korenovog sistema AM gljivama dinamičan proces u kome i koren i gljiva rastu i razvijaju se. Na meru u kojoj će koren biti kolonizovan (a time i na procenat kolonizacije) ne utiče samo intenzitet formiranja infektivnih jedinica i intenzitet njihovog rasta, već i intenzitet rasta korenovog sistema. Takođe, Cudlin et al. (2007) su korišćenjem meta-analize proučavali dejstvo različitih ekoloških faktora na kratke korene i ECM. Utvrđili su da su dužina kratkih korena i biomasa pogodniji parametri za otkrivanje promene u životnoj sredini od kolonizacija ECM.

Rezultati istraživanja su pokazali da analizirani parametri kolonizacije korena topola ektomikoriznim, arbuskularno mikoriznim i endofitskim gljivama nisu dovoljni da budu primenjeni u svrhu mikobioindikacije. Zbog toga bi pored kolonizacije korena mikoriznim i endofitskim gljivama u daljim istraživanjima trebalo ispitivati i ukupnu biomasu i dužinu analiziranih korena.

Zahvalnica

Veliku zahvalnost dugujemo prof. dr Barbari Kieliszewskoj-Rokicki za pruženu pomoć prilikom kvantifikacije mikoriznih gljiva.

Istraživanje je urađeno u okviru COST-STSM-FP0903, Istraživačkog programa P4-0107 Šumarskog instituta Slovenije i projekta III43007 Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje, Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- Beauchamp V. B., Stromberg J. C., Stutz J. C. (2006): Arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Populus–Salix* stands in a semiarid riparian ecosystem. *New Phytol* 170: 369-380
- Danielsen L., Thürmer A., Meinicke P., Buée M., Morin E., Martin F., Pilate G., Daniel R., Polle A., Reich M. (2012): Fungal soil communities in a young transgenic poplar plantation form a rich reservoir for fungal root communities. *Ecol Evol*. 2(8): 1935-48.
- Eichhorn M. P., Paris P., Herzog F., Incoll L. D., Liagre F., Mantzanas K., Mayus M., Moreno G., Papanastasis V. D.J., Pilbeam D., Pisanelli A., Dupraz C. (2006): Silvoarable systems in Europe – past, present and future prospects. *Agroforestry systems* 67(1): 29-50
- Gehring C. A., Mueller C., Whitham T. G. (2006): Environmental and genetic effects on the formation of ectomycorrhizal and arbuscular mycorrhizal associations in cottonwoods. *Oecol* 149: 158–164
- Godbold D. L., Hoosbeek M., Lukac M., Cotrufo M. F., Janssens I. A., Ceulemans R., Polle A., Velthorst E. J., Scarascia-Mugnozza G., De Angelis P., Miglietta F., Peressotti A. (2006): Mycorrhizal hyphal turnover as a dominant input to soil organic matter. *Plant & Soil* 281: 15-24.
- Hoshika Y., Omasa K., Paoletti E. (2012): Whole-tree water use efficiency is decreased by ambient ozone and not affected by O₃-induced stomatal sluggishness. *PLoS ONE* 7(6):e39270.
- Hoshika Y., Pecori F., Conese I., Bardelli T., Marchi E., Manning W.J., Badea O., Paoletti E.: 2013, Effects of a three-year exposure to ambient ozone on biomass allocation in poplar using ethylenedurea. *Environmental Pollution*, 180: 299-303.
- <http://www.hidmet.gov.rs/> Republički hidrometrološki zavod Srbije
- Karlinski L., Rudawska M., Kieliszewska-Rokicka B., Leski T., (2010): Relationship between genotype and soil environment during colonization of poplar roots by mycorrhizal and endophytic fungi. *Mycorrhiza* 20: 315-324
- Katanić M., Paoletti E., Orlović S., Grebenc T., Kraigher H. (2013): Mycorrhizal status of an ozone-sensitive poplar clone treated with the antiozonant ethylene diurea. *European Journal of Forest Research* 10.1007/s10342-013-0751-9
- Khan A. G. (2006): Mycorrhizoremediation—An enhanced form of phytoremediation. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B* 7 (7): 503-514
- Khasa D. P., Chakarvarty P., Robertson B., Thomas R., Danick B. P. (2002): The mycorrhizal status of selected poplar clones introduced in Alberta. *Biomass Bioenerg* 22: 99–104
- Klašnja B., Orlović S., Galić Z., Pap P., Katanić M. (2006): Gusti zasadi topola kao sirovina za proizvodnju energije. *Glasnik Šumarskog fakulteta* 94: 159-170

- Klopfenstein N. B., Chun Y. W., Kim M. S., Ahuja M. R., Dillon M. C., Carman R. C., Eskew L. G. (1997): Micropropagation, genetic engineering, and molecular biology of *Populus*. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, USDA Forest Service. 326 pp.
- Kormanik P. P., McGraw A. C. (1982): Quantification of vesicular – arbuscular mycorrhizae in plant roots. In: Schenck NC (ed) Methods and principles of mycorrhizal research. Amer Phytopathol Soc, St. Paul, 37–45
- Kosola K. R., Durall D. M., Robertson G. P., Dickmann D. I., Parry D., Russell C. A., Paul E. A. (2004): Resilience of mycorrhizal fungi on defoliated and fertilized hybrid poplars. Can J. Bot. 82: 671-680
- Kosola K. R., Durall D. M., Robertson G. P., Dickmann D. I., Parry D., Russell C. A., Paul E. A. (2004): Resilience of mycorrhizal fungi on defoliated and fertilized hybrid poplars. Can J. Bot. 82: 671-680
- Kraigher H. (1999): Diversity of types of ectomycorrhizae on Norway spruce in Slovenia. Phyton 39(3): 199-202
- Krpata D., Peintner U., Langer I., Walter J. F., Schweiger P. (2008): Ectomycorrhizal communities associated with *Populus tremula* growing on a heavy metal contaminated site. Mycological research 112 (9): 1069-1079
- Lodge D. J. (1989): The influence of soil moisture and flooding on formation of VA-endo- and ectomycorrhizae in *Populus* and *Salix*. Plant and Soil 117: 243-253.
- McGonigle T. P., Miller M. H., Evans D. G., Fairchild G. L., Swan J. A. (1990): A new method, which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol 115: 495–501
- Molina R., Massicotte H., Trappe J. M., (1992): Specificity phenomena in mycorrhizal symbiosis: community-ecological consequences and practical applications. In: Allen M. F. (eds) Mycorrhizal functioning. Chapman and Hall, New York, 357–423
- Neville J., Tessier J. L., Morrison I., Scarratt J., Canning B., Klironomos J. N. (2002): Soil depth distribution of ecto- and arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Populus tremuloides* within a 3-year-old boreal forest clear-cut. Appl Soil Ecol 19: 209-216
- Neville J., Tessier J. L., Morrison I., Scarratt J., Canning B., Klironomos J. N. (2002): Soil depth distribution of ecto- and arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Populus tremuloides* within a 3-year-old boreal forest clear-cut. Appl Soil Ecol 19: 209-216
- Newman L. A., Strand S. E., Choe N., Duffy J., Ekuan G., Ruszaj M., Shurleff B. B., Wilmoth J., Heilman P., Gordon M. P. (1997): Uptake and biotransformation of trichloroethylene by hybrid poplars. Environ. Sci. Technol. 31: 1062-1067
- Paul, E. A., Clark, F. E. (1996): Soil Microbiology and Biochemistry, 2nd Edition. Academic Press, San Diego
- Read D. J. (1991): Mycorrhizas in Ecosystems. Experientia 47: 376–391

- Saravesi K., Markkola A., Rautio P., Tuomi J. (2011): Simulated mammal browsing and host gender effects on dual mycorrhizal *Salix repens*. Botany, 89(1): 35-42
- Smith S. E., Read D. J. (2008): Mycorrhizal symbiosis. Third edition, London, Elsevier-Academic Press: 787p
- Tagu D., Bastien C., Faivre-Rampant P., Garbaye J., Vion P., Villar M., Martin F. (2005): Genetic analysis of phenotypic variation for ectomycorrhiza formation in an interspecific F1 poplar full-sib family. Mycorrhiza 15: 87–91
- Tagu D., Faivre-Rampant P., Lapeyrie Frey-klett P., Vion P., Villar M. (2001): Variation in the ability to form ectomycorrhizas in the F1 progeny of an interspecific poplar (*Populus* spp.) cross. Mycorrhiza 10: 237–24
- Takásc T., Radimszky L., Németh T. (2005): The arbuscular mycorrhizal status of poplar clones selected for phytoremediation of soils contaminated with heavy metals. Z. Naturforsch. 60c: 357-361
- van der Heijden E. W., Vosatka M (1999): Mycorrhizal associations of *Salix repens* L. communities in succession of dune ecosystems. Part II. Mycorrhizal dynamics and interactions of ectomycorrhizal and arbuscular mycorrhizal fungi. Can J Bot 77: 1833–1841
- Vozzo J. A., Hacskaylo E. (1974): Endo- and ectomycorrhizal associations in five *Populus* species. Bulletin of the Torrey Botanical Club 101. 182-186
- WHO (2000): Air Quality Guidelines for Europe, Reg. Publ. Eur. Ser., WHO Reg. Off. Eur., Copenhagen, 2nd ed., No 91, pp 288

S u m m a r y

COLONIZATION OF POPLAR ROOTS WITH ECTOMYCORRHIZAL, ARBUSCULAR MYCORRHIZAL AND DARK SEPTATED ENDOPHYTIC FUNGI

by

Marina Katanić, Branislav Kovačević, Natalia Glowska, Elena Paoletti, Sreten Vasić, Milan Matavulj, Hojka Kraigher

Poplars are widespread, fast growing woody species with high biotechnological potential. They form a functional mycorrhizal association with ectomycorrhizal (ECM) and arbuscular mycorrhizal (AM) fungi at the same time which contribute to their broad ecological valence, and wide geographical distribution.

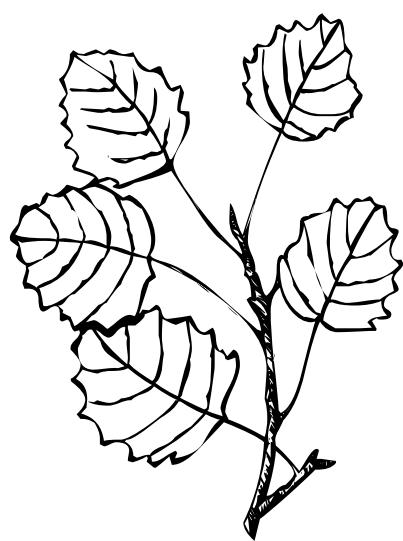
The aim of this study was to determine and compare the level of colonization of poplar roots with ECM, AM and dark septated endophytic fungi (END) and to study the effects of site conditions on these parameters. Four sites with poplars were selected: at the first location „Rasadnik“ a white poplar clone multiplied in vitro was grown, the second site „Koviljski rit“ was a natural habitat of native white poplar, the soil at the third site „Timok“ was contaminated with pyrite tailings, contained heavy metals and had a low pH, while the fourth site „Antella“ was a post-agricultural field in which ambient ozone impacts on an ozone-sensitive clone were investigated.

The roots were stained with trypan blue according to the protocol given by Kormanik and McGraw (1982) and modified by Karlinski et al. (2010). Root length colonization with ECM, AM and END was estimated using the intersection method according to McGonigle et al. (1990).

The presence of AM fungi was not observed at the „Timok“ site while its highest value was recorded at „Antella“ where it amounted 24.76%. The value of poplar root length colonization with AM fungi and AM / ECM ratio significantly differed between these two sites. On the other hand, poplar root length colonization with ECM fungi was even, ranging from 16.7% at „Koviljski rit“ to 21.84% at „Antella“. Dark septated endophytic fungi inhabited the poplar roots to a lesser extent; colonization of these fungi ranged from 1.38% at „Rasadnik“ to 6.09% at „Koviljski rit“.

At „Rasadnik“ a positive correlation between the root length colonization with AM and ECM and with ECM and END fungi was observed, while there was no correlation between colonization with AM and END. At „Koviljski rit“ a positive correlation between the ECM and AM fungi was recorded, while a negative correlation was found between colonization with END and END and between ECM and AM fungi. At „Timok“ no AM structures were observed, and the correlation between the ECM and END fungi was negative. At „Antella“ the correlation between the ECM and AM colonization and ECM and END colonization was negative while between AM fungi and END was positive. However, the correlation between roots colonization with AM, END and ECM fungi in any of the analyzed localities was not statistically significant according to Spearman's coefficients.

Colonization of roots with ECM, AM and ECM fungi could not be used as a reliable parameter in the purpose of mycobioindication, therefore the total biomass and length of analyzed roots should be determined in further research as well.



УДК: 561.288(*Daedaleopsis confragosa*)

Изворни научни рад *Original scientific paper*

УТИЦАЈ ТЕМПЕРАТУРЕ НА ПОРАСТ МИЦЕЛИЈЕ ГЉИВЕ
***Daedaleopsis confragosa* (Bolt.: Fr.) J. Schröt.**

Мирољуб Марковић, Саша Орловић, Предраг Пап, Владислава Галовић, Саша
Пекеч, Зоран Галић¹

Извод: У овом раду су приказани резултати испитивања пораста мицелије различитих изолата гљиве *Daedaleopsis confragosa* на различитим температурима (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 и 35°C) и хранљивим подлогама (ПДА и Малтагар декстроза). На основу највећег просечног дневног раста мицелија свих 5 посматраних изолата може се закључити да је оптимална температура развоја око 35°C. Оптимална температура, уз повољну влажност ваздуха, фаворизује развој гљиве *Daedaleopsis confragosa* што је, у условима густог склопа, основни разлог честог и обилног јављања ове гљиве на стаблима у шумама на низим надморским висинама (Фрушка Гора).

Кључне речи: *Daedaleopsis confragosa*, пораст мицелије, температура, дивља трешња

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE MICELIUM GROWTH OF *Daedaleopsis confragosa* (Bolt.: Fr.) J. Schröt.

Abstract: The results of the research on mycelium growth of different isolates of *Daedaleopsis confragosa* in different temperatures (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35°C) and medium (PDA and Malat-dextrose). According to the highest average daily micelium growth for all five examined isolates the optimal temperature for development was 35°C. Optimal temperature, with favorable air humidity, favors the development of *Daedaleopsis confragosa*, which is, in conditions of dense stand fundamental cause of frequent and abundant appierance of this fungus on trees in forests on lower altitudes (Fruška gora Mnt.).

Key words: *Daedaleopsis confragosa*, micelium growth, temperature, wild cherry

¹ Др Мирољуб Марковић, научни сарадник, Др Саша Орловић, научни саветник, Др Предраг Пап, научни сарадник, Др Владислава Галовић виши научни сарадник, Др Саша Пекеч научни сарадник, Др Зоран Галић, научни саветник, Институт за низијско шумарство и животну средину, Антона Чехова 13, 21000 Нови Сад, Србија

УВОД

Први опис рода *Daedaleopsis* дао је Schröter J. 1888. године. Род је широко распрострањен у Европи, Северној Америци и Азији и садржи шест врста: *D. confragosa* (Bolt.: Fr.) Schröt., *D. nipponica* Imazeki, *D. papyraceoresupinata* (S. Ito & S. Imai) Imazeki, *D. pergamenea* (Berk. & Broome) Ryvarden, *D. septentrionalis* (P. Karst.) Niemelä, *D. sinensis* (Lloyd) Y.C. Dai. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Daedaleopsis>).

Род *Daedaleopsis* је, захваљујући изгледу хименијалне површине која често личи на лавиринт, добио назив по Daedalus (гр. Δαίδαλος), у грчкој митологији познатог као творца лавиринта. Овакав облик пора је таксономски описан као дедалоидан (engl. daedaloid).

Гљива *Daedaleopsis confragosa* (Bolt.: Fr.) J. Schröt. Је лигниколна гљива која изазива белу трулеж. Јавља се као паразит слабости или сапрофит на мртвом дрвету лишћара. Каџић, (2010) наводи да је честа на *Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Corylus*, *Fagus*, *Quercus* и *Prunus avium*. Описана је и као изазивач беле трулежи на стаблима граба (*Carpinus betulus*) (Каџић, 2011). Милијашевић и Каџић, (2007) наводе да се на храсту китњаку (*Q. petrea*) у Србији јавља као факултативни паразит или сапрофит. Једна је од најзначајнијих и најчешће регистрованих гљива на црној јови (*Alnus glutinosa*) на територији Србије, Црне Горе и Републике Српске (Каџић и Чолић, 2009).

Током проучавања паразитских и сапрофитских гљива на дивљој трешњи (Марковић, 2012) ова гљива је, осим на дивљој трешњи (*Prunus avium*), регистрована и на јови (*Alnus incana*), врби (*Salix spp.*), липи (*Tilia spp.*), лески (*Corylus avellana*), грабу (*Carpinus betulus*), дивљој јабуци (*Malus silvestris*) и смрчи (*Picea abies*).

Код нас (Република Србија) се најчешће јавља у влажним шумама и на стаблима поред река. Обично се налази на озлеђеним стаблима, стаблима у густом склопу (која су загушена околним стаблима других врста дрвећа) и на лежећем дрвном материјалу (Марковић, 2012). Током наших истраживања *D. confragosa* је јако често и у великом броју налажена на стаблима у шумама на низким надморским висинама до 500 метара надморске висине (Фрушка Гора 468 м нв) док је на стаништима изнад 1.100 метара надморске висине релативно ретко налажена. На дивљој трешњи су карпофоре налажене и на живим стаблима што указује на чињеницу да се ова гљива на њима развија као паразит слабости, а свој развој наставља и након сушења стабала на дубећем или лежећем материјалу. Први пут је у Србији и Црној Гори описана на врбама као супстрату описана тек 2006. године (Марковић, 2006).

Карпофоре су полуокругле или лепезасте (понекад лепезасто саставе цео круг или се мало и преклопе), конзоласте (мада понекад могу да буду слабо силазне), величине 4 – 15 x 3 – 10 x 2 – 4 см. Горња страна је јаче или слабије концентрично зонирана, глатка, понекад са кратким чекињастиим длачицама у концентричним зонама, без сјаја, најчешће у смеђим тоновима, мада боја може да варира од окер (ближе рубу) до смеђецрвене (према средини). Ивица је увек танка и оштра, најчешће светлија од осталог дела.

Хименофор је изграђен од цевчица које могу бити дуге до 10 mm и, у зависности од положаја, могу попримити облик оргуља. У младости су беличасте, касније сивосмеђе а на оштећеним местима ружичастосмеђе. Поре су врло ретко округласте, углавном су издужене и, често, у облику лавиринта. Трама је жилава, танка и у сиво – смеђим нијансама. Карпофоре расту појединачно (када су правилно конзоласте) или у групама (када се цреполико преклапају или срастају). Базидије су издужене до батинасте, на врху са 4 стеригмате у основи са везицом. Базидиоспоре су хиалинске, цилиндричне до благо кифласто закривљене, глатке, величине (5,9) 7,1 – 9,4 (11,8) x (1,4) 2,3 – 2,8 (4,1) µm (Марковић, 2012). Према Ellis и Ellis, (1990) плодоносна тела су конзоласта, широко прикачена за супстрат, плутаста, појединачна или у групама када се преклапају, полуокружна или у облику лепезе, 5 – 20 x 4 – 10 cm, дебљине 2 – 5 cm, са танким, оштрим ивицама. Горња површина је равна, концентрично зонирана и назубљена, а често и са радијалним стријама, смеђа до црвенкасто браон или тамно браон. Доња површина је беличаста до бледо смеђа или сива са браон одсјајем, са розе или црвеним зомана. Поре су радијално издужене, 1 – 2 по милиметру, код варијетета *tricolor* у облику лавиринта са разгранатим, анастомозираним ламелама. Хифе су са везицама. Нема цистида. Скелетне хифе су присутне, жућкасте су и дебелих зидова. Базиди су 4-спори, димензија 15 – 25 x 4 – 5 µm. Споре су цилиндричне, благо заобљене, 7 – 11 x 2 – 3 µm, хиалинске, глатке, J-. Јавља се на мртвим дубећим или лежећим стаблима и гранама лишћара, нарочито *Salix*, али и *Alnus*, *Betula*, итд.

Daedaleopsis confragosa var. *tricolor* је такође врло често налажена врста на дивљој трешњи. Од *D. confragosa* се разликује по томе што је мањих димензија, на горњој површини се јављају концентричне мркоцрвене до чоколадне зоне а ивица је често светлоокер до готово бела. Хименофор је изграђен из ламела (понекад су ламеле са попречним, концентрично распоређеним преградама). Ламеле су бледе до црвенкастосмеђе, изрецкане по ивици и често неправилно поређане, поцрвене на оштећеним местима. Трама је тамнија и мало плутаста (Карацић, 2010).

За испитивање ферментских реакција гљиве коришћен је метод Bavendamm et al., (1928), који је касније разрађен од стране Davidson et al., (1938). Резултати показују да испитивани изолати гљиве *D. confragosa* интензивно образује ензиме из групе оксидаза. Реакција на обе подлоге (са додатком галне и са додатком танинске киселине) означена је са ++++++. На подлози са додатком галне киселине након 14 дана, мицелија се развила у траговима само по површини инокулума, док се на подлози са додатком танинске киселине мицелија образовала у пречнику 2,1 – 3 x 2 – 3 cm, на основу чега је гљива према кључу Davidson – a и сар. сврстана у 5. групу (Карацић, 2010).

Гљиве изоловане из природних станишта а потом пренесене и гајене у лабораторијским условима налазе се у необичним условима постојања, што проузрокује њихову донекле другачију физиолошку активност (Вучетић, 1985 – цит. Марковић, 1999). Зато резултати добијени и најпрецизнијим лабораторијским методама не могу директно важити и за природне услове, па

их треба прихватити смо као вероватне показатеље могућих појава (Мирић, 1993). Основни предуслов за разумевање услова који омогућавају да гљива колонизира дрво је управо познавање њених основних физиолошких карактеристика. Такође је у лабораторији врло тешко остварити услове који адекватно одражавају услове спољне средине и варирање само једног фактора без утицаја на друге. Како је температура један од основних чинилаца који условљава раст и развој свих живих организама, а по литературним подацима, температурни интервал развоја епиксилиних гљива се налази у интервалу од 0 – 40°C (изузетно између -20C и 46°C).

Циљ овог рада је био да се утврде граничне (минимална и максимална) и оптималну температуру развоја (које се налазе ближе максималним него минималним температурама) за врсту *D. confragosa* тј. изолате ове врсте пореклом из Републике Србије.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

За овај оглед коришћене су културе гљива *Daedaleopsis confragosa*, изоловане из плодоносних тела или дрвета у непосредној близини плодоносних тела, са различитих локалитета и врста дрвета (Табела 1).

Табела 1. Списак изолата коришћених у испитивањима

Table 1. The list of examined isolates

| Шифра културе <i>Isolate code</i> | Локалитет Site | Врста дрвета <i>Tree specie</i> | Датум изолације <i>Date of isolation</i> | Број у микотеци <i>Code in micoteca</i> |
|--------------------------------------|--|-------------------------------------|---|--|
| 1 | Фрушка гора - 468 mnv 45°09'36,75''С, 19°47'30,87''И <i>Fruška gora - 468 m a.s.l.</i> 45°09'36,75 ''N, 19°47'30,87 ''E | Дивља трешња <i>Prunus avium</i> | 18.05.2009 | 19 – III |
| 2 | Црни врх – Бор- 719 mnv 44°08'22,36''С, 21°59'20,58''И <i>Crni vrh – Bor- 719 m a.s.l.</i> 44°08'22,36 ''N, 21°59'20,58 ''E | Дивља трешња <i>Prunus avium</i> | 28.12.2009 | 23 – IV |
| 3 | Црни врх – Бор- 719 mnv 44°08'22,36''С, 21°59'20,58''И <i>Crni vrh – Bor- 719 m a.s.l.</i> 44°08'22,36 ''N, 21°59'20,58 ''E | Врба <i>Salix spp.</i> | 28.12.2009 | 24 - V |
| 4 | Фрушка гора - 468 mnv 45°09'36,75''С, 19°47'30,87''И <i>Fruška gora - 468 m a.s.l.</i> 45°09'36,75 ''N, 19°47'30,87 ''E | Дивља трешња <i>Prunus avium</i> | 10.03.2009 | 11 – I |
| 5 | Фрушка гора - 468 mnv 45°09'36,75''С, 19°47'30,87''И <i>Fruška gora - 468 m a.s.l.</i> 45°09'36,75 ''N, 19°47'30,87 ''E | Дивља трешња <i>Prunus avium</i> | 10.03.2009 | 12 - II |

Испитивања су вршена у Петри-посудама пречника 9 см. Пораст мицелије ових изолата је прачен на две различите хранљиве подлоге - ПДА (кромпир-декстроза агар) и МЕА (малц екстракт агар) према рецепту Booth,

(1971). Засејавање подлоге вршено је инокулума величине 5 x 5 mm. Фрагменти инокулума узимани су са крајева колонија старих 7 дана, гајених на температури 22°C.

Пораст мицелије мерен је са два унакрсна пречника, а за оцену величине усвајана је средња вредност ова два мерења. Испитиван је утицај осам различитих температура од 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 и 35°C а мерења су вршена на свака 2 дана (48 сати). Оглед је изведен у 10 понављања.

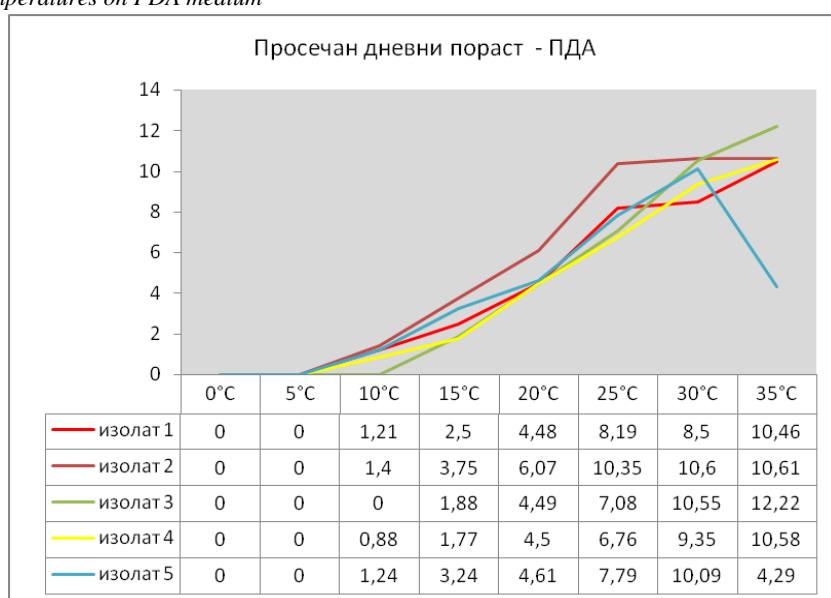
У фототаблици 1 (Сл. 1 – 4) дат је приказ утицаја различитих температура на пораст култура различитих изолата гљиве *D. confragosa* гајених на ПДА подлози на 20, 30 и 35°C.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Гљиве су се макроскопски разликовале, развијале су се на различитим стаништима и врстама дрвећа а забележена је и разлика у изгледу и брзини пораста мицелије. Резултати лабораторијског испитивања утицаја различитих температура на пораст мицелије пет различитих изолата гљиве *D. confragosa* приказани су у графиконима 1 и 2. Различити изолати су показали различит пораст мицелије у зависности од температуре и врсте култивисане хранљиве подлоге.

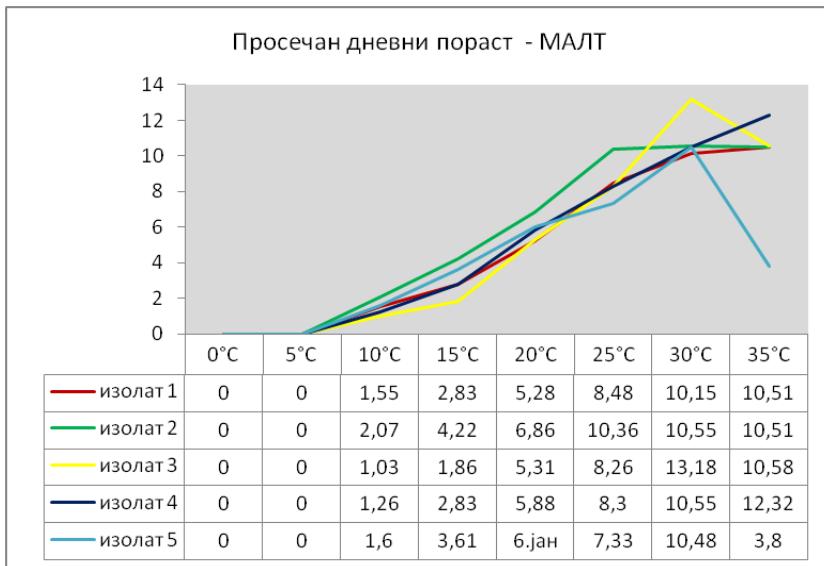
Графикон 1. Просечан дневни пораст мицелије гљиве *Daedaleopsis confragosa* на различитим температурама на ПДА хранљивој подлози

Graph 1. Average daily mycelium growth of *Daedaleopsis confragosa* fungus on different temperatures on PDA medium



Графикон 2. Просечан дневни пораст мицелије *Daedaleopsis confragosa* на различитим температурата на МАЛТ хранљиво подлози

Graph 2. Average daily mycelium growth of *Daedaleopsis confragosa* fungus on different temperatures on MALT medium



На основу приказаних резултата се може закључити да се доња гранична температура налази изнад 50°C (између $6 - 10^{\circ}\text{C}$) за све посматране изолате на обе врсте подлога.

Изолат 1 је, на температури од 10°C , на ПДА подлози почeo са растом након 8 дана, а просечна брзина раста је била $1,21 \text{ mm/дан}$. На МЕА подлози је раст је забележен након 4 дана, а просечна дневна брзина раста је била $1,55 \text{ mm/дан}$. Изолат 2 је, на температури од 10°C , на ПДА подлози почeo са растом након 6 дана, а просечна брзина раста је била $1,4 \text{ mm/дан}$. На МЕА подлози је раст констатован након 4 дана док је просечна дневна брзина раста износила $2,07 \text{ mm/дан}$.

Најмањи дневни пораст мицелије је исказао уочен код изолата 3 на температури од 10°C , на ПДА подлози, који је где је почeo са растом након 8 дана, а просечна брзина раста је била $0,83 \text{ mm/дан}$. На МЕА подлози је раст забележен након 4 дана, а просечна дневна брзина раста је била $1,3 \text{ mm/дан}$.

Изолат 4 је на температури од 10°C показао резултате сличне изолату 3. На ПДА подлози почeo са растом након 8 дана, а просечна брзина раста је била $0,88 \text{ mm/дан}$. Најмањи дневни пораст је показао на МЕА подлози – раст је забележен након 6 дана, а просечна дневна брзина раста је била $1,26 \text{ mm/дан}$.

Изолат 5 је, на температури од 10^0C , на обе врсте подлога почeo са растом након 6 дана, а просечна брзина раста је била 1,24 mm/дан на ПДА подлози, односно 1,55 mm/дан на МЕА подлози.

Постоје знатне разлике међу изолатима и по питању оптималне температуре.

Највећи дневни пораст забележен је на изолату 3, на температури од 30^0C , на МЕА подлози - 13,18 mm/дан. Изолат 2 је максимални пораст исказао на две температуре : 30 и 35^0C , на ПДА подлози ($10,6$ односно $10,61$ mm/дан).

Изолат 1 је максимални пораст постигао на температури од 35^0C на обе врсте подлога ($10,46$ односно $10,51$ mm/дан). Изолат 4 је максимум пораста остварио на 350C и на МЕА подлози ($12,32$ mm/дан) и на ПДА подлоз ($10,58$ mm/дан). Изолат 5 је максимални пораст постигао након 10 дана на температури од 30^0C на обе врсте подлога ($10,09$ односно $10,48$ mm/дан). Међутим, овај изолат је на температури од 35^0C показао знатно спорији раст у односу на остале изолате – након 16 дана развоја на овој температури испунио је тек 2/3 површине Петри-посуда.

На основу највећег просечног дневног раста мицелија свих 5-пет посматраних изолата може се закључити да је оптимална температура њиховог развоја на око 35^0C . Свој оптимум на 30^0C постижу изолати 5 (на обе врсте подлога) и изолат 3 (на ПДА подлози). Састав подлоге није утицао на добијене резултате, мада се може приметити да је МЕА подлога дала нешто повољније услове за пораст.

На температурама од 0 и 5^0C није забележен пораст мицелије у посматраном периоду (граф 2 и 3). На температури од 10^0C пораст мицелије на ПДА подлози забележен је након 8 дана, односно на МЕА подлози након 6 дана. Пораст мицелије код свих изолата на овој температури је био спор или уједначен (2 – 4 mm у периоду од 2 дана).

Просечан дневни пораст мицелије на испитиваним температурама креће се у границама од $0,45$ – $15,3$ mm за 24 часа. Минималне и максималне температуре за развој ове гљиве (ових изолата) нису тачно одређени, јер је температурни распон између испитиваних температура већи од 1^0C , па се могу само оквирно одредити.

У току извођења огледа извршена је молекуларна детекција мицелија гљиве коришћених у овом експерименту како би се потврдила чистоћа добијених изолата. Резултати молекуларних анализа Из приказаних резултата се може закључити да се потврдиле су да се код свих 5 изолата ради о истој врсти гљиве (*Daedaleopsis confragosa*, strain dd08088 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal, RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence Length=671), чиме је потврђена класична таксономска анализа (Марковић, 2012).

Захвалница

Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (43007) који

финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2014. године.

ЗАКЉУЧАК

- Гљива *D. confragosa* (Bolt.: Fr.) J. Schröt. изазива белу трулеж.
- У овим истраживањима гљива *D. confragosa* регистрована је на дивљој трешњи (*Prunus avium*), јови (*Alnus incana*), врби (*Salix spp.*), липи (*Tilia spp.*), лески (*Corylus avellana*), грабу (*Carpinus betulus*), дивљој јабуци (*Malus silvestris*) и смрчи (*Picea abies*),
- На дивљој трешњи су карпофоре налажене и на живим стаблима што указује на чињеницу да се ова гљива на њима развија као паразит слабости, а свој развој наставља и након сушења стабала на дубећем или лежећем материјалу,
- У овим истраживањима *D. confragosa* је чешће и у великом броју проналажена на стаблима у шумама на низким надморским висинама до 500 мм (Фрушка Гора), док је на стаништима изнад 1.100 метара надморске висине релативно ретко налажена,
- За овај оглед коришћене су културе гљива *D. confragosa*, изоловане из плодоносних тела или дрвета у непосредној близини плодоносних тела, са различитих локалитета и врста дрвета,
- Испитиван је утицај температурних опсега од 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 и 35⁰C на пораст мицелије, на две различите хранљиве подлоге - ПДА и МЕА,
- Оглед је изведен са 10 понављања,
- Доња гранична температура пораста мицелије налази се изнад 5⁰C (између 6 – 10⁰C) за све посматране изолате на обе врсте подлога,
- На основу највећег просечног дневног раста мицелија свих 5 посматраних изолата може се закључити да је оптимална температура развоја око 35⁰C,
- Оптимална температура (35⁰C), уз повољну влажност ваздуха, фаворизује развој гљиве *Daedaleopsis confragosa* што је, у условима густог склопа, основни разлог честог и обилног јављања ове гљиве на Фрушкој Гори.

ЛИТЕРАТУРА

- Вучетић, Ј. (1985): Микробиолошке синтезе антибиотика. Први општи део, Београд.
- Караџић, Д., Чолић, Н. (2009): Најчешће паразитске и сапрофитске на стаблима црне (*Alnus glutinosa* Gaertn) и сиве јове (*Alnus incana* Mnch.). Гласник Шумарског факултета Универзитета у Бањој Луци, бр. 11, стр. 27 – 36)
- Караџић, Д. (2010): Шумска фитопатологија. Универзитет у Београду, Шумарски факултет Београд. Стр. 774.
- Караџић, Д. (2011): Најчешће паразитске и сапрофитске гљиве на грабу (*Carpinus betulus* L.) у Србији и њихова улога у пропадању стабала. Шумарство бр. 1-2 . Београд. Стр. 138 (1-11).
- Марковић, М. (2006): Миколошки комплекс на *Salix* врстама на подручју средњег подунавља. Магистарски рад. Универзитет у Београду, Шумарски факултет. Стр. 79
- Марковић, Р. Мирослава (1999): Испитивање утицаја *Laetiporus sulphureus* (Bull. Ex Fr.) Murrill на деструкцију дрвета *Quercus petraea* agg. Магистарски рад. Универзитет у Београду, Шумарски факултет. Стр. 79.
- Милијашевић, Т., Караџић, Д. (2007): Најзначајније гљиве – узрочници трулежи дрвета у храстовим шумама Србије. Гласник Шумарског факултета, Београд, бр. 95, стр. 95-107
- Мирић, М. (1993): Биолошка истраживања најважнијих гљива из рода *Stereum*, изазивача трулежи храстовог дрвета. Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Шумарски факултет.
- Davidson, R. W., Campbell, W. A., Blaisdell, D. J. (1938): Differentiation of wood-decaying fungi by the reaction ob gallic or tannic acid medium. Jornal of agricultural research, Vol. 57, No. 7. Washington. (683-695)
- Ellis, M. & Ellis, P. (1990): Fungi without gills (Hymenomycetes and Gasteromycetes) an Identification Handbook. Chapman and Hall. London, New York, Tokio, Melbourne, Madras. 329 pp.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Daedaleopsis>

S u m m a r y

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE MICELIUM GROWTH OF *Daedaleopsis confragosa* (Bolt.: Fr.) J. Schröt.

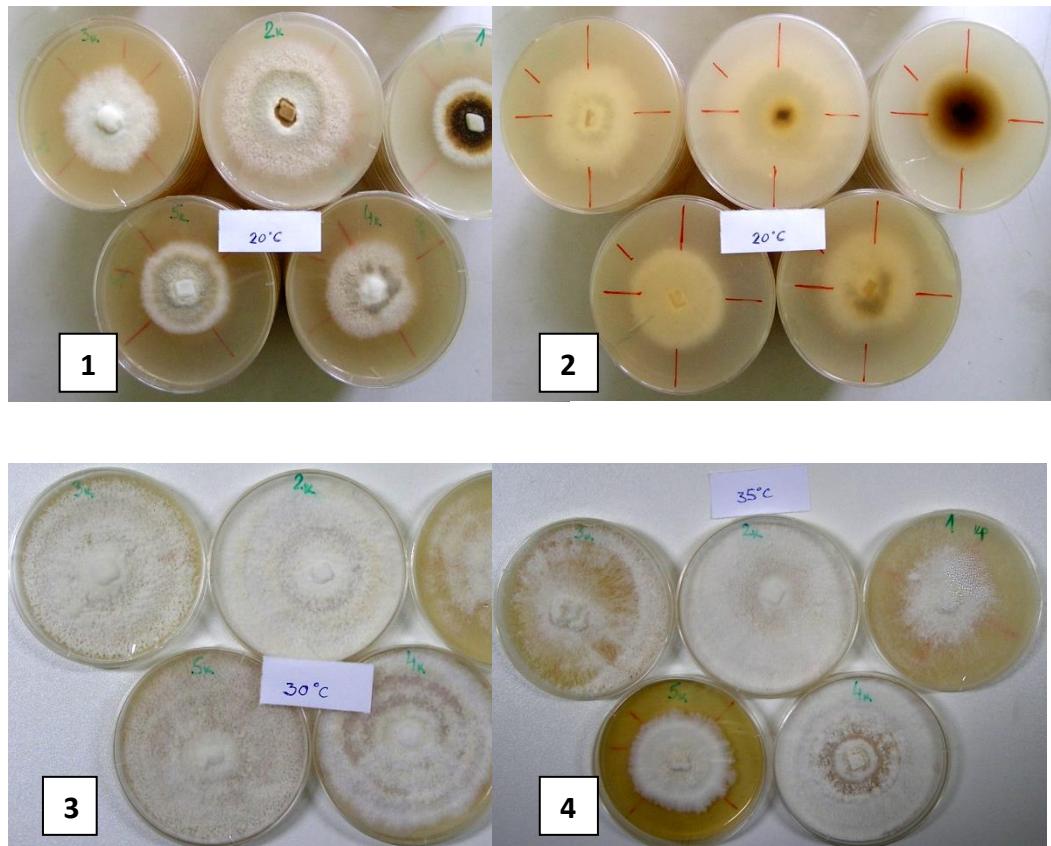
by

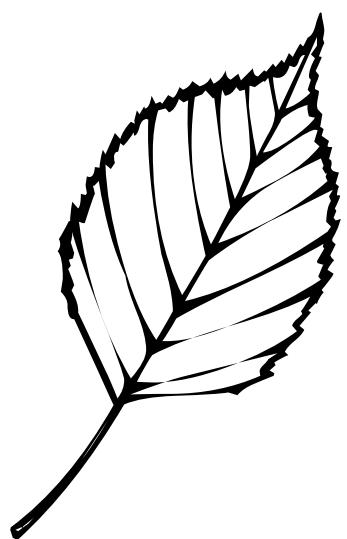
Miroslav Marković, Saša Orlović, Predrag Pap, Vladislava Galović, Saša Pekeč, Zoran Galić

The results of the research on mycelium growth of different isolates of *Daedaleopsis confragosa* in different temperatures (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35°C) and media: PDA (potato-dextrose agar) and MEA (Malc extract agar). The micelium growth was monitored every two days by two cross-section meacurement of micelium diameter. According to the highest average daily micelium growth for all five examined isolates the optimal temperature for development was 35°C. Optimal temperature, along with favorable air humidity, favors the development of *Daedaleopsis confragosa*. Within the conditions of dense stand, this is principal cause of frequent and abundant appierance of this fungus on trees in forests on lower altitudes (Fruška gora - 468 m a.s.l.).

Фототаблиција 1. Утицај температуре на пораст мицелије – Сл. 1 и 2. На 20⁰C; Сл. 3. На 30⁰C; Сл. 4. На 35⁰C.

Fototablet 1. Influence of temperature on micelium growth – Figure 1 and 2. On 20⁰C; Figure 3. on 30⁰C; Figure 4. on 35⁰C





MONITORING ROJENJA IMAGA *Platypus cylindrus* Fab.

Drekić, M.¹, Poljaković – Pajnik, L.¹, Vasić, V.¹, Vasić, S.¹

Izvod: Hrastov srčikar (*Platypus cylindrus* Fab.) spada u najznačajnije insekte koji oštećuju hrastove sortimente na stovarištima. Gradeći hodnike u drvetu imaga hrastovog srčikara značajno umanjuju prodajnu cenu sortimenata pa je zaštita trupaca neophodna. Vreme rojenja ove vrste određeno je sa feromonskim klopkama u lužnjakovim sastojinama na području Morovića i na uzorkovanim hrastovim trupcima u insektarijumu Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu tokom 2011. i 2012. godine.

Rezultati monitoringa ukazuju da rojenje *P. cylindrus* počinje krajem maja ili početkom juna, a najveći intenzitet rojenja konstatovan je u drugoj polovini juna. U insektarijumu je konstatovano da se izlet imagi završava krajem druge dekade jula, dok je ulov imagi u feromonskim klopkama konstatovan do kraja avgusta. Feromonske klopke su delovale privlačno na imagu te se mogu koristiti za monitoring rojenja i određivanje vremena za primenu mera zaštite trupaca od hrastovog srčikara.

Ključne reči: monitoring, rojenje, feromonske klopke, *Platypus cylindrus*

MONITORING OF SWARMING OF *Platypus cylindrus* Fab. ADULTS

Abstract: Oak pinhole borer (*Platypus cylindrus* Fab.) is one of the most significant insects that damage oak timber on log camps. By building corridors in the wood, adults of oak pinhole borer considerably lower the price of timber. Thus, the logs protection is necessary. The time of swarm of this species is determined by pheromon traps in pedunculate oak stands in the area of Morović and on sampled timbers in insectarium of the Institute of lowland forestrsy and environment during 2011 and 2012.

The results of monitoring suggest that swarming of *P. cylindrus* begins at the end of May or beginning of June, and the highest swarming intensity was recorded in the second half of June. In the insectarium it was found that swarming of adults ends by the end of the second decade of July, while the catch of adults continued till the end of August. Pheromone traps attracted adults, so they could be used for swarming monitoring and the determination of term for the application of measures for timber protection from oak pinhole borer.

Key words: monitoring, swarming, pheromone traps, *Platypus cylindrus*

¹ Dr Milan Drekić, naučni saradnik, Mr Leopold Poljaković Pajnik, viši stručni saradnik, Dr Verica Vasić, naučni saradnik, dipl. inž. Sreten Vasić, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

UVOD

Hrastov srčikar *Platypus cylindrus* Fab. (Coleoptera, Platypodidae) je jedan od najznačajnijih štetnih insekata koji oštećuju sortimente hrasta na stovarištima. U Srbiji je hrastov srčikar široko rasprostranjen i veoma štetan, a najčešće naseljava vrste iz roda *Quercus*, dok se ređe javlja na *Fagus* spp., *Fraxinus excelsior* L., *Juglans* spp., *Castanea sativa* Mill., *Prunus avium* L., *Tilia* spp. i *Ulmus* spp. (Mihajlović, 2008). U Mediteranskom pojusu je veoma značajna štetočina hrasta plutnjaka na kojem je u sastojinama prouzrokovao značajne štete u Portugalu (Sousa et al., 1995), Španiji (Soria et al., 1994), Francuskoj (Durand et al., 2004) i Maroku (Bakry et al., 1999; Sousa et al., 2005). U Srbiji pored sveže posećenih trupaca na stovarištima naseljava fiziološki slaba stabla i mesta mehaničkih ozleda. Štete pričinjavaju imagi izgrizanjem hodnika koji često prodiru duboko u srčiku, a kod jakih napada drvo je gusto prožeto hodnicima i neupotrebljivo za tehničku upotrebu. Larve ne kopaju hodnike već žive u materinskim hodnicima hraneći se gljivama, a odrasle larve izgrizaju lutkine kolevke i to upravno na materinski hodnik (Petrović, 1960). Velike štete nastaju kod najvrednijih hrastovih furnirske trupaca kod kojih i pojedinačna ubušenja ovog insekta višestruko smanjuju prodajnu cenu drveta. Zbog navedenog neophodna je zaštita najvrednijih drvnih sortimenata od napada ovog štetnog insekta primenom insekticida. Za uspešnu i pravovremenu primenu insekticida neophodno je precizno utvrditi vreme rojenja. Danas se feromonske klopke kod velikog broja insekata koriste u svrhu utvrđivanja prve pojave štetnih insekata i praćenja rojenja. Na osnovu broja imagi uhvaćenih u klopkama u mogućnosti smo da odredimo pravovremene rokove za primenu mera zaštite i da ekonomično i minimalno upotrebljavamo pesticide. Cilj istraživanja je bio da se proveri mogućnost primene feromonskih klopki u monitoringu rojenja *P. cylindrus* i da se rezultati dobijeni primenom ove metode uporede sa klasičnim metodom (prečenje u insektarijumu). Na bazi dobijenih rezultata moguće je sa većom pouzdanošću odrediti vreme prve pojave imagi i dužinu rojenja i u skladu sa tim planirati mere zaštite.

MATERIJAL I METODE

Radi poređenja monitoringa rojenja u insektarijumu i primenom feromonskih klopki, rojenje je tokom 2011. i 2012. praćeno u insektarijumu Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, a u 2012 godini na dva lokaliteta u Moroviću (ŠG Sremska Mitrovica) u sastojinama hrasta lužnjaka sa feromonskim klopkama.

U cilju praćenja rojenja hrastovog srčikara uzeta su 22. 09. 2010. godine sa stovarišta ŠG Sremska Mitrovica u G. J. Kućine - Naklo - Klještevica (odeljenje 7) dva trupca hrasta lužnjaka prečnika oko 30 centimetara i dužine 60 centimetara koji su stavljeni u entomološke kaveze u insektarijumu. U periodu od početka aprila do kraja avgusta 2011. godine kavezi sa trupcima su redovno pregledani na 9 - 12 dana i sakupljana izletela imaga hrastovog srčikara. Monitoring je nastavljen i naredne

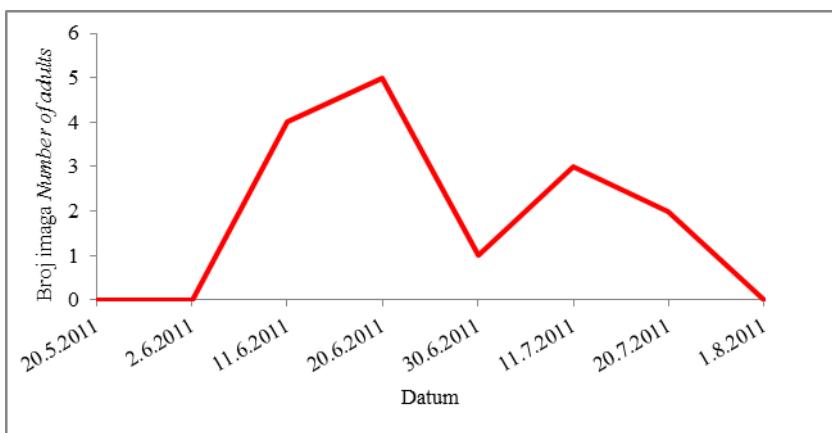
godine, tako što su dva trupca lužnjaka približnog prečnika 30 centimetara i dužine 60 centimetara uzeta 26. 08. 2011. u G.J. Blata - Malovanci (odlenje 7) i stavljena u kaveze u insektarijumu. Kavezni su u periodu od početka aprila do kraja avgusta 2012. godine redovno pregledani na 10 do 11 dana, te sakupljena i izbrojana izletela imaga.

Feromonske klopke su postavljene u šumama kojima gazduje ŠG Sremska Mitrovica. U G.J. Blata – Malovanci (odelenje 21) je 25. 05. 2012. postavljena jedna feromonska klopka tipa „*MultiWit*“ proizvođača *Witasek* (Feldkirchen, Austrija). U feromonsku klopku je stavljen jedan feromonski mamak *Cilindriwit®* istog proizvođača za privlačenje imaga *P. cylindrus*. Istog dana u G.J. Vinična - Žeravinac - Puk (odelenje 12) postavljena je takođe jedna feromonska klopka tipa „*MultiWit*“ sa istim feromonom. U periodu od početka juna do početka oktobra klopke su pregledane na oko 10 dana, a uhvaćena imaga su stavljena u alkohol i dostavljena u laboratoriju Instituta gde je materijal pregledan i izbrojana imaga hrastovog srčikara.

REZULTATI I DISKUSIJA

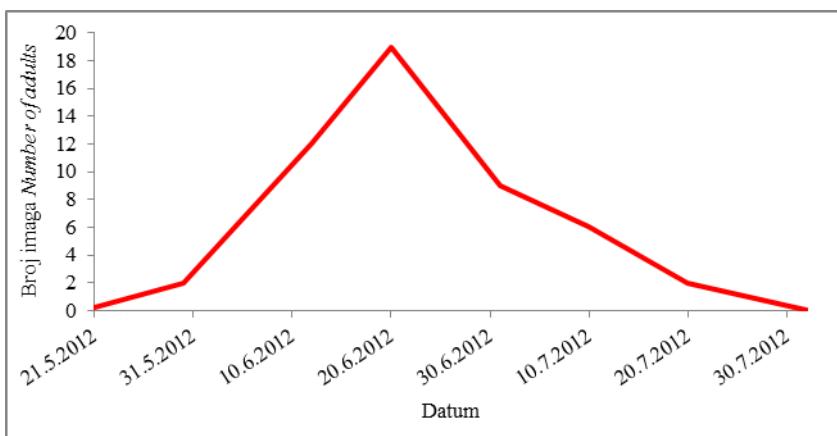
U 2011. godini početak rojenja u insektarijumu je konstatovan u periodu 2 do 11. juna. Najveći broj imaga je izleto tokom druge dekade juna, a poslednja imaga su konstatovana 20. jula (Grafikon 1).

Grafikon 1. Broj imaga *P. cylindrus* u insektarijumu u 2011. godini
*Graph 1. Number of *P. cylindrus* adults in insectarium in 2011*



U 2012. godini početak rojenja imaga u insektarijumu je konstatovan ranije u odnosu na prethodnu godinu, a prva imaga su konstatovana prilikom pregleda izvršenog 30. maja. Najveći broj imaga je konstatovan 20. juna, dok su poslednja imaga konstatovana krajem druge dekade jula (Grafikon 2).

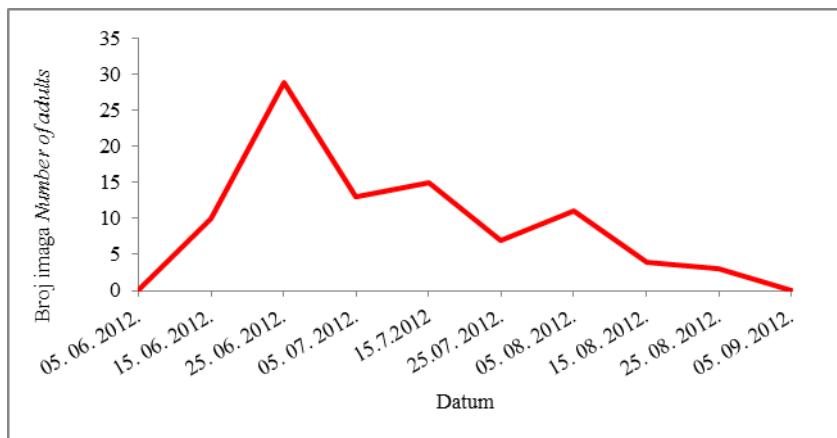
Grafikon 2. Broj imaga *P. cylindrus* u insektarijumu u 2012. godini
Graph 2. Number of *P. cylindrus* adults in insectarium in 2012



Rezultati monitoringa broja imaga *P. cylindrus* na dve feromonske klopke prikazani su u grafikonima 3. i 4.

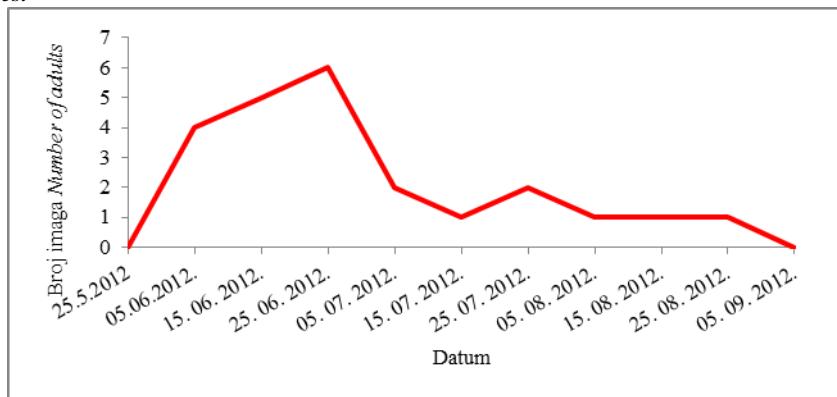
Grafikon 3. Broj imaga *P. cylindrus* uhvaćenih na feromonskoj klopcu postavljenoj u G.J. Blata - Malovanci

Graph 3. Number of *P. cylindrus* adults in pheromone trap in Blata - Malovanci forest



Grafikon 4. Broj imaga *P. cylindrus* uhvaćenih na feromonskoj klopcu postavljenoj u G.J. Vinična – Žeravinac – Puk

Graph 4. Number of *P. cylindrus* adults in pheromone trap in Vinična – Žeravinac – Puk forest



Prva uhvaćena imaga *P. cylindrus* u feromonskoj klopcu postavljenoj u G.J. Vinična - Žeravinac - Puk konstatovana su već pri prvom sakupljanju koje je bilo 5. juna, a kod druge klopke deset dana kasnije. Najveći broj uhvaćenih imaga na oba lokaliteta gde su postavljene feromonske klopke bio je 25. juna, da bi posle toga broj uhvaćenih imaga opadao. Poslednja imaga ovog insekta na oba lokaliteta nađena su u klopkama prilikom pregleda izvršenog 25. avgusta.

Rezultati istraživanja ukazuju da primena feromonskih klopki i praćenje rojenja u insektarijumu daju dobre rezultate u određivanju početka rojenja imaga hrastovog srčikara. Ako se uporedi rojenje imaga konstatovano u insektarijumu i ulov imaga u feromonskim klopkama vidljivo je da su imaga ulovljena klopkama konstatovana više od mesec dana kasnije u odnosu na poslednja imaga u kavezima, što se može objasniti time da su imaga nakon izleta duži period aktivna u potrazi za pogodnim materijalom za razvoj potomstva. Ovo ukazuje da primena feromonskih klopki ima prednost nad klasičnim monitoringom u insektarijumu jer se njom može sagledati čitav period aktivnosti imaga u šumi, a ne samo vreme izletanja imaga nove generacije.

Činjenica da su na lokalitetu u G.J. Vinična - Žeravinac - Puk u klopci već prilikom prvog pregleda nađena imaga insekta ukazuje da je monitoring u daljim istraživanjima potrebno početi nešto ranije. Literaturni navodi o početku rojenja imaga hrastovog srčikara se značajno razlikuju, pa tako Petrović, (1956; 1960) navodi da se imaga roje početkom juna, dok Vasić, (1971) navodi da se kod nas, kao i u zapadnoj Evropi odrasli insekti javljaju početkom jula, te pominje Strohmayer –a da navodi da rojenje počinje najranije krajem juna. Mihajlović, (2008) navodi rojenje u junu i julu. Bingham, (2009) za Britaniju pominje rojenje u periodu od juna do septembra. Sousa i Doubouise, (2002) navode da se rojenje u Portugalu odvija od maja i nastavlja do jeseni/zime te zaustavlja samo u periodu februar – april, a Chadigan et al., (1991) za Maroko navode da početak rojenja pada krajem maja i početkom juna. Razlike u početku rojenja se mogu objasniti različitim klimatskim uslovima u kojima su istraživanja vršena, ali i različitim

klimatskim prilikama u pojedinim godinama jer je i u našim osmatranjima konstatovan različit početak rojenja. Naime, početak rojenja u insektarijumu u 2011. godini je konstatovan u prvoj dekadi juna, a u narednoj godini sa višim proletnjim temperaturama već u poslednjoj dekadi maja. To ukazuje da je praćenje rojenja neophodno i da monitoring rojenja hrastovog srčikara treba započeti najkasnije sredinom maja i nastaviti ga do septembra kako bi se na osnovu dobijenih rezultata pravovremeno i adekvatno primenivale mere zaštite.

S obzirom da je hrastov srčikar sekundarna štetočina koji se pored trupaca javlja na fiziološki slabim i sveže osušenim stablima monitoringom njegove brojnosti primenom feromonskih klopki u dužem vremenskom periodu potencijalno bi se moglo pratiti pojave pogoršanja (povećanje brojnosti ove vrste) ili poboljšanja stanja hrastovih šuma (smanjenje brojnosti). Istraživanja treba nastaviti i na osnovu toga napraviti strategiju za monitoring rojenja ili eventualnog suzbijanja hrastovog srčikara primenom feromonskih klopki.

ZAKLJUČCI

Na osnovu sprovedenih istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

Rojenje hrastovog srčikara počinje krajem maja ili početkom juna, a najveći intenzitet rojenja konstatovan je u drugoj polovini juna. U insektarijumu je konstatovano da se izlet imagu završava krajem druge dekade jula, dok je ulov imagu u feromonskim klopkama konstatovan do kraja avgusta.

Istraživanja ukazuju da je primjenjeni feromon delovalo privlačno na imagu i da bi se feromonske klopke u budućnosti mogle koristiti za monitoring rojenja i precizno određivanje vremena za sprovođenje mera zaštite.

Feromonske klopke za hrastovog srčikara treba postaviti najkasnije sredinom maja jer prve ulove treba očekivati krajem maja ili početkom juna.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta III 43002, "Biosensing tehnologije i globalni sistem za kontinuirana istraživanja i integrisano upravljanje ekosistemima" - koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011. – 2014. godine.

LITERATURA

- Bingham, J. (2009): The oak pinhole borer *Platypus cylindrus* (Fabricus). (Coleoptera: Platypodidae). Wyre Forest Study Group Review: 67.
- Bakry, M., Antry, E.S., Satrani, B., Oubrou, W. (1999): Les facteurs de déperissement des subéraies marocaines. IOBC/WPRS Bull. 22: 37 - 39.
- Chadigan, M., Fravala, A., Ramzi, H., Villemant, C. (1991): Insectes xylophages, Actes editions, Rabat: 129 - 156.

- Durand, C., Bellanger, M., Decoust, M. (2004): Etat sanitaire de la subéraie Varoise; Impact du démasclage et de la présence de l'insecte *Platypus cylindrus*. Travail d'étude et de recherche. Maîtrise de Biologie et des écosystèmes. Université Aix-Marseille.
- Mihajlović, LJ. (2008): Šumarska entomologija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet: 514 - 515.
- Petrović, M. (1956): Prilog poznavanju hrastovog drvenara (*Platypus cylindrus* F.), morfologija, biologija, štetnost i suzbijanje, Agrohemija, 5: 21 - 42.
- Petrović, M. (1960): Prilog poznavanju štetnih insekata hrastovog drveta. Agrohemija, 7: 3 - 20.
- Soria, F. J., Villagran, M., Del Tio, R., Ocete, M.E. (1994): Estudios prospectivos de los principales perforadores del alcornoque en la Sierra Norte de Sevilla. Bol. San. Veg. Plagas., 20: 643 - 651.
- Sousa, E., Debouize, D., Pereira, H. (1995): Le rôle de l'insecte *Platypus cylindrus* F. (Coleoptera, Platypodidae) dans le processus de, dépérissement des peuplements de chêne-liège au Portugal. IOBC/wprs Bull., 18: 24 - 37.
- Sousa, E., Debouize, D. (2002): Contribution à la bioécologie de *Platypus cylindrus* F. au Portugal. IOBC/ wprs Bull. 25: 75 - 83.
- Sousa, E., Inacio, M.L., El Antry, S., Bakry, M., Kadiri, Z.A. (2005): Comparaison de la bio-écologie et du comportement de l'insecte *Platypus cylindrus* Faber. (Coléoptère, Platypodidae) dans les subéraies Portugaises et Marocaines. IOBC/WPRS Bull., 28: 37 - 144.
- Vasić, K. (1971): Zaštita drveta, Naučna knjiga, 1 - 335, Beograd.

S u m m a r y

MONITORING OF SWARMING OF *Platypus cylindrus Fab.* ADULTS

by

Drekić, M., Poljaković – Pajnik, L., Vasić, V., Vasić, S.

*Oak pinhole borer (*Platypus cylindrus Fab.*) can cause considerable damage on oak timbers in log camps. In order to prevent damage the application of insecticides is necessary in the aim to protect the most valuable timber from the attack by this insect. For successful and timely insecticide application it is necessary to comprehend biology and monitor the time of swarming. The aim of the research was to test the possibility of the application of pheromone traps for monitoring of swarming that would be used for direction and precise determination of the time of treatment of the pedunculate oak timber.*

*Swarm monitoring of *P. cylindrus* was performed in insectarium during 2011 and 2012, as well as in 2012 on two sites in Morović, in pedunculate oak stands with pheromone traps typ „MultiWit“ manufactured by „Witasek“ (Feldkirchen, Austria), in that the pheromone bites, typ „Cilindriwit®“, from the same manufacturer were put.*

It was found by monitoring that the swarm of adults of oak pinhole borer begins at the end of May or at the beginning of June, and the highest swarming intensity was recorded in the second half of June. It was found in insectarium that the swarm of the adults ends at the end of the second decade of July, while the catch of adults in pheromone traps was recorded until the end of August. The fact that the adults were found in pheromone traps more than a month after the last adults swarmed in cages could be explained as the adults are active for a long time in search for suitable material for the development of the new generation. Applied feromon was attractive for adults. Thus, it could be used in the future for swarming time monitoring and the precise determination of term for the application of measures for timber protection from oak pinhole borer.

ZNAČAJ PODIZANJA BAFER ŠUMA U FUNKCIJI ZAŠTITE OD DEGRADACIONOG PROCESA ALKALIZACIJE PRIMARNIH POLJOPRIVREDNIH ZEMLJIŠTA U VOJVODINI

Ivanišević Petar¹, Galić Zoran¹, Pekeč Saša¹, Rončević Savo¹, Andrašev Siniša¹,
Kovačević Branislav¹

Izvod: U radu je analizirana mogućnost podizanja bafer šuma, na kontaktnim površinama između najplodnijih primarnih poljoprivrednih i halomorfnih zemljišta, u ravničarskom delu Vojvodine, u zoni intenzivne poljoprivredne proizvodnje, sa aspekta zaštite istih od brojnih degradacionih procesa. 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. Izbor vrsta drveća i žbunja za pošumljavanje navedenih površina mora biti primarno uskladen sa datim edafskim karakteristikama staništa. Rezultati ovih proučavanja ukazuju, da su u ekološkoj zoni alkalizovanog černozema, u spratu drveća pogodne kserofilne i termofilne vrste iz rodova: *Robinia*, *Quercus*, *Prunus*, *Morus*, *Pinus*, u ekološkoj zoni alkalizovanih livadskih crnica mezofilne i higrofilne vrste iz rodova: *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Populus*, *Sorbus*, *Morus*, *Prunus*, *Malus* odnosno u ekološkoj zoni alkalizovanih ritskih crnica higrofilne vrste iz rodova: *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Populus*, *Salix*. U ovim bafer šumama, ispod sprata drveća, neophodni su gusti sklopovi odgovarajućih vrsta žbunja, prilagođenih navedenim edafskim uslovima. Podizanjem bafer šuma bila bi zaštićena zona intenzivne poljoprivredne proizvodnje od invazionih degradacionih uticaja, sa jedne strane, a iste bi, sa druge strane, dugotrajno ostvarivale meliorativni uticaj na slatine u Vojvodini.

Ključne reči: Primarno poljoprivredno zemljište, alkalizacija zemljišta , bafer šume, Vojvodina.

THE SIGNIFICANCE OF BUFFER FOREST STANDS IN THE FUNCTION OF THE PROTECTION OF DEGRADATION PROCESS OF ALCALIZATION OF THE PRIMARY AGRICULTURAL SOILS IN VOJVODINA

Abstract: The possibility of the establishment of buffer forest zones on the border line between the most fertile principal agricultural soils and halomorphic soils in the flat parts of

¹ Dr Petar Ivanišević, naučni saradnik, Dr Zoran Galić, naučni savetnik, Dr Saša Pekeč, naučni saradnik, Dr Savo Rončević, viši naučni saradnik, Dr Siniša Andrašev, naučni saradnik, Dr Branislav Kovačević, viši naučni saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad, E-mail: perai@uns.ac.rs.

Vojvodina, i.e. the zone of the most intensive agricultural production, considering their protection from numerous degradation processes was analysed in this work. Alkalization, as a degradation process endanger circumferential parts of principal soils, consisting of: 17 474 ha chernosem, or 0,81%, 957 ha semigley, or 0,05%, and 16 270 ha of humigley soils, or 0,75%, that makes 34 701 ha in total, or 1,61% of the total area of Vojvodina. The selection of trees and shrubs for the afforestation of these areas must be primarily in compliance with particular soil characteristics of the habitat. Results of this research suggest that in the ecological zone of alkalized chernozem, in the zone of trees the xerophilic and thermophilic species from geni: Robinia, Quercus, Prunus, Morus and Pinus could be conducive, in the ecological zone of alkalized semigley that would be mesophilic and higrophilic species from geni: Quercus, Fraxinus, Ulmus, Populus, Sorbus, Morus, Prunus and Malus, and in the ecological zone of humigley that would be species from geni: Quercus, Fraxinus, Ulmus, Populus and Salix. In the buffer zone forests, below the zone of trees, a high abundance of shrub species, adapted to particular soil conditions is necessary. By the establishment of buffer forests, the zone of intensive agriculture production would be protected from invasive degradation influences, on one hand, while the long-term meliorative effect on salt soils in Vojvodina would be achieved, on the other hand.

Key words: Principal agricultural soils, alkalinization of soils, buffer forests, Vojvodina.

UVOD

Prirodni resurs, kao što je zemljište, predstavlja dinamičan polifazni sistem, od vitalnog značaja za sva živa bića, odnosno za održivost svih ekosistema na zemlji. Međutim, ovaj prirodni resurs se vrlo lako uništava, a veoma sporo obnavlja. Rezultati naučnih istraživanja, ukazuju na to, da poslednjih decenija ubrazano nestaju površine plodnog zemljišta, čime se u značajnoj meri umanjuje njegov potencijal, a time i količina proizvedenih sirovina za proizvodnju hrane (Oldeman, 1988). Faktori koji doprinose gubitku zemljišta su brojni, bilo prirodni, bilo antropogeni, a kao najznačajniji od prirodnih su: erozija, salinizacija i alkalizacija, zakišljavanje, plavljenje, zamočvarivanje, a od antropogenih: promene namene korišćenja (izgradnja infrastrukturnih objekata). Među antropogenim faktorima su smanjenje organske materije u zemljištu, usled spaljivanja žetvenih ostataka, oranja, zatim unošenja štetnih i opasnih materija prilikom đubrenja i zaštite od fitopatoloških i entomoloških obolenja, zaštite od korova, itd. Sve ovo utiče i na biodiverzitet. Neke od ovih faktora značajno podstiče, a za neke je direktno odgovoran čovek svojom aktivnošću. Jedan od faktora koji značajno ugrožavaju potencijal zemljišta u Vojvodini je širenje prirodnih degradacionih procesa, s jedne strane procesa zaslanjivanja (Ivanišević et al., 2011), a sa druge strane alkalizacije, koji ugrožavaju najraširenije primarne tipove zemljišta, kao što su černozem, livadska crnica (sinonimi: semigley i humofluvisol) i ritska crnica (humoglej). Na površinama navedenih sistemske jedinice zemljišta odvija se skoro celokupan uzgoj kulturnih biljaka. Ugroženost ovih sistematskih jedinica zemljišta je upravo na kontaktu sa pravim slatinama. U zoni slatina, u zavisnosti od stepena i intenziteta raslanjivanja, odvija se proces alkalizacije, uzrok procesa osolončavanja, pri čemu Na-jona ulazi u adsorptivni kompleks, obrazujući alkalne slatine (klasa solonci). Ovaj proces vrši značajan uticaj i na primarna zemljišta putem delovanja

mobilnih soli, koje dospevaju podzemnim vodama u gornje delove profila, pogoršavajući njihova vodno-fizička, hemijska i biloška svojstva.

Jedan od faktora koji značajno ugrožavaju potencijal zemljišta u Vojvodini je nedostatak različitih oblika zasada drveća i žぶnja. Nedovoljna šumovitost, ali i način gazdovanja poljoprivrednim zemljištem (intezivne agrotehničke mere, nepoštovanje plodoreda, monokulture) ugrožavaju upravo najrasprostrnjenije primarne tipove poljoprivrednih zemljišta, na kojima se odvija celokupna poljoprivredna proizvodnja. Prema (Vlatković, 1986, Orlović et al., 2006) površina šuma zauzima oko 137 000 ha ili 6,4 % od ukupne površine Vojvodine. Ovako mala šumovitost je mogući uzrok pojave i širenja različitih degradacionih procesa, odnosno ugroženosti vojvodanskih oranica. Iako je projektovana optimalna šumovitost Vojvodine 14,3% (Vlatković, 1986), nedostajuće šume mogu biti metod semimelioracija ugroženih poljoprivrednih zemljišta. Naime, površine obrasle šumom direktno utiču na stabilnost svojstava zemljišta (Ćirić et al., 2012), pri čemu korenje drveća utiče na vodopropustljivost, na descedentne tokove vodnih rastvora, vodno-vazdušni režim, akumulaciju organske materije, odnosno, na značajno poboljšanje fizičkih, hemijskih i bioloških osobina. Sama razvijenost asimilacione površine krošanja drveća, stvara dovoljnu zasenčenost, čime se smanjuje pregrevanje i gubitak preko potrebne vode u zemljištu evaporacijom (Katić et al., 1979; Marković i Tatalović, 1995; Ivanišević et al., 2004; Pekeč et al., 2008; 2011). Osim navedenog drveće, posebno selekcionisane sorte crne topole, utiču na kretanje kontminanta u zemljištu, koji se javljaju u intenzivnoj poljoprivredi, vršeći fitoremedijaciju kontaminiranih staništa (Pilipović et al., 2005). U sprečavanju degradacionih procesa, šume imaju semimeliorativnu funkciju, smanjujući evaporaciju, štetno dejstvo vetra, poboljšavajući mikroklimu, čime sprečavaju ugrožavajući efekat štetnih soli u zemljištu.

Iz navedenih razloga, u ovom radu, izvršena su proučavanja mogućnosti podizanja bafer šuma između alkalizovanih slatin i primarnih poljoprivrednih zemljišta, u funkciji zaštite oranica, odnosno zone intenzivne poljoprivredne proizvodnje. Pri tome, površine pod bafer šumama povećale bi ukupnu šumovitost Vojvodine, a time bi dugotrajno poboljšavale ekološke, posebno, mikroklimatske uslove u zoni pravih slatin, s jedne strane, a sa druge strane, štitile bi visoko plodna poljoprivredna zemljišta od degradacionog procesa-alkalizacije i njegovog širenja. Izmenjeni ekološki uslovi značajno bi uticali na stabilnost, a time i na održivi razvoj postojećih ekosistema Vojvodine.

OBJEKAT I METOD RADA

Na području Vojvodine u toku dugogodišnjih proučavanja zemljišta analizirano je više lokaliteta u zoni intenzivne poljoprivredne proizvodnje, na oranicama sa umanjenim ili nestabilnim prinosima poljoprivrednih kultura, na kontaktu sa alkalnim slatinama (soloncima) za potrebe podizanja različitih oblika zasada drveća i žぶnja. Na ovim lokalitetima otvoreno je i opisano više pedoloških profila, a uzimanje uzorka zemljišta u poremećenom stanju izvršeno je samo u tipskim profilima najzastupljenijih zemljišta i to za černozem - lokalitet Savino selo u Bačkoj, za livadsku crnicu (semiglej) – lokalitet Plandište u Banatu i za ritsku crnicu

(humoglej) – lokalitet Crna bara kod Kikinde u Banatu. Osnovni analitički pokazatelji svojstava ovih zemljišta određeni su standarnim labaratorijskim metodama u labaratoriji Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu:

- granulometrijski sastav (%) određen je po međunarodnoj B pipet metodi sa pripremom u Na-pirofosfatu,
- CaCO_3 (%) je određen volumetrijski na Scheibler-ovom kalcimetru,
- pH vrednost u H_2O određena je elektrometrijski kombinovanom elektrodom na pH Radiometru,
- humus (%) je određen po metodu Tjurin-a u modifikaciji (Simakova, 1957),
- ukupne soli (%), konduktometrom u pasti

Dobijeni rezultati prikazani su u narednom tekstu.

REZULTATI I DISKUSIJA

Struktura površina primarnih tipova poljoprivrednih zemljišta zahvaćenih alkalizacijom

U tabeli 1 prikazana je struktura površina sistematskih jedinica primarnih poljoprivrednih zemljišta u zoni intenzivne poljoprivredne proizvodnje (u atarima) ugroženih prirodnim degradacionim procesom alkalizacije na području Vojvodine. Primarna poljoprivredna zemljišta, pripadaju različitim pedosistematskim jedinicama (Škorić et al., 1985), od kojih je černozem najrasprostranjeniji, sa udelom od oko 43,5 %, zatim sledi semiglej (livadska crnica) sa 17,2% i humoglej (ritska crnica) sa 16,2% od ukupne površine Vojvodine (Sekulić et al., 2005). Ova zemljišta su visokog potencijala plodnosti, a predstavljaju osnovni resurs poljoprivredne proizvodnje Vojvodine.

Tabela 1. Površine primarnih poljoprivrednih zemljišta ugrožene alkalizacijom u Vojvodini (Živković et al., 1972)

Table 1. The area of principal agricultural soils affected by alkalization in Voivodina (Živković et al., 1972)

| Tip zemljišta <i>Soil type</i> | Površina <i>Area</i> (ha) | Index % | Površine primarnih poljoprivrednih zemljišta ugrožene alkalizacijom (ha) <i>The area of principal agricultural soils affected by alkalization (ha)</i> | | | | Vojvodina |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------|---|--------|------|--------------|-----------|
| | | | Bačka | Banat | Srem | Ukupno Total | |
| Černozem <i>Chernozem</i> | 935 914 | 43,5 | 7 934 | 9 540 | - | 17 474 | 0,81 |
| Semiglej <i>Semigley</i> | 369 866 | 17,2 | 100 | 857 | - | 957 | 0,05 |
| Humoglej <i>Humogley</i> | 348 845 | 16,2 | 2 970 | 13 200 | 100 | 16 270 | 0,75 |
| Ukupno <i>Total</i> | 1 654 625 | 76,9 | 11 004 | 23 597 | 100 | 34 701 | 1,61 |

Deo površina ovih primarnih poljoprivrednih zemljišta, posebno na kontaktu sa zonom halomorfnih zemljišta, ugrožavaju različiti degradacioni procesi, kako prirodni, tako i antropogeni (Ivanišević et al., 2011), od kojih alkalizacija, kao proces koji se odvija u toku raslanjivanja, ugrožava 34 701 ha, ili 1,61%. Stabilnost i održivi razvoj agrekosaistema na ovim površinama, koje se odlikuju umanjenim i nestabilnim prinosima poljoprivrednih kultura, ugrožava i nedostatak različitih oblika šuma i drugog zelenila. To je posebno izraženo u Banatu, čija je šumovitost u pojedinim opština ispod 1% (Marković i Tatalović, 1995; Ivanišević et al., 2005; 2006; 2011; Rončević et al., 2005).

Iz tabele 1 se vidi da su alkalizacijom ugroženije površine černozema u Banatu nego u Bačkoj, a značajno veće površine livadske crnice i ritske crnice u Banatu. Objašnjenje ovoj pojavi leži u činjenici da je područje Banata u prošlosti bilo izloženije površinskim i podzemnim vodama, nego danas (Miljković, 1963)

Spoljna morfologija primarnih poljoprivrednih zemljišta zahvaćenih alkalizacijom

U zoni černozema, ali i u zoni livadskih i ritskih crnica, kontaktne površine, kao i oranice (slika 1) podvrgnute su intenzivnim agrotehničkim zahvatima (oranje, tanjiranje, rotofreziranje) zbog čega mineralizacijom (izloženost jakom sunčevom zračenju) trajno gube organsku materiju uklanjanjem biljnih žetvenih ostataka (spaljivanje) pri čemu menjaju boju, a naročito agregatnu strukturu, što umanjuje njihovu plodnost.



Slika 1. Spoljna morfologija primarnih poljoprivrednih zemljišta ugroženih alkalizacijom

Figure 1. Surface morphology of principal agricultural soils affected by alkalization

U okviru primarnih poljoprivrednih zemljišta, alkalizovani černozemi, okružuju šire ili uže depresije solonjeca u koritima rečnih tokova iz geološke prošlosti, dok su alkalizovane livadske crnice najčešće izdignuti reljefni oblici za 30 do 70 cm u zoni solonjeca, dok su alkalizovane ritske crnice skoro uvek uske dugačke mikrodepresije nastale na glinovitim nanosima navedenih rečnih tokova.

Unutrašnja morfologija primarnih poljoprivrednih zemljišta zahvaćenih alkalizacijom

Primarna morfološka osobina je stratigrafska građa profila ovih zemljišta, koja kod černozem solonjecastog ima morfološki oblik A_{oh} - $AB_{t,na}$ - C_{ca} , kod livadske crnice solonjecaste A_{um} - $AB_{t,na}$ - C_{ca} - $G_{so}G_r$ i kod ritske crnice beskarbonatne alkalizovane A_a - $AB_{t,na}$ - $G_{so}G_r$ (slika 2).

| | | |
|--|---|---|
| A_{oh} - $AB_{t,na}$ - C_{ca} | A_{um} - $AB_{t,na}$ - C_{ca} - $G_{so}G_r$ | $A_{a,p}$ - $AB_{t,na}$ - $G_{so}G_r$ |
| Černozem solonjecasti P1/88 <i>Alkalinized chernozem</i> | Semigley (l. crnica) solonjecasta P3/82 <i>Alkalinized semigley</i> | Humoglej (r. crnica) alkalizovana P1/95 <i>Alkalinized humogley</i> |

Slika 2. Unutrašnja morfologija primarnih poljoprivrednih zemljišta ugroženih alkalizacijom

Figure 2. Internal morphology of principal agricultural soils affected by alkalization

Debljina humusnih A horizonata istraživanih zemljišta je različita i zavisi od topografsko hidrološkog položaja (kote terena i oblika reljefa), a akumulacija organske materije je usporena, pri čemu je izražena njena mineralizacija, uslovljena mehaničkom obradom zemljišta, ili pak uklanjanjem žetvenih ostataka, ali i izraženim amplitudama klimatskih elemenata. Kod svih tipskih predstavnika sistematskih jedinica zapaža se pojava blagog premeštanja karbonata u dublje horizonte, kod ritskih crnica potpunog ispiranja karbonata duž čitavog profila, kao i odsustvo strukturnih agregata u A horizontima. Matični supstrat kod černozema je uglavnom oker žute boje, a kod semigleja i humogleja je skoro uvek marmoriran oksidoreduktionim procesima. Fiziološka dubina, zona mogućeg rasprostiranja korenovog sistema je limitirana debljinom humusnog horizonta, odnosno položajem akumulacije karbonata ili ipak položajem redupcionog horizonta, što određuje izbor drvenastih i žbunastih vrsta (Kadović, 1983, Galić, 2003, Ivanišević et al., 2005; 2006; Rončević et al., 2005; Galić et al., 2006; 2011).

Osnovne fizičko hemijske osobine primarnih poljoprivrednih zemljišta zahvaćenih alkalizacijom

Sa aspekta podizanja šuma, a time i zaštitnih šuma (bafer šuma), najvažnije obeležje zemljišta je sadržaj frakcije praha+gline u fiziološki aktivnom sloju, od koga zavise skoro svi parametri plodnosti zemljišta (Živanov, 1980; Ivanišević, 1993).

Tabela 2. Analitički parametri primarnih poljoprivrednih zemljišta zahvaćenih alkalizacijom

Table 2. Analytical parameters of principal agricultural soils affected by alkalinization

| Horizont <i>Horizon</i> | Dubina Depth | CaCO ₃ | pH | Humus Humus | Ukupne soli <i>Total salt</i> | Granulometrijski sastav (%), Particle size composition (%) | | | Teksturna klasa <i>Texture class</i> |
|--|--------------|-------------------|------------|-------------|----------------------------------|---|---------------------|----------------------|---|
| | | | | | | S. pesak <i>F. sand</i> | Prah <i>Silt</i> | Glina <i>Clay</i> | |
| | | | | | | 0.2-0.02 | 0.02-0.002 | <0.002 | |
| | | | | | | cm | (%) | H ₂ O (%) | |
| Lokalitet: Bačka, Savino selo: Černozem solonjecasti, P1/88 <i>Area: Bačka, Savino selo: Alkalinized chernozem</i> | | | | | | | | | |
| A _{oh} | 0-55 | 0,0 | 8,0 | 3,58 | 0,08 | 40,1 | 30,8 | 28,0 | Glin. ilovača <i>Clay loam</i> |
| AB _{t,na} | 55-85 | 26,7 | 8,5 | 1,96 | 0,12 | 37,5 | 31,2 | 30,4 | Glin. ilovača <i>Clay loam</i> |
| C _{ca} | 85-115 | 28,7 | 9,2 | 1,14 | 0,13 | 37,2 | 33,2 | 28,4 | Glin. ilovača <i>Clay loam</i> |
| Prosek Average | 0-115 | 18,5 | 8,6 | 2,23 | 0,10 | 38,3 | 31,7 | 29,0 | Glin. ilovača Clay loam |
| Lokalitet: Banat, Plandište, Livadska crnica solonjecasta, P3/82 <i>Area: Banat, Plandište: Alkalinized semigley</i> | | | | | | | | | |
| A _{um} | 0-34 | 0,0 | 8,9 | 2,94 | 0,11 | 40,4 | 18,4 | 39,6 | Glin. ilovača <i>Clay loam</i> |
| AB _{t,na} | 34-53 | 2,7 | 9,6 | 2,67 | 0,13 | 29,5 | 25,2 | 44,8 | Glina <i>Clay</i> |
| C _{ca} | 53-79 | 36,2 | 10,0 | 1,00 | 0,34 | 31,0 | 35,2 | 33,2 | Glin. ilovača <i>Clay loam</i> |
| G _{soGr} | 79-159 | 34,5 | 9,8 | 0,62 | 0,30 | 41,6 | 36,0 | 22,4 | Ilovača <i>Loam</i> |
| Prosek Average | 0-159 | 18,4 | 9,6 | 1,81 | 0,22 | 35,6 | 28,7 | 35,0 | Glin. ilovača Clay loam |
| Lokalitet: Banat, Kikinda, Crna bara, Ritska crnica alkalizovana, P1/95 <i>Area: Banat, Kikinda, Crna bara: Alkalinized humogley</i> | | | | | | | | | |
| A _{a,p} | 0-20 | 0,0 | 8,4 | 5,59 | 0,17 | 21,2 | 28,0 | 49,2 | Glina <i>Clay</i> |
| AB _{t,na} | 20-90 | 0,0 | 8,8 | 3,27 | 0,22 | 18,3 | 28,0 | 53,2 | Glina <i>Clay</i> |
| G _{soGr} | 90-110 | 0,0 | 8,7 | 0,39 | 0,19 | 22,0 | 26,0 | 50,8 | Glina <i>Clay</i> |
| Prosek Average | 0-110 | 0,0 | 8,6 | 3,08 | 0,19 | 20,5 | 27,3 | 51,1 | Glina Clay |

Sem ovog obeležja zemljišta veoma je značajan njegov način vlaženja, sposobnost skladištenja fiziološki aktivne vode, koji je u zavisnosti od mehaničkog sastava od topografsko hidrološkog položaja (Herpka, 1980), te od sadržaja i oblika lakopokretnih vodorastvornih soli u podzemnoj vodi.

U pogledu mehaničkog sastava najpogodniji su alkalizovani černozemi, zatim alkalizovane livadske crnice, dok su beskarbonatne alkalizovane ritske crnice celom dubinom soluma veoma glinovite, izraženo vertične. Analizirane sistematske jedinice zemljišta imaju humusno akumulativni raspored organske materije, u površinskom delu razrušenu strukturu, ispod koje postoje prisutni procesi osolončavanja (pojava poliedarske strukture). Osim ovog humusni horizonti su sa izraženim vertikalnim pukotinama. U zavisnosti od dubine podzemne vode, mehaničkog sastava čitavim profilom prisutne su mobilne soli, pri čemu sadržaj sa dubinom raste. U zavisnosti od navedenih fizičko-hemijskih i fizioloških osobina datih zemljišta moguće je koristiti u ekološkom smislu širi spektar drvenastih i žbunastih vrsta (Kadović, 1983; Ivanišević et al., 2006; 2008; Galić, 2003; Galić et al., 2011).

Izbor vrsta drveća za podizanje bafer šuma na alkalizovanim primarnim poljoprivrednim zemljištima

Izbor vrsta drveća i žbunja za podizanje bafer šuma zavisi od ekoloških uslova, edafsko hidroloških karakteristika zemljišta i tolerantnosti pojedinih vrsta drveća prema stepenu soloncatosti primarnih poljoprivrednih zemljištu, položaju $B_{t,na}$ horizonta, njegove glinovitosti koja određuje fiziološku dubinu rizosfere (Kadović, 1983), te prisustvu vodorastvornih mobilnih soli. Iz tabele 3 se vidi da u spratu drveća u zoni černozema solonjecastog ekološki odgovaraju **kserofilne** i **termofilne** vrste iz rođova: *Robinia*, *Quercus*, *Prunus*, *Morus*, *Pinus*, u zoni livadskih crnica solonjecastih **mezofilne** i **higrofilne** vrste iz rođova: *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Populus*, *Sorbus*, *Morus*, *Prunus*, *Malus* odnosno u zoni beskarbonatnih alkalizovanih ritskih crnica **higrofilne** vrste iz rođova: *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Populus*, *Salix*. Srednji i prizemni sprat ovih bafer šuma je poželjno da zauzimaju vrste žbunja, u što gušćem sklopu, u funkciji staništa za očuvanje biodiverziteta divlje faune. Vrste drveća najsigurnije je odabirati iz prirodnih zajednica (Tomić, 1992, Ivanišević et al., 1998; Ivanišević i Knežević, 2008; Ivanišević et al., 2008).

Pri tehničkom izvođenju podizanja bafer šuma vrstama drveća i žbunja iz navedenih rođova zasadi mogu imati različite oblike i veličine od 0.5 ari do 20 ha (pojasevi, frontalni i prstenasti zasadi, krugovi) u zavisnosti od raspoloživog slobodnog prostora, a naročito prostora gde su određenim degradacionim procesima značajno smanjeni prinosi poljoprivrednih kultura.

Tabela 3. Izbor vrsta drveća i žbunja za podizanje bafer šuma u zoni primarnih poljoprivrednih zemljišta zahvaćenih alkalizacijom**Table 3.** Selection of tree and shrub species for the establishment of buffer forests on principal agricultural soils affected by alkalization

| Tip zemljišta Soil type | Biljna zajenica Plant community | Vrste drveća i žbunja Tree and shrub species |
|---|---|--|
| Černozem solonjecasti Alkalinized chernozem | <i>Quercion pubescentis-petraeae</i> , <i>Aceri tatarico-Quercion</i> | <i>Quercus cerris</i> , <i>Quercus patraeae</i> , <i>Quercus pubescens</i> , <i>Quercus virgiliiana</i> , <i>Quercus deleschampi</i> , <i>Quercus polycarpa</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Fraxinus ormus</i> , <i>Pinus nigrae</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Corillus avellana</i> , <i>Prunus</i> sp., <i>Malus</i> sp., <i>Morus</i> sp., <i>Pyrus piraster</i> , <i>Cornus mas</i> , <i>Rhamnus cathartica</i> , <i>Crategus</i> sp., <i>Hipophae rhamoides</i> , <i>Eleagnus angustifoliae</i> , <i>Rubus</i> , sp., <i>Evonymus europea</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Lonicera tatarica</i> , <i>Viburnum opulus</i> , <i>Rosa</i> sp. |
| Semiglej (livadska crnica) solonjecasta Alkalinized semigley | <i>Querceto-Fraxinetum angustifoliae</i> , <i>Populetum albae</i> , <i>Populetum nigro-albae</i> , <i>Populetum nigrae</i> | <i>Quercus robur</i> , <i>Fraxinus</i> sp., <i>Carpinus betulus</i> , <i>Ulmus</i> sp., <i>Acer</i> sp., <i>Tilia</i> sp., <i>Acer tataricum</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Sorbus domestica</i> , <i>Sorbus torminalis</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Juglans nigra</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Populus alba</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>Prunus</i> sp., <i>Malus</i> sp., <i>Morus</i> sp., <i>Pyrus piraster</i> , <i>Cornus mas</i> , <i>Cornus sanguinea</i> , <i>Rhamnus cathartica</i> , <i>Crategus</i> sp., <i>Hipophae rhamoides</i> , <i>Eleagnus angustifoliae</i> , <i>Rubus</i> , sp., <i>Evonymus europea</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Lonicera tatarica</i> , <i>Viburnum opulus</i> , <i>Rosa</i> sp. |
| Humoglej (ritska crnica) solonjecasta Alkalinized humogley | <i>Querceto-Fraxinetum angustifoliae</i> , <i>Populetum albae</i> , <i>Populetum nigro-albae</i> , <i>Populetum nigrae</i> , <i>Fraxinetum angustifoliae</i> , <i>Salicetum albae</i> | <i>Quercus robur</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Ulmus</i> sp., <i>Populus nigra</i> , <i>Populus alba</i> , <i>Celtis</i> sp., <i>Taxodium distichum</i> , <i>Prunus</i> sp., <i>Morus</i> sp., <i>Pyrus piraster</i> , <i>Cornus mas</i> , <i>Cornus sanguinea</i> , <i>Rhamnus cathartica</i> , <i>Crategus</i> sp., <i>Hipophae rhamoides</i> , <i>Eleagnus angustifoliae</i> , <i>Rubus</i> , sp., <i>Evonymus europea</i> , <i>Viburnum opulus</i> , <i>Rosa</i> sp. |

ZAKLJUČCI

Na osnovu ranijih istraživanja (Živković, et al. 1972) i dobijenih rezultata ovog istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Površina primarnih poljoprivrednih zemljišta zauzima 1 654 625 ha, ili 76,9 %, pri čemu je najrasprostranjeniji tip zemljišta černozem, sa 43,4 %, zatim sledi semiglej (livadska crnica) sa 17,2% i humoglej (ritska crnica) sa 16,2, u ukupnoj površini Vojvodine,

- Površina ovih primarnih zemljišta uzahvaćena alkalizacijom zauzima 34 701 ha, ili 1,61 % od ukupne površine Vojvodine.

- Dobijeni rezultati ukazuju da pri podizanju bafer šuma, u spratu drveća, u zoni alkalizovanog černozema, ekološki odgovaraju kserofilne i termofilne vrste iz rodova: *Robinia*, *Quercus*, *Prunus*, *Morus*, *Pinus*, u zoni alkalizovanih livadskih crnica mezofilne i higrofilne vrste iz rodova: *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Populus*, *Sorbus*, *Morus*, *Prunus*, *Malus* odnosno u zoni beskarbonantih alkalizovanih ritskih

crnica higrofilne vrste iz rođiva: *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Populus*, *Salix*. Srednji i prizemni sprat bafer šume je poželjno da zauzimaju vrste žbunja, u što gušćem sklopu, u funkciji zaštite i očuvanja biodiverziteta divlje faune, ili pak pčelinje paše.

- Dakle, podizanjem bafer šuma na alkalizovanim primarnim poljoprivrednim zemljištima ostvaruje se povećanje šumovitosti, zaštita zone intenzivne poljoprivredne proizvodnje od degradacionih procesa, dugotrajan meliorativni uticaj na staništa slatina, odnosno povećanje biodiverziteta, stabilnost i održivi razvoj ekosistema ravnice.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru 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 Integriranih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2014. godine.

LITERATURA

- Ćirić, V., Manojlović, M., Belić, M., Nešić, Lj., Šeremešić, S. (2012): Stabilnost agregata i procena rizika od stvaranja pokorice na solonjcu pri različitim načinima korišćenja, Ratarstvo i povrтарstvo, Vol 49, No 3: 243-249.
- Galić, Z. (2003): "Izbor vrsta drveća za pošumljavanje različitih staništa Vojvodine", Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad: p.120.
- Galić, Z., Orlović, S., Ivanišević, P., Vasić, V., Pap, P. (2006): Mogućnost korišćenja poljoprivrednih površina za uzgoj topola u brdsko planinskim područjima Republike Srbije, Radovi, Šumarski institut, Jastrebarsko, Croatia, Vol. 41, No. 1-2: p.p. 39-44.
- Galić, Z., Ivanišević, P., Orlović, S., Klašnja, B., Galović, V., Novčić, Z. (2011): Soils potential for afforestation and biomass production in Vojvodina, Workshop Proceedings, STREPOW, International Workshop, February 23-24, 2011, Andrevlje-Novi Sad, Serbia: p.p. 281-285.
- Herpka, I. (1980): Ekološke i biološke osnove autohtonih topola i vrba u ritskim šumama Podunavlja, Radovi, Institut za topolarstvo; Novi Sad., Knjiga 7: p. 232.
- Ivanišević, P. (1993): Uticaj svojstava zemljišta na rast ožiljenica *Populusxeuramericana* Guinier (Dode) cl. I-214 i *Populus deltoides* Bartr. Cl. I-69/55 (Lux), Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd: p. 206.
- Ivanišević, P., Knežević, M. (2008): Tipovi šuma i šumskog zemljišta na području Ravnog Srema, Monografija "250 godina šumarstva Ravnog Srema", Šumsko gospodarstvo Sremska Mitrovica, JP "Vojvodinašume", Petrovaradin: p.p. 87-118.
- Ivanišević, P., Orlović, S., Rončević, S. (1998): Šume i šumska zemljišta pored reke Tamiš. U: Naš Tamiš. PMF, Institut za geografiju, Novi Sad: 105-124.
- Ivanišević, P., Orlović, S., Galić, Z., Rončević, S. (2004): Staništa sa maksimalnim potencijalom za gajenje topola, Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, broj 1: p.p. 53-61.

- Ivanišević, P., Rončević, S., Galić, Z., Marković, M., Andrašev, S., Pekeč, S. (2005): Shelterbelts as the factor of Ecosystem Stability in South Banat. Contemporary Agriculture, No. 3-4: p.p. 193-197.
- Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Pekeč, S. (2006): Stanišni resursi u funkciji povećanja šumovitosti Vojvodine, Topola No. 177/178: p.p.106-137.
- Ivanišević P., Galić Z., Rončević S., Kovačević B., Marković M. (2008): Significance of establishment of forest tree and shrub plantations for the stability and sustainable development of ecosystems in Vojvodina, Topola (Poplar), No. 181-182: 35-46.
- Ivanišević, P., Galić, Z., Pekeč, S., Rončević, S., Andrašev, S. (2011): Podizanje šuma u funkciji zaštite i očuvanja od zaslanjivanja poljoprivrednih zemljišta u Vojvodini, Topola (Poplar), No. 187-188: 183-193.
- Kadović, R. (1983): Istraživanja tolerantnosti nekih šumskih vrsta prema solima u halomorfnim zemljištima, Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd, p.201.
- Katić, P., Đukanović, D. I Đaković, P. (1979): Klima SAP Vojvodine, Monografija, Poljoprivredni fakultet, OOUR Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. p. 237.
- Marković, J., I Tatalović, I. (1995): The role and responsibility outside the forest in the areaof Vojvodina, Proceddings of »The Eco-Conference »Protection of the environment of cities and suburbs«, Novi Sad: p.p 305-315.
- Miljković, N. (1963): Karakteristike vojvođanskih slatina, Savez vodnih zajednica SR Srbije, Novi Sad, p. 204.
- Oldeman, L.R. (1988): Guidelines for general assessment of the of human-inducedsoil degradation, International soil Reference and Information centre (ISRIC), Wageningen.
- Orlović, S., Tomović, Z., Ivanišević, P., Vlatković, S., Galić, Z., Marković, S., Pejanović, R. (2006): "Mogućnost pošumljavanja u Vojvodini", Zbornik radova Savetovanja "Pošumljavanje u cilju realizacije prostornog plana i razvoja poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije", Novi Sad: p.p. 98-128.
- Pekeč, S., Ivanišević, P., Rončević, S., Kovačević, B., Marković, M. (2008): Plan i program osnivanja šumskih pojaseva u Vojvodini, Topola (Poplar), No. 181-182: 69-80.
- Pekć S., Orlović S., Ivanisević P., Pilipović, A. (2011): Shelterbelts as a factor of preservation of soil resources in Vojvodina, Proceedings of 1st International Scientific Conference "Land, usage and protection", September 21th-23th 2011Andrevlje: pp. 20-23.
- Pilipović, A., Nikolić, N., Orlović, S., Petrović, N., Krstić, B. (2005): Ispitivanje sposobnosti fitoremedijacije nitrata različitih genotipova roda *Populus*, Šumarstvo (Forestry), No 4: 35-44.
- Rončević, S., Ivanišević, P., Andrašev, S. (2005): "Forest and Nonforest Greenery in the Function of Enviromental Protection and Sustainable Development of Agriculture", Contemporary Agriculture, No. 3-4: p.p. 508-514.
- Sekulić, P., Nešić, LJ., Hadžić, V., Belić, M., Vasin, J., Ubavić, M., Bogdanović D., Čuvardić M., Dozet, D., Pucarević M., Milošević N., Jarak M., Đurić S., Ralev J., Škorić-Zeremski T. (2005): Zemljišta Srbije kao resurs održivog

- razvoja. Plenarni referati i apstrakti XI Kongresa DPSCG "Zemljište kao resurs održivog razvoja", 13-16 septembar 2005, Budva, Crna Gora: p.p 18-37.
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Posebna izdanja, Knjiga LXXVIII, Odelenje prirodnih i matematičkih nauka, ANUBiH, Sarajevo. Knjiga 13, p.72.
- Tomić, Z. (1992): Šumske fitocenoze Srbije. Šumarski fakultet, Beograd.
- Vlatković, S. (1986): Funkcije šuma i optimalna šumovitost Vojvodine. Doktorska disertacija, Institut za topolarstvo, Novi Sad, p. 321.
- Živanov, N. (1980): Osobine aluvijalnih zemljišta i njihov značaj za taksacione elemente *Populus x euramericana* (Dode) Guinier, cl. I-214, Knjiga 10, Institut za topolarstvo; Novi Sad.: p. 267.
- Živković, B., Nejgebauer, V., Tanasijević, Đ., Miljković, N., Stojković, L., Drezgić, P. (1972): Zemljišta Vojvodine, Monografija, Institut za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad: p. 685.

S u m m a r y

THE SIGNIFICANCE OF BUFFER FOREST STANDS IN THE FUNCTION OF THE PROTECTION OF DEGRADATION PROCESS OF ALCALIZATION OF THE PRIMARY AGRICULTURAL SOILS IN VOJVODINA

by

Ivanišević Petar, Galić Zoran, Pekeč Saša, Rončević Savo, Andrašev Siniša, Kovačević Branislav

Abstract: The possibility of the establishment of buffer forest on the border line between the most fertile principal agricultural soils and halomorphic soils in the flat parts of Vojvodina, i.e. the zone of the most intensive agricultural production, considering their protection from numerous degradation processes was analysed in this work. Those areas are influenced by degradation processes that differ in intensity and type, with the tendency of spreading. Among these processes is alkalization (the adsorption of Na^+ ions in adsorptive complex), that causes formation of solonjec soils. The results of this research suggest that in the zone of agricultural production following soils dominate: chernozem (43,5%), semigley (17,2%) and humogley (16,2%) that occupies 1.654.625 ha, or 76,90% of the total area of Vojvodina. Alkalization endangers circumferential parts of these principal soils, consisting of: 17 474 ha chernosem, or 0,81%, 957 ha semigley, or 0,05%, and 16 270 ha of humigley soils, or 0,75%, that makes 34 701 ha in total, or 1,61% of the total area of Vojvodina. Thus, the establishment of buffer forest zones on the areas under the process of alkalization would increase the area covered by forests by 1,61% in Vojvodina. The selection of trees and shrubs for the afforestation of these areas must be primarily in compliance with particular soil characteristics of the habitat. Results of this research suggest that in the ecological zone of alkalinized chernozem, in the zone of trees the xerophilic and thermophilic species from geni: *Robinia*, *Quercus*, *Prunus*, *Morus* and *Pinus* could be conducive, in the ecological zone of alkalinized semigley that would be mesophilic and higrophilic species from geni: *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Populus*, *Sorbus*, *Morus*, *Prunus* and *Malus*, and in the ecological zone of humigley that would be species from geni: *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Populus* and *Salix*. In these buffer zone forests, below the zone of trees, a high abundance of shrub species, adapted to particular soil conditions is necessary. By the establishment of buffer forests, the zone of intensive agriculture production would be protected from invasive degradation influences, on one hand, while the long-term meliorative effect on salt soils in Vojvodina would be achieved, on the other hand.

CHEMICAL ANALYSIS OF LEAF CUTICULAR WAX OF POPLAR CLONES IN SERBIA

Branislav Trudić¹, Boban Andelković², Vele Tešević², Saša Orlović¹, Milka B. Jadranin², Gordana Krstić², Vladislava Galović¹

Abstract: The leaf cuticular waxes of 3 poplar clones (*Populus euramericana*-Pannonia (M1), and *Populus deltoides* PE 19/66 and B229 (Bora)) were characterized by gas chromatography-mass spectrometry method. Poplar clones grown under identical environmental conditions showed almost identical chemical content of organic compounds within analyzed leaf cuticular wax. The dominant compound was nonacosane, with range from $72,61\% \pm 0,02$ quantified in Pannonia clone to $78,40\% \pm 0,35$ in B229 clone, in total cuticular wax content. Other identified compounds were hexacosane, untriacontane, octacosane, tetradecanal and triacontane; the last, triacontane, was present in very small percentage in wax content, around 1% in all three clones.

Key words: alkanes, cuticular wax, GC/MS, leaves, poplar clones

HEMIJSKA ANALIZA POVRŠINSKOG VOSKA SA LIŠĆA KLONOVA TOPOLA IZ SRBIJE

Površinski voskovi sa lišća od 3 klonova topola (*Populus euramericana* cl. *Pannonia* (M1) i *Populus deltoides* cl. PE 19/66 i cl. B229 (Bora)) su analizirani metodom gasno-masene hromatografije. Klonovi topola su uzbunjani pod istim uslovima spoljašnje sredine i pokazali gotovo identičan hemijski sastav u okviru analiziranog površinskog voska sa lišća. Dominantno jedinjenje je nonakozan, sa opsegom od $72,61\% \pm 0,02$ u klonu Pannonia do $78,40\% \pm 0,35$ u B229 klonu, u odnosu na ukupni hemijski sastav površinskog voska. Druga identifikovana jedinjenja su heksadekan, henetriakontan, oktadekan, tetradekan i triakontan i poslednji, triakontan je bio prisutan u veoma malom procentu u ukupnom sadržaju površinskog voska, oko 1% u sva tri kloga.

Ključne reči: alkan, površinski vosak, lišće, GC/MS, klonovi topola

¹ Branislav Trudić, MSc, researcher-associate, prof. dr Saša Orlović, scientific-associate, dr Vladislava Galović, high scientific associate, Institute of Lowland Forestry and Environment, University of Novi Sad, Antona Čehova 13d, 21000 Novi Sad, contact author: btradic@uns.ac.rs

² Boban Andelković, BSc, associate, prof. dr Vele Tešević, professor, Gordana Krstić, research-trainee, Centre for Instrumental analysis, Faculty of Chemistry, University of Belgrade, Studentski trg 12-16, 11158, Belgrade, Serbia.

³ Milka B. Jadranin, researcher-associate, Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy, Center for Chemistry, University of Belgrade, Njegoševa 12, 11001 Belgrade, Serbia.

INTRODUCTION

The cuticle covers the aerial portions of land plants. It consists of amorphous intracuticular wax embedded in cutin polymer and epicuticular wax crystalloids that coat the outer plant surface and impart a whitish appearance. Wax biosynthesis begins with fatty acid synthesis in the plastid. The cuticle forms a protective barrier over the aerial surfaces of plants and functions primarily as a barrier to water vapor loss (Riederer and Schreiber, 1995; Schreiber et al., 1996). Cuticular wax is hydrophobic and comprised of multiple, homologous series of long-chained lipid molecules, principally hydrocarbons, alcohols, fatty acids, sterols, ketones, and aldehydes (Bianchi, 1995; Jeffree, 1996). The chemical characteristics of the cuticular wax and increases in wax load are the primary determinants of the permeability of the plant cuticle (Schonherr, 1976; Schreiber et al., 1996). For instance, the increase in wax load has been inversely correlated with rates of cuticular transpiration in sorghum (Jordan et al., 1984) and the permeability of water and organic acids across isolated plant cuticles varies by species (Niederl et al., 1998). Not only is a plant genetically predisposed to produce this waxy cuticle, but plants can also deposit additional cuticular wax under specific environmental conditions (Giese, 1975; Blum et al., 1991; Ashraf and Idrees, 1993; Cameron et al., 2002).

Plant surface lipids are extremely diverse. They comprise alicyclic and long-chain aliphatic compounds. The common lipid classes are hydrocarbons (C₂₁–C₃₅), wax esters (C₃₄–C₆₂), ketones (C₂₃–C₃₃), alcohols (C₂₂–C₃₃), and fatty acids (C₁₆–C₃₂). Less common lipids, such as hydroxyl ketones, methyl and ethyl esters of fatty acids and benzoic acid, estolides, and other compounds, have also been identified (Kollatukudy, 1976; Bianci, 1995). The composition of epicuticular lipid mixture varies depending on the developmental and seasonal changes in plant. Also, morphology and composition of lipids from different parts of the same plant can be significantly different. Some studies revealed the effects of environment on plant waxes composition (Dubis et al., 1999).

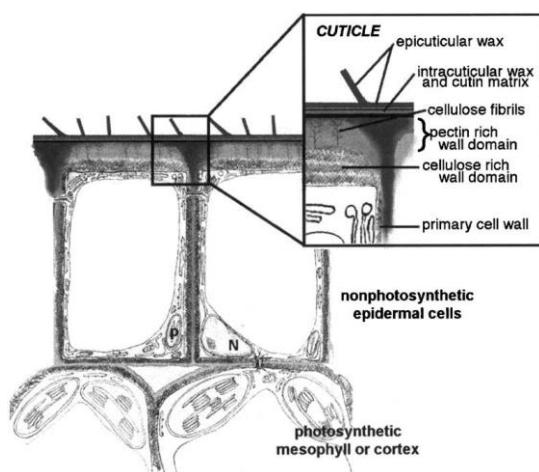
As an increase of cuticular wax synthesis during water deprivation was reported in several plants such as tree tobacco (*Nicotiana glauca* L. Graham) or sesame (*Sesamum indicum* L.), an active role of cuticle in preventing plant desiccation has been proposed (Cameron et al., 2006; Kim et al., 2007).

Besides their primary role in stress response, cuticular waxes were also found to be involved in developmental processes, notably through tight connections with the epidermis morphology (Javelle et al., 2011). The epidermal cells form a protective tissue massively dedicated to the production and secretion of the cuticle that will in turn form a continuous layer covering the epidermis. Therefore, changes in wax metabolism and transport are often associated with morphological impairment of the epidermis, most easily noticeable on specialized cells such as trichomes and stomata (Bernard and Joubes, 2013).

Washing of the foliar surface with low polarity solvents removes both the intracuticular and epicuticular waxes. The product obtained is then referred to as cuticular wax (Jetter et al., 2006). The amount of cuticular wax varies widely among plant species. For example, leaves of varieties of soybean contain 8 mg per cm² (Kim et al., 2007), while leaves of wild plants often contain thick deposits of cuticular wax; examples are leaves of *Tocoyena formosa* (82 mg per cm²) and *Ziziphus joazeiro* (72 mg cm²), both species native to Brazil (Oliveira and Salatino, 2000).

Other common wax constituents are triterpenes, while flavonoids occur more rarely in cuticular wax (Hamilton, 2004; Gao et al., 2012). Waxes play several roles in the plant biology, such as maintenance of an impermeable foliar surface (and thus contributing to avoid the growth of pathogens), restriction of the loss of water and protection against the attack of herbivore insects and UV irradiation (Baker, 1982; Hamilton, 2004; Gao et al., 2012; Kitagami et al., 2013).

Consistent with its major role in plant/environment interactions, wax synthesis was shown to be under environmental regulation. A transcriptional regulation of numerous wax-associated genes was elucidated by gene expression monitoring during differential environmental conditions (Bernard and Joubes, 2013).



Picture 1. Generic representation of transverse views of wax secreting epidermal cells, showing the components of the cuticle, cell wall domains, and the nonphotosynthetic epidermal cell (taken from Kunst and Samuels, 2003)

Slika 1. Generički prikaz poprečnog preseka ćelija epiderma lista koje luče vosak, pokazujući komponente kutikule, domene ćelijskog zida i nefotosintetičkih epidermalnih ćelija (preuzeto iz Kunst i Samuels, 2003)

The aim of study

There is no data on the cuticular wax composition of any plant from *Salicaceae* family in Serbia. As the objective of the study was to examine the wax composition and not the variability between single plants, quantitative results were obtained for one pooled sample of leaves from five plants per cultivar.

MATERIALS AND METHODS

Poplar plant material was sampled on 7th of August, 2013 in early morning hours. It was taken 4-8 leaves from five 2 year old seedlings from all three clones, provided from the Institute of Lowland Forestry and Environment (Novi Sad, Serbia) collection. The intact leaf samples were imidiately transported in sterile plastic bottles (5 ml volumes) on ice to laboratories of Centre for Instrumental Analysis in Belgrade. Washing of cuticular waxes for every sample was done with approximately 10 ml analytically pure destilated n-hexan in sterile glass erlenmeyer and the extracts were evaporated under a stream of N₂ and the dried wax residues were prepared for further GC-MS analysis.

The quantification of the compounds was based on their peak areas from the GC-FID analysis, compared to the peak areas of the internal standards (nonacosane, hexacosane, untriacontane, octacosane, tetradecanal and triacontane). All standards (purity 98–99%) were obtained from Sigma-Aldrich. Determination of exact chemical content of leaf cuticular wax was done on samples taken from three poplar clones, belonging to species: *Populus euramericana* cl. Pannonia, *Populus deltoides* cl. PE 19/66 and cl. B229, grown in the same environemntal conditions in Kać Forest estate, near Novi Sad city.

GC/MS and GC-FID analyses

GC/MS and GC-FID analyses were carried out with an Agilent 7890A apparatus equipped with an auto-injection system (Agilent GC Sampler 80), an inert 5975C XL EI/CI mass-selective detector (MSD) and a flame ionization detector (FID) connected by a capillary flow technology 2-way splitter with make-up, and a HP-5 MS fused-silica cap. column (30 m_0.25 mm i.d., film thickness 0.25 mm). The oven temperature was programmed linearly rising from 60 °C to 3008 °C at 38/min and then isothermal at 3008 °C for 10 min; injector temp., 2508 °C; detector temp., 3008 °C; source temp., 2308 °C; quadrupole temp., 1508 °C; carrier gas, He (16.255 psi, constant pressure mode). Samples (1 ml) were injected in splitless mode. Electron-impact mass spectra (EI-MS; 70 eV) were acquired over the m/z range 30–550. The solvent delay was 3 min.

The components were identified based on the comparison of their retention indexes (RIs) with those of reference spectra (Wiley and NIST databases) as well as

by the retention time locking (RTL) method and comparison with the RTL Adams database. The RIs were experimentally determined using the standard method described by Van Den Dool and Kratz, (1963) i.e., they were established related to the retention time (tR) of n-alkanes injected after the sample under the same chromatographic conditions. The relative abundance of the n-alkanes was calculated from the signal intensities of the homologues in the GC-FID traces.

The identification of the compounds was based on comparison of their EI mass spectra with the NIST MS Search 2.0 computerized mass spectral libraries Wiley7 and Nist05, and with the available literature EI-MS data of the compounds previously identified in the defensive secretions of millipedes (Attygalle et al., 1993). All chemical analysis was performed in Centre for Instrumental Analysis, Faculty for Chemistry, University of Belgrade.



Picture 2. GC-MS Agilent system used for identification of evaporative chemical compounds from poplar leaves (picture taken by the first author, on 16th of August, 2013 in main Centre for Instrumental Analysis laboratory, Faculty for chemistry in Belgrade)

Slika 2. GC-MS Agilent sistem koji se koristi za identifikaciju isparljivih hemijskih jedinjenja iz lišća topola (slika kreirao prvi autor, 16. avgusta 2013., u laboratoriji Centra za instrumentalnu analizu, Hemijskog fakulteta u Beogradu)

Statistical analysis

Identification and quantification of compounds from cuticular wax was done through GC/MS spectres analysis in GCMS Data Analysis and AMDIS 31 programmes. Measurement error for five samples per clone was calculated as \pm one standard deviation in Excel Windows.

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1. Results for the GC/MS analysis of cuticle wax of three poplar clones*Tabela 1. Rezultati za GC/MS analize kutikulularnog voska tri kloni topola*

| The name of compound <i>Ime jedinjenja</i> | Retention time <i>Retencijono vreme</i> | Retention index <i>Retencioni indeks</i> | Partition in total wax <i>Učešće u ukupnom vosku</i> | | |
|---|--|---|---|---------------|----------------|
| | | | Pannonia | B229 | PE 19/66 |
| Nonacosane | 72.043 | 2894.3 | 72,61% ± 0,02 | 78,40% ± 0,35 | 75,28% ± 0,044 |
| Hexacosane | 67.053 | 2681.4 | 10,88% ± 0,009 | 6,49% ± 0,009 | 7,84% ± 0,016 |
| Untriacontane | 76.418 | 3097.3 | 5,87% ± 0,005 | 5,82% ± 0,016 | 5,34% ± 0,004 |
| Octacosane | 69.512 | 2788.3 | 4,51% ± 0,012 | 3,06% ± 0,007 | 3,03% ± 0,0044 |
| Tetradecanal | 79.551 | 3242.1 | 2,40% ± 0,002 | 3,38% ± 0,011 | 3,85% ± 0,0088 |
| Triaccontane | 74.173 | 2993.1 | 1,74% ± 0,0013 | 1,43% ± 0,001 | 1,24% ± 0,002 |

Research on n-alkanes has most frequently been used in chemotaxonomic studies of trees and herbaceous plants. n-Alkanes in plants, in combination with other chemical markers, are also valuable for analyses in other fields, i.e., phylogenetic studies, hybrid detection, air pollution studies, nutrition studies etc. They can be used as chemotaxonomic markers at the generic level, in environmental studies, in paleo-environmental reconstructions etc. The n-alkanes in conifers have been most extensively studied in *Picea* and *Pinus* genera (Bojović et al., 2012)

Hydrocarbons with 16–37 carbon atoms were detected in *Solanum macrocarpon* leaf waxes, compounds n-C31 and n-C33 alone making up more than 60% of the total alkanes. (Helinski et al., 2012). In this regard, the predominance of alkanes over other classes of wax constituents may be an additional factor accounting for the hardness by *Coffea racemosa*. Among the common classes of foliar wax components, alkanes may be the most efficient as a barrier to cuticular transpiration (Oliveira et al., 2003). The distributions of n-alkanes and n-primary alcohols have been used to characterize and distinguish among species and varieties of *Coffea* (Stocker and Wanner, 1977; Kitagami et al., 2013).

In the table 1. are presented results of the GC/MS analysis of cuticle wax of three poplar clones from Serbia. n-Nonacosane is the most prominent alkane with long chain, with values from 72,61% ± 0,02 for Pannonia clone and 78,40% ± 0,35 for PE 19/66 clone. The next one is n-hexacosane, where clone Pannonia showed the biggest content in cuticular wax with the percentage of 10,88% ± 0,009. B229 and PE 19/66 showed less content, 6,49% ± 0,009 for B229 and 7,84% ± 0,016 for PE 19/66. n-Untriacontane is present in all three clone with around 5% in total wax content. n-Octacosane is most present in Pannonia clone (4,51% ± 0,012), while n-tetradecanal and n-triacontane are present in traces (between 1% and 3% in total wax content). n-Heptacosane (C27), n-nonacosane (C29), and/or n-hentriacontane (C31) are commonly the most dominant members of the n-alkane homologues in cuticular wax (Gulz, 1994). In the paper of Cameron et al., (2012) n-heptacosane was the major alkane component for the *Salix* clones, whereas n-nonacosane was the major alkane component for the hybrid poplar clones representing 17–33% of the total wax

load. Comparing to our results, the similarity is within presence of n-nonacosane as the most abundant compound, although in our clones it was identified in approximately 70% of total amount of alkane content. In our samples, n-hexacosane was next most abundant alkane which is between n-pentacosane and n-heptacosane, indicating similar biosynthetic pathway. The relative abundance of n-heptacosane in *S. eriocephala* wax ranged from 3–5% of total wax load, compared to *S. dasyclados* where the proportion of n-heptacosane was close to 27% for all three sampling periods. n-Pentacosane and n-hentriacontane represented only a small portion of the total wax load. The pattern of deposition was also different between the *Populus* species hybrids and the *Salix* species. The *Populus* species hybrids displayed a much smaller proportion of both n-heptacosane and n-nonacosane in the September sampling compared to the May sampling, whereas both *S. purpurea* and *S. dasyclados* had a greater relative abundance of n-nonacosane in the September sampling compared to the May sampling. Systematic studies of the large collection of diverse wax mutants now available should highlight the specific contribution of single wax compounds in plant/environment interactions as well as in the organization of waxes, together with cutin, in the highly structured cuticle (Bernard and Joubes, 2013).

CONCLUSION

In this work we report for the first time the chemical composition of the cuticular waxes of poplar clones from Serbia.

Our results showed that there are no significant differences in presence in organic compound of leaf wax. Quantitative differences between clones are small and bigger numbers of samples are needed to determine exact population differences among clones related to identified compounds. It will be recommendable to do comparison in wax compound analysis between clones from estate and grown in plant tissue culture also. In that way, we may determine how much environmental conditions are influencing on synthesis of cuticular wax and its content and afterwards, apply abiotic stress, like simulated drought or increased heavy metals concentration in culture medium.

The full characterization of the usefulness of poplar clones plants in agriculture of developing countries should cover also the analysis the wax components during different abiotic stresses, with emphasize on climate changes. Further studies are needed to assess the content of such compounds in both poplar and willow species from Serbia, to clear which factors may influence on cuticle wax content and may it be used as chemotaxonomic intra-and interspecies marker system.

Acknowledgement

This work was supported by the Ministry of Education, Science and Technological development of Republic of Serbia, grant numbers 172053 and III 43007.

REFERENCES

- Bernard, A., Joubes, J. (2013): Arabidopsis cuticular waxes: Advances in synthesis, export and regulation. *Progress in Lipid Research*, 52: 110–129.
- Ashraf, M., Idrees, N. (1993): Responses of some salt-tolerant and salt sensitive accessions of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) to drought stress. *Acta Agronomica Hungarica*, 42: 273–291.
- Attygalle, A. B., McCormick, K. D., Blankestoor, C. L., Eisner, T., Meinwald, J. (1993): Azamacrolides: A family of alkaloids from the pupal defensive secretion of a ladybird beetle (*Epilachna varivestis*). *Proc. Natl. Acad. USA*, 90: 5204–5208.
- Baker, E.A. (1982): Chemistry and morphology of plant epicuticular waxes. In: Cutler, D.F., Alvin, K.L., Price, C.E. (Eds.), *The Plant Cuticle*. Academic Press, London, pp. 139–165.
- Bianchi, G. (1995): Plant waxes. In: Hamilton, R.J. (Ed.), *Waxes: Chemistry, Molecular Biology and Functions*, Vol 6. Oily Press, Dundee, Scotland, pp. 176–222.
- Blum, A., Johnson, J.W., Ramseur, E.L., Tollner, E.W. (1991): The effect of a drying top soil and a possible non-hydraulic root signal on wheat growth and yield. *J. Exp. Bot.* 42: 1225–1231.
- Cameron, K., Teece, M., Bevilacqua, E., Smart, L.B. (2002): Diversity of cuticular wax among *Salix* species and *Populus* species hybrids. *Phytochemistry*. 60: 715–725.
- Cameron, K.D., Teece, M.A., Smart, L.B. (2006): Increased accumulation of cuticular wax and expression of lipid transfer protein in response to periodic drying events in leaves of tree tobacco. *Plant Physiology*, 140:176–183.
- Dubis, E.N., Dubis, A.T., Morzycki, J.W. (1999): Comparative analysis of plant cuticular waxes using HATR FT-IR reflection technique. *Journal of Molecular Structure*, 511–512: 173–179.
- Gao, L., Burnier, A., Huang, Y. (2012): Quantifying instantaneous regenerating rates of plant leaf waxes using stable hydrogen isotope labeling. *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, 26: 115–122.
- Giese, B.N. (1975): Effects of light and temperature on the composition of epicuticular wax of barley leaves. *Phytochemistry*, 14: 921–929.
- Gulz, P.G. (1994): Epicuticular leaf waxes in the evolution of the plant kingdom. *J. Plant Physiol.*, 143: 453–464.
- H. van Den Dool, P. Dec. Kratz (1963): A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. *Journal of Chromatography A.*, 11: 463–471.

- Hamilton, R.J. (2004): Plant waxes. In: eLS. John Wiley Online & Sons Ltd., Chichester. <http://dx.doi.org/10.1038/npg.els.0001919>. <http://www.els.net>.
- Javelle, M., Vernoud, V., Rogowsky, P.M., Ingram, G.C. (2011): Epidermis: the formation and functions of a fundamental plant tissue. *New Phytology.*, 189:17–39.
- Jeffree, C.E. (1996): Structure and ontogeny of plant cuticles. In: Kerstiens, G. (Ed.), *Plant Cuticles: An Integrated Functional Approach*. BIOS Scientific Publishers Ltd, Oxford, England: pp. 33–82.
- Jetter, R., Kunst, L., Samuels, A.L. (2006): Composition of plant cuticular waxes. In: Riederer, M., Müller, C. (Eds.), *Biology of the Plant Cuticle*. Annual Plant Reviews, vol. 23. Blackwell, Oxford: pp. 145–181.
- Jordan, W.R., Monk, R.L., Miller, F.R., Rosenow, D.T., Clark, L.E., Shouse, P.J. (1983): Environmental physiology of Sorghum. I. Environmental and genetic control of epicuticular wax load. *Crop Sci.*, 23: 552–558.
- Kitagami, J.T., Salatino, A., Guerreiro-Filho, O., Salatino, M.L.F. (2013): Foliar cuticular waxes of cultivated species and varieties of Coffea. *Biochemical Systematics and Ecology*, 46: 116–119.
- Kim, K.S., Park, S.H., Jenks, M.A. (2007): Changes in leaf cuticular waxes of sesame (*Sesamum indicum* L.) plants exposed to water deficit. *Journal of Plant Physiology*, 164: 1134–1143.
- Kunst, L., Samuels, A.L. (2003): Biosynthesis and secretion of plant cuticular wax. *Progress in Lipid Research*. 42: 51–80.
- Halinski, L., Paszkiewicz, M., Gołebiowski, M., Stepnowski, P. (2012): The chemical composition of cuticular waxes from leaves of the gboma eggplant (*Solanum macrocarpon* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 25: 74–78.
- Niederl, S., Kirsch, T., Riederer, M., Schreiber, L. (1998): Co-permeability of ³H-labeled water and ¹⁴C-labeled organic acids across isolated plant cuticles. *Plant Physiol.*, 116: 117–123.
- Oliveira, A.F.M., Meirelles, S.T., Salatino, A. (2003): Epicuticular waxes from caatinga and cerrado species and their efficiency against water loss. *An. Acad. Bras. Cienc.* 75: 431–439.
- Oliveira, A.F.M., Salatino, A. (2000): Major constituents of the foliar epicuticular waxes of species from the caatinga and cerrado. *Z. Naturforsch. C*, 55: 688–692.
- Kollatukudy, P.E. (Ed.) (1976): *Chemistry and Biochemistry of Natural Waxes*, Elsevier, Amsterdam.
- Riederer, M., Schreiber, L. (1995): Waxes—the transport barriers of plant cuticles. In: Hamilton, R.J. (Ed.), *Waxes: Chemistry, Molecular Biology and Functions*, Vol 6. Oily Press, Dundee, Scotland, pp. 131–156.
- Schonherr, J. 1976. Water permeability of isolated cuticular membranes: the effect of cuticular waxes on diffusion of water. *Planta* 131, 159–164.
- Schreiber, L., Kirsch, T., Riederer, M., 1996. Diffusion through cuticles: principles and models. In: Kerstiens, G. (Ed.), *Plant Cuticles: An Integrated Approach*. Oxford, England, BIOS Scientific PublishersLtd, pp. 109–120.
- Bojović, S., Šarac, Z., Nikolić, B., Tešević, V., Todosijević, M., Veljić, M., D. Marin, P. 2012. Composition of n-Alkanes in Natural Populations of *Pinus nigra*

- from Serbia-Chemotaxonomic Implications. Chemistry & Biodiversity. 9: 2761-2774.
- Stocker, H., Wanner, H., 1977. Langkettige Alkane und Alkohole aus den Blattwachsen verschiedener Coffea Arten. Z. Naturforsch. C. 32: 288.

R e z i m e

HEMIJSKA ANALIZA POVRŠINSKOG VOSKA SA LIŠĆA KLONOVA TOPOLA IZ SRBIJE

Branislav Trudić, Boban Andđelković, Vele Tešević, Saša Orlović, Milka B. Jadranin, Gordana Krstić, Vladislava Galović

Površinski vosak na lišću viših biljaka je hidrofobni sloj koji se sastoji od niza dugolančanih lipidnih molekula i alkoholnih jedinjenja. Biljni površinski lipidi su vrlo raznoliki. Oni obuhvataju aliciklička i dugolančana alifatska jedinjenja. Zajedničke klase lipida su ugljovodonici (C21-C35), voštani estri (C34-C62), ketoni (C23-C33), alkoholi (C22-C33), i masne kiseline (C16-C32). Hemijske karakteristike voska i povećanje njegovog površinskog napona su primarne determinante propusljivosti biljne lisne kutikule. Osim svoje primarne uloge u odgovoru na stres, površinski voskovi su takođe uključeni u razvojne procese morfološije lista, naročito kroz njegove uske veze sa tkivom epidermisa.

*Nema podataka o hemijskoj analizi sastava površinskih voskova bilo biljke iz porodice Salicaceae u Srbiji. Površinski voskovi sa lišća od 3 klonova topola (*Populus euramericana -Pannonia* (M1) i *Populus deltoides* PE 19/66 i B229 (Bora)) su analizirani metodom gasno-masene hromatografije. Klonovi topola su uzgajani pod istim uslovima spoljašnje sredine i pokazali gotovo identičan hemijski sastav u okviru analiziranog površinskog voska sa lišća. Kvantitativni rezultati dobijeni su za jedan grupni uzorak lišća od pet biljaka po klonu. U tabeli 1. su predstavljeni rezultati GC/MS analize kutikule voska tri klonova topola iz Srbije. n-nonakozan je najzastupljeniji alkan dugog lanca, sa vrednostima od $72,61\% \pm 0,02$ za klon Pannonia i $78,40\% \pm 0,35$ za PE 19/66 klon. Sledeći je n-heksakozan, gde je takođe za klon Pannonia registrovan najveći sadržaj u ispitivanom površinskom vosku od $10,88\% \pm 0,009$. B229 i PE 19/66 su pokazali manje sadržaja, $6,49\% \pm 0,009$ za B229 i $7,84\% \pm 0,016$ za PE 19/66. n-triakontan je prisutan u sva tri klonova sa oko 5% u ukupnom udelu voska. n-oktakozan je kvantitativno najviše prisutan u Panonia klonu ($4,51 \pm 0,012\%$), dok su n-tetradekanal i n-triakontan prisutni u tragovima (između 1% i 3% u ukupnom sadržaju voska).*

Naši rezultati su pokazali da nema značajne razlike u prisutnosti u hemijskom sastavu površinskog voska lista sa uzorkovanim klonovima. Kvantitativne razlike između klonova su mali i veći broj uzoraka je potreban kako bi se utvrdila preciznija razlika između klonova u odnosu na identifikovana jedinjenja. Isto tako, uporedna analiza hemijskog sastava površinskog voska između uzorkovanih klonova iz spoljašnje sredine i kulture tkiva bi predstavljao sledeći korak ka identifikovanju tačne uloge voska na metabolizam stresa kod naših biljaka i izloženim različitim tipovima abiotskih stresova.

ОПТЕРЕЋЕНОСТ ЗЕМЉИШТА ТЕШКИМ МЕТАЛИМА У НАЈЗНАЧАЈНИМ ТИПОВИМА ШУМА ХРАСТА ЛУЖЊАКА ЗАХВАЋЕНИХ РАЗЛИЧИТИМ СТЕПЕНИМА СУШЕЊА

Галић Зоран¹, Иванишевић Петар, Клашића Бојана, Кеберт Марко

Извод: У раду су приказани подаци о едафским условима и оптерећености земљишта тешким металима у три најзаступљенија типа шуме храстове лужњака захваћених различитим степеном сушења. Доминантна систематска јединица земљишта је била чернозем оглејани (ливадска црница). Садржај фракције праха+глине је био преко 50%, а текстурна класа иловача до глиновита иловача. У типовима шума са израженим процесом сушења се повећава садржај тешкоприступачне воде. Хемијске особине земљишта су са мањом варијабилношћу, а најизраженија одступања су везана за садржај и однос угљеника и азота. Врло висок садржај никла је утврђен у свим типовима шума захваћеним различитим степенима сушења.

Кључне речи: лужњак, станишни услови, тешки метали

SOIL HEAVY METALS CONTENTS IN THE MOST IMPORTANT TYPES OAK FORESTS AFFECTED BY DIFFERENT DEGREES OF DRYING

We evaluated the heavy metals content and edaphic conditions in three most common types of oak forests affected by different degree of drying. Meadow black soil was indicated as a dominant systemic soil unit. Content of silt+clay fraction was above 60%, and two major textural classes were loam and clayey loam. The content of hardly available water was the highest in all types of forests with the most prominent drying process (ranging from 21,65 to 24,13%). Chemical soil properties varied only slightly, and the most prominent deviations were related to the content and ratio of carbon and nitrogen. Very high content of nickel was found in all types of forests affected by different degrees of drying.

Key words: *Quercus robur*, site conditions, heavy metals.

¹ Зоран Галић, научни саветник, Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину, Иванишевић Петар, научни сарадник, Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину, Клашића Бојана, научни саветник, Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину, Кеберт Марко, истраживач сарадник, Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину

УВОД

Храст лужњак (*Quercus robur* L.) је доминантна врста дрвећа у природним шумама у подручју Равнога Срема у свези хигрофилних шума лужњака и јове *Alno* – *Quercion roboris* (Томић, 1992). Станишта су високопродуктивна, а очуване састојине у равном Срему представљају највредније шуме у Србији. Дубравац и Деканић (2009) наводе да су средњодобне и дозревајуће састојине најподложније сушењу стабала храста лужњака, као и то да се највећи интензитет сушења догађају у шумским заједницама храста лужњака у низи. Сушење шума лужњака доводи до погоршања хидролошког режима, измена микроклиме, погоршање биолошке компоненте земљишта што све утиче на цели низ промена у микроекосистему (Деканић, 1975). Приликом поновног пошумљавања, Деканић, (1975) наводи да се прво морају створити еколошки предуслови да би такве површине могле обновити врстама шумског дрвећа које су пре градиле састојину (*Q. robur* и *F. angustifolia*). Велика површина под шумама храста лужњака у алувијалној равни Саве је изван утицаја поплавних вода, што је довело до промене станишних услова.

Накупљање велике количине тешких метала кроз дуже време у органском делу земљишта доводи до контаминације организама у земљишту који имају врло важну улогу при његовом даљем развоју (Врбек и Пилаш, 2004). Негативни ефекти повећања тешких метала у земљишту на организме видљиви су када је садржај цинка у земљишту већи него 500 mg kg^{-1} , бакра већи од $20-100 \text{ mg kg}^{-1}$, а олова $50-250 \text{ mg kg}^{-1}$, односно граничне вредности садржаја тешких метала које се могу толерисати у земљишту су за олово $50-100 \text{ mg kg}^{-1}$, бакар $30-60 \text{ mg kg}^{-1}$, а цинк $100-200 \text{ mg kg}^{-1}$ (Tyler et al., (1989); Baath, 1989; Alberti et al., 1996; Врбек и Пилаш, 2004).

Радовима Мајер, (1987, 1991), Комленовић et al., (1991). Врбек и Пилаш (2000) доказан је врло значајан унос олова, бакра, цинка и кадмија у земљиште поплавних подручја низијских шума средишње Хрватске. Разлог тој појави лежи у све већем онечишћењу водотока. Према подацима за сливно подручје реке Саве, само је 27% отпадних вода прочишћено најједноставнијим механичким поступком (Врбек и Пилаш, 2004). Према Мајер, (1991), високе концентрације онечишћења наступају за време дуготрајних ниских водостаја.

Циљ рада је приказивање оптерећености тешким металима земљишта у шумама храста лужњака у Србији у алувијалној равни реке Саве, а захваћених различитим степеном сушења. Истраживања овог типа су потребна због високог уноса тешких метала у земљишта поплавних подручја низијских шума у алувијалној равни реке Саве у средњој Хрватској, појаву сушења шума храста лужњака у Србији, као и непостојање података о оптерећености земљишта тешким металима у шумама храста лужњака у алувијалној равни реке Саве у Републици Србији.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

Истраживане површине одабране су у брањеном делу алувијалне равни Саве у девет храстових састојина. Извршен је избор у три типа шума са три степена сушења. У зависности од микро-рельефних услова, отворени су педолошки профили за проучавање морфологије земљишта и узети су узорци за лабораторијску анализу. Детерминација земљишта је извршена на основу Класификације земљишта Југославије (Шкорић *et al.*, 1985). Гранулометријски састав (%) одређен је на основу међународне Б-пипет методе са припремом у натријум пирофосфату (Група аутора, 1997). Текстурни састав је одређен на основу Атербергове класификације. Рetenција на $Rv_{0.1b}$ и $Rv_{0.33b}$ % (масених), утврђени су на Pressure plate extractor, Richards (1947), и задржавање воде $Rv_{6.25b}$ (% масених) одређена је Richards pressure membrane и диференцијланог регулатора живе, Richards, (1947). Доступност воде (квк) (% масених) израчуната је као разлика између $Rv_{0.33b}$ и $Rv_{6.25b}$ по формулама квк = $Rv_{0.33b} - Rv_{6.25b}$.

Хемијске особине земљишта су одређени следећим методама (група аутора, 1971): хумус (%) методом Турина, по модификацији Симакова, 1957, $CaCO_3$ (%) волуметријском методом, на калциметру; pH у H_2O са комбинованим електродом на Радиометер pH метру, C и N на CHN анализатору, Ca, K, Mg, Fe, Mn, Cd, Pb, Cu и Zn на AAC.

Истраживања су обављена у следећим типовима шуме:

71 (IV_2) Тип шуме јасена и лужњака (*Fraxinet-Quercetum typicum*) на сувљим варијантама ритских црница

73 (IV_4) Тип шуме јасена и лужњака са кленом и жешљом и богатим спратом жбуња у неплавном делу Горњег Срема (*Fraxinet Quercetum roboris aceretosum*) на најсувљим варијантама ритских црница и на ливадским црницама са знацима лесивирања

112 (VI_3) Тип шуме лужњака, граба и јасена (*Carpino - Fraxino Quercetum roboris caricetosum remotae*) на ливадским црницама у неплавном подручју

Оцена степена оптерећености земљишта тешким металима је извршена на основу критеријума Brune Elinghaus, (1981) за MDK (максимална дозвољена концентрација пољопривредних земљишта). У Србији постоји правилник само за MDK за пољопривредна земљишта.

Табела 1. Степен оптерећености земљишта у односу на MDK

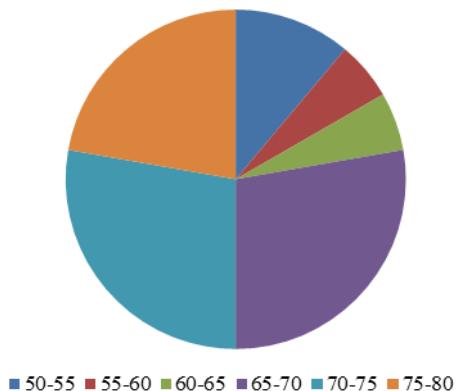
Table 1. The level of load compared to maximum allowed level

| Степен оптерећености % / Degree of contamination % | | | | |
|--|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 1-5 | 5-10 | 10-25 | 25-50 | 50-100 |
| Врло низак <i>Very low</i> VN | Низак <i>Low</i> N | Средњи <i>Average</i> S | Висок <i>High</i> V | Врло висок <i>Very high</i> VV |

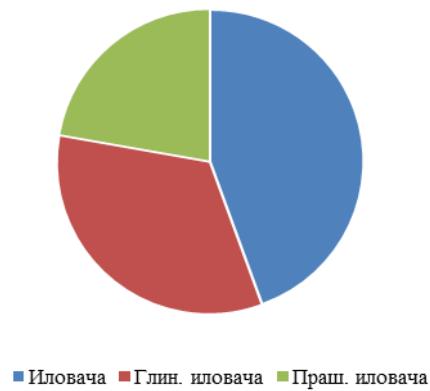
РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На истраживаним локалитетима је укупни садржај праха+глине био изнад 50,0 % односно кретао се од 52,8 до 78,5 % (графикон 1). Висок садржај фракције праха+глине је условио текстурне класе у интервалу од иловаче до глиновите иловаче (графикон 2).

Графикон 1. Садржај фракције праха +глине
Graph 1. Silt+clay content



Графикон 2. Тектурна класа
Graph 2. Texture class



Табела 2. Садржај лакоприступачне воде
Table 2. The amount of water R0.1_b-R6,25_b

| Количина воде Amount of water m ³ /ha; % | IV ₂ | IV ₄ | VI ₃ |
|---|------------------|------------------|------------------|
| Husak <i>Low</i> | 2772,55 84,00 | 3356,28 86,59 | 2604,42 82,42 |
| Средњи <i>Average</i> | 2613,68 80,21 | 2585,52 76,30 | 3172,40 80,96 |
| Висок <i>High</i> | 2237,72 75,87 | 2373,60 76,02 | 2952,59 78,35 |

Табела 3. Садржај тешкоприступачне воде
Table 3. The amount of water R6,25_b-R15_b

| Количина воде Amount of water m ³ /ha; % | IV ₂ | IV ₄ | VI ₃ |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| Husak <i>Low</i> | 528,06 16,00 | 519,64 13,41 | 555,36 17,58 |
| Средњи <i>Average</i> | 644,80 19,79 | 803,00 23,70 | 746,26 19,04 |
| Висок <i>High</i> | 711,56 24,13 | 748,80 23,98 | 815,93 21,65 |

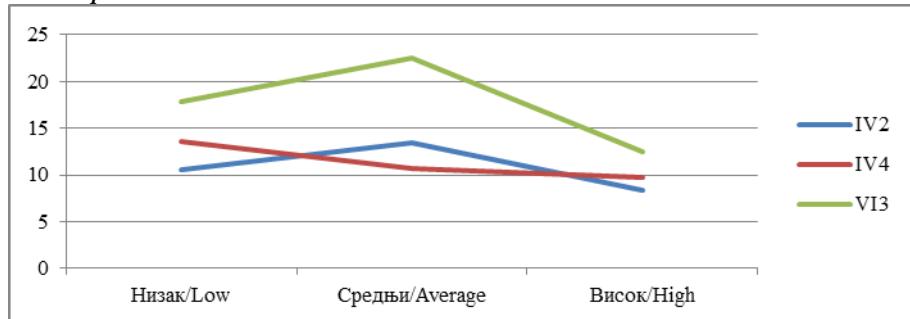
Садржај лакоприступачне воде у профилу се кретао од 75,87 до 86,59% (табела 1). Највећа количина лакоприступачне воде је забележена за слаб интензитет сушења, док је највећи садржај тешкоприступачне воде везан

за земљишта са најјаче израженим степеном сушења (табела 2). У овим земљиштима је утврђен садржај од 21,65 до 24,13%.

Однос угљеника и азота упућује (графикон 3) на изражену хумификацију у шумама захваћеним јаким степеном сушења. У састојинама са јаким интензитетом сушења је однос од 8,32 до 12,43.

Графикон 3. Однос C/N

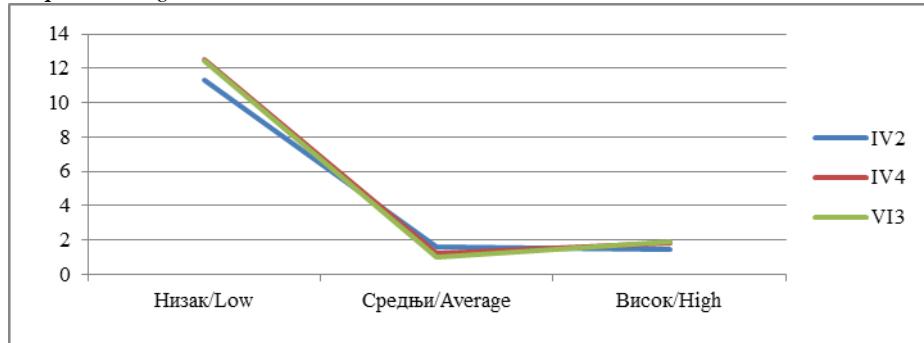
Graph 3. C/N ratio



Најшири однос Ca/Mg у хумусноакумулативном хоризонту је утврђен за слабо изражен степен сушења у типовима шума IV₄ и VI₃ (графикон 4.). У осталим типовима шума и за изражене степене сушења је однос Ca/Mg уједначен.

Графикон 4. Одржавање Ca/Mg

Graph 4. Ca/Mg ratio

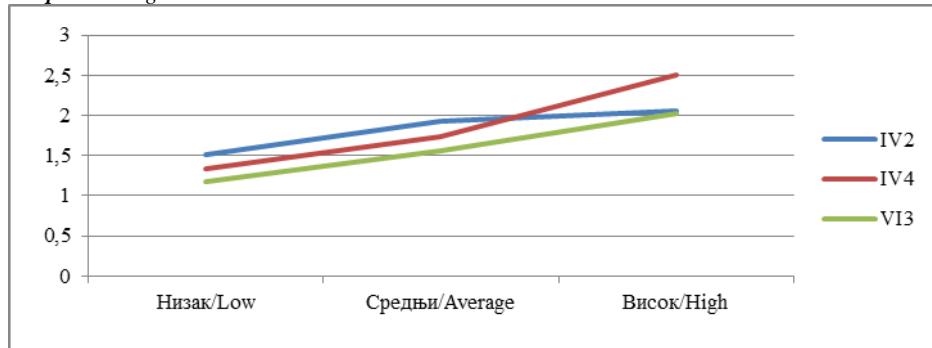


Однос K/Mg је био најужи у свим типовима шума захваћеним слабим степеном сушења.

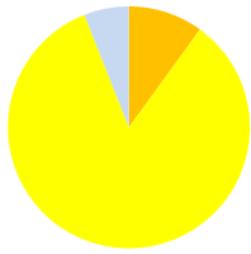
Оптерећеност земљишта оловом и кадмијумом се просечно кретала од 10 до 25 %, што према критеријуму Brune Elinghaus представља средњу оптерећеност земљишта овим тешким металима (графикони 6 и 7). Сличан случај је и са садржајем цинка и бакра (графикони 8 и 9).

Графикон 5. Онос K/Mg

Graph 5. K/Mg ratio

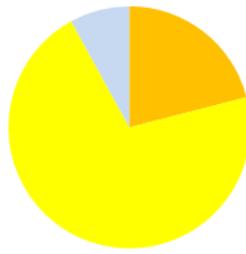


Графикон 6. Садржај олова
Graph 6. Content of lead



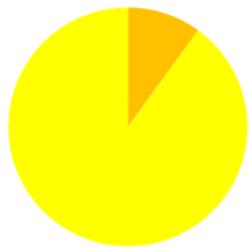
■ VV ■ V ■ S ■ N ■ VN

Графикон 7. Садржај кадмијума
Graph 7. Content of cadmium



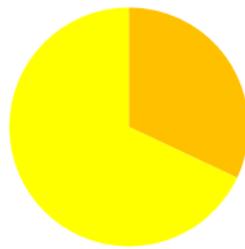
■ VV ■ V ■ S ■ N ■ VN

Графикон 8. Садржај цинка
Graph 8. Content of zinc



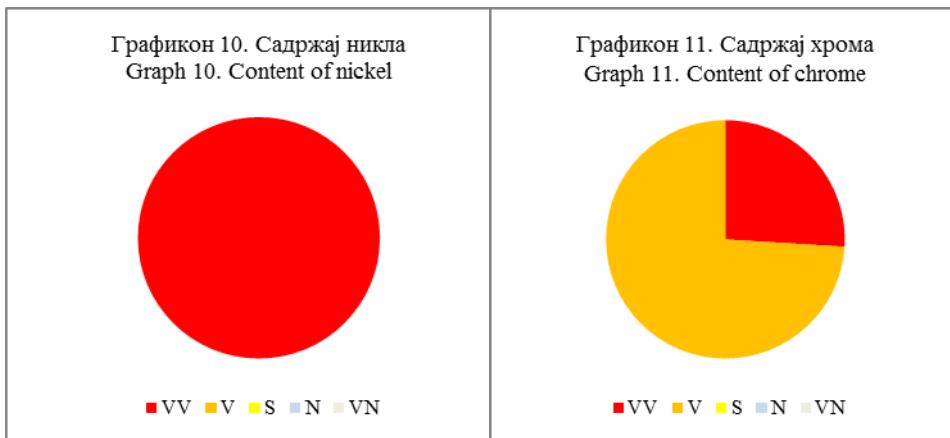
■ VV ■ V ■ S ■ N ■ VN

Графикон 9. Садржај бакра
Graph 9. Content of copper



■ VV ■ V ■ S ■ N ■ VN

У просеку врло висока и висока оптерећеност земљишта је утврђена за садржај никла и хрома (графикони 10 и 11).



ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Основне физичке особине земљишта на истраживаним објектима су у складу са досадашњим истраживањима у подручју Срема (Иванишевић и Губић, 1992). Детаљнија истраживања су посвећена водноваздушним особинама земљишта. На истраживаним површинама је утврђено да је највећи степен сушења забележен на земљиштима са највећом количином тешкоприступачне воде. Наведена појава се може повезати са изостанком додатног влажења површинским водама, као и недовољним влажењем подземним водама. Уз чињеницу да се очекује смањена количина падавина у будућности (Галић, 2010) може се очекивати још већи дефицит воде у земљишту, а тиме и израженија суша. Последице тога би могле бити у још израженијем сушењу, а тиме и обешумљавању. У том контексту, Деканић, (1975), обешумљавање доводи до даљег погоршања водног режима, а потом и до измене микроклиме, погоршање биолошке компоненте земљишта што све утиче на цели низ промена у микроекосистему.

На промене у микроекосистему упућује и садржај угљеника и азота, као и однос C/N. Поменути чиниоци су били највећи у степенима са израженим сушењем, што се може повезати са отварањем склопа, а тиме и до брже минерализације органске материје.

Најтоксичнији тешки метали за биљке и животиње су олово, кадмијум, никл и жива (Stefanovits et al., 1999), тако да је и тежиште истраживања на овим тешким металима. Олово је први метал који је екстрахован из руде (Nriagu et al., 1998) и један је од најтоксичнијих тешких метала у животној средини (Zhang, 2003). Глобално загађивање животне средине је повезано са

накупљањем олова у истој (Врбек *et al.*, 2001). С обзиром да олово није есенцијални елемент његова токсичност је изражена и у траговима (Shroeder, 1973). Врбек *et al.*, (2004) наводе да су граничне вредности олова у земљишту које се могу толерисати од 50 до 100 mgkg⁻¹, односно да се негативни ефекти повећања садржаја олова у земљишту уочавају при концентрацији од 50 до 250 mgkg⁻¹. Истраживања већег аутора су потврдила да је максимална прихватљива вредност олова од 100 mgkg⁻¹ (Кадовић и Кнежевић, 2002). Максимална дозвољена концентрација олова у земљишту (пољопривредном) у Републици Србији износи до 100 mgkg⁻¹. На основу наведених показатеља највећи број истраживаних узорака је показао средњу оптерећеност оловом. С обзиром на чињеницу да се олово накупља у земљишту потребно је вршити даље праћење јер може доћи до концентрације и до 50 mgkg⁻¹ када се могу очекивати и први негативни ефекти (Shroeder, 1973).

Кадмиј као и олово није есенцијални елемент тако да и у малим количинама токсично делује на биљке, човека и животиње (Schroeder, 1973). Садржај кадмија у неоптерећеним земљиштима је мањи од 1 mgkg⁻¹. У градским парковима се креће од 0,5 до 5 mgkg⁻¹, а у близини аутопутева је 3 mgkg⁻¹. Онечишћење је последица рударства, прераде тешких метала, сагоревања отпада, замуљивања канала, коришћење фосфорних ђубрива и саобраћаја. Емисија везана за саобраћај је везана за трошење гума (20-90 Cd kg⁻¹ гуме) и емисију издувних гасова као последица сагоревања дизел горива. Оптерећеност на глобалном нивоу се процењује на 8000 тона годишње (Stefanovits *et al.*, 1999), а у средњој Европи од 1,5 до 35 g ha⁻¹ godišnje. Кадмиј је мобилнији када доспе у земљиште у односу на олово, цинк и бакар (Aboulroos, 2006).

Садржај никла се у земљиштима повећава од 50-тих година прошлог века, а повезан је са све интензивнијом прерадом нафте (Stefanovits *et al.*, 1999). Висока оптерећеност овим тешким металом у односу на MDK је утврђена у свим истраживаним типовима шума. Наведена чињеница указује да степен оптерећености земљишта тешким металима није примарни узрок у комплексу фактора који утичу на сушење шума.

Садржај цинка, бакра и хрома је у границама утврђеним MDK.

ЗАКЉУЧЦИ

У раду је извршена анализа физичких, водноваздушних и хемијских особина земљишта у најзаступљенијим типовима шума храст лужњака захваченим различитим степенима сушења.

Садржај тешкоприступачне воде је био највећи у шумама са израженим сушењем, а изостанком додатног влажења поплавним водама се не обезбеђује довољна количина воде.

Садржај тешких метала у земљишту у истраживаним типовима није показивао знатна одступања. Највећи садржај је показивао садржај никла. Степен оптерећености земљишта тешким металима није примарни узрок у

комплексу фактора који утичу на сушење шума. Садржај цинка, бакра и хрома је у границама утврђеним MDK.

Захвалница

Овај рад је реализован у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања 43002 за период од 2011 до 2014. године који финансира Министарство за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

- Alberti, G., Hauk, B., Kohler, H. R., Storch V. (1996): Dekomposition. Qualitative und quantitative Aspekte und deren Beeinflussung durch geogene und anthropogene Belastungsfaktoren. Ecomed-Verlag, Landsberg, 490 S.
- Alloway, B. J. (1995): Heavy Metals in Soils. Blackie Academic and Professional, 123-305, London.
- Aboulroos S.A., Helal, M.I.D., Kamel, M.M. (2006): Remediation of Pb and Cd polluted soils using in situ immobilization and phytoextraction techniques. Soil & Sediment Contamination, vol 15: p. 199-215
- Baath, E. (1989): Effects of heavy metals in soil on microbial processes and populations (a review). Water, Air and Soil Pollution, 47: 335-379.
- Brune, H., Ellinghaus, R. (1981): Schwermettalgehalte in landwirtschaftlich genutzten Ackerböden Hessens. Landw. Forschung 38:338-349, Trier.
- Dekanić, I. (1975): Utvrđivanje najpogodnijih vrsta drveća i metoda obnove opustošenih površina sušenjem hrasta lužnjaka, Šumarski list, br. 4-6: 119-128.
- Dubravac T., Dekanić S. (2009): Struktura i dinamika sječe suhih i odumirućih stabala hrasta lužnjaka u Spačvanskom bazenu od 1996. do 2006. godine. Šumarski list br. 7-8, CXXXIII str. 391-405.
- Galić Z., Orlović S., Klašnja B. (2010): Microclimate conditions – possible link of understanding vulnerability of forest ecosystems under climate change. International Scientific Conference „Forest ecosystems and climate changes“. Plenary lectures p. 213-219, Srbija
- Grupa autora (1971): Hemiske metode ispitivanja zemljišta, Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knjiga I, JGPZ, Beograd.
- Grupa autora (1997): Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta, Priručnik za ispitivanje zemljišta. JDPZ, str. 278, Novi Sad
- Ivanišević P., Grbić P. (1992): Rezultati proučavanja zemljišta u šumama Ravnog Srema. Institut za topolarstvo, Novi Sad
- Kadović R., Knežević M. (2002). Teški metali u šumskim ekosistemima Srbije. Šumarski fakultet Beograd, str. 278
- Nriagu J.O. (1998): Tales told in lead. Science vol 281 issue 5383 p.1622-1625

- Mayer, B. (1987): Rezultati prvih istraživanja olova, kadmija, sumpora i fluora u tlu nizinskih šuma bazena Kupčina. Šum. list 1/2:19-27, Zagreb. 181
- Mayer, B. (1991): Penetration des metaux lourds (Pb, Cu, Zn) a l' interieur des sols forestiers des valle de la Croatie septentrionale par courants d'eau inondée pollue. 10e Congres forestier mondial. pp 6, Paris.
- Richards, L.A.(1947): Pressure-Membrane Apparatus-Constructions and use, Agricult. Engin., Vol 28, No 10
- Schroeder H.A. (1973): The trace elements and Nutrition. Faber and Faber , London
- Stefanovits P., Filep Gy., Fuleky Gy. (1999): Talajtan. Mezogazda kiado Budapest. p 1-469.
- Tomić, Z. (1992): Šumske fitocenoze Srbije, Šumarski fakultet, Beograd, p. 132
- Tyler G. (1989): Uptake, retention and toxicity of heavy metals in lichens. A brief review. *Water, Air and Soil Pollut.* 47(3-4): 321–333.
- Škorić, A., Filipovski G., Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 13, Sarajevo
- Vrbek, B., I. Pilaš (2000): Pedoekološke značajke šume "Žutica". Rad. Šumar. inst. 35(1): 13-36, Jastrebarsko
- Vrbek, B., Pilaš, I. (2001): Sadržaj teških kovina (Pb, Cu, Zn i Cd) u kalkokambisolu na području pošumljenih površina krša Hrvatske. Radovi Šumarskog Instituta 36 (2): 139-150, Jastrebarsko
- Vrbek, B., I. Pilaš, (2004): Teške kovine (Pb, Cu i Zn) u tlu šume hrasta lužnjaka i običnoga graba, Rad. Šumar. inst. 39 (2): 169–184, Jastrebarsko
- Zhang Y. (2003): 100 Years of Pb deposition and transport in soils in champaign, Illinois, U.S.A. *Water, Air, and Soil Pollution* 146: 197–210

S u m m a r y

SOIL HEAVY METALS CONTENTS IN THE MOST IMPORTANT TYPES OAK FORESTS AFFECTED BY DIFFERENT DEGREES OF DRYING

Galić Zoran, Ivanišević Petar, Klašnja Bojana, Kebert Marko

We evaluated the heavy metals content and edaphic conditions in three most common types of oak forests affected by different degree of drying. Meadow black soil was indicated as a dominant systemic soil unit. Content of silt+clay fraction was above 60%, and two major textural classes were loam and clayey loam. The content of hardly available water was the highest in all types of forests with the most prominent drying process (ranging from 21,65 to 24,13%). Chemical soil properties varied only slightly, and the most prominent deviations were related to the content and ratio of carbon and nitrogen. Very high content of nickel was found in all types of forests affected by different degrees of drying.

**UPOTREBA NAJSAVREMENIJIH DENDROEKOLOŠKIH METODA U
CILJU BOLJEG RAZUMEVANJA UTICAJA IZGRADNJE SAVSKOG
NASIPA NA SUŠENJE HRASTA LUŽNJAKA U SREMU**

Dejan Stojanović¹, Tom Levanič², Saša Orlović¹, Bratislav Matović¹

Izvod: Sušenje hrasta lužnjaka je pojava opšte prisutna u Evropi. Veći broj studija u Srbiji i regionu se bavi ovom problematikom. Kao jedan od uzroka sušenja koji se pominje u šumarskim krugovima je i izgradnja savskog odbrambenog nasipa za odbranu od poplavnih voda. Cilj ove studije je bio da upotrebom naјsvremenijih dendroekoloških metoda sagleda uticaj izgradnje savskog nasipa na rast dve sastojine u Ravnem Sremu. Jedna sastojina se nalazi u plavnom delu (strog i rezervat prirode „Stara Vratična“), a druga u branjenom delu (lokalitet „Smogva“). Rezultati ove studije su pokazali da nema značajne razlike u rastu dve sastojine u dva perioda, 1882-1932. (period pre izgradnje nasipa) i 1932-1982. (period posle igradnje nasipa). Iako je režim plavljenja značajno izmenjen izgradnjom zaštitnog nasipa, vitalnost šume u Smogvi nije izmenjena u godinama nakon toga. Ova činjenica sugerira da režim podzemnih voda koji je vladao u delu basena sremskih šuma („Smogva“) u istraživanom periodu nije značajnije izmenjen izgradnjom nasipa.

Ključne reči: lužnjak, sušenje, dendroekologija, Stara Vratična, Smogva

**ON THE USE OF THE STATE-OF-THE-ART DENDROECOLOGICAL METHODS
WITH THE AIM OF BETTER UNDERSTANDING OF IMPACT OF SAVA RIVER
PROTECTIVE EMBANKMENT ESTABLISHMENT TO PEDUNCULATE OAK
DIEBACK IN SREM**

Abstract: Pedunculate oak dieback is the common phenomenon in Europe. There is increasing number of studies in Serbia and the region that deal with this issue. One of the causes of oak dieback in Serbia which was indicated was building of Sava river embankment for protection against flooding from surface waters. The aim of this study was to use of the state-of-the-art dendroecological methods for examination of impact of the embankment on the growth of two stands in Srem. One stand from flooded area (strict nature reserve "Old Vratična") and the other from the protected part (locality Smogva). The results of this study showed that there was no significant difference in the growth of two stands in two periods, 1882-1932 (period before embankment establishment) and from 1932 to 1982 (period after

¹ Dejan Stojanović, istraživač-saradnik, prof. dr Saša Orlović, naučni savetnik, dr Bratislav Matović, naučni saradnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Univerzitet u Novom Sadu, Antona Čehova 13d, Novi Sad

² doc. dr Tom Levanič, naučni savetnik, Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana

the establishment of embankment). Although the flooding regime was significantly altered with the construction of protective embankment, the vitality of forests in Smogvi not changed in the years thereafter. This fact suggests that groundwater regime that was present at least in the part of the Srem forest basin in the investigated period was not significantly altered by the embankment.

Key words: pedunculate oak, dieback, dendroecology, Stara Vratična, Smogva

UVOD

Generalno, šume hrasta lužnjaka se suše širom Evrope. Visoka stopa mortaliteta rezultirala je izmenom strukture, smanjenom regeneracijom, iz čega proizilaze strepnje u vezi sa dugoročnom održivošću. Prvi izveštaji o sušenju hrasta lužnjaka u Srbiji dolaze sa početka 20. veka, u kojima je Manojlović, (1924) ukazao na sušenje u periodu 1909. do 1924. Medarević et al., (2009) ukazuju na sušenje nakon 1950., u periodu 1983-1986. i na intenzivno sušenje poslednjih decenija. U pomenutom istraživanju dat je pregled posledica brojnih sanitarnih seča, gde se ukazuje i na značajne ekonomski gubitke.

Jedna od hipoteza koja se tiče mogućeg uzroka sušenja lužnjaka, a koja se pominje i u šumarskim krugovima i koja nikad nije opovrgnuta je i izgradnja savskog nasipa za sprečavanje poplava u Sremu i Slavoniji.

Podaci Društveno vodoprivrednog preduzeća "HIDROSREM" govore, da je čitav poduhvat izgradnje savskog odbrambenog nasipa za odbranu od poplave od spoljnih voda od mesta Gunja u Hrvatskoj do Sremske Mitrovice izvršen u periodu 1928-1938. Po rečima Nikić et al., (2010) savski nasip u Sremu je podignut 1932.

Cilja ovog rada je bio da ispita da li postoji negativan uticaj zaštitnog nasipa na Savi izgrađenog 1930-tih godine na šume lužnjaka u Sremu pomoću najsavremenijih dendroekoloških metoda.

MATERIJAL I METODE

Odabrana su bila dominantna stabla lužnjaka najvećih dimenzija u dve sastojine, od kojih se jedna nalazi u plavnoj zoni, a druga u branjenom delu. Uzorkovano je 13 stabala u Strogom rezervatu prirode „Stara Vratična“ (ŠG „Sremska Mitrovica“, ŠU „Višnjićevo“, odelenja 33, g.š. $44^{\circ} 57' 21''$ i g.d. $19^{\circ} 12' 40''$) (Slika 1.) koja se nalaze između nasipa i reke Save, kao i četiri stabla, tzv. stara orijaša, u Smogvi (ŠU „Višnjićevo“, odelenje 51, g.š. $44^{\circ} 54' 58''$ i g.d. $19^{\circ} 14' 44''$), koje se nalazi unutar zone branjene nasipom (Slika 2. i 3.). Sva istraživanja su obavljena uz saglasnost i podršku JP „Vojvodinašume“ i Pokrajinskog zavoda za zaštitu prirode.



Slika 1. Strogi rezervat prirode „Stara Vratična“, I stepen zaštite
Figure 1. Strict nature reserve “Stara Vratična”, I category



Slika 2. Stari orijaš prsnog prečnika 210cm (Smogva)
Figure 2. Old tree with diameter of 210cm at breast height (Smogva)



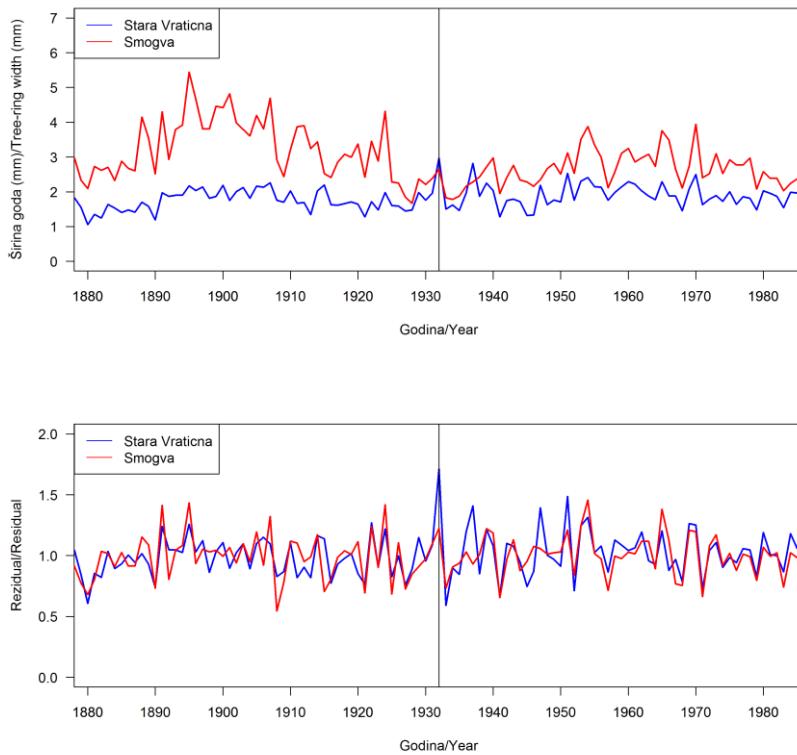
Slika 3. Lokaliteti „Stara Vratična“ i „Smogva“ sa naznačenim nasipom i rekom Savom (preuzeto sa Google Eartha)

Figure 3. Localities “Stara Vratična“ and “Smogva“ with indicated Sava River and embankment (nasip) (Google Earth map)

Izvrtci su uzeti Preslerovim svrdlom sa 1,3 metra visine tokom leta 2013. Nakon toga, uzorci su osušeni, fiksirani, izravnati i ispolirani. Za skeniranje uzorka korišćen je ATRICS sistem (Levanić, 2007). Za merenje širine godova korišćen WinDENDRO softver (Regent instruments). Preciznost merenja je iznosila 0,01 milimetara. Statističke obrade i provere dendrochronoloških merenja izvršene su pomoću PAST-4™ softvera. Izvršeni su vizuelni testovi kao i testovi t-vrednosti po Baillie and Pilcher (tBP) (Baillie i Pilcher, 1973) i određivanje Gleichläufigkeit koeficijenta (GLK%) (Eckstein i Bauch, 1969). Kontrola kvaliteta merenja urađena je pomoću COFECHA programa za otkrivanje grešaka u merenjima (Holmes, 1983). Poređene su hronologije za vremenski interval 1880-1980. (50 godina pre i 50 godina posle izgradnje nasipa) u cilju dobijanja odgovora na pitanje da li je izgradnja nasipa 1930-tih imala značajniji uticaj (smanjenje prirasta i poseedično sušenje) na šume koje su se našle u branjenom delu?

REZULTATI I DISKUSIJA

U analiziranim uzorcima najdužu hronologiju u Smogvi je imalo stablo staro 220 godina, dok je u Staroj Vratičnoj najduža hronologija imala 330 godina. Većina stabala iz kojih su uzeti izvrtci je bila šuplja, tako da nije bilo moguće odrediti tačnu starost svih stabala. Najveći prečnik među analiziranim stablima je iznosio 210 cm (Slika 2.). Na Slici 3. su prikazane hronologije dve sastojine za period 1880-1980.



Slika 4. Širina goda i Res vrednost stabala u Staroj Vratičnoj i Smogvi za period od 1880 do 1980 sa naznačenom 1932. godinom (vertikalna linija)

Figure 4. Tree-ring width and Res value for the trees from Stara Vratična and Smogva for the period 1880-1980 with indicated year 1932 (vertical lines)

Tabela 1. Statistički parametri poklapanja dve hronologije u dva vremenska intervala
Table 1 Statistical parameters of two tree chronologies overlapping in two intervals

| Period | 1882-1932 | 1932-1982 |
|--------|-----------|-----------|
| tBP | 6,17 | 8,86 |
| GLK% | 67,30 | 82,70 |
| r | 0,64 | 0,77 |

Statistički parametri - test t-vrednosti po Baillie and Pilcher (tBP) i Gleichläufigkeit koeficijent (GLK%) su pokazali da ne postoji značajna razlika između perioda 1882-1932. i 1932-1982. u smislu negativnog odgovara na potencijalnu izmenu vodnog režima, smanjenje prirasta i eventualni proces sušenja uslovljen izgradnjom

zaštitnog nasipa (Tabela 1.). Drastični trend smanjenja prirasta, koji je očekivan kao odgovor na potencijalno poremećen vodni režim u Smogvi nije zabeležen.

Krajem 19. veka, u Smogvi je došlo da drastične promene u prirastu što odgovara intenzivnoj proredi, zbog čega je rast preostalih stabala, koja su uzorkovana u ovoj studiji, bio intenzivniji od stabala u Staroj Vratični do negde početka 20. veka. Nakon 1930. beleži se intenziviranje rasta u Vratični, što može biti povezano sa izgradnjom nasipa, da bi sredinom 1970-tih godina rast u Smogvi bio ubrzan. Zapravo, stvarna širina godova u Smogvi je bila veća za ceo stogodišnji interval izuzev u dve godine (gornji grafik na Slici 4.), dok je rezidual (residual) vrednost koja predstavlja standardizovanu vrednost širine goda (prirasta) kojoj je uklonjena autokorelacija (uticaj prethodnih povoljnih godina). Smogva se nalazi na najpovoljnijem zemljištu, tipa pseudoglej dok je Vratična na aluvijalnom zemljištu. Kvalitet staništa u Smogvi je mogao imati uticaj na ublažavanje potencijalnog uticaja promene vodnog režima, što je za sada nedostatak ove studije.

Međutim, za ovu studiju je bilo neophodno naći stabla koja su krajem 19. veka već bila u zreloj životnoj fazi i da jedna sastojina bude u uskom plavnom delu a druga u branjenom, što nije bio lak zadatak. Mlađa stabla usled juvenilnog rasta i većeg kapaciteta za adaptaciju na promenljive uslove sredine pokazuju lošiji odgovor na promene pojedinačnog ekološkog faktora (Stojanović et al., nepublikovani podaci), zbog čega nisu bila odgovarajuća za ovakav tip studije.

Takođe, vitalnost obe posmatrane sastojine nakon 1930-tih govori u prilog tezi da režim podzemnih voda nije bio narušen u posmatranom periodu, odnosno da sam nasip nije prekinuo tokove podzemnih voda od Save ka basenu sremskih šuma, odnosno Smogvi koja je udaljena nešto više od 4 km od glavnog toka u konkretnom slučaju.

Prilikom ovog istraživanja u obzir nisu uzete mere gazdovanja, kojih je u Smogvi nesumnjivo bilo tokom 20. veka. Analiza pojedinačnih pikova sa Slike 4. može pokazati uzročno-posledičnu vezu između određenih mera gazdovanja (proreda i seča) i širine godova, kao i npr. znakove napada gubara u određenim godinama.

Skorašnje publikacije ukazuju na sve veći intenzitet sušenja lužnjaka u sremskom basenu. Bauer et al., (2013) navode da su sanitарне seče na dve trajna ogleda u ŠG „Sremska Mitrovica“, ŠU „Morović“ za period 1994-2011. bile 1,85 i 1,59 puta veće nego ukupni prirast za isti period. Publikacije iz susedne Hrvatske ukazuju na period 1962-1965. tokom kojeg je u gornjem toku Save došlo do masovnih sušenja (Kapec, 2006), kao i da je u periodu 1996-2006. povećan broj sanitarnih seča u Spačvi (Dubravac i Dekanić, 2009). Sve navedeno dovodi u pitanje održivost današnjih šuma hrasta lužnjaka u regionu.

Neki od uzroka sušenja šuma lužnjaka koji se navode u tim radovima su: napadi štetočina (gubar), bolesti (pepelnica), izostanak mera nege, prejaki intenziteti proreda, dugotrajne poplave, aridnija klima, itd. Međutim, ni jedna studija do sad nije razmatrala izgradnju nasipa kao uzrok sušenja pomoću najsavremenijih dendroekoloških metoda.

Razumevanja mehanizama koji dovode do sušenja šuma je od presudne važnosti za predviđanje buduće distribucije, produktivnosti kao i opstanka šuma. Mnoga pitanja

vezana za mortalitet šuma su još otvorena zbog nedostatka osmatranja i istraživanja. Namjera naše studije je bila da dâ doprinos boljem razumevanju fenomena sušenja šuma lužnjaka.

ZAKLJUČAK

Izgradnja nasipa 1930-tih godina nije imala značajniji uticaj na promene u prirastu i vitalnosti stabala u Smogvi (delu šume koji je pod režimom aktivne odbrane od poplava), u poređenju sa Starom Vratičnom koja se nalazi u nebranjenom, plavnom delu.

I pored relativno velike udaljenosti Smogve od reke Save i izmene u režimu plavljenja, vitalnost šume nije izmenjena, iz čega proizilazi da režim podzemnih voda koji vlada u delu basena sremskih šuma nije značajnije narušen izgradnjom nasipa.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru 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 Integrисаних и interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2014. godine.

LITERATURA

- Baillie, M. G., Pilcher, J. R. (1973): A simple crossdating program for tree-ring research. *Tree-Ring Bulletin*, 33: 7-14.
- Bauer, A., Bobinac, M., Andrašev, S., Rončević, S. (2013): Devitalization and sanitation fellings on permanent sample plots in the stands of pedunculate oak in Morović in the period 1994-2011. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 107: 7-26.
- Dubravac T., Dekanić S. (2009): Struktura i dinamika sjeće suhih i odumirućih stabala hrasta lužnjaka u Spačvanskom bazenu od 1996. do 2006. godine, Šumarski list 133 (7-8): 391-405.
- Eckstein, D., Bauch, J. (1969): Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 88(1): 230-250.
- Holmes, R. L. (1983). Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-ring bulletin*, 43(1): 69-78.
- Kapec, D. (2006): Utjecaj intenziteta sušenja, mikroreljefa i savske poplavne vode na stanje i strukturu sastojina hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici "Žutica". *Šumarski list*, 130(9-10): 425-433.
- Levanić, T. (2007): ATRICS-A new system for image acquisition in dendrochronology. *Tree-Ring Research*, 63(2): 117-122.

- Manojlović P. (1924): Sušenje hrastovih šuma (hrast lužnjak). Šumarski list, 10: 502.
- Medarević M., Banković S., Cvetković Đ., Abjanović Z. (2009): Problem sušenja šuma u Gornjem Sremu. Šumarstvo 61 (3-4), SITŠPD Srbije, Beograd (61-73).
- Nikić Z., Letić Lj., Nikolić V., Filipović V. (2010): Procedure for underground water calculation regime of Pedunculata oak habitat in Plain Srem. Glasnik Šumarskog fakulteta, 101: 125-138.
- Istorijat Društveno vodoprivrednog preduzeća "HIDROSREM" www.hidrosrem.rs

S u m m a r y

**ON THE USE OF THE STATE-OF-THE-ART DENDROECOLOGICAL METHODS
WITH THE AIM OF BETTER UNDERSTANDING OF IMPACT OF SAVA RIVER
PROTECTIVE EMBANKMENT ESTABLISHMENT TO PEDUNCULATE OAK
DIEBACK IN SREM**

by

Dejan Stojanović, Tom Levanić, Saša Orlović, Bratislav Matović

Pedunculate oak dieback is the common phenomenon in Europe. There is increasing number of studies in Serbia and the region that deal with this issue. One of the causes of oak dieback in Serbia which was earlier indicated was establishment of Sava river embankment for protection against flooding from surface waters. The aim of this study was to use of the state-of-the-art dendroecological methods for examination of impact of the embankment on the growth of two stands in Srem. One of the stands was from flooded area (strict nature reserve "Old Vratična") and the other from the part which was protected from surface waters in 1932 (Smogva). The results of this study showed that there was no significant difference in the growth of two stands in two periods, 1882-1932 (period before embankment establishment) and from 1932 to 1982 (period after the establishment of embankment). Although the flooding regime was significantly altered with the construction of protective embankment, the vitality of forests in Smogva didn't change in the years after that. This fact suggests that groundwater regime that was present at least in the part of the Srem forest basin in the investigated period was not significantly altered by the embankment establishment. That implies that embankment didn't interrupt groundwater flows.

UTICAJ 2,3,5-TRIJODBENZOEVE KISELINE I JONA SREBRA NA OŽILJAVANJE *ROBINIA SP. IN VITRO*

Branislav Kovačević¹, Saša Orlović¹, Marina Katanić¹, Sreten Vasić¹

Izvod: Pored značajne uloge bagrema (*Robinia pseudoacacia L.*) u proizvodnji biomase i pčelarenju, brojne vrste i genotipovi roda *Robinia sp.* se koriste i u oplemenjivanju prostora. Ovakvi genotipovi su posebno interesantni za umnožavanje u kulturi tkiva gde je formiranje korenovog sistema značajna faza. U radu su prikazani rezultati primene 2,3,5-trijodbenzoeve kiseline (TIBA), poznatog inhibitora polarnog transporta indolsiréetne kiseline (IAA), i jona srebra (Ag^+), za koje je poznato da ostvaruju negativan efekat na aktivnost etilena. Ispitana su dva genotipa: *Robinia pseudoacacia L. cl. RP*, koji se dobro ožiljava na podlozi bez hormona i *R. pseudoacacia x R. luxurians cl. Rózsaszín AC*, koji se teško ožiljava na podlozi bez hormona u kulturi tkiva. Rezultati dobijeni nakon šest nedelja gajenja ukazuju na značajan uticaj koncentracije TIBA na broj korenova i interakcije genotip x TIBA na broj korenova i procenat ožiljavanja. Efekat jona srebra izražen je preko značajne interakcije genotip x $c(\text{Ag}^+)$ za broj korenova. U radu je diskutovan značaj efekata dobijenih rezultata za dalji rad na ožiljavanju izbojaka bagrema u kulturi *in vitro*.

Ključne reči: Robinia, mikropropagacija, ožiljavanje

INFLUENCE OF 2,3,5-TRIODOBENZOIC ACID AND SILVER IONS ON ROOTING IN *ROBINIA SP. IN VITRO*

Abstract: Beside well known utilization of black locust (*Robinia pseudoacacia L.*) in biomass production and bee-keeping, there are numerous *Robinia* species and genotypes of ornamental value. They are of particular interest to be propagated by means of tissue culture, where the shoot rooting is a significant phase. Results of the research of the influences of 2,3,5-triiodobenzoic acid (TIBA), well known inhibitor of indolacetic acid (IAA) polar transport and silver ions (Ag^+), known to suppress the activity of ethylene were examined in this work. Two genotypes were examined: *Robinia pseudoacacia L. cl. RP*, the genotype of good rooting ability on medium without growth regulators *in vitro* and *R. pseudoacacia x R. luxurians cl. Rózsaszín AC*, whose rooting is poor on such a medium.

¹ Branislav Kovačević, viši naučni saradnik, Saša Orlović, naučni savetnik, Marina Katanić, istraživač saradnik, dipl. inž. Sreten Vasić, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad, Srbija

Results gained after six weeks of cultivation suggest the significant effect of the concentration of TIBA on number of roots and significant effect of the interaction genotype x c(TIBA) on number of roots and percentage of rooted shoots. The presence of silver ions effected significantly number of roots per shoot through the interaction genotype x c(Ag⁺). The significance of gained results for further work on rooting Robinia shoots in vitro was discussed.

Key words: *Robinia, micropropagation, rooting*

UVOD

Bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.) je drvenasta vrsta poreklom iz Severne Amerike. U Evropu je introdukovana 1601. godine. Interesantna je zbog visoke tolerantnosti prema suši, visokog potencijala za generativno (obilna produkcija semena visoke kljajavosti) i vegetativno umnožavanje (dobra izdanačka moć, visok potencijal za umnožavanje korenovim reznicama), visoke adaptabilnosti, ranog i obilnog cvetanja sa visokom produkcijom nektara, brzog rasta i relativno visoke produkcije drvne mase, kao i tolerantnosti prema bolestima i štetočinama. Uglavnom se koristi za stabilizaciju peskova, pošumljavanje napuštenih poljoprivrednih zemljišta, proizvodnju drveta za mehaničku preradu i energiju kao i pčelinju pašu (Guzina, 1987; Guzina i Tomovic, 1997; Redei, 2003).

U istraživanjima iz domena biotehnologije bagrem je počeo da se koristi relativno rano. Predstavlja vrstu koja je interesantna za rad u kulturi tkiva i često se koristi kao model među drvenastim vrstama. Jedna od značajnih faza u mikropropagaciji bagrema je ožiljavanje izbojaka (Kolevska-Pletikapić i Tomović, 1988).

Auksini i etilen su poznati hormoni biljaka povezani sa formiranjem korenovog sistema. Nakupljanje auksina i povećanje osjetljivosti tkiva prema auksinima u prisustvu etilena su veoma značajni preduslovi za inicijaciju, formiranje i aktivaciju korenovih primordija. Mogućnost manipulacije nagomilavanjem auksina na određenom mestu i osetljivošću na auksine mogla bi usloviti povećanje intenziteta formiranja korenovog sistema (McNamara i Mitchell, 1991).

2,3,5-trijodbenozoeve kiseline (TIBA) je poznata kao inhibitor polarnog transporta auksina kod biljaka i obično se koristi u toj funkciji u raznim istraživanjima, kojima se ukazuje na njen negativan efekat na proces ožiljavanja (McNamara i Mitchell, 1991). Ipak, pojava da se zaustavljanjem polarnog transporta auksina poboljšava ožiljavanje je slabo ispitana.

Joni srebra zajedno sa Na₂S₂O₃ daju STS (srebro tiosulfat) koji je poznat kao inhibitor efekta etilena (McDaniel i Binder, 2012). Naime, etilen je povoljan za ožiljavanje u malim koncentracijama, ali u visokim koncentracijama može da inhibira formiranje korena (Mudge, 1988). Pojačana akumulacija auksina stimulativno deluje na sintezu etilena što može da dovede do obustavljanja rasta, pa i nekroze (Yang i Hofmman, 1984; Hansen i Grossmann, 2000).

Cilj ovog rada je da se ispita uticaj 2,3,5-trijodbenzoeve kiseline (TIBA) i jona srebra (Ag^{2+}) na ožiljavanje jednog genotipa koji se dobro ožiljava i jednog genotipa koji se slabo ožiljava na podlozi bez hormona, u kulturi *in vitro*.

MATERIJAL I METODE

Ispitana su dva genotipa: *Robinia pseudoacacia L. cl. RP* i *R. pseudoacacia x R. luxurians cl. Rózsaszín AC*. Genotip RP je vitalan, genotip sa izraženim vigorom, piramidalne krošnje i tolerantan prema prevalantnim bolestima i štetočinama bagrema. Karakteriše ga zadovoljavajuće ožiljavanje u kulturi *in vitro*. Selektovan je u Institutu za nizjsko šumarstvo i životnu sredinu Univerziteta u Novom Sadu. Genotip Rózsaszín AC je selektovan u Mađarskoj i unešen u Srbiju pod šifrom R-56. Ima karakteristične roze aromatične cvetove, sa relativno kasnim rokom cvetanja, što ga čini interesantnim za zasnivanje medonosnih plantaža, ali i u hortikulturi. Karakteriše ga slabo ožiljavanje u kulturi *in vitro*.

U cilju održanja genotipske konzistencije oba ispitivana genotipa su umnoženi grananjem ožiljenih izbojaka na standardnoj podlozi za ožiljavanje (K1). Ova podloga ne sadrži regulatore rasta, a zasnovana je na ACM mineralnoj podlozi (Aspen Culture Medium, prema Ahuja, 1983). Izbojci dobijeni grananjem ožiljenih izbojaka su korišćeni za dalje subkulture. Subkulture su postavljane svakih 4 nedelje, uzgoj je vršen u kontrolisanim uslovima sa temperaturom 26 ± 2 °C, i režimom dugog dana (16h dan/ 8h noć), uz svetlost hladnih belih fluorescentnih lampi (3500 lx).

Mineralnoj podlozi ACM, dodati su 9g l^{-1} agar, 10g l^{-1} saharoze i 30mg l^{-1} mioinozitola. Ispitivane aktivne materije: 2,3,5-trijodbenzoeva kiselina i srebro (dodata u formi AgNO_3), su testirane u koncentracijama datim u tab 1. pH podloge je podešen pre sterilizacije na pH 5.5.

Tabela 1. Koncentracije TIBA i Ag^{2+} u ispitivanim podlogama

Table 1. TIBA i Ag^{2+} concentrations in examined media

| Podloga Medium | TIBA (μM) | Ag^{2+} (μM) |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| K1 | | |
| K2 | | 0.1 |
| K3 | 0.1 | |
| K4 | 0.1 | 0.1 |
| K5 | 0.3 | |
| K6 | 0.3 | 0.1 |
| K7 | 1 | |
| K8 | 1 | 0.1 |

Podloge su sterilisane u autoklavu pri temperaturi od 120°C i na pritisku od 1.1 bar 20 min.

Na ispitivane podloge su postavljeni vrhovi izbojaka, visine 1,5 do 2 cm. Postavljeno je pet vrhova u teglice zapremine 190 ml, sa po 25 ml podloge. Nakon četiri i šest nedelja određeni su broj korenova po izbojku i ideo izbojaka na kojima je formiran korenov sistem.

Statistička analiza

Polazni podaci za statističku obradu su bili srednja vrednost broja korenova po izbojku na nivou teglice i procenat preživljavanja na nivou teglice. Broj korenova po izbojku je transformisan kvadratnom transformacijom ($\sqrt{X+1}$), a procenat preživljavanja arcsin transformacijom ($\text{arcsin } \sqrt{X}$) kako bi distribucija frekvencija bila normalna, što je uslov za korišćenje primenjenih statističkih metoda. Izvršena je analiza varianse i analiza varianse ponovljenih merenja, kao i test najmanje značajne razlike korišćenjem programskog paketa STATISTICA 12 (StatSoft Inc., 2012). Parcijalni η^2 je izračunat kao mera uticaja posmatranog izvora variranja A na variranje datog svojstva X, po formuli: $\text{Parcijalni } \eta^2 = \frac{SS_A}{SS_A + SS_{\text{Err}}}$, gde je SS_A suma kvadrata izvora variranja A, a SS_{Err} suma kvadrata odgovarajuće pogreške.

REZULTATI I DISKUSIJA

Dobijeni rezultati za oba termina merenja (četvrta i šesta nedelja uzgoja) su prvo obrađeni analizom varianse ponovljenih merenja (Tabela 2 i 3) u cilju utvrđivanja značajnosti razlika između termina merenja, što bi moglo da bude od značaja za daljnja istraživanja. Za broj korenova po izbojku, kao i za procenat ožiljenih izbojaka je dobijeno da su razlike između dva merenja statistički veoma signifikantne. Zato se za pravilnu ocenu formiranja korenovog sistema bagrema u kulti tvika može preporučiti da uzgoj traje šest nedelja. Parcijalni η^2 za ponovljeno merenje, kao i F-vrednosti ukazuju da efekat ovog izvora variranja dominira među ostalim ispitivanim izvorima variranja kod oba ispitivana svojstva. Ostvaren efekat je značajan s obzirom da je prosečan broj korenova po izbojku porastao sa 0,32 na 0,50 a procenat ožiljavanja sa 12,2% na 20,4% (podaci nisu prikazani). Zbog toga je dalja analiza izvršena samo za podatke dobijene nakon šest nedelja uzgoja.

Prema podacima dobijenim nakon šest nedelja uzgoja na ispitivanim podlogama jasne su razlike između dva ispitivana genotipa. Genotip RP je pokazao generalno viši potencijal za ožiljavanje od genotipa R-56. Pored toga ispitivane koncentracije TIBA-e su ostvarile značajan uticaj na variranje broja korenova, ali ne i procenat ožiljavanja. Međutim, prema NZR testu nije ostvareno statistički značajno variranje kod genotipa R-56, dok su kod oba ispitivana svojstva niže koncentracije ostvarile inhibitorni efekat (Tabela 6).

Tabela 2. Analiza varijanse ponovljenih merenja za broj korenova po izbojku kod ispitivanih genotipova RP i Rózsaszín AC (R-56) nakon četiri i šest nedelja uzgoja u kulturi *in vitro*

Tabela 2. Repeated measures ANOVA for number of roots per shoot in examined genotypes RP and Rózsaszín AC (R-56) after four and six weeks of cultivation in vitro

| Izvor variranja Source of variation | Suma kvadrata Sum of squares | Stepeni slobode Degrees of freedom | Sredina kvadrata Mean square | F-test F-test | Parcijalni η^2 Partial η^2 |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------|---|
| Genotip (A) <i>Genotype (A)</i> | 0.607 | 1 | 0.607 | 22.051** | 0.256 |
| Podloga (B) <i>Medium (B)</i> | 0.795 | 7 | 0.114 | 4.127** | 0.311 |
| Interakcija A x B <i>Interaction A x B</i> | 0.675 | 7 | 0.096 | 3.499** | 0.277 |
| Pogreška 1 <i>Error 1</i> | 1.762 | 64 | 0.028 | | |
| Ponovljena merenja (R) <i>Repeated measures (R)</i> | 0.232 | 1 | 0.232 | 81.413** | 0.560 |
| Interakcija R x A <i>Interaction R x A</i> | 0.006 | 1 | 0.006 | 1.975 | 0.030 |
| Interakcija R x B <i>Interaction R x B</i> | 0.066 | 7 | 0.009 | 3.304** | 0.265 |
| Interakcija R x A x B <i>Interaction R x A x B</i> | 0.020 | 7 | 0.003 | 1.000 | 0.099 |
| Pogreška 2 <i>Error 2</i> | 0.182 | 64 | 0.003 | | |

Tabela 3. Analiza varijanse ponovljenih merenja za procenat ožiljenih izbojaka kod ispitivanih genotipova RP i Rózsaszín AC (R-56) nakon četiri i šest nedelja uzgoja u kulturi *in vitro*

Tabela 3. Repeated measures ANOVA for percentage of rooted shoots in examined genotypes RP and Rózsaszín AC (R-56) after four and six weeks of cultivation in vitro

| Izvor variranja Source of variation | Suma kvadrata Sum of squares | Stepeni slobode Degrees of freedom | Sredina kvadrata Mean square | F-test F-test | Parcijalni η^2 Partial η^2 |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------|---|
| Genotip (A) <i>Genotype (A)</i> | 3082.5 | 1 | 3082.54 | 14.063** | 0.180 |
| Podloga (B) <i>Medium (B)</i> | 2999.0 | 7 | 428.43 | 1.955 | 0.176 |
| Interakcija A x B <i>Interaction A x B</i> | 3496.7 | 7 | 499.53 | 2.279* | 0.200 |
| Pogreška 1 <i>Error 1</i> | 14028.5 | 64 | 219.20 | | |
| Ponovljena merenja (R) <i>Repeated measures (R)</i> | 1635.5 | 1 | 1635.49 | 36.452** | 0.363 |
| Interakcija R x A <i>Interaction R x A</i> | 249.4 | 1 | 249.40 | 5.559* | 0.080 |
| Interakcija R x B <i>Interaction R x B</i> | 522.9 | 7 | 74.70 | 1.665 | 0.154 |
| Interakcija R x A x B <i>Interaction R x A x B</i> | 777.6 | 7 | 111.08 | 2.476* | 0.213 |
| Pogreška 2 <i>Error 2</i> | 2871.5 | 64 | 44.87 | | |

U slučaju najviše koncentracije TIBA-e ($1 \mu\text{M}$) dobijen je stimulativan efekat za broj korenova po izbojku, dok procenat ožiljavanja nije bio značajno veći nego kod kontrole. Razlika u reakciji ispitivanih genotipova, prema interakciji genotip x c(TIBA), je statistički signifikantna.

Za oba genotipa i oba ispitivana svojstva značajna razlika između dva termina je bila samo za podlogu K7, tj. podlogu sa $1 \mu\text{M}$ TIBA, bez prisustva srebra, dok ovaj efekat nije bio značajan kod većine drugih podloga (podaci nisu predstavljeni). Ova činjenica je interesantna jer je genotip R-56, koji je pokazao slabo ožiljavanje na kontrolnoj podlozi (K1), na ovoj podlozi ostvario najbolje rezultate, pogotovo u pogledu broja korenova, što ukazuje da je taj efekat ostvaren dodatnim formiranjem korenova u periodu između četvrte i šeste nedelje. Ovaj dodatni efekat je nešto na čega bi moglo da se računa u daljim istraživanjima. Izostanak efekta u prisustvu srebra daje osnova za pretpostavku o slabijoj osetljivosti genotipa R-56 prema etilenu.

Ispitivane koncentracije jona srebra nisu ostvarile značajan direktni efekat ni kod jednog ispitivanog svojstva. Međutim, značajna je interakcija c(TIBA) x c(Ag^+) za broj korenova, što ukazuje na razlike u efektu prisustva srebra u zavisnosti od koncentracije TIBA u podlozi. Prema NZR testu, jedini značajan pozitivan efekat unutar ispitivanih koncentracija TIBA, srebro je postiglo u odsustvu TIBA na broj korenova i to prvenstveno zahvaljujući jasnom efektu kod genotipa RP. Sa druge strane, prisustvo srebra je ostvarilo negativan efekat na broj korenova kod klena R-56 pri $1 \mu\text{M}$ TIBA u podlozi.

Table 4. Analiza varijanse za broj korenova po izbojku kod ispitivanih genotipova RP i Rózsaszín AC (R-56) nakon šest nedelja uzgoja u kulturi *in vitro*

Tabela 4. ANOVA for number of roots per shoot in examined genotypes RP and Rózsaszín AC (R-56) after six weeks of cultivation in vitro

| Izvor variranja Source of variation | Suma kvadrata Sum of squares | Stepeni slobode Degrees of freedom | Sredina kvadrata Mean square | F-test F-test | Parcijalni η^2 Partial η^2 |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------|---|
| Genotip (A) <i>Genotype (A)</i> | 0.248 | 1 | 0.248 | 13.681** | 0.176 |
| c(TIBA) (B) <i>c(TIBA) (B)</i> | 0.343 | 3 | 0.114 | 6.316** | 0.228 |
| c(Ag^{2+}) (C) <i>c(Ag^{2+}) (C)</i> | 0.018 | 1 | 0.018 | 1.009 | 0.016 |
| Interakcija A x B <i>Interaction A x B</i> | 0.194 | 3 | 0.065 | 3.574* | 0.144 |
| Interakcija A x C <i>Interaction A x C</i> | 0.168 | 1 | 0.168 | 9.244** | 0.126 |
| Interakcija B x C <i>Interaction B x C</i> | 0.127 | 3 | 0.042 | 2.344 | 0.099 |
| Interakcija A x B x C <i>Interaction A x B x C</i> | 0.019 | 3 | 0.006 | 0.358 | 0.017 |
| Pogreška <i>Error</i> | 1.160 | 64 | 0.018 | | |

Joni srebra su u ovom istraživanju korišćeni radi ublažavanja efekta etilena (McDaniel i Binder, 2012). Etilen je poznat kao promotor ožiljavanja putem povećanja senzitivnosti tkiva prema IAA (Visser et al., 1996), ali u visokim koncentracijama može da pokrene usporavanje rasta do nekroze tkiva (Mudge,

1988; Hansen i Grossmann, 2000). Na značaj negativnog uticaja etilena na ožiljavanje ukazuju i pozitivni rezultati folijarne primene 100 µM CoCl₂, inhibitora sinteze etilena, na formiranje korenovog sistema kod ožiljenica *Populus deltoides* (Kovacevic et al., 2012).

Table 5. Analiza varijanse za procenat ožiljenih izbojaka kod ispitivanih genotipova RP i Rózsaszín AC (R-56) nakon šest nedelja uzgoja u kulturi *in vitro*

Tabela 5. ANOVA for percentage of rooted shoots in examined genotypes RP and Rózsaszín AC (R-56) after six weeks of cultivation *in vitro*

| Izvor varijanja <i>Source of variation</i> | Suma kvadrata <i>Sum of squares</i> | Stepeni slobode <i>Degrees of freedom</i> | Sredina kvadraata <i>Mean square</i> | F-test <i>F-test</i> | Parcijalni η^2 <i>Partial η^2</i> |
|---|--|--|---|-------------------------|---|
| Genotip (A) <i>Genotype (A)</i> | 789.17 | 1 | 789.17 | 7.419** | 0.104 |
| c(TIBA) (B) <i>c(TIBA) (B)</i> | 864.12 | 3 | 288.04 | 2.708 | 0.113 |
| c(Ag ²⁺) (C) <i>c(Ag²⁺) (C)</i> | 286.53 | 1 | 286.53 | 2.694 | 0.040 |
| Interakcija A x B <i>Interaction A x B</i> | 1213.69 | 3 | 404.56 | 3.803* | 0.151 |
| Interakcija A x C <i>Interaction A x C</i> | 232.23 | 1 | 232.23 | 2.183 | 0.033 |
| Interakcija B x C <i>Interaction B x C</i> | 155.21 | 3 | 51.74 | 0.486 | 0.022 |
| Interakcija A x B x C <i>Interaction A x B x C</i> | 160.37 | 3 | 53.46 | 0.503 | 0.023 |
| Pogreška <i>Error</i> | 6807.65 | 64 | 106.37 | | |

Dobijeni rezultati ukazuju na značajno manji procenat ožiljavanja i broj korenova pri najnižoj ispitivanoj koncentraciji TIBA (0.1 µM) dok je na podlogama sa najvećom ispitivanom koncentracijom TIBA (1 µM) procenat ožiljavanja bio na nivou kontrole, a broj formiranih korenova značajno viši. Efekat pada broja korenova pri 0.1 i 0.3 µM TIBA je posebno izražen kod genotipa RP. Inhibitorni uticaj niskih koncentracija TIBA je u skladu sa važećim stavom o negativnom dejstvu inhibicije polarnog transporta auksina na formiranje korena (McNamara i Mitchell, 1991). Značajan porast broja korenova pri 1 µM TIBA kod genotipa R-56, pa i nominalno veći, iako ne i signifikantno značajan, porast procenata ožiljavanja pri 1 µM TIBA u odnosu na kontrolu kod RP ukazuje na potrebu nastavka istraživanja.

Pozitivan efekat prisustva jona srebra, koji je jasan kod genotipa RP za oba ispitivana svojstva ukazuje da akumulacija etilena jeste ograničavajući faktor kod ovog genotipa. Efekat je najjasniji u odsustvu TIBA (podloga K2). Međutim, kod genotipa R-56, izostao je pozitivan efekata srebra pri niskim koncentracijama TIBA i u odsustvu TIBA, dok je pri 1 µM TIBA prisustvo srebra ostvarilo značajan negativan efekat. Ovi rezultati ukazuju na razliku u osjetljivosti tkiva prema etilenu u smislu njegove funkcije povećanja osjetljivosti tkiva prema auksinima. Takođe, razlike u reakcijama dva ispitivana genotipa ukazuju na potrebu prilagođavanja tehnikе uzgoja u kulturi *in vitro* specifičnostima genotipa. Pozitivan uticaj viših koncentracija TIBA na ožiljavanje genotipa R-56 ukazuju na mogućnost

unapređenja ožiljavanja ovog genotipa, koji se inače slabo ožiljava u kulturi *in vitro*, i potrebu nastavka istraživanja.

Tabela 6. Test najmanje značajne razlike za ispitivana svojstva kod ispitivanih genotipova RP i Rózsaszín AC (R-56)

Table 6. Least significance test for examined characters in examined genotypes RP and Rózsaszín AC (R-56)

| c(TIBA) c(Ag ²⁺) (μM) | c(Αg ²⁺) (μM) | Genotip | Broj korenova po izbojku | Homogene groupe | | | Procenat ožiljenih izbojaka | Homogene groupe | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------|---------|-----------------------------|-----------------|---|---|--------------------------------|-----------------|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | RP | 0.636 | * | | | 25.00 | * | | | | | |
| | | R-56 | 0.363 | * | | | 16.18 | * | | | | | |
| 0 | | | 0.523 | * | | | 23.48 | * | | | | | |
| 0,1 | | | 0.309 | * | | | 14.12 | * | | | | | |
| 0,3 | | | 0.422 | * | * | | 18.84 | * | * | | | | |
| 1,0 | | | 0.749 | | * | | 26.01 | * | | | | | |
| | 0 | | 0.460 | * | | | 17.82 | * | | | | | |
| | 1 | | 0.534 | * | | | 23.14 | * | | | | | |
| 0 | 0 | | 0.360 | * | | | 21.49 | * | * | | | | |
| 0 | 1 | | 0.695 | * | | | 25.54 | * | * | | | | |
| 0,1 | 0 | | 0.380 | * | | | 13.51 | * | | | | | |
| 0,1 | 1 | | 0.239 | * | | | 14.74 | * | | | | | |
| 0,3 | 0 | | 0.331 | * | | | 13.44 | * | | | | | |
| 0,3 | 1 | | 0.516 | * | * | | 24.91 | * | * | | | | |
| 1,0 | 0 | | 0.790 | * | | | 23.78 | * | * | | | | |
| 1,0 | 1 | | 0.708 | * | | | 28.30 | * | | | | | |
| 0 | RP | | 0.804 | * | | | 30.45 | * | * | * | | | |
| 0,1 | RP | | 0.340 | * | | | 16.30 | * | | | | | |
| 0,3 | RP | | 0.422 | * | | | 15.97 | * | | | | | |
| 1,0 | RP | | 1.024 | * | | | 39.87 | | | * | | | |
| 0 | R-56 | | 0.266 | * | | | 17.17 | * | * | | | | |
| 0,1 | R-56 | | 0.278 | * | | | 12.08 | * | | | | | |
| 0,3 | R-56 | | 0.422 | * | | | 21.89 | * | * | | | | |
| 1,0 | R-56 | | 0.494 | * | | | 14.24 | * | | | | | |
| 0 | RP | | 0.484 | * | | | 19.78 | * | | | | | |
| 1 | RP | | 0.795 | * | | | 30.62 | | * | | | | |
| 0 | R-56 | | 0.436 | * | | | 15.94 | * | | | | | |
| 1 | R-56 | | 0.293 | * | | | 16.43 | * | | | | | |
| 0 | 0 | RP | 0.536 | * | * | * | 29.40 | | * | * | * | * | * |
| 0 | 1 | RP | 1.094 | | | * | 31.51 | | | * | * | * | * |
| 0,1 | 0 | RP | 0.334 | * | * | * | 12.91 | * | * | * | | | |
| 0,1 | 1 | RP | 0.345 | * | * | * | 20.00 | * | * | * | * | * | * |
| 0,3 | 0 | RP | 0.237 | * | * | * | 8.02 | * | | | | | |
| 0,3 | 1 | RP | 0.621 | * | * | * | 25.99 | * | * | * | * | * | * |
| 1,0 | 0 | RP | 0.865 | | * | * | 33.37 | | | * | * | | |
| 1,0 | 1 | RP | 1.189 | | | * | 46.56 | | | | | | * |
| 0 | 0 | R-56 | 0.195 | * | * | | 14.52 | * | * | * | * | * | * |
| 0 | 1 | R-56 | 0.338 | * | * | * | 20.00 | * | * | * | * | * | * |
| 0,1 | 0 | R-56 | 0.426 | * | * | * | 14.12 | * | * | * | * | * | |
| 0,1 | 1 | R-56 | 0.138 | * | | | 10.17 | * | * | | | | |
| 0,3 | 0 | R-56 | 0.430 | * | * | * | 20.00 | * | * | * | * | * | |
| 0,3 | 1 | R-56 | 0.415 | * | * | * | 23.84 | * | * | * | * | * | |
| 1,0 | 0 | R-56 | 0.716 | | * | * | 15.38 | * | * | * | * | * | |
| 1,0 | 1 | R-56 | 0.287 | * | * | * | 13.14 | * | * | * | * | * | |

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru 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 Integrисаних i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2014. godine.

LITERATURA

- Ahuja, M. R. (1984): A commercially feasible micropropagation method for aspen. *Silvae Genetica* 32, 174-176.
- McDaniel, B.K., Binder, B.M. (2012): Ethylene receptor 1 (ETR1) is sufficient and has the predominant role in mediating inhibition of ethylene responses by silver in *Arabidopsis thaliana*. *The Journal of Biological Chemistry*, 287 (31): 26094–26103.
- Guzina V. (1986) Bagrem – „drvo peščara“. In: „Proleće na Čenejskim salašima – Pčesa '86“. Editor: Lazic V. p. 6-11.
- Guzina, V., Tomovic, Z. (1997): Rezultati proucavanja cvetanja bagrema (*Robinia pseudoacacia* L.), Sumarstvo, br. 4-5: 45-52.
- Hansen, H., Grossmann, K. (2000): Auxin-induced ethylene triggers abscisic acid biosynthesis and growth inhibition. *Plant Physiology*, 124: 1437-1448.
- Kolevska-Pletikapić B., Tomović Z. (1988): Mikropropagacija bagrema. Šumarstvo br. 5-6: 29-35.
- Mudge K. W. (1988). Effect of ethylene on rooting. In: Davis T. D., Haissig B. E., Sankhla N. (Eds). Root formation in cuttings. Dioscorides Press, Portland, Oregon, USA: 150-161.
- Redei K. (2003). Black locust growing in Hungary. Forest Research Institute, Budapest, Hungary, pp. 69
- StatSoft Inc. (2012): STATISTICA (data analysis software system), version 12
- Visser, E.J.W., Cohen, J.D., Barendse, G.W.M., Blom, C.W.P.M., Voesenek, L.A.C.J. (1996): An ethylene-mediated increase in sensitivity to auxin induces adventitious root formation in flooded *Rumex palustris* Sm. *Plant Physiology*, 112, 1687-1692.
- Yang, S.F., Hoffman, N.E. (1984) Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Annu.Rev.Plant Physiol.* 35:155-189.

Summary

INFLUENCE OF 2,3,5-TRIIODOBENZOIC ACID AND SILVER IONS ON ROOTING IN ROBINIA SP. IN VITRO

Branislav Kovačević, Saša Orlović, Marina Katanić, Sreten Vasić

Beside well known utilization of black locust (*Robinia pseudoacacia L.*) in biomass production and bee-keeping, there are numerous *Robinia* species and genotypes of ornamental value. They are of particular interest to be propagated by means of tissue culture, where the shoot rooting is a significant phase. Results of the research of the influences of 2,3,5-triiodobenzoic acid (TIBA), well known inhibitor of indolacetic acid (IAA) polar transport and silver ions (Ag^+), known to suppress the activity of ethylene were examined in this work. Two genotypes were examined: *Robinia pseudoacacia L. cl. RP*, the genotype of good rooting ability on medium without growth regulators in vitro and *R. pseudoacacia x R. luxurians cl. Rózsaszín AC*, whose rooting is poor on such a medium. After six weeks of cultivation there has been found significant effect of differences between two *Robinia* genotypes, as well as of genotypes interaction with other controlled sources of variation on number of roots and percentage of rooted shoots. Gained results suggest the significant effect of the concentration of TIBA on number of roots and significant effect of the interaction genotype \times c(TIBA) on number of roots and percentage of rooted shoots. The presence of silver ions effected significantly number of roots per shoot through the interaction genotype \times c(Ag^+). By this work we expected that presence of TIBA will provoke IAA accumulation by inhibition of its polar transport at the basal part of shoots, as well as suppression of ethylene action by silver ions, whose accumulation follow the accumulation of IAA. In this way the chances for *Robinia* shoot rooting improvement in vitro would be higher. Results we gained suggest that TIBA and silver ions could be implemented in further micropagation practice and research in *Robinia* species.

LINIJSKI ZASADI U NOVOM SADU – STAVOVI I MIŠLJENJA GRAĐANA O POSTOJEĆIM ZELENIM GRADSKIM POVRŠINAMA

Savčić, B.¹, Stevanov, M.², Orlović, S.², Stamenovski, N.³

Izvod: Linijski zasadi imaju veliki uticaj na život i zdravlje građana. Ubrzan razvoj gradskog tkiva, ekspanzija industrije, zagađenja u vazduhu, svakodnevni stres i niz najrazličitijih faktora doprinose da se čovek sve više okreće prirodi i zelenilu. Korisnici zelenih površina u okviru grada, boraveći u zelenim prostorima, konstantno su u interakciji sa prirodom. Samim tim, linijski zasadi predstavljaju bitan deo njihovog životnog prostora i kao takvi, moraju se razmatrati i sa socijalnog tj. društvenog aspekta. Istraživanje predstavljeno u ovom radu bazira se na pristupu društvenih nauka. Metodom intervjuja prikupljene su informacije o stavovima građana Novog Sada vezanim za zelene površine u gradu. Direktna komunikacija sa ispitanicima primenjena je za prikupljanje odgovora na pitanja koja su pažljivo konstruisana i strukturirana u upitniku. Prikupljanje podataka je vršeno u periodu od jula do septembra 2012. godine na području svih opština grada Novog Sada na kontrolisanom slučajnom uzorku od 382 ispitanika. Odgovori su statistički obrađeni i kritički analizirani u cilju utvrđivanja stavova, mišljenja i utisaka građana o postojećim zelenim površinama u Novom Sadu. Rezultati pokazuju kako građani Novog Sada vide linijske zasade tj. urbano zelenilo grada kao i koji problemi ih najviše ometaju kao korisnike ovih zelenih prostora, što može poslužiti kao osnova za adaptivno upravljanje i prilagođavanje zelenih površina potrebama korisnika. Takođe, rezultati mogu doprineti stvaranju jasnije slike o linijskim zasadima i zelenilu većih gradova Jugoistočne Evrope jer je istraživanje deo projekta koji se realizuje u još šest gradova regiona pod nazivom "Građani i upravljanje urbanim šumama u Jugoistočnoj Evropi: Studije slučaja u odabranim gradovima".

Ključne reči: linijski zasadi, urbano šumarstvo, socio-ekonomski aspekti, stavovi građana, šumarska politika.

ALLEYS OF NOVI SAD - PERCEPTIONS AND OPINIONS OF CITIZENS ABOUT EXISTING URBAN GREEN AREAS

Abstract: Alleys have great influence on the life and health of citizens. The rapid development of the urban areas, the expansion of industry, air pollution, everyday stress and a variety of other factors contribute that humans are increasingly turning to nature and greenery. Users

¹ M.Sc. Savčić Bojana, Novi Sad.

² Dr. Stevanov Mirjana, Dr. Orlović Saša, Institut za nizjsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, Novi Sad.

³ Dipl. Ing. Nikola Stamenovski, Novi Sad.

of green areas within the city, staying in green spaces, are constantly interacting with nature. Consequently, alleys make an important part of their living space. As such, alleys should be considered also from the social aspect. The research presented in this paper is based on the social sciences approach. It aimed to reveal attitudes of the interviewed citizens of Novi Sad respective green areas in the city. Data were collected by using a face-to-face interview method. The survey was conducted from July to September 2012 and controlled random sample consisted of 382 respondents from all parts of the city. Answers were statistically processed and critically analyzed. Results show how do citizens of Novi Sad perceive the alleys in the city and which problems hinder them as the users of these green spaces. Gathered results could serve as a basis for adaptive management of Novi Sad's green spaces. Moreover, results could contribute deriving clearer picture of alleys and greenery of the South-East European cities as this research is being a part of a research project implemented in the seven cities of the region ("Citizens and management of urban forests in Southeastern Europe: Case Studies in selected cities").

Key words: alleys, urban forestry, socio - economic aspects, citizen attitudes, forest policy.

UVOD

Pojam i definicija linijskih zasada na našim prostorima nemaju jasan okvir, što se može videti iz pregleda velikog broja literaturnih izvora i zakonskih dokumenata (Savčić, 2013; Lukić, 2013). Jedan od razloga jeste nedovoljna istraženost ove oblasti što stvara potrebu za većim angažovanjem u oblasti urbanog šumarstva i upravljanja zelenilom u okviru gradova.

Kada se smatra da postoji problem ili prepreka u oblasti upravljanja i održavanja zelenih površina u gradu, onda je pre svega neophodno sprovesti istraživanje iz koga će se videti koji su to problemi na koje se nailazi u praksi. Da bi se istraživanje bilo koje vrste moglo sprovesti sistematično i ispravno pre svega je potrebno jasno definisati materiju koja se istražuje. Kada se govori o terminu "linijski zasadi" u domaćoj literaturi se vrlo teško može pronaći jedinstvena i sveobuhvatna definicija, dok se u razvijenijim zemljama (Gudurić et al., 2011), već par decenija unazad nauka i praksa bave pomenutom problematikom i preciznije definišu pojmove linijskih zasada kao i urbanog zelenila (Savčić, 2013). Jedna od najčešćih definicija vezana je za urbano šumarstvo i koncipira ga kao sistem planiranja, osnivanja, zaštite i upravljanja drvenastim zasadima i biljkama, soliternim stabalima ili stabalima u manjim grupama, u okviru gradova i njihovih predgrađa (Rhode Island Statewide Planning Program, 1999).

Paradoksalna situacija sa kojom se susrećemo kada se govori o urbanom šumarstvu i linijskim zasadima kao jednim njegovim aspektom jeste da promene klime, razvoj industrije, emisija štetnih gasova kao i niz ostalih faktora koji negativno utiču na zelenilo u našoj zemlji još uvek nemaju uticaj na povećano interesovanje ljudi za ovu problematiku (Savčić, 2013), iako je potvrđeno da raznovrsne uloge zelenila (zdravstvena, socijalna, estetska kulturna, edukativna, itd.) unapređuju kvalitet života u gradu (Tišma et al., 2010; Anastasijević, 2007).

Cilj istraživanja predstavljenog u ovom radu bio je da se utvrde stavovi i mišljenja posetilaca o postojećim zelenim površinama grada Novog Sada. Na taj način može se stvoriti osnova za sagledavanje stvarnih potreba kod korisnika ovih

urbanih zelenih prostora i omogućuje prilagođavanje njihove funkcionalnosti iskazanim potrebama. Osim toga, otvara se i mogućnost za davanje smernica dugoročnom upravljanju sistemom zelenila u gradu. Obzirom da do sada nisu vršena slična ispitivanja, ovo istraživanje je eksplorativnog tipa (Todorović, 2008), a rezultati mogu doprineti stvaranju jasnije slike ne samo o linijskim zasadima Novog Sada, već i o zelenilu većih gradova regiona obzirom da se projekat realizuje u još šest gradova (Zagreb, Sarajevo, Banja Luka, Beograd, Skoplje i Podgorica) pod nazivom "Građani i upravljanje urbanim šumama u Jugoistočnoj Evropi: Studije slučaja u odabranim gradovima" (FOPER, 2013).

MATERIJAL I METOD RADA

Problemi zelenih površina u Novom Sadu su kompleksni i različiti, zavisno od prostornog nivoa posmatranja (Tišma et al., 2010). Kao takvi, zahtevaju sistematičan pristup i detaljno analiziranje kako bi se moglo doprineti rešavanju potencijalnih konflikata vezanih za njihovo korišćenje. U ovom istraživanju empirijski materijal se sastojao od podataka ankete prikupljenih metodom anketiranja, uz pomoć pažljivo konstruisanog upitnika. Da bi se mogao dizajnirati adekvatan upitnik bilo je potrebno sprovesti istraživanje socijalnih aspekata zelenih površina primenom metode fokus grupe⁴. U radu sa fokus grupama primećeni su i zabeleženi problemi koje su naveli učesnici ovih grupa (Kulić, 2013) i te informacije su preuzete pri konstruisanju pitanja za upitnik. Metodom fokus grupe došlo se i do informacija o vrstama i oblicima korišćenja zelenih površina (Kulić, 2013) što je takođe uključeno u ponuđene odgovore ankete. Prilikom sastavljanja upitnika poštovani su i metodološki principi koji utiču na povećanu pouzdanost dobijenih podataka a nalažu da se pitanja koja se postavljaju ispitanicima pažljivo formulišu kako ne bi bila dvosmislena, nerazumljiva, neprecizna, previše složena ili navodila na jednu vrstu odgovora (Todorović, 2008). Takođe, kod svih istraživanja koja primenjuju metode društvenih nauka trebalo bi uključiti što veći broj ispitanika kako bi se dobili što pouzdaniji i precizniji podaci. Međutim, iz jasnih i logičnih razloga, nije uvek moguće ispitati celu populaciju na zadatom području te se stoga ispituje reprezentativan uzorak. U ovom istraživanju ukupan broj ispitanika bio je 382. Do ovog broja ispitanika se došlo putem Raosoft.Inc softvera (EPA, 2012). Nakon računanja veličine uzorka, na zvaničnoj stranici Javnog Komunalnog Preduzeća Informatike pronađen je broj stanovnika po mesnim zajednicama (Informatika, 2012). Nakon izračunatog uzorka i uvida u broj stanovnika po mesnim zajednicama, izvršena je raspodela anketnih upitnika srazmerna uzorku po mesnoj zajednici. Izbor ispitanika sproveden je po metodi slučajnog uzorka na području. U obzir su dolazili samo ispitanici za koje je procenjeno da su stariji od 15 godina. Takođe, pri odabiru ispitanika vodilo se računa o tome da sve starosne strukture budu obuhvaćene istraživanjem, kao i da polna struktura ispitanika bude ujednačena. Istraživanje je sprovedeno od jula do

⁴ Metoda fokus grupe jeste kvalitativni oblik istraživanja koji uključuje grupnu diskusiju o nekoj zadatoj temi. Osnovni cilj fokus grupe je podstaknuti dubinsku diskusiju kojom će se istražiti vrednosti ili stavovi ispitanika prema nekom problemu ili temi, odnosno razumeti i objasniti značenja, verovanja i kultura koja utiče na osećaje stavove i ponašanja individua (Skoko i Benković, 2009).

septembra meseac 2012. godine. Podaci koji su prikupljeni prilikom istraživanja obrađeni su statistički, čemu je prethodila faza sređivanja podataka. Ova faza predstavlja tehničko-metodološki deo posla gde se, prema šemi grupisanja, prikupljeni statistički materijal svrstava u serije i tabele (Šekarić, 2010). Nakon što je formirana digitalna baza podataka, usledila je njihova obrada i analiza. Svi prikupljeni podaci su kodirani prema unapred određenom kodovniku i baza podataka je unešena u aplikaciju Microsoft Excel. Ovako pripremljeni podaci su obrađeni.

Baza podataka je prvo svedena na procentualne i prosečne vrednosti datih odgovora, a sledeći korak je bio grafičko prikazivanje procentualnih i srednjih vrednosti što je vizuelno iskazano površinskim dijagramima i histogramima frekvencija. Dijagrami prikazuju obim, veličinu i strukturu jedne ili više masovnih pojava (Šekarić, 2010) a histogrami frekvencija intervalnu raspodelu frekvencija predstavljenu u obliku pravougaonika poredanih po apcisi (Šekarić, 2010). U radu je takođe korišćena i statistička metoda srednje vrednosti (Šekarić, 2010), primenjena u analizi drugog dela anketnog upitnika, gde su ispitanici ocenjivali date konstatacije, odnosno stepen slaganja/neslaganja sa svakom od njih.

Upitnik se satojao iz tri seta pitanja. Prvi set pitanja odnosio se na važnost urbanog zelenila, a drugi na ocene problema vezanih za urbano zelenilo kao i to koji problemi najviše ometaju korisnike prostora. U završnom delu ankete prikupljeni su podaci koji se odnose na sociološke, demografske i ekonomski karakteristike ispitanika. Dobijeni rezultati nisu zasebno analizirani već su korišćeni za ukrštanje odgovora na različita pitanja.

REZULTATI I DISKUSIJA

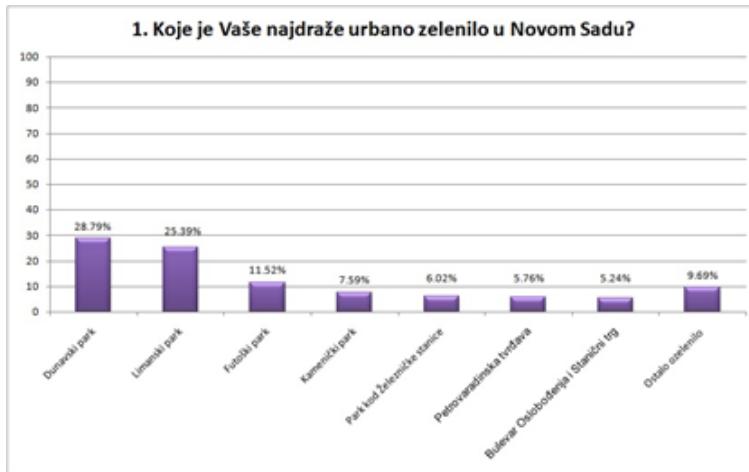
Nakon prikupljanja, obrade i analize empirijskih podataka došlo se do prvih rezultata vezanih za stavove i mišljenja anketiranih građana Novog Sada o postojećim linijskim zasadima i zelenim površinama. U ovom poglavljiju predstavljen je izvod rezultata strukturiranih po pitanjima ankete.

Kao što je već pomenuto, Novi Sad je grad sa znatnim brojem zelenih površina koje uključuju parkove, drvoređne zasade, skverove, blokovsko zelenilo i slično. Uprkos toj značajnoj količini zelenila ovo istraživanje je pokazalo da stanovnici grada nisu u potpunosti zadovoljni postojećim stanjem (Savčić, 2013). I pored toga ispitanici imaju svoje omiljeno zelenilo. Prema dobijenim rezultatima, kao najomiljenije zelenilo u Novom Sadu naveden je Dunavski park, iza koga sledi Limanski park (Graf. 1).

Ukupno 28,79% ispitanika favorizuje zelenu površinu Dunavskog parka i najradije je posećuje (Graf. 1). Razlog je prostorni položaj Dunavskog parka. Naime, ovaj park se nalazi u strogom centru grada i povezuje centralnu pešačku zonu sa Kejom, Bulevarom Mihajla Pupina i dalje Limanom 2. Moglo bi se reći da je Dunavski park smešten na tranzitnom položaju, te da to doprinosi relativno visokom procentu odgovora ispitanika. Dalje, Dunavski park je najprivlačniji za posetioce, u estetskom smislu.

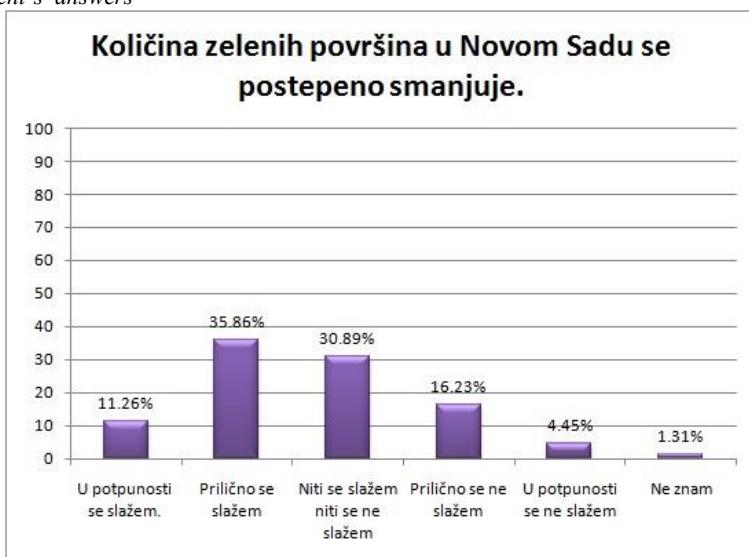
Grafikon 1. Koje je Vaše najdraže urbano zelenilo u Novom Sadu? - procentualni odnos datih odgovora

Graph 1. Which is your favourite greenery in Novi Sad? – percentual distribution of respondent's answers



Grafikon 2. Količina zelenih površina u Novom Sadu se postepeno smanjuje - procentualni odnosi datih odgovora

Graph 2. Greenery in Novi Sad has been gradually reduced – percentual distribution of respondent's answers



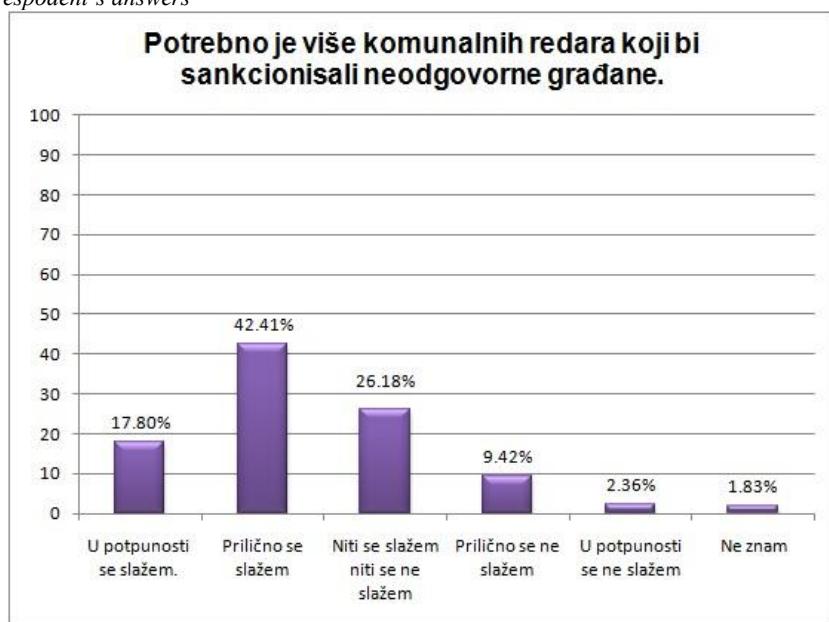
Kombinacija slobodnog pejzažnog oblikovnog stila, vodenih elemenata, skulptura i najrazličitijih biljnih vrsta svakako da doprinose dopadljivosti ove zelene

površine. Osim toga, park je star više od 100 godina i odlikuje se brojnim stablima autohtone i alohtone flore (Tišma et al., 2010).

Prema podacima prikupljenim ovim istraživanjem najveći broj ispitanika, njih 35,38% smatra da se zelene površine u Novom Sadu godinama postepeno smanjuju (Graf. 2). Ovaj problem je prepoznat i u širem kontekstu, a jedan od načina kako bi ga bilo moguće rešiti jeste donošenje adekvatnih zakonskih regulativa i sprovođenje mera kojima bi se zaštitile postojeće zelene površine. Širenje stanovanja, industrije i komercijalnih centara, počev od sredine prošlog veka, dovelo je do uništavanja predela, naročito kroz uticaje koje izazivaju veliki gradovi i zbijena izgrađena područja (Cvejić, 1999). Pitanjem se težilo saznati koliko su stanovnici Novog Sada svesni ovakvog negativnog uticaja gradnje i širenja gradova na opstanak zelenih površina u gradu. Uslovno bi se moglo reći da je njih 11,26% u potpunosti svesno da se zelenilo u Novom Sadu sukcesivno i masovno smanjuje, dok se njih 35,86% prilično slaže da je zelenih površina u gradu sve manje. 30,89% ispitanika nije moglo da se odluči na odgovor, odnosno niti se slažu niti se ne slažu sa konstatacijom. 16,23% učesnika ankete ima optimističan stav u vezi zelenila u gradu, te su odgovorili na konstataciju negativno, odnosno smatraju da se zelenilo u gradu ne smanjuje.

Grafikon 3. Potrebno je više komunalnih redara koji bi sankcionisali neodgovorne građane - procentualni odnosi datih odgovora

Graph 3. More communal police is needed to sanction irresponsible citizens – percentages of respondent's answers



Pitanje vezano za komunalne redare takođe se bavi problematikom zaštite zelenila u gradu. U proseku polovina ispitanih građana smatra da bi broj komunalnih

redara trebalo povećati, dok njih u proseku 11% smatra da je broj redara u gradu dovoljan, odnosno da ne treba da se poveća. 26,18% ispitanika se izjasnilo da se niti slaže niti ne slaže sa konstatacijom, dok njih 1,83% nema formiran stav o ovoj temi, te su odgovorili sa "Ne znam" (Graf. 3).

Grafikon 4. Potrebno je povećati količinu zelenih površina u gradu. - procentualni odnosi datih odgovora

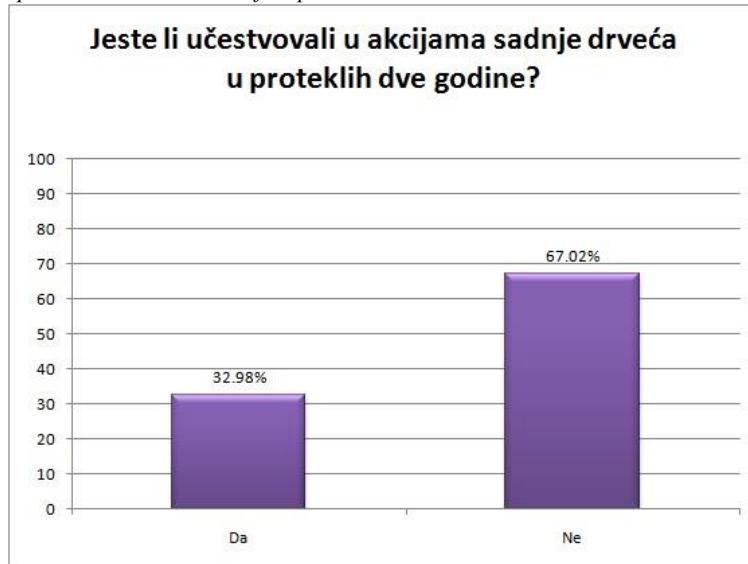
Graph 4. Amount of green areas in the city should be increased – percential distribution of respondent's answers



Kao deo svetskih trendova, u poslednje vreme je sve popularnija tema zaštite životne sredine i sve više pažnje se obraća na zaštitu, održavanje i podizanje novih zelenih površina. Da li i u kom stepenu se građani Novog Sada slažu sa konstatacijom da je u Novom Sadu potrebno povećati količinu zelenih površina, prikazano je na Grafikonu 4. Jedan od načina poboljšanja životne sredine je podizanje zelenih površina, kao aktuelni zadatak svetskih razmara (Vujković, 2003). Naučno-tehnički progres treba da omogući stvaranje optimalnih uslova za uspešno postojanje sadašnjeg i budućih generacija. To u prvom redu znači stvaranje boljih sanitarno-higijenskih uslova, obezbeđenje biološki racionalnog odmora i maksimalno ograničavanje uzroka koji narušavaju psihičko i fizičko zdravlje čoveka i izazivaju njegov povećan zamor.

Grafikon 5. Jeste li učestvovali u akcijama sadnje drveća u proteklih dve godine? - procentualni odnosi datih odgovora

Graph 5. Have you been participating in the tree planting activities during the past two years? – percentual distribution of respondent's answers



Grafikon 6. Važno je edukovati građane o važnosti urbanog zelenila - procentualni odnosi datih odgovora

Graph 6. It is important to educate citizens about the importance of urban greenery – percentual distribution of respondent's answers



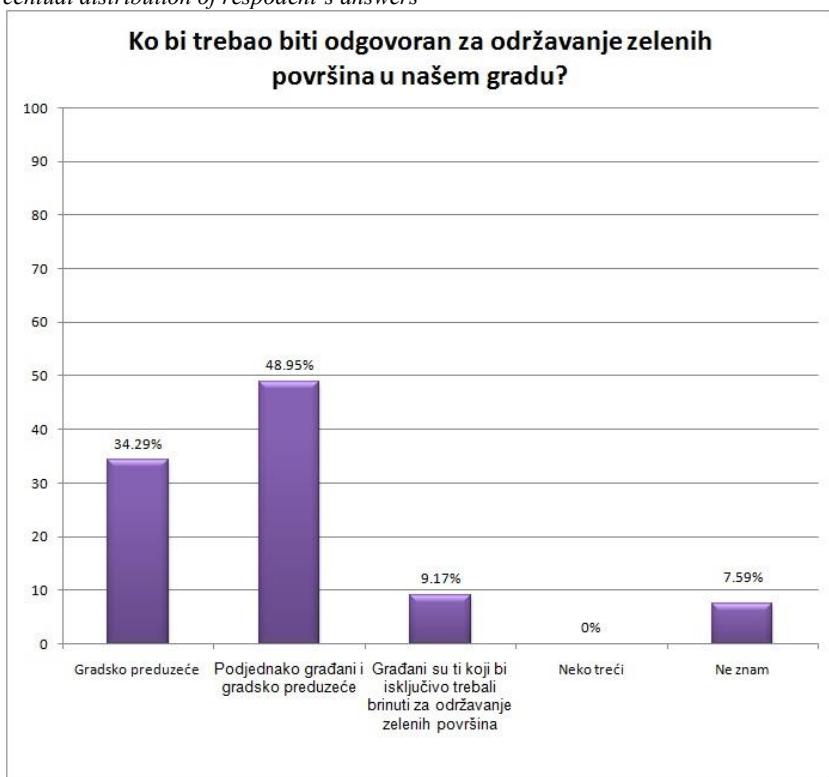
Na pitanje u vezi povećanja zelenih površina u gradu, trećina ukupnog broja ispitanika (29,14%) se izjasnila da im to povećanje nije niti važno niti nevažno (Graf. 4). Ovakav procenat se može smatrati ozbiljnim obzirom da ukazuje na to da građani iskazuju nezainteresovanost za zelenilo u gradu.

Da bi se podigla svest građana i u praksi pokazalo reagovanje na ovu temu u Novom Sadu se tokom proteklih par godina sprovode akcije ozelenjavanja. Neki od primera su Projekat uređenja površina i podizanja vetrozaštitnih pojaseva u zoni magistralnog puta M-7 i regionalnog puta R-102 Novi Sad - Rumenka), zatim akcija sadnje 10 hiljada sadnica koje su se sadile na jesen 2011. godine, gde je ureden Dunavski park i park kod Jodne banje i sadnja drveća na Keju. Sve pomenute akcije ozelenjavanja bile su deo pokreta "Velika akcija ozelenjavanja Novog Sada, koja se odvijala tokom 2011. godine (Naslovi, 2013).

Sledeće pitanje u upitniku se odnosilo upravo na temu ozelenjavanja grada, odnosno na učešće građana u organizovanim akcijama sadnje drveća. Pitanje je bilo formulisano na sledeći način: "Jeste li učestvovali u akcijama sadnje drveća u proteklih dve godine?", a ispitanici su odgovarali sa Da ili Ne.

Grafikon 7. Ko bi trebao biti odgovoran za održavanje zelenih površina u našem gradu? - procentualni odnosi datih odgovora

Graph 7. Who should be responsible for the management of green areas in our city? – percentual distribution of respondent's answers



Još jedan pokazatelj u pasivnom ponašanju građanstva na temu zelenila u gradu je procenat od njih 67,02% koji nikada nisu učestvovali u akcijama sadnje i ozelenjavanja grada (Graf. 5). Ovaj problem bi se mogao rešiti na taj način što bi gradska uprava češće organizovala akcije sadnje drveće i ozelenjavanja grada (Savčić, 2013).

Da bi se ostvarile pozitivne promene u smanjenju štetnih uticaja čovekovog delovanja na okolinu od velike je važnosti i edukacija građana. Edukovanje treba biti organizovano, ciljno i redovno. Potrebno je razvijati svest šire javnosti o uzročno-posledičnoj vezi ponašanja zajednice i pojedinca i nastanka štetnih uticaja na okolinu. Cilj edukacije je i postepeno menjanje navika i prihvatanje novih obrazaca ponašanja (Luković, 2009). Na Grafikonu 6. su prikazani rezultati ankete gde su ispitanici odgovarali na pitanje vezano za važnost edukacije građana.

Po pitanju edukacije građana o važnosti urbanog zelenila 37,96% njih se prilično složilo da je važno edukovati građane (Graf. 6). Neki od načina na koje bi se ovaj problem mogao rešiti jeste medijska kampanja na temu bitnosti zelenila, zatim javne tribine organizacija koje se bave problematikom zelenila u gradu, organizacija predavanja na ovu temu, interaktivne radionice i slično (Savčić, 2013).

Interaktivno učenje, osim što ima veliko značenje za razvoj spoznajnih sposobnosti pojedinca, doprinosi formiranju pozitivnih stavova prema drugima i kooperativnijem ponašanju pojedinca i socijalnih grupa (Milosavljević, 2010).

Od ukunog broja ispitanika, 48,95% njih smatra da bi odgovornost u vezi održavanja zelenih površina trebala da bude podeljena obaveza između građana Novog Sada i gradskog preduzeća (Graf. 7). Međutim, njih 34,29% smatra da je odgovornost održavanja zelenila isključivo na gradskom preduzeću (Graf. 7). 9,17% ispitanika zastupa stav da je održavanje zelenih površina isključivo obaveza građana Novog Sada. 7,59% anketiranih ne zna odgovor na pitanje vezano za održavanje zelenih površina u gradu (Graf. 7). Problemu odgovornosti vezane za održavanje zelenila u gradu bi trebalo pristupiti sistematično. Prema rezultatima ankete nešto više od trećine anketiranih se izjasnilo da smatraju da je isključivo gradsko preduzeće zaduženo za održavanje zelenih površina u gradu (Graf. 7). Ovaj procenat je zabrinjavajući, s obzirom da taj broj ljudi nije spreman da se zauzme za brigu o zelenilu u gradu i za sve probleme na koje nailaze prilikom posete zelenim površinama smatraju odgovornim gradsko preduzeće.

Nakon uvodnog dela ankenog upitnika, ispitanici su dalje odgovarali na drugi deo ankete. Ovim delom su obuhvaćena pitanja, odnosno konstatacije, koje su građani ocenjivali prema stepenu bitnosti. Svaka tvrdnja je formulisana kao pretpostavka problema na zelenim površinama i ispitivani građani su se izjašnjavali o tome da li i koliko im je koji od predloženih problema bitan.

Kao uvod u ovaj deo ankete postavljeno je pitanje vezano za postojanje problema vezanih za zelene površine: "Mislite li da ima nekih problema vezanih za urbano zelenilo u Novom Sadu?". Ponuđeni odgovori su bili Da ili Ne, a na Grafikonu 8 je prikazan procentualni odnos prikupljenih odgovora.

Prema procentu od 87,17% ispitanih građana, na zelenim površinama u Novom Sadu postoje određeni problemi. 12,83% smatra da ipak ne postoje problemi koji su vezani za urbano zelenilo u gradu (Graf. 8).

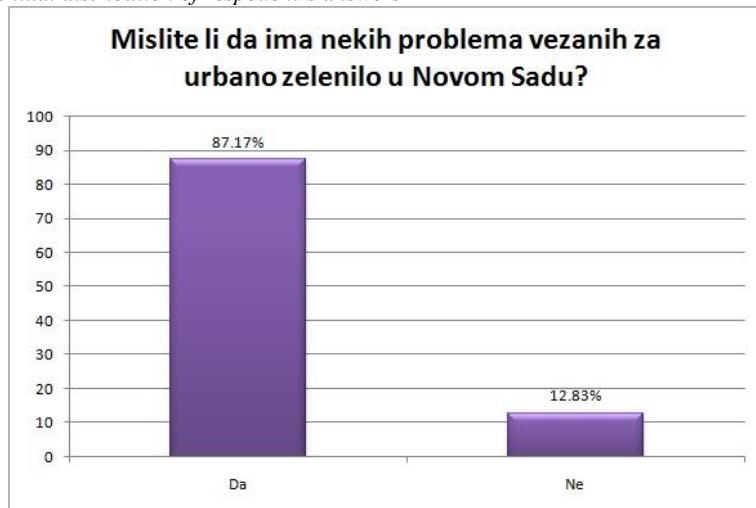
U drugom delu ankete ispitanici su ocenjivali probleme sa kojima se susreću na zelenim površinama u Novom Sadu, po redosledu važnosti, od najvećeg ka najmanjem (Graf. 9). Najveće probleme za anketirane građane predstavljaju parkiranje na zelenim površinama, vandalizam, buka saobraćaja, nedovoljna osvetljenost zelenih površina, nedostatak biciklističkih staza kao i nedostatak parkovske infrastrukture (Graf. 9). Ovakva informacija može poslužiti kao pouzdana osnova za sukcesivno rešavanje problema na osnovu ocene korisnika zelenih prostora u gradu.

Još jedan interesantan podatak dobijen ovim istraživanjem jeste da 71,73% ispitanika, koji žive u kući, nemaju svoj vrt, tj. dvorište (Graf. 10).

Ova kategorija ispitanika je zanimljiva u smislu da predstavljaju kategoriju ljudi koji bi u izuzetnoj meri mogli doprineti povećanju količine zelenila u gradu. Ukoliko bi se na primer, na nivou grada organizovala promocija uređenja sopstvenih dvorišta, 71,73% ljudi bi (prema ovoj anketi) uredili zelenilo oko svojih domova (Graf. 9). Na ovaj način postigao bi se dvojni pozitivan efekat (Savčić, 2013). Prvo, količina zelenila u gradu bi se znatno povećala.

Grafikon 8. Mislite li da ima nekih problema vezanih za urbano zelenilo u Novom Sadu? - procentualni odnosi datih odgovora

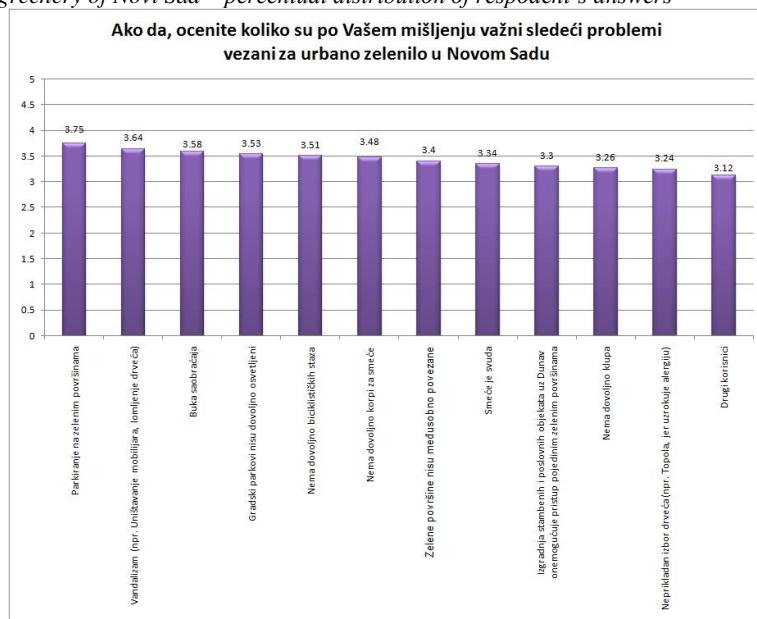
Graph 8. According to your opinion, are there problems related to the greenery in Novi Sad?
– *percentual distribution of respondent's answers*



A drugi pozitivan efekat je da bi se odgovornost za održavanje tog dela zelenila u gradu odnosila isključivo na vlasnike kuća.

Grafikon 9. Ocenite koliko su po Vašem mišljenju važni sledeći problemi vezani za urbano zelenilo u Novom Sadu - procentualni odnos datih odgovora

Graph 9. According to their importance for you, please rank following problems related to urban greeneries of Novi Sad – percentual distribution of respondent's answers



Grafikon 10. Ako živate u kući, da li imate vrt? - procentualni odnos datih odgovora

Graph 10. If you live in a house, do you have a garden? – percentual distribution of respondent's answers



ZAKLJUČAK

Istraživanje predstavljeno u ovom radu bazira se na pristupu društvenih nauka. Metodom intervjua prikupljene su informacije koje su statistički obrađene i kritički analizirane, a rezultati pokazuju kako građani Novog Sada vide linijske zasade tj. urbano zelenilo grada kao i koji problemi ih najviše ometaju kao korisnike ovih zelenih prostora. Iz prikazanih i diskutovanih rezultata se može zaključiti da:

- 1) Značajan deo ispitanika smatra da:
 - se količina zelenila u gradu postepeno smanjuje i da je treba povećati
 - odgovornost za zelene površine treba da bude podeljena između javnih komunalnih preduzeća i građana
 - je potrebno angažovati veći broj komunalnih redara
 - je važno edukovati gradjane o značaju zelenih površina
- 2) Kao najvažnije probleme ispitanici ističu:
 - parkiranje na zelenim površinama
 - vandalizam
 - saobraćajnu buku
 - nedovoljnu osvetljenost zelenih površina
 - nedostatak biciklističkih staza i
 - nedostatak adekvatne infrastrukture.

Nakon obrađenih i sumiranih rezultata, te davanja smernica za dalje upravljanje zelenim površinama u gradu, bitno je naglasiti da su u okviru ovog istraživanja učestvovali samo posetoci zelenih površina. To znači da preduzeća zadužena za održavanje zelenila u gradu i nadležni organi nisu imali priliku da iskažu mišljenja na temu istraživanja. Ova napomena je važna iz razloga što je istraživanjem pokriven samo segment društva koji koristi zelene prostore i akcenat je stavljen isključivo na njihove potrebe. Takođe, reprezentativni uzorak od 382 ispitanika koji je bio uključen u istraživanje ne pokriva zahteve i mišljenja celokupne populacije. Na ovaj način ostavljen je prostor za dalja istraživanja na temu stavova i mišljenja građana koji posećuju zelene površine kao i institucija koje su zadužene za održavanje i upravljanje ovim prostorima.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta „Biosensing tehnologije i globalni sistem za kontinuirana istraživanja i integrisano upravljanje ekosistemima“ (III43002) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integriranih interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2014. godine.

LITERATURA

- Anastasijević, N. (2007): Podizanje i negovanje zelenih površina. Šumarski fakultet, Beograd.
- Cvejić, J. (1999): Planiranje i uređivanje predela, skripta, Šumarski fakultet, Beograd.
- EPA (2012): Raosoft - Sample size calculator, Environmental Protection Agency 1991, Raosoft Inc.: <http://www.raosoft.com/samplesize.html1991>
- FOPER (2013): <http://www.foper.org/foper-research>, Western Balkan Forest Policy, Economics and Governance Education and Research.
- Gudurić, I., Tomićević, J., Konijnendijk, C. (2011): A comparative perspective of urban forestry in Belgrade, Serbia and Freiburg, Germany. *Urban Forestry & Urban Greening* 10(4), doi:10.1016/j.ufug.2011.08.002
- Informatika (2012): Informatika - JKP Novi Sad 2008, broj stanovnika po mesnim zajednicama: <http://www.nsinfo.co.rs/lat/ds0503p>
- Kulić, A. (2013): Stavovi ispitanika o urbanim šumama i urbanom zelenilu Novog Sada, master rad. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Lukić, N. (2013): Urbano zelenilo i šume Novog Sada, master rad. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Luković, LJ. (2009, 9 28). JKP 3.Oktobar Bor. URL: <https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:BmyIf-2GV3wJ:www.jkpbor.rs/EDUKACIJA%2520---Ljilja%2520Lukovic/Znacaj%2520edukacije%2520stanovnistva%2520grad a%2520Bora%2520u%2520vezi%2520sa%2520upravljanjem%2520cvrstim%2520komunalnim%2520otpadom.docx+&hl=en&p> (Retrieved 1 19, 2013)
- Milosavljević, B. (2010): Socijalna psihologija ljudskih grupa, praktikum. Filozofski fakultet, Banja Luka.
- Naslovi (2013): Velika akcija ozelenjavanja Novog Sada, <http://www.naslovi.net/2011-08-24/dnevnik/velika-akcija-ozelenjavanja-novog-sada-video/2762028>
- Rhode Island Statewide Planning Program (1999): Rhode Islands Urban and Community Forestry Plan, Report Nr. 97, Rhode Island Department of Administration, USA.
- Savčić, B. (2013): Linijski zasadi u Novom Sadu - master rad. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Skoko, B., Benković V. (2009): Znanstvena metoda fokus grupe - mogućnosti i načini primjene, Politička misao 46, 3, pp. 217-236.
- Šekarić, M. (2010): Statističke metode. Univerzitet Singidunum, Beograd.

- Tišma, A., Ninić-Todorović, J., Ognjanov, V. (2010): Studija zelenih i rekreativnih površina u cilju izrade revizije generalnog plana Novog Sada. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Todorović, D. (2008): Metodologija psiholoških istraživanja. Centar za primenjenu psihologiju, Beograd.
- Vujković, LJ. (2003): Pejzažna arhitektura - planiranje i projektovanje. Šumarski fakultet, Beograd.

Summary

Alleys of Novi Sad - Perceptions and opinions of citizens about existing urban green areas

by

Savčić, B. , Stevanov, M. , Orlović S. , Stamenovski, N.

Alleys and urban greenery of Novi Sad are observed from the social sciences perspective. The aim of the study was to reveal attitudes of the interviewed citizens of Novi Sad respective green areas in the city. Data were collected by using a face-to-face interview. The survey was conducted from July to September 2012 and controlled random sample consisted of 382 respondents from all parts of the city. Answers were statistically processed and critically analyzed.

Questionnaire was divided into three segments. This division of the questionnaire proved to be useful in terms of getting clearer view of the results. While collecting answers, a significant number of respondents agreed that:

- *the amount of alleys and other greenery in the city is being gradually reduced,*
- *the alleys and other greenery should be expanded in the city area*
- *the companies and citizens should share responsibility for the management of green areas*
- *the higher number of communal guards is needed*
- *the civic education on the importance of urban greenery is important.*

In the second part of the survey respondents evaluated the problems they are faced with as users of the green areas in the city. Survey clearly appointed which problems are the most common and most annoying to them during their stay on the green area (problems ranked by the range of importance):

- *parking on the green areas,*
- *vandalism,*
- *traffic noise,*
- *insufficient illumination of green spaces,*
- *lack of bicycle lanes and*
- *lack of sufficient park infrastructure.*

The third part of the survey covered social, demographic and economic features of respondents as of a visitors in green spaces. The results obtained in this part were not analyzed as a separate. They were used for the purpose of overlapping responses to other questions.

Once collected and analyzed, research results were used as a basis for providing recommendations for getting management of the green areas more adaptive to user needs.

UPUTSTVO AUTORIMA

Časopis TOPOLA objavljuje recenzirane, naučne i stručne radove, kao i priloge koji su sadržajno usmereni na probleme od značaja za šumarstvo, hortikulturu i zaštitu životne sredine. Radovi se klasifikuju na:

- izvorne (originalne) naučne radove, koji sadrže prethodno nepublikovane rezultate izvornih eksperimentalnih istraživanja;
- pregledne radove, koji sadrže analizu i raspravu o skupu, odnosno većoj celini naučnih rezultata (koji mogu biti prethodno publikovani) iz okvira jedne teme;
- prethodna saopštenja o rezultatima novih naučnih istraživanja;
- stručne članke, koji sadrže nedovoljno naučno obradjene podatke, ali na osnovu kojih diskutuju konkretnu problematiku struke

Autor može predložiti kategoriju svoga rada, ali je redakcija časopisa TOPOLA na predlog reczenzenta konačno određuje.

Časopis objavljuje i druge kraće priloge, kao što su: osvrt na naučne i stručne skupove i na pojedina naučna i stručna dostignuća, prikaze naučnih i stručnih publikacija, predloge i mišljenja o pojedinim stručnim i naučnim problemima topolarstva. Ovi prilozi ne podležu recenziji.

Priprema rukopisa

Prethodno lektorisan tekst rukopisa na srpskom ili engleskom jeziku, do 10 strana, dostavlja se redakciji na formatu A-4 otkucan mašinom sa duplim proredom ili u elektronskoj formi na disketi, CD disku ili putem E-mail na adresu: branek@uns.ac.rs Rad u elektronskoj formi treba da je urađen u programu Word for Windows 5.0 i više verzije, formata A-4, font Times New Roman, 10 pt. Tekst treba da sadrži uobičajene delove: naslov rada (ne duži od dva reda): Prezime i prvo slovo imena autora, sažetak na srpskom i na engleskom jeziku (cca 15-20 redova) (Abstract); ključne reči; uvod; materijal i metod rada; rezultate sa diskusijom (zajedno ili odvojeno); referene i Summary na engleskom jeziku (na posebnom listu). U fusnoti na prvoj strani napisati puno ime i prezime svakog autora, titulu i instituciju u kojoj radi.

Tabele i grafikoni treba da su jasni i pregledni, numerisani arapskim brojevima i sa tekstualnim delovima na srpskom i engleskom jeziku. Obim rada sa prilozima ne treba da bude veći od 10 stranica. Latinske nazive treba pisati podvučeno ili Italic slowima.

Citiranjem radova u tekstu navodi se: prezime autora (spacionirano) i godina publikovanja rada. Ako se citira rad dva autora navode se prezimena oba autora, a ako se citira rad više autora navodi se samo prezime prvog autora i oznaka et al.

Na primer: Orlović, (1997), F A O, (2000) odnosno Orlović i Ivanišević, (1997) odnosno Orlović et al., (1997). Ako se citat navodi u zagradi oznaka godine je bez dodatne zagrade. Skraćenice u navođenju citata u tekstu, npr.

Vlada RS, (2006), moraju da budu napisane u punom nazivu u poglavlju Literatura: Vlada RS (2006): Strategija razvoja šumarstva Republike Srbije, Vlada Republike Srbije, Beograd. Navođenje web stranice u popisu referenci treba da ima sledeću formu: RHMZ (2012): <http://www.hidmet.gov.rs/>, Republički hidrometeorološki zavod, Beograd dok je forma u tekstu: RHMZ, (2012). Pri tome je godina koja se navodi godina pristupa. Popis referenci sadrži 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 / главни и одговорни
редник Saša Orlović. - Год. 1, бр. 1
(1957)- . - Novi Sad : Истраживаčko razvojni
institut za nizijsko šumarstvo i životnu
sredinu, 1975-. - 24 cm

Dva puta godišnje. - Rezimeи на
енглеском језику.
ISSN 0563-9034

COBISS.SR-ID 4557314