

UDK 63/66 (058)0808.1/2

BH ISSN 2744-1792

RADOVI

POLJOPRIVREDNO-PREHRAMBENOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U SARAJEVU



WORKS

OF THE FACULTY OF AGRICULTURE
AND FOOD SCIENCES
UNIVERSITY OF SARAJEVO

Godina
Volume

LXVII

Broj
No.

72/1

Sarajevo, 2022.

UREDNIČKI ODBOR - Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta
Univerziteta u Sarajevu

*EDITORIAL BOARD - Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences
University of Sarajevo:*

prof. dr. Mirha Đikić (BiH)	prof. dr. Milenko Blesić (BiH)
prof. dr. Enisa Omanović-Miklićanin (BiH)	prof. dr. Ervin Zečević (BiH)
prof. dr. Dragana Ognjenović (BiH)	prof. dr. Fuad Gaši (BiH)
prof. dr. Nedžad Karić (BiH)	prof. dr. Zilha Ašimović (BiH)
prof. dr. Aleksandra Dimitrijević (Srbija)	prof. dr. Zdenko Lončarić (Hrvatska)
prof. dr. Žarko Ilin (Srbija)	prof. dr. Zoran Jovović (Crna Gora)
prof. dr. German Kust (Rusija)	prof. dr. Miroljub Barać (Srbija)
prof. dr. Emil Erjavec (Slovenija)	prof. dr. Cosmin Salasan (Rumunija)
prof. dr. Ante Ivanković (Hrvatska)	prof. dr. Vladan Bogdanović (Srbija)
prof. dr. Renata Bažok (Hrvatska)	prof. dr. Bogdan Cvjetković (Hrvatska)
prof. dr. Vlasta Piližota, akademkinja (Hrvatska)	prof. dr. Ivan Pejić (Hrvatska)
prof. dr. Dragan Nikolić (Srbija)	prof. dr. Mekjell Meland (Norveška)
prof. dr. Metka Hudina (Slovenija)	prof. dr. Mihail Blanke (Njemačka)
prof. dr. Zlatan Sarić (BiH)	

Glavni i odgovorni urednik - *Editor:*
prof. dr. Mirha Đikić

Zamjenik glavnog i odgovornog urednika - *Deputy Editor:*
prof. dr. Milenko Blesić

Računarska obrada - *Computer processing:*
Arzija Jusić

Uredništvo i administracija - *Address of the Editorial Board:*
Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu / *Faculty of Agriculture
and Food Sciences University of Sarajevo*
Zmaja od Bosne 8
71000 Sarajevo
Bosna i Hercegovina

Tel.: +387 (0)33 225 727
Fax.: 667 429
e-mail: radovi@ppf.unsa.ba

Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu
AGRIS - Agricultural Information Servis, 1959; CAB Publishing - UK, 2002.

Izdavač - *Publisher:*

Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu / *Faculty of Agriculture
and Food Sciences University of Sarajevo*

Authors are fully responsible for contents, contact information and correctness of
English.

SADRŽAJ / CONTENT

	Stranica <i>Page</i>
Adrijana Filipović, Višnja Vasilj, Ana Mandić, Mile Pažin, Gabriela Kanizai Šarić.....	8
Ekološke perspektive uzgoja graška <i>Ecological perspectives in pea cultivation</i>	
Teofil Gavrić, Lejla Čengić, Stefan Marković.....	20
Utjecaj sorte na prinos bosiljka i sadržaj nekih bioaktivnih komponenti <i>Effects of cultivars on the yield and contents of some bioactive components of basil</i>	
Armin Macanović, Senka Barudanović.....	28
Inventarizacija biljnih vrsta sa korisnim svojstvima na području Bosne i Hercegovine <i>Inventory of useful plant species in Bosnia and Herzegovina</i>	
Anis Hasanbegović.....	47
Novi prijedlozi za "Crvenu listu biljaka FBiH" <i>New proposals for the „FB&H red list of plants“</i>	
Aldin Boškailo, Samir Đug, Sabina Trakić, Nusret Drešković, Edina Muratović, Safija Boškailo, Mirjana Miličević	57
Distribucija, horologija i prediktivno modeliranje vrste <i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i> (Willd.) Sanjappa & Pradeep u Bosni i Hercegovini <i>Distribution, horology and predictive modeling of Pueraria montana var. lobata (Willd.) Sanjappa & Pradeep in Bosnia and Herzegovina</i>	
Mersija Delić, Fikreta Behmen, Senad Murtić, Semira Sefo, Saša Matijašević.....	69
Uticaj rezidbe na fenološki razvoj i rodnost sorte vinove loze Alphonse Lavallo u mostarskom vinogorju <i>The effect of pruning on phenological development and fruiting capacity of Alphonse Lavallo table grape variety in the Mostar area</i>	

Salman Edi Kaloper, Sabrija Čadro.....	80
Godišnja produkcija erozionog nanosa i mogućnost njegovog smanjenja na području sliva rijeke Brke <i>Annual production of erosion sediments and possibility of reducing it in the area of the Brka river basin</i>	
Aleksandra Šupljeglav Jukić, Anita Ivanković	95
Kvaliteta vode i prihrana vrela izvorišta „Bošnjaci“ <i>Water quality and recharge of „Bošnjaci“ spring</i>	
Sanel Haseljić, Siniša Mitrić, Fejzo Bašić, Nedim Šuta.....	103
Etologija i ciklus razvoja moljca paradajza (<i>Tuta absoluta</i> Meyrick, 1917) zavisno od temperaturnih uslova <i>Ethology and developmental cycle of of tomato leaf miner (Tuta absoluta Meyrick, 1917) depending on temperature conditions</i>	
Sadbera Trožić-Borovac, Ena Mesić, Alma Imamović, Samir Muhamedagić	114
Zajednica makrobeskičmenjaka litorala Boračkog jezera u procjeni ekološkog stanja <i>Macroinvertebrate community of the Boračko lake littoral in the assessment of ecological status</i>	
Amir Ganić.....	127
Klaonički parametri i klasifikacija janjećih trupova sjeničke oplemenjene ovce u skladu sa regulativom Europske unije <i>Slaughter parameters and classification of lamb's carcasses of sjenica improved domestic tuft sheep in accordance with European union regulation</i>	
Lejla Biber, Aleksandar Ž. Kostić, Hanka Kotorić.....	141
Funkcionalne komponente pčelinjih proizvoda <i>Functional components of bee products</i>	
Indeks autora / Authors' index	155
Uputstvo za objavljivanje radova	157
Instructions for publishing papers	160

ECOLOGICAL PERSPECTIVES IN PEA CULTIVATION

Adrijana Filipović¹, Višnja Vasilj¹, Ana Mandić¹, Mile Pažin¹
Gabriela Kanižai Šarić²

Original scientific paper

Summary

The application of pre-sowing bacterization of leguminous plants is certainly one of the measures that can contribute to improving crop productivity and environmental sustainability by increasing soil fertility and reducing ecosystem damage. In this paper, we compare the efficiency of pre-sowing bacterization, biostimulators / soil conditioner application or their combination in relation to the control on garden peas of the variety Petit Provencal and Telephone. During this trial, influence on certain morphological parameters and yield of peas was recorded. The highest yield of 2.25 t ha⁻¹ has been found in the Telephone pea variety. Application of pre-sowing bacterization with *Rhizobium leguminosarum* 1001 or *Rhizobium pisum* strains as well and combination of *R. leguminosarum* 1001 with biostimulators / soil conditioner Humicraft showed the best results in peas yield. The applied inoculants showed perspective in pea cultivation for each measured trait as individual application or as the combination with biostimulator / soil conditioner showing a better result refer to non-inoculated variant, i.e. control. Inoculation with *Rhizobium* strains have positive effects on yield components of pea as an environmentally friendly way of growing in Herzegovina field's conditions.

Key words: *legumes, field trial, Rhizobium strains, ecology*

INTRODUCTION

Pre-sowing bacterization of pea seeds (*Pisum sativum* L.) with bacterial strains of *Rhizobium leguminosarum* can increase the yield using low fertilization rate and minimizing soil degradation (Ndakidemi *et al.*, 2006; Uher *et al.*, 2006; Rapčan *et al.*, 2017; Vasilj *et al.*, 2019). The symbiosis of *Rhizobium* spp. strains and legumes produces 50% of 175 million tons of N₂ per year in total biological fixation worldwide (Yadav & Verma, 2014). The nodules of the genus *Rhizobium* are present in the soil; however, their natural diversity and prevalence are dependable of various factors including crop types, crop rotation, soil properties, agricultural practice, extent and distribution of wild legumes (Sadowsky, 2005). Inoculation of legumes is recommended

¹ University of Mostar, Faculty of Agriculture and Food Technology, Biskupa Čule 88000 Mostar, Bosnia and Herzegovina

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Correspondence: adrijana.filipovic@apft.sum.ba

when the density of native population is very low or infectivity of strains decrease compared to alternative inoculants and / or is ineffective with some plant due to the nitrogen fixation (Hansen, 1994; Giller & Cadisch, 1995). Usually, populations of indigenous bacterial strains are very low if they are not compatible with a particular leguminous plant or in the stress environment due to soil pH reaction, osmotic stress, high temperatures, and presence of heavy metals harmful to nodule bacteria (Amarger, 1988; Catroux *et al.*, 2001). Ruisi *et al.* (2012) state that biological fixation can contribute to peas up to 50% higher yields and provide approximately 25 kg of N ha⁻¹ deposited in the soil for the next crop. According to Kellman *et al.* (2005) rhizobial strains including *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* are widely used as inoculants to improve growth, symbiotic performance and grain yield of common bean under both glasshouse and field conditions. In addition to the use of inoculants in the production of leguminous plants, the use of biostimulators has been shown to be effective in increasing plant tolerance to various abiotic stresses, such as drought (Colla *et al.*, 2017), salinity (Matyjaszczyk, 2018) and thermal oscillations (Kocira *et al.*, 2018). Biostimulators applied to soil or plants contribute to plant health, quality and yield (Nardi *et al.*, 2018). Foliar application of amino acids has a positive effect on the yield of many plants, even their growth under stress conditions (Colla *et al.*, 2017). The area of Herzegovina has a long tradition in growing of all types of leguminous plants. However, the question arises how adaptable and responsive these plant species are in application of inoculants as ecologically acceptable alternatives during cultivation and how such measures could reflect on plant yield and other yield parameters. Long-term global climatic changes that we face from year to year (high temperatures, long drought periods, high input prices) require certain adaptations and innovations in agriculture production, which we will try to present through this research. In this paper, the aim is to determine the effectiveness of different inoculants and its adaptability in situ with two different pea cultivars. Effectiveness of the combination of inoculants with biostimulators / soil conditioners was also monitored regarding the yield and other morphometric performance of pea varieties Petit Provencal and Telephone in field conditions in Herzegovina (Bosnia and Herzegovina).

MATERIALS AND METHODS

The field experiment in Čapljina was set up in 2020 with two peas (*Pisum sativum* L.) varieties Petit Provencal and Telephone on which pre-sowing bacterization and biostimulator / soil conditioner were applied in five treatments. The treatments were as follows: inoculation by *Rhizobium leguminosarum* 1001 strain (I_{RL}), *Rhizobium pisi* strain (I_{RP}), biostimulator / conditioner Humicraft in combination with *Rhizobium leguminosarum* 1001 strain, biostimulator / soil conditioner Humicraft with the inoculum *Rhizobium pisi* strain and control (without inoculation). The application of 0.3% solution of the biostimulator / soil conditioner Humicraft Liquid has been carried out about 45 and 65 days after planting by foliar treatment. Humicraft Liquid is a suspension with 10% potassium humate (from Leonardite), 10% potassium alginate (from

Ascophyllum nodosum) and 10% amino acids, and has been used as a water-soluble high-quality plant growth stimulator and soil conditioner (made by Humitech, Germany). Before setting up the field experiment, soil samples have been applied for chemical analysis in order to determine the status of the basic parameters by standard methods. Standard soil analyses were performed before seed sowing: pH reaction by potentiometric method (BAS ISO 10390:2009) v/v 1:5; total nitrogen content in soil was detected by modified Kjeldahl method (BAS ISO 11261:2010); concentration of phosphorus (by spectrophotometer) and potassium (by flame photometer) in soil determined due to ammonium lactate method (Egner *et al.*, 1960); content of soil organic matter was analyzed by Kotzmann method and carbonates by volumetric method (JDPZ, 1966). For the chemical analysis of the soil, an average soil sample has been taken from the experimental field plot to a depth of 0-30 cm. The field experiment was set in a randomized complete block design (RCBD) in three replications. Sowing has been done manually in 20 cm wide rows with 5 cm distance between plants. The calculation plots were size of 2.0 m². The following parameters were monitored: number of nodules, number of pods, number of plants per basic plot, pod mass, plant mass, plant height and pea yield (t ha⁻¹) on the five random plants per plot. After harvest, protein contents in the grain dry matter and aboveground plant mass were determined by the Kjeldahl method (BAS ISO 11261: 2010). Meteorological data were used for interpretation of the results obtained from the experimental field. The data have been statistically processed by analysis of variance (ANOVA). The LSD tests have been performed for differences between average values according to inoculated bacterial strains; less than or equal to $P \leq 0.05$ being considered significant and their average values further tested by Student's t-test. The GENTSAT7 (GenStat for Windows 7th Ed) statistical program has been used for data analysis.

RESULTS AND DISCUSSION

Data from the Database and archives of the Federal Hydro meteorological Institute B&H, hydro meteorological station Mostar for the vegetation period in 2020 have been used for the elaboration of climatic conditions at the experimental location (Table 1). Mean annual air temperatures in 2020 were significantly above the standard normal value (1961-2010) in the entire observed area of Bosnia and Herzegovina (FHMZFBiH, 2020).

Table 1. Basic weather data for experimental site in 2020 for Mostar area

Monthly Average	January	February	March	April	May	June	Mean
Mean Air Temp. (°C) 2020 yr	6.8	9.7	11.3	15.6	18.9	21.9	14.03
Mean Precipitation (mm) 2020 yr	43.3	51.5	96.6	35.3	52.4	85.9	60
Mean temp for 1961-1990	4.8	6.6	9.6	13.3	17.9	21.5	12.28
Mean Perc. for 1961-1990	164.7	151.1	150.1	127.3	102.1	77.9	153

(Source: FHMZFBiH, 2020)

According to the data, the largest numbers of warm days were during the spring months. Monthly temperatures from the beginning to the end of the season varied and some maximum values were determined during the vegetation in March of 23.4°C

(12.03.2020), April 27 °C (12.04.2020.), May 30.4 °C (16.05.2020.) and the second half of June 36.1 °C (29.06.2020.). In the pea germination period, the mean daily temperature was 11.3 °C, which is relatively lower than the optimal temperature for this phenological phase (18° to 25°C). The six-months mean temperatures for the measured period in 2020 showed oscillation in relation to thirty-year average (1961-1990) for 1.75°C. The six-month period in 2020 (from January to June) shows extremely low mean precipitation for 93 mm comparing to the thirty-year average. April was extremely dry, while in May and June approximately 10 precipitation days were recorded, so they are considered optimal, i.e., normal (FHMZFBIIH, 2020). According to Parađiković (2009), a required amount of precipitation for growing legumes varies in the range of 200 to 400 mm. Therefore, recorded data could be confirmed as sufficient amount of precipitation, but for Herzegovina, distribution is much more important than their monthly sum, so the months of March and April recorded 5-6 days with precipitation less than 1 mm that presents extremely dry period. The soil chemical analysis shown in table 2.

Table 2. Soil chemical analysis for location OPG „Pažin“

Soil depth	Soil pH reaction		CaCO ₃ (%)	Lime CaO (%)	Nitrogen N (%)	mg K ₂ O/ 100 g soil	mg P ₂ O ₅ / 100 g soil	Organic matter (%)
	H ₂ O	1M KCl						
0-30	7.9	7.2	31.13	4.48	0.24	31.21	99.8	5.91

Niste *et al.* (2013) found that the legumes require a neutral to acidic soil reaction for growth, especially when dependent on symbiotic nitrogen fixation. The bacteria of the genus *Rhizobium* according to Zhang *et al.* (2011) require a pH range of 6.5 to 7.5 that is the optimum for their development, which makes our experimental plot acceptable. Petit Provençal and Telephone pea varieties differed significantly in all measured traits as we expected without intention to compare varieties but to see their reaction on inoculation regarding the same growing condition. Protein content in the above ground part and number of nodules were similar for both varieties. This could lead us to conclusion that potential fixation and conversion of nitrogen to protein compounds and its distribution to vegetative plants parts was obtained in similar rate for both varieties. This was confirmed by similar number of formed nodules. Regarding the different proportion of protein content in pea pods could be due to the varietal characteristics as Telephone variety has longer canopy and higher pod and plant mass what could require longer period of redistribution of protein content from canopy to grain. Significant differences in yield were found between the Petit Provençal variety 1.36 t ha⁻¹ and the Telephone 2.25 t ha⁻¹ (Table 4). The treatments have significant impact on the yield (Table 3). Inoculation by *R. leguminosarum* 1001 strain in combination with Humicraft showed yield by 14.3%, *R. leguminosarum* 1001 by 29% and *R. pisi* by 32% higher compared to control. Application of both inoculants individually has obtained similar highest yield, without significant difference between, meaning a good compatibility with sown peas varieties and similar adaptability to soil conditions of Herzegovina. Although, lower yield in combination of Humicraft and *R. pisi* strain resulted similar as control variant. The obtained results of almost all measured traits showed that infectivity and efficiency of both strains with or without applied bio stimulator / soil conditioner

were similar, but improvements are evident compare to control. Influence of Humicraft on these measured traits is unclear, as it was not considered separately in this trial.

Table 3. Influence treatments on measured morphological parameters and pea yield

Measured parameters	Control	IRP	Humicraft + IRP	IRL	Humicraft +IRL	F test	LSD _s %	LSD _i %
Pea yield (t ha ⁻¹)	1.50 b	2.20 a	1.46 b	2.12 a	1.75 a	*	0.59	0.81
Pod protein content (%DW)	4.26 d	4.77 b	5.03 a	5.05 a	4.49 c	**	0.16	0.22
Protein content in aboveground plant part (% DW)	2.97 ab	2.78 b	2.78 b	2.97 ab	3.17 a	**	0.22	0.31
No. of plant per basic plot	63.3 ab	60.0 bc	52.3 c	68.3 ab	72.83 a	*	11.06	-
No of nodules	11.43 c	20.67 b	18.67 b	21.57 ab	27.20 a	**	6.20	8.50
Plant mass (g)	40.7	43.17	40.6	41.80	44.87	n.s.	-	-
Pod mass (g)	15.0	22.6	15.60	20.1	18.5	n.s.	-	-
Plant height (cm)	86.62	93.61	87.83	89.40	89.68	n.s.	-	-
No. of pods plant ⁻¹	2.5	3.03	2.3	3.0	2.97	n.s.	-	-

n.s.- non significant; * - significant; ** - very significant; values followed by the same letter aren't significant
 Different (p<0.05) according to Fisher LSD test.

Protein content in the pods and the aboveground parts were higher by 5 to 15% for applied inoculant treatments of both varieties compared to control. This implied-on effectiveness and competitiveness of inoculated *Rhizobium* strains regards to native ones. However, the protein content in the pods of the Petit Provencal variety was 38% higher than in the Telephone, while the protein content in the aboveground part of these two varieties did not show significant differences (Table 3). The Petit Provencal Variety has number of plants per plot higher by 35%. A variable number of plants on the basic plot may be the result of the germination of the seed itself or of birds, which often causes problems after sowing. A significantly higher number of nodules was found in the treatment with the applied combination of Humicraft and *R. leguminosarum* 1001 strain of 27.2, which showed deviations from the control by 57%, although other treatments also showed a significant deviation from control in the range of 39-47%. The formation of nodules on the roots of peas and other legumes were greatly influenced by environmental factors, but the relationship between the applied bacterial strains and the host plant is of great importance (Jarak *et al.*, 2006). Earlier, in the conditions of Herzegovina, Filipović *et al.* (2019) found the highest number of nodules per plant of pea in the treatment with combination of inoculants and bio stimulators ranging from 3.47 to 16.07 per plants that was lower than in this research. Research by JaiPaul *et al.* (2011) shows that different organic fertilizations and bio stimulators affected the number of pods per plant ranging from 12.5 to 26.8 meaning that except inoculation, the bio stimulants can affect the number of nodules per plants as in our case or it could be due to the soil or weather condition. A higher number of nodules per plant was found in studies (Rapčan *et al.*, 2017; Vasilj *et al.*, 2016; 2019) when applying pre-sowing bacterization of peas by indigenous strains compared to the control. In addition, Vasilj *et al.* (2019) reported that number of nodules varied from 18.83 to 27.83 for applied *R. leguminosarum* 1001 strain, at two different locations, for the same strain, which is very similar to our data. Our results were also similar to the findings of Ahmed *et al.* (2007)

in pea field experiment reported that *Rhizobium* inoculant significantly increased the number of pods by 14.45 pods per plant⁻¹ compare to 9.25 pods per plant⁻¹ in control. Influence depends on the microorganism used (Udovički & Jarak, 2005) as well as on its compatibility with the host plant. In terms of pod weight, it is evident that the Telephone variety (22.8 g) has a significantly higher mass of pods compared to the Petit Provencal variety (14 g) by 38.6% (Table 3).

Table 4. Influence of examined factors on measured morphological parameters and yield of pea Petit Provencal and Telephone varieties

Measured parameters	Petit Provencal	Telephone	F test	LSD _{5%}	LSD _{1%}
Pea yield (t ha ⁻¹)	1.36 b	2.25 a	**	0.12	0.51
Pod protein content (%DW)	4.90 a	4.54 b	**	0.10	0.14
Protein content in aboveground plant part (% DW)	2.88	2.95	n.s.	-	-
No. of plant per basic plot	77 a	50 b	**	7.0	9.59
No of nodules	19.6	20.21	n.s.	-	-
Plant mass (g)	19.67 b	64.79 a	**	4.02	5.51
Pod mass (g)	14.00 b	22.83 a	**	4.21	5.76
Plant height (cm)	45.82 b	133 a	**	3.57	4.89
No. of pods plant ⁻¹	3.53 a	1.97 b	**	0.44	0.61

n.s.- non significant; * - significant; ** - very significant; values followed by the same letter aren't significant Different (p<0.05) according to Fisher LSD test.

However, this trait was attributed to varietal characteristics, more than to growing conditions. A similar happened with the height of the plant, considering that the Telephone (133 cm) is a later variety and forms a higher stem during vegetation. Stem of Telephone variety was by 65% higher. In all variants of the experiment, it is visible that a higher number of pods was achieved with the Petit Provencal variety, but the Telephone variety, as late variety, forms a longer pods and larger grain, which then results with higher pod mass and total yield. Number of pods per unit area is a component of yield affected by environmental factors, depending on geographical location, agro ecological factors and agro technical factors (Rapčan *et al.*, 2017). In these studies, the number of pods varied from 1.97 in the Telephone variety to 3.5 in the Petit Provencal variety. According to Borošić (1992) in addition to soil and agro-technical interventions, meteorological conditions, especially lack of precipitation and high temperatures, have a great influence on this property, before and during the flowering of legumes. Concerning the mass of pods per plant, number of pods and protein content in the grain, a significant interaction was found between the selected variety and the treatment, as shown in Table 4. Application of *R. pisi* strain showed a significantly larger difference in mass of pod in the Telephone variety compared to the Petit Provencal variety in the range of 70%. The highest number of pods of 4.33 was found in the Petit Provencal variety, 63% higher than in the Telephone variety. Interactions that occurred in terms of protein content in the grain were observed in the applied treatments, *R. leguminosarum 1001* strain, a combination of Humicraft and *R. leguminosarum 1001* strain, individual *R. pisi*, with significantly higher contents

observed in the Petit Provencal variety, of 11%, 8.7%, and 14%. Yield has been the highest in Telephone variety inoculated by strain *R. pisi*.

Table 5. Interaction of trial factors on some measured parameters of selected two pea varieties

Variety	Measured trait	Control	I _{RL}	Humicraft + I _{RL}	I _{RP}	Humicraft + I _{RP}	LSD _{5%}	LSD _{1%}
Petit Provencal	Mass of pod plant ⁻¹	13.53	15.8	18.33	10.44	11.73	8.9	12.2
Telephone		16.47	26.7*	18.73	34.8**	17.47		
Petit Provencal	Number of pods plant ⁻¹	3.67**	3.60*	4.33**	2.93	3.13**	0.99	1.4
Telephone		1.33	2.30	1.60	3.10	1.47		
Petit Provencal	Protein grain content %	4.28	5.34**	4.7**	5.14**	5.04	0.2	0.3
Telephone		4.25	4.74	4.29	4.4	5.03		
Petit Provencal	Yield t ha ⁻¹	1.35	1.58	1.63	1.07	1.17	0.84	1.14
Telephone		1.65	2.66	1.87	3.33**	1.75		

n.s.- non significant; * - significant; ** - very significant

The yield in the treatments with inoculation and used bio stimulators of Mahanta *et al.* (2013) show significantly higher pod yield of 3.42 - 9.12 t ha⁻¹ when seven different fertilization treatment applied compared to control. JaiPaul *et al.* (2011) achieved higher results with the pod yield of the Wonder of America pea variety ranging from 3.71 to 6.61 t ha⁻¹. Rapčan *et al.* (2010) obtained pea grain yields in the range from 0.93 to 3.42 t ha⁻¹, similar to our experiment, which was attributed to variety, weather conditions, location and seed age. McKenzie *et al.* (2001) observed increase of the yield up to 14% after inoculation of pea seeds with *Rhizobium* strains. Under favorable environmental conditions, the use of commercial inoculants with *Rhizobium* strains can be economically viable, especially on large planting areas, while poor conditions will affect the presence of *Rhizobium* population in the soil (Catroux *et al.*, 2001). The authors (Vasilj *et al.*, 2016, 2019) show that legumes usually respond to inoculation with *Rhizobium* strains on previously unused field areas where soils lack a sufficient population of compatible indigenous bacteria. On soils where legumes previously have been grown, a certain amount of effective *Rhizobium* population is usually present and that is sufficient to establish an effective symbiosis between the plant and bacterial strains (Huang *et al.*, 2017).

Inoculation with *Rhizobium* strains significantly increased pod yield and plant growth performance of the Petit Provencal and Telephone pea varieties indicating a poor symbiotic competitiveness and effectiveness of native rhizobia on Herzegovinian soils and seasonally weather condition, while affirming the symbiotic superiority of the introduced strain (Table 2). According to Martin *et al.* (1994) in moderately dry areas, water stress is a major factor in yield reduction. The amount of precipitation in this trial during the vegetation period of peas is not satisfactory. The initial period of germination and growth was extremely dry especially during April. Amount of precipitation in the range of 175–316 mm was sufficient for stable and good pea yield (Uzun *et al.*, 2005). However, their interaction with extreme daily temperatures during vegetation may be

crucial to achieve optimal yields. Dornbos & Mullen (1991) also point out the negative impact of drought accompanied with high air temperatures on inoculation. Regarding the metrological data, we can say that these inoculated strains had good respond in water stress condition that happened in vegetation season 2020 for Herzegovina area. In terms of agrochemical properties of the soil on our experimental plot, all soil parameters were satisfactory, while the content of phosphorus and carbonate has too pronounced.

CONCLUSIONS

The use of strains *R. pisi*, *R. leguminosarum* or *R. leguminosarum* strains 1001 in combination with the biostimulator / soil conditioner Humicraft contributed to a highest yield. Larger number of plants, protein content in the aboveground plants part, pod mass, as well as a larger number of nodules per plant, with pronounced varietal variability were established in application of individual *Rhizobium* strains and *R. leguminosarum* strains 1001 in combination with the biostimulator / soil conditioner Humicraft. Protein content in pea pods were lager in *R. pisi* and Humicraft combined treatment, while lager pod, mass and number of pods per plant were highest by *R. pisi* inoculation. The individual inoculants used or their combination with Humicraft differ in their effect on measured traits. It is evident that each trait either in the individual application of the inoculant or its combination with the biostimulator / soil conditioner shows a better result compared to the non-inoculated variant, i.e., the control. The Telephone variety achieves a higher yield (2.25 t ha⁻¹) in relation to the Petit Provencal variety; however, when choosing the variety, it should be considered that they are of different morphological characteristics. Inoculation by *Rhizobium* strains, with or without combination by bio stimulator/soil conditioner have positive effects on yield components of pea especially showing a good respond dry and hot weather season.

REFERENCES

- Ahmed, R., Solaiman, A.R.M., Halder, N.K., Siddiky, M.A., Islam, M.S. (2007). Effect of Inoculation Methods of Rhizobium on Yield Attributes Yield and Protein Content in Seed of Pea. *Journal of Soil Nature* 1(3); 30-35.
- Amarger, N. (1988). The microbial aspects of faba bean culture. In: Beck, D.P., Materon, L.A. (Eds.), *Nitrogen Fixation by Legumes in Mediterranean Agriculture*. Martinus Nijhoff, Dordrecht: 173–178.
- BAS ISO 10390:2009- Kvalitet tla - Određivanje pH
- BAS ISO 11261:2010- Kvalitet tla - Određivanje ukupnog nitrogena - Modifikovana Kjeldahl metoda.
- Borošić, J. (1992). *Komponente priroda graha mahunara u postrnim rokovima sjetve*. Zagreb.

- Catroux, G., Hartmann, A., Revellin, C. (2001). Trends in rhizobial inoculant production and use. *Plant and Soil*, (230); 21–30. doi:10.1023/A:1004777115628
- Colla, G., Hoagland, L., Ruzzi, M., Cardarelli, M., Bonini, P., Canaguier, R., Rouphael, Y. (2017). Biostimulant action of protein hydrolysates: unraveling their effects on plant physiology and microbiome. *Frontiers in Plant Science*. (8); 2202. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.10.044
- Dornbos Jr, D.L., Mullen, R.E. (1991). Influence of stress during soybean seed fill on seed weight, germination, and seedling growth rate. *Canadian Journal of Plant Science*. (71); 373–383. [http:// dx.doi.org/10.4141/cjps91-052](http://dx.doi.org/10.4141/cjps91-052). (ISSN: 0008-4220).
- Egner, H., Riehm, H., Domingo, W.R. (1960). Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden, II: Chemische Extraktionsmethoden zu Phosphorund Kaliumbestimmung. *Kunigliga Lantbrukshögskolans Annaler*, 26: 199-215.
- FHMZFBIIH (2020): Klimatološka analiza sezone, Sarajevo.
- Filipović, A., Pažin, M., Ostojić, I., Mandić, A., Vasilj, V. (2019). Utjecaj primjene biostimulatora i bakterizacije na prinos graška (*Pisum sativum* L.). *Radovi Poljoprivredno Prehrambenog Fakulteta Univerziteta u Sarajevu God. LXIV, No. 69/2/Works of the Faculty of Agricultural and Food Sciences University of Sarajevo; Vol. LXIV, No. 69 (2)*.
- Giller, K.E., Cadisch, G. (1995). Future benefits from biological nitrogen fixation: An ecological approach to agriculture. *Plant and Soil* (174); 255–277. DOI: 10.1007/BF00032251
- Hansen, A.P. (1994). Symbiotic N₂ fixation of crop legumes: Achievements and perspectives, Centre for Agriculture in the Tropics and Subtropics. University of Hohenheim, Germany: 248. ISBN:3-8236-1235-2.
- Huang, J., Afshar, R. K., Tao, A., Chen, C. (2017). Efficacy of starter N fertilizer and rhizobia inoculant in dry pea (*Pisum sativum* Linn.) production in a semi-arid temperate environment. *Soil Science and Plant Nutrition*, 63(3); 248-253. DOI: 10.1080/00380768.2017.1315834.
- JaiPaul, J., Sharma S., Dixit A.K., Sharma, A.K. (2011). Growth and yield of capsicum (*Capsicum annum*) and garden pea (*Pisum sativum*) as influenced by organic manures and biofertilizers. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81 (7); 637–642.
- Jarak, M., Jević, M., Đurić, S., Jakovljević, J. (2006). Primjena združene inokulacije u proizvodnji graška. *Ljetopis naučnih radova. Godina 30 (1)*; 53–59.
- JDPZ (1966): Priručnik za ispitivanje zemljišta, knj. I. Kemijske metode ispitivanja zemljišta, Beograd.
- Kellman, AW., Hill, GD., Mckenzie, BA. (2005). Variability in nodulation of *Phaseolus vulgaris* L. with different rhizobial strains. *Agron NZ* (35);57–65
- Kocira, A., Swieca, M., Kocira, S., Złotek, U., Jakubczyk, A. (2018). Enhancement of yield, nutritional and nutraceutical properties of two common bean cultivars

- following the application of seaweed extract (*Ecklonia maxima*). Saudi Journal of Biological Sciences. (25); 563–571. DOI: 10.1016/j.sjbs.2016.01.039.
- Mahanta, D., Bhattacharyya, R., Gopinath, K.A., Tuti, M.D., Jeevanandan, K., Chandrashekara, C., Arunkumar, R., Mina, B.L., Pandey, B.M., Mishra, P.K., Bisht, J.K. (2013). Influence of farmyard manure application and mineral fertilization on yield sustainability, carbon sequestration potential and soil property of garden pea-french bean cropping system in the Indian Himalayas. *Scientia Horticulturae*, (164); 414–427. DOI:10.1016/J.SCIENTA.2013.10.002
- Martin, I., Tenorio, J. L., Ayerbe, L. (1994). Yield, growth and water use of conventional and semileafless peas in semiarid environment. *Crop Science*, 34 (6); 1576-1583. DOI: 10.2135/cropsci1994.0011183X003400060029x.
- Matyjaszczyk, E. (2018). “Biorationals” in integrated pest management strategies. *The Journal of Plant Diseases and Protection*. (125); 523–527. DOI: 10.1007/s41348-018-0180-6
- McKenzie, R. H., Middleton, A. B., Solberg, E. D., DeMulder, J., Flore, N., Clayton, G. W. & Bremer, E. (2001). Response of pea to rhizobia inoculation and starter nitrogen in Alberta. *Canadian Journal of Plant Science*, (81); 637-643. DOI: 10.4141/P01-006.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Ertani, A. (2018). Hormone-like activity of the soil organic matter. *Applied Soil Ecology*. (123); 517–520. doi: 10.1016/j.apsoil.2017.04.020
- Ndakidemi, P.A., Dakora, F.D., Nkonya, E.M., Ringo D., Mansoor, H. (2006). Yield and economic benefits of common bean (*Phaseolus vulgaris*) and soybean (*Glycine max*) inoculation in northern Tanzania, *Australian Journal of Experimental Agriculture*. (46); 571–577. DOI: 10.1071/EA03157
- Niste, M., Vidican, R., Pop, R., Rotar, I. (2013). Stress factors affecting symbiosis activity and nitrogen fixation by rhizobium cultured in vitro. *ProEnvironment/ProMediu*, 6 (13); 42-45
- Paradićević, N. (2009). Opće i specijalno povrćarstvo, Poljoprivredni fakultet Osijek, 498 – 504.
- Rapčan, I., Bukvić, G., Grljušić, S., Teklić, T. i Jurišić, M. (2010). Yield of green mass, grain and other yield components of field pea (*Pisum sativum* L.) in dependence of agroecological conditions and seed maturity. *Mljekarstvo*, 60 (2); 104-112.
- Rapčan, I., Milaković, Z., Kanižai Šarić, G., Šeput, Galić Subašić, D. (2017). Reakcija vrtnog graška (*Pisum sativum* L.) na bakterizaciju i gnojidbu dušikom u istočnoj Hrvatskoj. *Journal of Central European Agriculture*, 18 (4); 889-901.
- Ruisi, P., Giambalvo, D., Di Miceli, G., Frenda, AS., Saia, S., Amato, G. (2012). Tillage effects on yield and nitrogen fixation of legumes in Mediterranean conditions. *Agronomy Journal* (104); 1459–1466. DOI: 10.2134/agronj2012.0070
- Sadowsky, M. (2005). Soil stress factors influencing symbiotic nitrogen fixation, p. 89-112. In: Werner, D.; Newton, W. (Eds.). *Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry, Ecology, and the Environment*. v. 4. Springer, Dordrecht, Netherlands.

- Udovički, M., Jarak, M. (2005). The effect of pea bacterization on the length of the above ground part of the plant and microbiological activity of soil. *Savremena poljoprivreda*, (3- 4); 596-603.
- Uher, D., Štafa, Z., Blažinkov, M., Kaučić, D. (2006). Utjecaj bakterizacije i prihrane dušikom na prinose zrna ozimog graška u smjesi s pšenicom. *Sjemenarstvo*, 23 (2); 115–130.
- Uzun, A., Bilgili, U., Sincik, M., Filya, I., Acikogoz, E. (2005). Yield and quality of forage type pea lines of contrasting leaf types. *European Journal of Agronomy*. (22); 85-94. DOI: 10.1016/j.eja.2004.01.001.
- Vasilj, V., Blažinkov, M., Filipović, A., Knezović, Z., Sikora, S. (2019). Genetska identifikacija i simbiozna učinkovitost sojeva *Rhizobium leguminosarum* izoliranih iz različitih tipova tala Hercegovine. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 64 (69/1); 20-38.
- Vasilj, V., Šego, M., Filipović, A., Sikora, S., Mandić, A. (2016). Effect of inoculation on some important characteristics of peas grown in Herzegovina region (Bosnia and Herzegovina). VII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2016", 6-9 October 2016, Jahorina, Bosnia and Herzegovina. *Book of Proceedings* 965-971.
- Yadav, J., Verma, JP. (2014). Effect of seed inoculation with indigenous *Rhizobium* and plant growth promoting rhizobacteria on nutrients uptake and yields of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *The European Journal of Soil Biology*. (63);70–7. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2014.05.001
- Zhang, Y. Z., Sui, X. H., Chen, W. X. (2011). Biodiversity and biogeography of rhizobia associated with soybean plants grown in the North China Plain. *Applied and Environmental Microbiology*, 77 (18); 6331-6342. DOI: 10.1128/AEM.00542-11.

EKOLOŠKE PERSPEKTIVE UZGOJA GRAŠKA

Rezime

Primjena predsjetvene bakterizacije leguminoza zasigurno je jedna od mjera koja može doprinijeti poboljšanju produktivnosti biljke i održivosti okoliša povećanjem plodnosti tla i smanjenjem štetnog utjecaja na ekosustav. U ovom radu je provjeravana učinkovitost predsjetvene bakterizacije i kombinacija bakterizacije i biostimulatora/poboljšivača u odnosu na kontrolnu na vrtnom grašku sorte Mali provansalac i Telefon. Tijekom ovog ispitivanja zabilježen je utjecaj na određene morfološke parametre i prinos graška. Najveći prinos od 2,20 t ha⁻¹ zabilježen je kod sorte graška Telefon. Primjena predsjetvene bakterizacije sojevima *Rhizobium leguminosarum* 1001, *Rhizobium pisum*, te kombinacija *R. leguminosarum* 1001 s biostimulatorima/kondicionerom tla Humicraft pokazala je najbolje rezultate u prinosu graška. Primijenjeni inokulanti razlikuju se u svom učinku na pojedinačna izmjerena morfološka svojstva, ali je evidentno da svako svojstvo bilo u pojedinačnoj primjeni inokulanta ili njegovoj kombinaciji s biostimulatorom/kondicionerom tla pokazuje bolji rezultat u odnosu na necijepljenu varijantu, tj. kontrolu. Cijepljenje s *Rhizobium* bakterijama ima pozitivan učinak na komponente prinosa graška kao jedan ekološki prihvatljiv način uzgoja ove kulture na području Hercegovine.

Ključne riječi: *leguminoze, poljski pokus, Rhizobium bakterijski sojevi, ekologija*

EFFECTS OF CULTIVARS ON THE YIELD AND CONTENTS OF SOME BIOACTIVE COMPONENTS OF BASIL

Teofil Gavrić¹, Lejla Čengić¹, Stefan Marković²

Original scientific paper

Summary

Basil (*Ocimum basilicum* L.) is an annual plant from Lamiaceae family. The quality and yield of basil depends on its cultivar, environmental factors and growing technology. The aim of this paper was to examine the impact of different cultivars on the quality of basil in the environmental conditions of central Bosnia and Herzegovina. A field experiment was conducted at a private farm in Kakanj. In this study, the yield of fresh and dry mass, total phenol, flavonoids, essential oil content and antioxidant activity were determined. Experimental results showed a significant impact of cultivars on the researched traits. The fresh mass yield ranged from 134.2 (Red rubin) to 298.7 g per plant (Green). The lowest total phenol contents were recorded in the cultivar Minimum (33.78 mg GAE/g) and the highest in the cultivar Green (38.84 mg GAE/g). The antioxidant activity was also significantly dependent on basil cultivar. It ranged from 22.56 (Red rubin) to 52.73 $\mu\text{M Fe}^{2+}/\text{g}$ (Minimum).

Key words: *basil, cultivar, essential oil, total phenol, antioxidant activity*

INTRODUCTION

Basil (*Ocimum basilicum* L.) is an annual plant from the Lamiaceae family. It is native to the tropics of India, but nowadays is spread all over the world (Bucktowar *et al.*, 2016). It is mostly grown and used in Mediterranean region (Hiltunen *i sur.*, 1999), where is used as a spice, medicinal and aromatic plant. It is mostly used as a spice plant in the household to flavour marinades, pastas, soups, sauces, meats and cured meats, cheeses, canned foods and liqueurs (Frąszczak *et al.*, 2015; Majkowska-Gadomska *et al.*, 2017). It is characterized by a strong aroma with a slightly sour taste that has the property of enriching the taste of various dishes (Majkowska-Gadomska *et al.*, 2017). Due to specific content of bioactive ingredients in the essential oil, basil is also considered as medicinal species. It is often used in traditional medicine because it is believed to help treat many diseases (Singh and Majumdar, 1999; Venâncio *et al.*, 2011). The quality of basil, ie its aromaticity and healing properties depends on the content of various bioactive compounds (Gavrić *et al.*, 2018). Abiotic factors such as temperature and precipitation during cultivation can have

¹ University of Sarajevo, Faculty of Agriculture and Food Sciences, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, BiH

² Academy of Vocational Studies Šabac, Serbia
Correspondence: t.gavric@ppf.unsa.ba

a significant impact on the synthesis of these components (Gavrić *et al.*, 2021). On the other hand, different agronomic practices such as cultivar, sowing date, crop nutrition, irrigation can also have a significant impact on the quality and yield of basil (Svecova and Neugebauerová 2010; Rakic and Johnson 2008; Al-Huqail *et al.*, 2020). Given the fact that the cultivar can have a significant impact on quality and yield, the aim of this paper was to examine the impact of different varieties on the quality of basil in the environmental conditions of central Bosnia and Herzegovina.

MATERIALS AND METHODS

The research was conducted through three segments: weather analysis, field and laboratory experiment.

Weather condition analysis

An automatic meteorological station type (WH2900) was used to collect weather data. The meteorological station was located 100 m from the experiment. The collected data for average air temperature / month, amount of precipitation and air humidity were used in the research.

Field experiment

A field experiment was conducted at a private farm Gavrić in Kakanj (the experiment field coordinates have been listed as follows: latitude 43°49'34"N and longitude 18°19'18" E, altitude 505 m). The treatments of the experiment had six basil cultivars: Green, Red rubin, Minimum, Citriodorum, Genovese (*Ocimum basilicum* L.) and Pilosum (*Ocimum americanum* L.). Basil seedlings for transplanting were grown in a greenhouse. Seedlings were raised in polystyrene containers (104 cells) using a commercial substrate "Klasmann potground H". The basil seedlings were transplanted into the open field on July 15, 2021. Basil seedlings were planted at 50 cm × 30 cm plant density. Harvest was carried out during the beginning of flowering (September 20, 2021). The fresh mass yield was measured during the harvest.

Laboratory experiment

Dry mass yield, essential oil content, total phenol content, flavonoid content and antioxidant activity were determined in laboratory at Faculty of Agriculture and Food Sciences at the University of Sarajevo. Dry mass yield was measured after drying herbs in a dark room at room temperature for 20 days. The content of essential oil in basil (*Basilici herba*) was measured using the Clevenger-type apparatus (Clevenger, 1928). The content of total phenols was determined by spectrophotometric method (Bystrická *i sur.*, 2010),

The content of total flavonoids was determined by spectrophotometric method (Velić *et al.*, 2011). Antioxidant activity was determined by FRAP spectrophotometric method (Benzie and Strain, 1996).

Statistical analyses were made using SPSS 22 software programs.

RESULTS AND DISCUSSION

Data collected by the automatic meteorological station (WH2900) were used for the analysis of weather conditions. The data presented in Table 1 show that the average temperatures during the field research were 21.7 (July), 19.9 (August) and 15.4 °C (September). The recorded average monthly temperatures during the study were relatively lower than those optimal for basil cultivation. Barickman *et al.* (2021) reported optimal temperature for the growth and development of basil is between 25 and 30 °C. Although a lower temperature was recorded in our study, it was not lower than 10 °C, which is according to Ribeiro *et al.* (2007) critical temperature because it stops the growth and development of basil. During field research, 203.9 mm of precipitation was recorded, which was sufficient for the growth and development of basil.

Table 1. Average monthly air temperature, Amount of precipitation and Air humidity

Tabela 1. Srednja mjesečna temperatura, suma oborina i relativna vazдушna vlaga

Month / Mjesec											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Average monthly air temperature / Srednja mjesečna temperatura zraka (°C)											
2.4	4.2	4.0	7.4	14.9	19.5	21.7	19.9	15.4	8.1	6.0	2.5
Amount of precipitation / Suma oborina (mm)											
37.6	26.5	55.6	43.4	30.9	25.9	121.9	49.5	32.5	121.3	206.9	123.7
Air humidity / Relativna vazдушna vlaga (%)											
83.0	73.0	69.0	67.0	64.0	69.0	72.0	70.0	75.0	85.0	89.0	87.0

The results of the study shown in Table 2 show that basil yield was significantly dependent on the cultivar. Of the six cultivars studied, Red rubin had the lowest yield of green mass (134.2 g per plant), while Green cultivar had the highest yield (298.7 g per plant). The dry matter yield also significantly depended on the cultivar studied. That is, the lowest yield was recorded in the cultivar Red rubin (19.8 g / plant) while the highest yield was recorded in the cultivar Citriodorum (70.4 g / plant).

Table 2. Yield and contents of bioactive components

Tabela 2. Prinos i sadržaj bioaktivnih komponenti

Cultivars	Fresh mass yield / Prinos zelene mase, g	Dry mass yield / Prinos suhe mase, g per plant	Essential oil contents / Sadržaj eteričnog ulja, mL 100 g ⁻¹	Total phenol contents / Sadržaj ukupnih fenola, mg GAE g ⁻¹	Total flavonoid contents / Sadržaj ukupnih flavonoida, mg CAE g ⁻¹	Antioxidant capacity / Antioksidativni kapacitet, μM Fe ²⁺ g ⁻¹
Pilosum	250.8abc	47.5ab	0.33d	35.77b	20.36d	31.79d
Green	298.7a	54.2ab	1.29a	38.84a	34.15a	40.72b
Red rubin	134.2c	19.8d	0.99b	37.28ab	26.70b	22.56e
Minimum	164.4bc	21.7cd	0.85b	33.78c	14.03e	52.73a
Citriodorum	250.8ab	70.4a	0.23d	36.60b	23.63c	37.43c
Genovese	193.6abc	44.5bc	0.58c	37.23ab	15.31e	23.51e
Average / Prosjek	215.4	43.0	0.71	36.58	22.36	34.79

Different letters indicate significant differences at the 0.05 level; ns: nonsignificant difference.

Analysis of the essential oil content in basil showed there is a significant difference between the studied cultivars (Table 2). Cultivar Green had a significantly higher content of essential oil (1.29 mL 100 g⁻¹) compared to other studied cultivars. Also, Red rubin and Minimum cultivars had a significantly higher essential oil content (0.99 and 0.85 mL 100 g⁻¹) compared to the Genovese, Pilosum and Citriodorum cultivars (0.58, 0.33 and 0.23 100 g⁻¹, respectively). The results of our study suggest that the content of essential oil significantly depended on the basil cultivar, which is consistent with many researchers (Rakic and Johnson 2008; Nurzyńska-Wierdak *et al.*, 2013; Tsusaka *et al.*, 2019) who reported that genetic factors strongly influence the biosynthesis of essential oil.

Table 3. The correlation between researched traits

Tabela 3. Koeficijent korelacije između istraživanih osobina

	Fresh mass yield / Prinos zelene mase	Dry mass yield / Prinos suhe mase	Essential oil contents / Sadržaj eteričnog ulja	Total phenol contents / Sadržaj ukupnih fenola	Total flavonoid contents / Sadržaj ukupnih flavonoida	Antioxidant capacity / Antioksidativni kapacitet
Prinos zelene mase	1					
Prinos suhe mase	0.636**	1				
Essential oil contents / Sadržaj eteričnog ulja	-0.041	-0.319	1			
Total phenol contents / Sadržaj ukupnih fenola	0.424*	0.417*	0.339	1		
Total flavonoid contents / Sadržaj flavonoida	0.151	0.282	0.476*	0.743**	1	
Antioxidant capacity / Antioksidativni kapacitet	-0.121	-0.031	0.199	0.489*	-0.091	1

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

The content of total phenols and flavonoids depends on the cultivar of basil and environmental conditions such as temperature, humidity, altitude, location, and agronomic practices (Gavrić *et al.*, 2018). In our study, it was found that the content of total phenols and flavonoids significantly depended on the studied cultivar. That is, the lowest total phenol contents were recorded in the cultivar Minimum (33.78 mg GAE g⁻¹) and the highest in the cultivar Green (38.84 mg GAE g⁻¹). The highest content of flavonoids was recorded in the variety Green (34.15 mg GAE g⁻¹), while the lowest was recorded in the variety Genovese (15.31 mg GAE g⁻¹). Therefore, our results suggest that the content of total phenols significantly depends on the cultivar, which is in correlation with the results of Bajomo *et al.* (2022). These authors studied twenty-two varieties of basil and found that they differ significantly in the content of phenolic compounds. Observing the data on antioxidant capacity, it can be concluded that this examined trait also significantly depended on the basil cultivar. Antioxidant capacity ranged from 22.56 (Red rubin) to 52.73 μM Fe²⁺ g⁻¹ (Minimum). Kwee and Niemeyer (2011) studied 15 different basil cultivars and concluded that the cultivar had a statistically significant effect on antioxidant capacity. In their study, antioxidant capacity ranged from 0.28 (Sweet dani lemon) to 11.46 (Gecofure) 100 M Fe²⁺ g⁻¹.

The results presented in Table 3 showed that there was a positive correlation between some research properties. A strong positive correlation was found between fresh mass and dry mass yield (0.636) and contents total phenolics and contents total flavonoids (0.743). Positive correlation was also recorded between contents total phenolics and fresh mass yield (r=-0.424), contents total phenolics and dry mass yield (r=0.417) and contents total flavonoids and essential oil contents (r=0.476).

The research provided data on the yield and quality of several varieties of basil grown in Bosnia and Herzegovina. However, this research did not provide an answer about the quality of essential oils of some cultivars. In order to eliminate these shortcomings, future research in the environmental conditions of BiH should focus on studying the impact of basil cultivars on the content of constituents in essential oil

CONCLUSIONS

The results of this study showed that the cultivar had a significant impact on all the researched traits of basil. The studied cultivars differed significantly in terms of yield of fresh and dry mass, essential oil content, total phenols, flavonoids and antioxidant capacity. Results of the research showed that the choice of cultivars can affect the quality and yield of basil in the environmental conditions of Bosnia and Herzegovina.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by grants from the Ministry of Science, Higher Education and Youth Sarajevo Canton, B&H (Project name: Mogućnost uzgoja bosiljka kao alternativne kulture u svrhu adaptacije klimatskim promjenama).

REFERENCES

- Al-Huqail, A., El-Dakak, R. M., Sanad, M. N., Badr, R. H., Ibrahim, M. M., Soliman, D., & Khan, F. (2020). Effects of Climate Temperature and Water Stress on Plant Growth and Accumulation of Antioxidant Compounds in Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.) Leafy Vegetable. *Scientifica*. <http://dx.doi.org/10.1155/2020/3808909>
- Bajomo, E. M., Aing, M. S., Ford, L. S., & Niemeyer, E. D. (2022). Chemotyping of commercially available basil (*Ocimum basilicum* L.) varieties: Cultivar and morphotype influence phenolic acid composition and antioxidant properties. *NFS Journal*, 26: 1–9. <http://dx.doi.org/10.1016/J.NFS.2022.01.001>
- Barickman, T. C., Olorunwa, O. J., Sehgal, A., Walne, C. H., Reddy, K. R., & Gao, W. (2021). Yield, Physiological Performance, and Phytochemistry of Basil (*Ocimum basilicum* L.) under Temperature Stress and Elevated CO₂ Concentrations. *Plants* 10: 1072. <http://dx.doi.org/10.3390/PLANTS10061072>
- Benzie, I., & Strain, J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “Antioxidan power”:the FRAP assay analytical biochemistry. *Analytical Biochemistry*.
- Bystrická, J., Vollmannová, A., Margitanová, E., Čičová, I. (2010). Dynamics of polyphenolic formation in different plant parts and different growth phases of selected buckwheat cultivars. *Acta Agric. Slov.*, 95 (3): 225-229.
- Bucktowar, K., Bucktowar, M., & Devi Bholoa, L. (2016). A review on sweet basil seeds: *Ocimum basilicum*. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5 (12): 554–567. <http://dx.doi.org/10.20959/wjpps201612-8205>
- Clevenger, J. F. (1928). Apparatus for the Determination of Volatile Oil. *The Journal of the American Pharmaceutical Association*. <http://dx.doi.org/10.1002/jps.3080170407>
- Frąszczak, B., Gąsecka, M., Golcz, A., & Zawirska-Wojtasiak, R. (2015). The chemical composition of lemon balm and basil plants grown under different light conditions. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 14(4): 93–104.
- Gavrić, T., Jurković, J., Gadžo, D., Čengić, L., Sijahović, E., & Bašić, F. (2021). Fertilizer effect on some basil bioactive compounds and yield. *Ciencia e Agrotecnologia*, 45. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-7054202145003121>
- Gavrić, T., Jurković, J., Hamidović, S., Haseljić, S., Lalević, B., Čorbo, A., Bezdrob, M. (2018). Yield and contents of some bioactive components of basil (*Ocimum basilicum* L.) depending on time of cutting. *Studia Universitatis Vasile Goldis Arad, Seria Stiintele Vietii*. 28. www.studiauniversitatis.ro

- Hiltunen, R., Holm Y. (1999). Basil: The Genus *Ocimum*. Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles. ISBN 9789057024320 - CAT# TF3189
- Kwee, E. M., & Niemeyer, E. D. (2011). Variations in phenolic composition and antioxidant properties among 15 basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 128 (4): 1044–1050. <http://dx.doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2011.04.011>
- Majkowska-Gadomska, J., Kulczycka, A., & Dobrowolski, A. (2017). Yield and Nutritional Value of Basil Grown, 24(3), 455–464.
- Nurzyńska-Wierdak, R., Borowski, B., Dzida, K., Zawislak, G., & Kowalski, R. (2013). Essential oil composition of sweet basil cultivars as affected by nitrogen and potassium fertilization. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37: 427–436. <http://dx.doi.org/10.3906/tar-1203-43>
- Rakic, Z., & Johnson, C. B. (2008). Influence of Environmental Factors (Including UV-B Radiation) on the Composition of the Essential Oil of *Ocimum basilicum*–Sweet Basil. 9(2–3): 157–162. http://dx.doi.org/10.1300/J044V09N02_22
- Ribeiro, P., Simon, J.E. (2007). Breeding sweet basil for chilling tolerance. In *Issues in New Crops and New Uses*; Janick, J., Whipkey, A., Eds.; ASHS Press: Alexandria, VA, USA, pp. 302–305
- Singh, S., & Majumdar, D. K. (1999). Evaluation of the gastric antiulcer activity of fixed oil of *Ocimum sanctum* (Holy Basil). *Journal of Ethnopharmacology*, 65(1): 13–19. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-8741\(98\)00142-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00142-1)
- Svecova, E., & Neugebauerová, J. (2010). A study of 34 cultivars of basil (*Ocimum* L.) and their morphological, economic and biochemical characteristics, using standardized descriptors. In *Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria*. 7.
- Tsusaka, T., Makino, B., Ohsawa, R., & Ezura, H. (2019). Genetic and environmental factors influencing the contents of essential oil compounds in *Atractylodes lancea*. *PLoS ONE*, 14(5). <http://dx.doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0217522>
- Velić, D. Jokić S., Bucić-Kojić A., Bilić M., Planinić M., Velić N., Kresoja, D. (2011). Mathematical modeling of total flavonoid compounds extraction from conventionally grown soybeans. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture, At Opatija, Croatia.
- Venâncio, A. M., Marchioro, M., Estavam, C. S., Melo, M. S., Santana, M. T., Onofre, A. S. C., Quintans, L. J. (2011). *Ocimum basilicum* leaf essential oil and (-)-linalool reduce orofacial nociception in rodents: A behavioral and electrophysiological approach. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 21(6), 1043–1051. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2011005000147>

UTJECAJ SORTE NA PRINOS BOSILJKA I SADRŽAJ NEKIH BIOAKTIVNIH KOMPONENTI

Rezime

Bosiljak (*Occimum basilicum* L.) je jednogodišnja zeljasta biljka iz familije Lamiaceae. Prinos i kvalitet bosiljka zavisi od sorte, okolišnih uvjeta i tehnologije uzgoja. Cilj ovog rada je bio istražiti utjecaj sorte na kvalitet i prinos bosiljka u okolišnim uvjetima srednje Bosne i Hercegovine. Poljsko istraživanje je obavljeno na porodničnom poljoprivrednom gazdinstvu "Gavrić" u Kaknju. Tokom istraživanja evidentirani su podaci za prinos zelene i suhe mase (herbe), sadržaj eteričnog ulja, sadržaj ukupnih fenola i flavonoida, te antioksidativna aktivnost. Rezultati istraživanja su pokazali da istraživane sorte imaju značajan utjecaj na istraživane parametre. Prinos svježe mase se kretao u granicama od 134,2 (Red rubin) do 298,7 g po biljci (Green). Najniži sadržaj ukupnih fenola evidentiran je kod sorte Minimum (33,78 mg GAE g⁻¹) dok je najveći zabilježen kod sorte Green (38,84 mg GAE g⁻¹). Istraživane sorte su se značajno razlikovale i u pogledu antioksidativne aktivnosti koja se kretala od 22,56 (Red rubin) do 52,73 μM Fe²⁺ g⁻¹ (Minimum).

Ključne riječi: *bosiljak, sorta, eterično ulje, ukupni fenoli, antioksidativna aktivnost*

INVENTARIZACIJA BILJNIH VRSTA SA KORISNIM SVOJSTVIMA NA PODRUČJU BOSNE I HERCEGOVINE

Armin Macanović¹, Senka Barudanović¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Za potrebe inventarizacije izvršena je analiza 55 literaturnih izvora sa aspekta upotrebe korisnih biljnih vrsta u domaćinstvima bosanskohercegovačkog stanovništva. Kroz rad je utvrđeno ukupno 748 vrsta koje pronalaze primjenu zbog korisnih svojstava. Prema sistematici se svrstavaju u 112 porodica i 418 rodova. Najbrojnije porodice u okviru kojih su prepoznate korisne vrste su: Compositae, Rosaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Ranunculaceae i Poaceae. Zahvaljujući korisnim svojstvima najviše se vrste upotrebljavaju u liječenju i ishrani. Određeni broj njih pronalazi primjenu i u proizvodnji lijekova, pa su opisane i u farmakopejama poput: Jugoslovenska farmakopeja (2000) gdje je opisano 88 vrsta, monografije ljekovitih biljaka WHO sa 62 vrste, Evropska farmakopeja (8 izdanje) sa 79 vrsta te Britanska farmakopeja (2012) sa 74 vrste. Najviše navoda i opisa u prikupljenoj literaturi imaju vrste: *Urtica dioica*, *Hypericum perforatum*, *Althaea officinalis*, *Juniperus communis* i *Sambucus nigra*. Rezultati rada pokazuju da Bosna i Hercegovina predstavlja zemlju sa visokim diverzitetom korisnih biljaka i značajnim potencijalom koji se u budućnosti može iskoristiti. Veliki broj publikacija ukazuje da stanovništvo kroz historiju koristi biodiverzitet i prirodne resurse na tradicionalan i održiv način. Rezultati rada predstavljaju osnovu za buduća istraživanja održivog upravljanja, promocije prirodnih vrijednosti, korisnih biljaka i očuvanja biodiverziteta BiH.

Ključne riječi: *inventarizacija, korisne vrste, biodiverzitet, ljekovite biljke, održivo korištenje*

UVOD

Procjenjuje se da na području Balkanskog poluostrva danas živi oko 6.340 vaskularnih biljnih vrsta. U komparaciji sa 10.500 vrsta koje se nalaze na popisu baze Flora Europea, ovo područje se smatra značajnim centrom biodiverziteta (Turrill, 1929; Šarić-Kundalić, 2010). Pored toga, BiH predstavlja područje na kojem raste oko 3.572 vrste vaskularnih biljaka što je čini petom najbogatijom zemljom prirodnim resursima u Evropi (Šarić-Kundalić, 2010). Iako se vrše kontinuirana istraživanja biodiverziteta u BiH, do sada ne postoji mnogo publikacija sa temom upotrebe biljnih vrsta i njihovih korisnih djelovanja. Radovi autora koji danas najvećim dijelom opisuju korištenje

¹ Prirodno matematički fakultet, Univerziteta u Sarajevu, Zmaja od Bosne 33-35, 71000 Sarajevo, BiH
Korespondencija: arminecology@gmail.com

biljnih vrsta sa ljekovitim svojstvima su: Redžić *et al.*, 2006a; Redžić, 2006b; Redžić, 2007; Redžić, 2010; Grujić-Vasić *et al.*, 2006; Šarić-Kundalić *et al.*, 2010a; Šarić-Kundalić *et al.*, 2010b; Šarić-Kundalić *et al.*, 2011; Ferrier *et al.*, 2012. itd. Samo nekoliko naučnih i stručnih radova se bave istraživanjem ekosistema u okviru kojih se pojavljuju ljekovite biljke, a neka od njih su: Lakušić *et al.*, 1977; Lakušić *et al.*, 1978; Đuričić & Elizar, 1964; Gajić & Kilibarda, 1968; Redžić *et al.*, 1991; Lakušić, 2004; Redžić *et al.*, 2009; Vojniković *et al.*, 2013. Znatno je mali broj publikacija koji se bave istraživanjem tradicionalnog znanja i praksi upotrebe biljaka, a neki od njih su: Gluck, 1892; Vuletić-Vuksanović, 1896; Zovko, 1896a; Zovko, 1896b; Riter-Studnička, 1958; Paić-Vukić, 2003; Kujundžić *et al.*, 2006 itd. Prve korake u istraživanju potencijala samoniklog ljekovitog bilja u BiH proveo je Institut za proučavanje lekovitog bilja iz Beograda (Vojniković, Balić, & Višnjic, 2013). Stanovništvu BiH je na raspolaganju nekoliko publikacija o liječenju ljekovitim biljkama. Prvu poznatu knjigu pod nazivom "Narodni učitelj" napisao je 1879. godine Vaso Pelagić, zatim Sadik Sadiković 1928. godine djelo pod nazivom „Narodno zdravlje“. Nedugo nakon toga pojavljuje se još nekoliko publikacija.

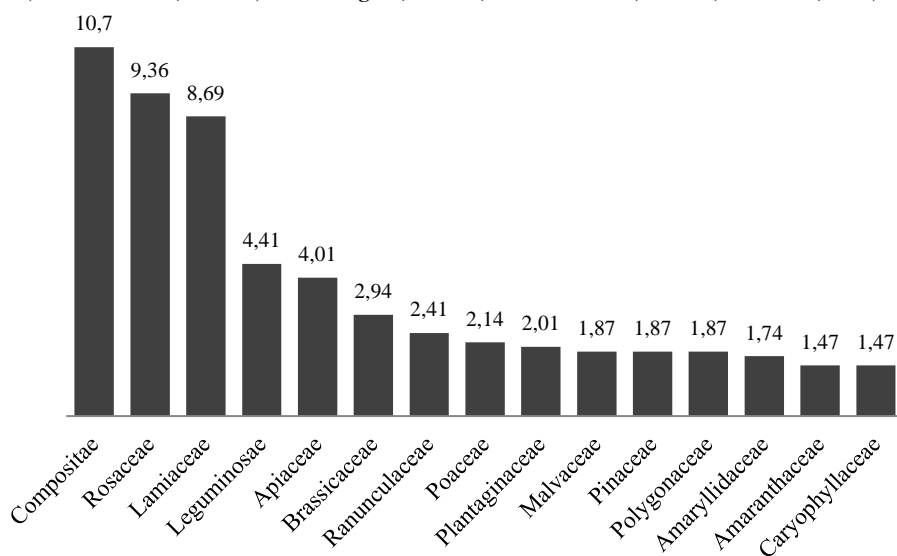
Cilj rada je inventarizacija biljnih vrsta sa korisnim svojstvima, koje su do sada opisane kroz naučne orginalne radove, priručnike i ostale publikacije na području Bosne i Hercegovine. Rezultat inventarizacije predstavljat će osnovu za efikasniju promociju prirodnih resursa, njihovim upravljanjem i ocjeni stanja biodiverziteta.

MATERIJAL I METODE

Za potrebe rada provedeno je prikupljanje literature na širem području Bosne i Hercegovine koja opisuje i istražuje upotrebu biljnih vrsta a pohranjena je u gradskim i univerzitetskim bibliotekama. Prikupljanje literature izvršeno je na lokalitetima: Sarajevo, Konjic, Fojnica, Mostar, Dobo, Tomislavgrad, Čapljina i Livno. Ukupno je analizirano 55 literaturnih izvora koji istražuju upotrebu biljnih vrsta. Zabilježene su samo vrste koje se koriste u liječenju i ishrani kroz etnobotanička znanja koja se godinama koriste na području BiH. Kroz rad formirana je lista korisnih vrsta, u okviru koje su imena biljaka usklađena sa priznatim nazivima botaničke nomenklature (<http://www.theplantlist.org>). Uz svaku vrstu je naveden narodni naziv, sistematska pripadnost porodici, rodu i njena namjena. Potom su popisane vrste komparativno provjerene i u bazi ljekovitih biljnih vrsta Svjetske zdravstvene organizacije (<https://apps.who.int>). Uz listu je evidentiran i broj publikacija u kojima se data vrsta navodi, kako bi se procjenila učestalost upotrebe vrsta koje su svojstvene tipovima ekosistema u BiH. Jestivost i ljekovitost vrsta je određena prema bazi Future for the plants (<https://pfaf.org/>), gdje su vrste podjeljene u dvije skupine: jestive i ljekovite. Njihova upotrebna vrijednost po kategorijama procjenjuje se skalom od 1-5. Jedan kao najmanje ljekovita i jestiva do pet kao najviše ljekovita i jestiva vrsta (PFAF, 2006). Konačni rezultat inventarizacije predstavljen je kao sintetska tabela (Prilog: tabela 2) u okviru koje su biljne vrste predstavljene sa botaničkim nazivima, autorom i referentnim izvorima gdje su opisane te brojem tih izvora.

REZULTATI I DISKUSIJA

Inventarizacijom literature utvrđeno je ukupno 748 biljnih vrsta koje se navode i opisuju kao korisne na području BiH. Najveći broj tih vrsta se koristi za liječenje i ishranu. Interesantan je diverzitet korisnih biljnih vrsta prema porodici i rodu. Navedene vrste se svrstavaju u 112 porodica, od kojih su najbrojnije: Compositae, Rosaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Ranunculaceae, Poaceae itd. (Grafikon 1). Neke od porodica koje imaju manje od 1% zastupljenih korisnih vrsta su: Paeoniaceae, Passifloraceae, Piperaceae, Portulacaceae, Potamogetonacea, Pteridaceae, Thymelaeaceae, Tropaeolaceae, Ulmaceae, Verbenaceae, Zingiberaceae itd. Od rodova najzastupljenije su: *Mentha* (3.10%), *Prunus* (2.86%), *Allium* (2.39%), *Rumex* (2.39%), *Artemisia* (1.19%), *Gentiana* (1.19%), *Plantago* (1.19%), *Potentilla* (1.19%), *Ribes* (1.19) itd.



Grafikon 1. Procentualna pripadnost (%) korisnih biljaka prema porodicama (biljne porodice čiji udio iznosi <1% nisu prikazane)

Graph. 1 Taxonomy of useful plants by percentage (plant families with a percentage <1% are not shown)

Iako postoji mnogo literaturnih izvora u kojima se opisuju korisna svojstva biljaka ipak se neke vrste navode samo jednom, što ukazuje da njihova citiranost i opisivanje u referentnim izvorima nije podjednako zastupljena. Vrste koje se najviše navode u literaturi su: *Urtica dioica* sa 28 navoda, zatim slijede: *Hypericum perforatum* L. (27), *Althaea officinalis* L. (26), *Juniperus communis* L., *Sambucus nigra* L. (26), *Achillea millefolium* L. (25), *Melissa officinalis* L., *Tussilago farfara* L., *Salvia officinalis* L., *Taraxacum campylodes* G.E., Haglund, *Thymus serpyllum* L., *Vaccinium myrtillus* L., (23), *Arctium lappa* L., *Fragaria vesca* L., *Plantago lanceolata* L. (22) itd.

Određeni broj korisnih biljaka se znatno manje navodi u literaturnim izvorima, čak 547 biljaka se pominje u samo 5 izvora (245 u jednom i 302 do 5 izvora). Od 11 do 15 izvora

navodi se 49 vrsta, a od 16 do 20 samo 27 biljaka (Tabela 1). Preko 26 izvora navođenja ima 5 biljnih vrsta, a to su: *Urtica dioica*, *Hypericum perforatum*, *Althaea officinalis*, *Juniperus communis* i *Sambucus nigra*.

Analiza zastupljenosti korisnih biljaka prema literaturnim izvorima pokazuje da su biljne vrste sa ljekovitim svojstvima u velikom broju već svrstane u određene zvanične publikacije i baze. Tako se npr. u Jugoslovenskoj farmakopeji (2000) opisuje 88 vrsta, te u zvaničnim monografijama Svjetske zdravstvene organizacije 62 vrste. U Evropskoj farmakopeji (8 izdanje) evidentirano je 79 vrsta a u Britanskoj farmakopeji (2012) čak 74 vrste. U bazi Plants for a Future (PFAF) od 748 biljnih vrsta, evidentirano je 615 biljaka. One su podjeljene u dvije skupine: jestive i ljekovite. Analizom je konstatovano da 206 (33.5%) biljnih vrsta posjeduje stepen jestivosti 1, a ljekovitosti 153 vrste (24.9%). Najveći stepen jestivosti ima 39 biljaka (6.3%), a ljekovitosti 28 biljaka (4.6%). Neke od vrsta koje se u bazi pominju kao jestive i ljekovite su: *Achillea millefolium* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Ajuga reptans* L., *Allium ursinum* L., *Althaea officinalis* L., *Anthyllis vulneraria* L., *Arbutus unedo* L., *Arctium lappa* L., *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Artemisia absinthium* L., *Artemisia vulgaris* L., *Asparagus officinalis* L., *Berberis vulgaris* L. itd.

Tabela 1. Navođenje korisnih biljnih vrsta prema kategorijama referenci

Table 1. Citations of useful plant species according to the categories of references

Kategorije referenci	Broj vrsta opisan/naveden u izvorima	(%)
1	245	32.8
1-5	302	40.4
6-10	106	14.2
11-15	49	6.6
16-20	27	3.6
21-25	14	1.9
26-30	5	0.7
Ukupno	748	100.00

I pored postojećih podataka o upotrebi biljnih vrsta, još uvijek nije utvrđen konačan broj vrsta koje su korisne i značajne za čovjeka. Podaci o tome se razlikuju u publikacijama i kreću se od 240 ljekovitih kultivisanih vrsta Đurić & Elizar (1964), Grlić (1990) 409 vrsta, Redžić (2006) 308 vrsta, Šarić-Kundalić (2010) oko 228 vrsta, potom 700 vrsta (FARMA, 2010), Tanović (2011) do 66 vrsta itd. Ipak, uvažavajući sva dosadašnja istraživanja i analize provedene kroz rad i inventarizaciju može se konstatovati da na području BiH raste značajan broj biljnih vrsta sa korisnim svojstvima i kao takve predstavljaju važan dio biodiverziteta koji je i najbolji indikator kvaliteta životne sredine i zato ga treba zaštititi uz uvažavanje njihovih specifičnosti (Redžić, 2012). Značajan potencijal ovolikog broja korisnih vrsta se ogleda i na mogućnost njihovog ispitivanja u farmaceutske svrhe, sinteze lijekova te istraživanja aktivnih komponenti. U budućnosti veliki korak predstavlja inventarizacija cjelokupne flore BiH, sa aspekta korisnih biljnih vrsta, potencijala u smislu plantažnog uzgoja i promocije održivog razvoja.

ZAKLJUČAK

Inventarizacijom korisnih biljnih vrsta jasno je da Bosna i Hercegovina predstavlja zemlju sa dugom tradicijom upotrebe biljaka i velikim potencijalom njihovog budućeg korištenja. Veliki udio korisnih vrsta koje pripadaju različitim porodicama i rodovima pokazuje diverzitet ekosistema i biljnih zajednica koje se razvijaju na ovom području. Korisne vrste koje je čovjek prepoznao i umjereno iskorištavao dugi niz godina predstavljaju odraz etnogeneze i dugogodišnje interakcije čovjeka i njegovog okruženja. Spoznavši vrijednosti biljnih vrsta stanovništvo je razvijalo specifične prakse njihove pripreme i očuvanja što je doprinijelo i očuvanju biodiverziteta. Danas više nego ikada, upravo ovakve vrste trebaju zaštitu od prekomjerne eksploatacije i mehanizme pravilnog upravljanja jer čine potencijal koji se može iskoristiti. Konačan rezultat rada predstavlja dobru osnovu za sva buduća istraživanja upotrebe prirodnih resursa, procjene vrijednosti ekosistema i potencijalnog korištenja biljaka.

LITERATURA

- Bešlija, S. (1997): Ljekovito bilje, šumski plodovi i gljive. Zadrugar, Sarajevo
- Bešlija, S. (2000): Sakupljanje i upotreba ljekovitog bilja. Zadrugar, Sarajevo
- Bešlija, S. (2004): Ljekovito bilje Bosne i Hercegovine oranje i upotreba. ARKA Press, Sarajevo.
- Bjelić, V. (2012): Vodič za uzgoj ljekovitog i aromatičnog bilja u Bosni i Hercegovini. Udruženje "GEA" – Centar za istraživanja i studije. Banja Luka.
- British Pharmacopoeia Commission (2009): British Pharmacopoeia 2009 (Issue v. 2). Stationery Office.
- Dunjić, Lj., Pećanac, D. (ed.) (2003): Medicinal plants, Manual for Collectors Based on Principles of Organic Production. Monograph. Bosnia and Herzegovina.
- Đuričić, E., Elizar, S. (1964): Ljekovito i jestivo bilje. Republički zavod za zdravstvenu zaštitu Sarajevo.
- European Pharmacopoeia (8th ed.) (2013): Council of Europe. Volume 1. Strasbourg. Web baza, dostupno na <http://pharneuropa.edqm.eu> (pristup: 23. juli 2021)
- FARMA (2010): Ljekovito i aromatično bilje u Bosni i Hercegovini. Projekat unapređenja poljoprivrednih tržišta, USAID, SIDA (Izveštaj).
- Ferrier, J., Sačiragić, L., Chen, E.C.H., Trakić, S., Saleem, A., Alikadić, E., Cuerrier, A., Balick, M.J., Arnason, J.T., Redžić, S. (2014): Ways the Lukomir highlanders of Bosnia and Herzegovina treat diabetes. In: A. Pieroni, C.L. Quave (eds.), *Ethnobotany and Biocultural Diversities in the Balkans*. Springer Science+Business Media New York. XI: 13-28.
- Ferrier, J., Djefal, S., Porter Morgan, H., Vander Kloet, P.S., Redžić, S., Cuerrier, A., Balick, J.M., Arnason, T. J. (2012): Antiglycation activity of *Vaccinium spp.* (Ericaceae) from the Sam Vander Kloet collection for the treatment of type II diabetes. *NRC Research Press, Botany 90: 401-406 for a healthier world.* (<http://www.pfaf.org/>; Pristup: 20.04.2022).

- Gajić, M., Kilibarda, M. (1968): Prilog ekologiji nekih lekovitih biljaka u šumama severnih padina Vranice (Centralna Bosna). Ljekovite sirovine, Zbornik radova VI, Institut za proučavanje lekovitog bilja u Beogradu, 69-74.
- Gluck, L. (1892): Narodni lijekovi iz bilinstva u Bosni. Glasnik zemaljskog muzeja Sarajevo. Knjiga 2, god IV, Sarajevo.
- Grić, Lj. (1990): Enciklopedija samoniklog jestivog bilja. August Cesarec, Zagreb.
- Grujić-Vasić, J., Pilipović, S., Softić, D., Mehmedagić, A. (2002): Examination of antimicrobial activity water extract root and rhizoma plant sorts *Potentilla speciosa* Willd. and *Potentilla tommasiniana* F. Schultz, Rosaceae. Pharmacia; 13: 35-8.
- Grujić-Vasić, J., Pilipović, S., Bosnić, T., Redžić, S. (2006): Antimicrobial activity od diferent extracts from Rhizome and Root of *Potentilla erecta* L. Raeuschel and *Potentilla alba* L. Rosaceae. Acta Medica Academica 35: 9-14
- Gurda, S., Vojniković, S. (2010): Eterična ulja. Naše šume. No. 18-19, Sarajevo, pp 33-34.
- Hadžović, S., Pilipović, S. (1999): Ljekovito bilje i izrada preparata iz ljekovitog bilja, Šahinpašić, Sarajevo
- Hasanagić, E. (1984): Ljekovito bilje i jetra. Kultivisano i samoniklo ljekovito bilje u zaštiti funkcije jetre i žučne kesice. Četvrto, prerađeno i dopunjeno izdanje. Svijetlost, Sarajevo
- Huml, D., Beus-Huml, M. (1999): Fitoterapija bolesti srca, krvožilja, reumatizma i dišnog sistema. (Prijedlog kompjuterskog programa). Matica Hrvatska Sarajevo, HKDD Sarajevo.
- Huseinović, S., Bektić, S., Čivić, S. (2017): Inventarizacija i upotreba ljekovitog bilja u tradicionalnoj fitoterapiji. "XXII SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI". Zbornik radova, Knjiga 2, Sarajevo
- Kathe, W., Honnef, S., Heym, A. (2003): Medicinal and Aromatic Plants in Albania, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Croatia and Romania, BfN, WWF, TRAFFIC
- Kujundžić, N., Škrobonja, A., Tomić, T. (2006): Plehanska ljekaruša "zbirka lijekova sa zbirkom ljekovitih trava i uputom za pravit meleme i murćefe". Izvorni znanstveni rad. Acta med-hist Adriat; 4(1); 37-70.
- Lakušić, R. (2004): Ljekovite biljke Nacionalnog parka Sutjeska. Nacionalni park Sutjeska. Glas srpski grafika, Banja Luka.
- Lakušić, R., Pavlović, D., Kutleša, L., Abadžić, S. (1979): Prirodni potencijali nekih ljekovitih, vitaminoznih i jestivih biljnih vrsta na planinama oko Prozora. Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu, Vol. XXXI, pp. 95-114
- Marušić, R. (1984): Ljekovitim biljem do zdravlja. Izdavačko knjižarska radna organizacija Mladost. Zagreb
- Murtić, S., Čivić, H., Huseinbegović, N., Kolečka, I., Muminović, Š., Ašimović, Z. (2014): Antioxidant capacity and total phenol content in the extract of leaves of some medicinal plants. Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta, Univerziteta u Sarajevu God. LIX, broj 64/2: 7-15

- Paić-Vukić, T. (2003): Biljno i čudotvorno liječenje prema rukopisima sarajevskog kadije Mustafe Muhibbija. *Etnološka tribina* 26, Vol. 33, str. 9-21.
- Pelagić, V. (1983): Pelagićev narodni učitelj. Četvrto izdanje. Edicija, Beograd
- Pezo, I. (2003): Pluća i biljke. Megamedic, Bemust, Sarajevo
- PFAF (2006): Plants For A Future. Edible, medicinal and useful plants (<https://pfaf.org/>; pristup: 20.04.2022)
- Ph.Jug.V (2000): Jugoslovenska farmakopeja 2000, 5. izd. (Ph.Jug.V) prilagođeni prevod Evropske farmakopeje iz 1997. (Ph. Eur. III). Savezni zavod za zaštitu i unapređenje zdravlja, Beograd.
- Redžić, S. (2006): Wild edible plants and their traditional use in the human nutrition in Bosnia and Herzegovina. *Ecology of Food and Food Nutrition*, 45, 189-232.
- Redžić, S. (2007): The Ecological Aspect of Ethnobotany and Ethnopharmacology of Population in Bosnia and Herzegovina. *Collegium Anropologicum* 31, 869-890.
- Redžić, S. (2010a): Use of wild and semi-wild edible plants in nutrition and survival of people in 1430 days of siege of Sarajevo during the war in Bosnia and Herzegovina (1992-1995). *Collegium Anropologicum* 34 (2), 159-178.
- Redžić, S. (2010b): Wild Medicinal Plants and Their Usage in traditional Human Therapy (Southern Bosnia and Herzegovina, W. Balkan). *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 4(11), pp. 1003-1027.
- Redžić, S. (2012): Biodiverzitet Bosne i Hercegovine - stanje, mogućnosti upotrebe i neophodnost održivog upravljanja. Drugi međunarodni kolokvijum „BIODIVERZITET-TEORIJSKI I PRAKTIČNI ASPEKTI“, Posebna izdanja CXLVIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka; Zbornik radova 22, 47-70.
- Redžić, S., Barudanović, S., Pilipovic, S. (2010): Wild Mushrooms and Lichens used as Human Food for Survival in War Conditions; Podrinje - Zepa Region (Bosnia and Herzegovina, W. Balkan). *Human Ecology Review*, Vol. 17, No. 2 175-187.
- Redžić, S., Lakušić, R., Tokić, S. (1991): Ljekovite biljke u nekim ekosistemima doline rijeke Une. *Bilten društva ekologa Bosne i Hercegovine*, ser B, br. 6:155-159.
- Rogić, R. (2014): Antioksidacijska svojstva nekih biljnih svojti s područja Blidinja (Bosna i Hercegovina). Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovnomatematički fakultet, Biološki odsjek. Zagreb
- Sadiković, S. (1989): Narodno zdravlje. Svjetlost Sarajevo.
- Saličinović, A., Tanović, N. (2006): Atlas ljekovitog bilja i gljiva Bosne i Hercegovine. Bemust, Sarajevo.
- Šarić, T. (1978): Atlas korova. "Svjetlost", Sarajevo.
- Šarić-Kundalić, B., Dobeš, C., Klatter-Asselmeyer V., Saukel, J. (2010a): Ethnobotanical study on medicinal use of wild and cultivated plants in middle, south and west Bosnia and Herzegovina. *Journal of Ethnopharmacology* 131, 33-55.

- Šarić-Kundalić, B., Fritz, E., Dobeš, Ch., Saukel, J. (2010b): Traditional medicine in the pristine village of Prokoško Lake on Vranica Mountain, Bosnia and Herzegovina. *Sci Pharm.* 2010; 78: 275–290.
- Šarić-Kundalić, B., Dobeš, Ch., Klatte-Asselmeyer, V., Saukel, J. (2011): Ethnobotanical survey of traditionally used plants in human therapy of east, north and north-east Bosnia and Herzegovina. *Journal of ethnopharmacology* 133(3): 1051-76.
- Šarić-Kundalić, B., Mazic, M., Djerzic, S., Kerleta-Tuzovic, V. (2016): Ethnobotanical study on medicinal use of wild and cultivated plants on Konjuh Mountain, North-East Bosnia and Herzegovina. *Technics technologies education management, Journal of Society for development of teaching and business processes in new net environment in B&H, Volume 11, 208-221.*
- Šoljan, D. (2000): *Kormofiti kao biološki resursi. Univerzitetska knjiga. Studentska štamparija Univerziteta.*
- Tahirović, A., Čopra-Janićijević, A., Bašić, N., Vidic, D., Klepo, L., Delić, D. (2012): Determination of Vitamin C in some Bosnian *Crataegus* L. species by spectrophotometric method. *Works of Faculty of Forestry University of Sarajevo*, 42(1): 43-55.
- Tanović, N. (2011): Identifikacija ljekovitih biljnih vrsta FBiH, (Završni izvještaj). Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, Sarajevo.
- Tanović, N., Hadživadić, S., Đelilović, M. (1998): *Atlas ljekovitog bilja. DD" Fojnica", Fojnica*
- The Plant List (2013). Version 1.1.; <http://www.theplantlist.org> (pristup: 20.04.2022)
- Trako, S. (1984a): Jedan domaći farmakološki rukopis iz zbirke manuskripta Orijentalnog instituta u Sarajevu, *Anali GHB, Knjiga XI-XII, str. 261-267.*
- Trako, S. (1984b): Katalog rukopisa iz medicine, farmakologije i higijene u Orijentalnom institutu u Sarajevu. *POF XXXII-XXXIII, Sarajevo, 199-265.*
- Turrill, W. B. (1929): *The plant-life of the Balkan Peninsula: a phytogeographical study. Clarendon*
- Udruženje građana za ljekovito i aromatično bilje i njihove proizvode FBiH (2012): Studija „Razvoj herbalnog sektora u Federaciji Bosne i Hercegovine „Crvena knjiga“ - Faza I. Sarajevo
- Vojniković, S., Balić, B., Višnjic, Č. (2013): Održivo korištenje ljekovitog, jestivog, i aromatskog šumskog bilja. *Univerzitet u Sarajevu. Šumarski fakultet.*
- Vuletić-Vuksanović, V. (1896): *Narodna kuća ili dom s pokućanstvom u Dalmaciji, u Hercegovini i u Bosni. Zbornik za narodni život i običaje. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti. Zagreb.*
- WHO Institutional Repository for Information Sharing (IRIS) (2022): <http://whqlibdoc.who.int> (pristup: 15.04.2022)
- World Health Organization, (1999): *WHO monographs on selected medicinal plants. Vol. 1. World Health Organization, Geneva. Dostupno na: https://apps.who.int/iris/handle/10665/42052* (pristup: 20.04. 2022)

- World Health Organization, (2002): WHO monographs on selected medicinal plants. Vol. 2. World Health Organization, Geneva. Dostupno na: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42052> (pristup: 20.04. 2022)
- World Health Organization, (2007): WHO monographs on selected medicinal plants. Vol. 3. World Health Organization, Geneva. Dostupno na: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42052> (pristup: 20.04. 2022)
- World Health Organization, (2009): WHO monographs on selected medicinal plants. Vol. 4. World Health Organization, Geneva. Dostupno na: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42052> (pristup: 20.04. 2022)
- Zovko, I. (1896a): Bolesti i lijekovi po Bosni i Hercegovini: narodno liječništvo. Zbornik za narodni život i običaje, Knjiga 1. Jugoslovenska akademija znanosti i umjetnosti. Zagreb.
- Zovko, I. (1896b): Narodna jela i pića po Bosni i Hercegovini: Zbornik za narodni život i običaje, Knjiga 1. Jugoslovenska akademija znanosti i umjetnosti. Zagreb.

INVENTORY OF USEFUL PLANT SPECIES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

For the purposes of the inventory, an analysis of 55 literature sources of useful plant species in the households of the population of Bosnia and Herzegovina was performed. A total number of 748 plant species have been identified. According to the taxonomy, they are classified into 112 families and 418 genera. The most numerous families within which useful species are cited are: Compositae, Rosaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Ranunculaceae and Poaceae. The useful species are mostly used in treatment and nutrition. Some of them are also used in the production of drugs, so they are described in pharmacopoeias such as: the Yugoslav Pharmacopoeia (2000) describing 88 species, the WHO's monographs on medicinal plants describing 62 species, the European Pharmacopoeia (8th edition) with 79 plants. Useful species with the most citations in the literature are: *Urtica dioica*, *Hypericum perforatum*, *Althaea officinalis*, *Juniperus communis* and *Sambucus nigra*. Bosnia and Herzegovina is a country with a high diversity of useful plants and significant potential that can be used in the future. A large number of publications indicate that the population throughout history has used biodiversity and natural resources in a traditional and sustainable way. The results are the basis for future research on sustainable management, promotion of natural values, useful plants and and conservation of biodiversity in BiH.

Key words: *inventory, useful plants, biodiversity, medicinal plants, sustainable use*

Prilog

Tabela 2. Sintetska tabela korisnih vrsta opisanih u prikupljenim publikacijama

Table 2. Synthetic table of useful plants described in the collected publications

Naziv vrste (Izvor) Br. referenci

<i>Urtica dioica</i> L. (Redžić, 2007), 28	<i>Gentiana lutea</i> L. (Sadiković, 1989), 16
<i>Hypericum perforatum</i> L. (Redžić, 2010b), 27	<i>Inula helenium</i> L. (Redžić, 2006), 16
<i>Althaea officinalis</i> L. (Redžić, 2010b), 26	<i>Prunus spinosa</i> L. (Redžić, 2006), 16
<i>Juniperus communis</i> L. (Redžić, 2006), 26	<i>Satureja montana</i> L. (Redžić, 2007), 16
<i>Sambucus nigra</i> L. (Bešlija, 2000), 26	<i>Viscum album</i> L. (Redžić, 2007), 16
<i>Achillea millefolium</i> L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 1, 1999), 25	<i>Carum carvi</i> L. (Redžić, 2006), 15
<i>Melissa officinalis</i> L. (Redžić, 2007), 24	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop. (Sadiković, 1989), 15
<i>Tussilago farfara</i> L. (Redžić, 2010b), 24	<i>Polygonum aviculare</i> L. (Redžić, 2006), 15
<i>Salvia officinalis</i> L. (Redžić, 2010b), 23	<i>Sambucus ebulus</i> L. (Redžić, 2006), 15
<i>Taraxacum campyloides</i> G.E.H. (Redžić, 2007), 23	<i>Allium sativum</i> L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 14
<i>Thymus serpyllum</i> (Redžić, 2007), 23	<i>Artemisia vulgaris</i> L. (Redžić, 2007), 14
<i>Vaccinium myrtillus</i> L. (Redžić, 2006), 23	<i>Chelidonium majus</i> L. (Redžić, 2007), 14
<i>Arctium lappa</i> L. (Rogić, 2014), 22	<i>Glechoma hederacea</i> L. (Redžić, 2007), 14
<i>Fragaria vesca</i> L. (Redžić, 2007), 22	<i>Mentha pulegium</i> L. (Redžić, 2007), 14
<i>Plantago lanceolata</i> L. (Redžić, 2006), 22	<i>Origanum vulgare</i> L. (Redžić, 2006), 14
<i>Artemisia absinthium</i> L. (Redžić, 2010b), 21	<i>Teucrium chamaedrys</i> L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 14
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. (Redžić, 2007), 21	<i>Teucrium montanum</i> L. (Redžić, 2007), 14
<i>Rosa canina</i> L. (Redžić, 2007), 21	<i>Acorus calamus</i> L. (Redžić, 2007), 13
<i>Symphytum officinale</i> L. (Redžić, 2007), 21	<i>Arnica montana</i> L. (Lakušić, 2004), 13
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) (Redžić, 2006), 20	<i>Bellis perennis</i> L. (Lakušić, 2004), 13
<i>Matricaria chamomilla</i> L. (Lakušić, 2004), 20	<i>Juglans regia</i> L. (Redžić, 2007), 13
<i>Primula veris</i> L. (Redžić, 2006), 20	<i>Polypodium vulgare</i> L. (Lakušić, 2004), 13
<i>Betula pendula</i> Roth (Redžić, 2006), 19	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 13
<i>Centaurium erythraea</i> Rafn (Šoljan, 2000), 19	<i>Ocimum basilicum</i> L. (Marušić, 1984), 13
<i>Cetraria islandica</i> (L.) Acharius (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 19 (lišaj)	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss (Marušić, 1984), 13
<i>Cichorium intybus</i> L. (Redžić, 2007), 19	<i>Pulmonaria officinalis</i> L. (Redžić, 2006), 13
<i>Equisetum arvense</i> L. (Redžić, 2007), 19	<i>Salix alba</i> L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 13
<i>Frangula alnus</i> Mill. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 19	<i>Saponaria officinalis</i> L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 13
<i>Hedera helix</i> L. (Redžić, 2007), 19	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop. (Pieroni & Quave, 2014), 13
<i>Malva sylvestris</i> L. (Redžić, 2006), 19	<i>Allium ursinum</i> L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 12
<i>Plantago major</i> L. (Redžić, 2006), 19	<i>Anacamptis morio</i> (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase (Redžić, 2006), 12
<i>Rubus idaeus</i> L. (Lakušić, et al., 1979), 19	<i>Carlina acaulis</i> L. (Redžić, 2007), 12
<i>Valeriana officinalis</i> L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 19	<i>Cornus mas</i> L. (Redžić, 2006), 2
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch. (Redžić, 2006), 18	<i>Daucus carota</i> L. (Redžić, 2006), 12
<i>Rubus vestitus</i> Weihe (Redžić, 2006), 18	<i>Hyssopus officinalis</i> L. (Redžić, 2007), 12
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. (Redžić, 2007), 17	<i>Pinus sylvestris</i> L. (Redžić, 2006), 12
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 17	<i>Plantago media</i> L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 12
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill. (Redžić, 2006), 17	<i>Prunus avium</i> (L.) L. (Lakušić, 2004), 12
<i>Ononis spinosa</i> L. (Šoljan, 2000), 17	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (Sadiković, 1989), 12
<i>Verbascum thapsus</i> L. (Redžić, 2007), 17	<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trevis. (Redžić, 2006), 12
<i>Viola odorata</i> L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 17	<i>Trifolium pratense</i> L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 12
	<i>Abies alba</i> Mill. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 11
	<i>Aesculus hippocastanum</i> L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 11
	<i>Agrimonia eupatoria</i> L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 11
	<i>Allium cepa</i> L. (Gluck, 1892), 11
	<i>Berberis vulgaris</i> L. (Redžić, 2006), 11

- Colchicum autumnale* L. (Kathe, Honnef & Heym, 2003), 11
Filipendula ulmaria (L.) Maxim. (Redžić, 2006), 11
Glycyrrhiza glabra L. (Redžić, 2007), 11
Helichrysum italicum (Roth) G.Don (Bešlija, 1997), 11
Mentha × piperita L. (Salčinović & Tanović, 2006), 11
Mentha arvensis L. (Redžić, 2006), 11
Papaver rhoeas L. (Lakušić, 2004), 11
Vaccinium vitis-idaea L. (Redžić, 2006), 11
Armoracia rusticana P.Gaertn., B.Mey. & Scherb. (Salčinović & Tanović, 2006), 10
Calendula officinalis L. (Marušić, 1984), 10
Corylus avellana L. (Redžić, 2006), 10
Humulus lupulus L. (Redžić, 2006), 10
Lavandula angustifolia Mill. (Salčinović & Tanović, 2006), 10
Linum usitatissimum L. (Sadiković, 1989), 10
Mentha longifolia (L.) L. (Redžić, 2006), 10
Menyanthes trifoliata L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 10
Olea europaea L. (Marušić, 1984), 10
Paeonia officinalis L. (Sadiković, 1989), 10
Pescicaria bistorta (L.) Samp. (Redžić, 2006), 10
Picea abies (L.) H.Karst. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 10
Pimpinella anisum L. (Sadiković, 1989), 10
Pimpinella saxifraga L. (Redžić, 2006), 10
Punica granatum L. (Redžić, 2006), 10
Quercus robur L. (Redžić, 2006), 10
Tilia cordata Mill. (Redžić, 2007), 10
Vitis vinifera L. (Pieroni & Quave, 2014), 10
Anethum graveolens L. (Sadiković, 1989), 9
Asarum europaeum L. (Salčinović & Tanović, 2006), 9
Euphrasia rostkoviana Hayne (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 9
Fraxinus ornus L. (Redžić et al., 1991), 9
Fumaria officinalis L. (Pelagić, 1983), 9
Geum urbanum Hook. (Sadiković, 1989), 9
Melilotus officinalis (L.) Pall. (Redžić, 2006), 9
Prunus domestica L. (Huseinović & Bektić, 2017), 9
Robinia pseudoacacia L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 9
Sempervivum tectorum L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 9
Trifolium repens L. (Redžić, 2010a), 9
Veratrum album L. (Lakušić, 2004), 9
Viola tricolor L. (Bešlija, 2004), 9
Angelica archangelica L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 8
Anthyllis vulneraria L. (Lakušić, 2004), 8
Asparagus officinalis L. (Vojniković, Balić & Višnjić, 2013), 8
Atropa belladonna L. (Lakušić, 2004), 8
Calluna vulgaris (L.) Hull (Redžić, 2006), 8
Convallaria majalis L. (Lakušić, 2004), 8
Dryopteris filix-mas (L.) Schott (Gluck, 1892), 8
Fraxinus excelsior L. (Redžić, 2006), 8
Galium verum L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 8
Marrubium vulgare L. (Redžić, 2006), 8
Pinus nigra J.F.Arnold (Redžić, 2006), 8
Quercus petraea (Matt.) Liebl. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 8
Rumex acetosa L. (Pelagić, 1983), 8
Rumex crispus L. (Šarić-Kundalić, et al., 2016), 8
Ruta graveolens L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 8
Salvia pratensis L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 8
Satureja subspicata Bartl. ex Vis. (Redžić et al., 1991), 8
Thymus pulegioides L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 3, 2007), 8
Zea mays L. (Huseinović & Bektić, 2017), 8
Alchemilla xanthochlora Rothm. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 3, 2007), 7
Brassica nigra (L.) K.Koch (Redžić, 2010a), 7
Calendula arvensis M.Bieb. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 3, 2007), 7
Castanea sativa Mill. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 3, 2007), 7
Cyanus segetum Hill (Šarić, 1978), 7
Cydonia oblonga Mill. (Huseinović & Bektić, 2017), 7
Datura stramonium L. (Pelagić, 1983), 7
Gentiana lutea subsp. *symphyandra* (Murb.) Hayek (Šarić-Kundalić et al., 2011), 7
Heracleum sphondylium L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 7
Herniaria glabra L. (Lakušić, 2004), 7
Hyoscyamus niger L. (Lakušić, 2004), 7
Iris × germanica L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 7
Levisticum officinale W.D.J.Koch (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 7
Lycopodium clavatum L. (Studija „Razvoj herbalnog sektora u Federaciji Bosne i Hercegovine „Crvena knjiga“ - Faza I), 7
Mentha × piperita L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 7
Nasturtium officinale R.Br. (Šoljan, 2000), 7
Nepeta cataria L. (Pezo, 2003), 7
Pinus mugo Turra (Huml & Beus-Huml, 1999), 7
Raphanus raphanistrum subsp. *sativus* (L.) Domin (Šarić-Kundalić, et al., 2016), 7
Ruscus aculeatus L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 7
Stellaria media (L.) Vill. (Šarić, 1978), 7
Valeriana montana L. (Kathe, Honnef & Heym, 2003), 7
Verbena officinalis L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 7

- Antennaria dioica* (L.) Gaertn. (Huml & Beus-Huml, 1999), 6
- Artemisia abrotanum* L. (Lakušić, 2004), 6
- Borago officinalis* L. (Hasanagić, 1984), 6
- Brassica oleracea* L. (Huseinović & Bektić, 2017), 6
- Citrus limon* (L.) Osbeck (Šarić-Kundalić et al., 2011), 6
- Cotinus coggygria* Scop. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 2, 2002), 6
- Cynoglossum officinale* L. (Pelagić, 1983), 6
- Fagus sylvatica* L. (Trako, 1984a), 6
- Ficus carica* L. (Marušić, 1984), 6
- Linaria vulgaris* Mill. (Lakušić, 2004), 6
- Morus alba* L. (Redžić, 2006), 6
- Petasites hybridus* (L.) "G.Gaertn., B.Mey. & Scherb." (Šarić-Kundalić et al., 2011), 6
- Phaseolus vulgaris* L. (Huseinović & Bektić, 2017), 6
- Pilosella officinarum* Vaill. (Redžić, 2007), 6
- Pinus peuce* Griseb. (Vojniković, Balić & Višnjić, 2013), 6
- Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce (Redžić, 2006), 6
- Potentilla reptans* L. (Sadiković, 1989), 6
- Raphanus raphanistrum* L. (Redžić, 2010a), 6
- Rhannus cathartica* L. (Sadiković, 1989), 6
- Ribes nigrum* L. (Salčinović & Tanović, 2006), 6
- Ribes uva-crispa* L. (Lakušić, et al., 1979), 6
- Sanicula europaea* L. (Redžić, 2006), 6
- Sedum acre* L. (Redžić, 2007), 6
- Sempervivum globiferum* subsp. *hirtum* (L.) 't Hart & Bleij (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 6
- Silene vulgaris* (Moench) Garcke (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 6
- Sinapis arvensis* L. (Redžić, 2006), 6
- Solanum americanum* Mill. (Redžić, 2006), 6
- Solanum tuberosum* L. (Pieron & Quave, 2014), 6
- Tanacetum vulgare* L. (Redžić, 2006), 6
- Thymus vulgaris* L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 6
- Verbascum phlomoides* L. (Lakušić, 2004), 6
- Veronica officinalis* L. (Sadiković, 1989), 6
- Zingiber officinale* Roscoe (Kovač, 2000), 6
- Allium ampeloprasum* L. (Hasanagić, 1984), 5
- Anagallis arvensis* L. (Salčinović & Tanović, 2006), 5
- Angelica sylvestris* L. (Marušić, 1984), 5
- Arum maculatum* L. (Trako, 1984a), 5
- Asplenium scolopendrium* L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 5
- Capsicum annuum* L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 3, 2007), 5
- Centaurea benedicta* (L.) L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 5
- Clinopodium thymifolium* (Scop.) Kuntze (Redžić, 2007), 5
- Cucurbita pepo* L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 3, 2007), 5
- Digitalis lanata* Ehrh. (Huml & Beus-Huml, 1999), 5
- Filipendula vulgaris* Moench (Šarić-Kundalić et al., 2011), 5
- Galeopsis segetum* Neck. (Redžić, 2006), 5
- Galium aparine* L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 5
- Geranium robertianum* L. (Lakušić, 2004), 5
- Juniperus oxycedrus* L. (Lakušić, et al., 1979), 5
- Larix decidua* Mill. (Huml & Beus-Huml, 1999), 5
- Lythrum salicaria* L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 5
- Mentha spicata* L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 5
- Morus nigra* L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 3, 2007), 5
- Oxalis acetosella* L. (Šoljan, 2000), 5
- Pastinaca sativa* L. (Redžić, 2006), 5
- Persicaria maculosa* Gray (Huml & Beus-Huml, 1999), 5
- Pinus heldreichii* Christ (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 5
- Primula vulgaris* Huds. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 5
- Prunella vulgaris* L. (Redžić, 2006), 5
- Prunus cerasus* L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 5
- Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (Šoljan, 2000), 5
- Quercus cerris* L. (Redžić, 2006), 5
- Quercus pubescens* Willd. (Redžić, 2006), 5
- Salix purpurea* L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 5
- Silybum marianum* (L.) Gaertn. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 5
- Sisymbrium officinale* (L.) Scop. (Redžić, 2006), 5
- Solanum dulcamara* L. (Lakušić, 2004), 5
- Solidago virgaurea* L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 5
- Sorbus aucuparia* L. (Lakušić, 2004), 5
- Tilia tomentosa* Moench (Bjelčić, 2012), 5
- Triticum aestivum* L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 5
- Vinca minor* L. (Gluck, 1892), 5
- Vitex agnus-castus* L. (Salčinović & Tanović, 2006), 5
- Achillea nobilis* L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 4
- Amaranthus retroflexus* L. (Redžić, 2010a), 4
- Anchusa officinalis* L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 4
- Apium graveolens* L. (Bešlija, 2004), 4
- Avena sativa* L. (Marušić, 1984), 4
- Cannabis sativa* L. (Gluck, 1892), 4
- Chenopodium album* L. (Redžić, 2010a), 4
- Citrus × aurantium* L. (Trako, 1984b), 4
- Cochlearia officinalis* L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 4
- Dictamnus albus* L. (Gluck, 1892), 4
- Dioscorea communis* (L.) Caddick & (Redžić, 2006), 4
- Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br. (Redžić, 2006), 4
- Helleborus odorus* Waldst. & Kit. ex Willd. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 4
- Herniaria hirsuta* L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 4

- Hordeum vulgare* L. (Gluck, 1892), 4
Juniperus sabina L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 4
Lamium purpureum L. (Redžić, 2010a), 4
Lathyrus tuberosus L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 4
Laurus nobilis L. (Vojniković, Balić & Višnjić, 2013), 4
Lavandula angustifolia subsp. *pyrenaica* (DC.) Guinea (Bešlija, 2004), 4
Leonurus cardiaca L. (Salčinović & Tanović, 2006), 4
Lysimachia nummularia L. (Gluck, 1892), 4
Malus domestica Borkh. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 4
Malva moschata L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 4
Matricaria discoidea DC. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 4
Medicago sativa L. (Redžić, 2010a), 4
Melittis melissophyllum L. (Redžić, 2006), 4
Mentha aquatica L. (Šoljan, 2000), 4
Nicotiana tabacum L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 4
Nymphaea alba L. (Marušić, 1984), 4
Paliurus spina-christi Mill. (Redžić, 2007), 4
Physalis alkekengi L. (Redžić, 2006), 4
Portulaca oleracea L. (Šoljan, 2000), 4
Potentilla anserina L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 4
Prunus armeniaca L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 3, 2007), 4
Prunus persica (L.) Batsch (Huml & Beus-Huml, 1999), 4
Pyrus communis subsp. *communis* (Lakušić, 2004), 4
Rhamnus alpina subsp. *fallax* (Boiss.) Maire & Petitm. (Lakušić, 2004), 4
Ribes rubrum L. (Marušić, 1984), 4
Salix × fragilis L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 4
Sanguisorba minor Scop. (Redžić, 2006), 4
Sanguisorba officinalis L. (Redžić, 2006), 4
Satureja hortensis L. (Gluck, 1892), 4
Solanum lycopersicum L. (Hasanagić, 1984), 4
Tanacetum balsamita L. (Gluck, 1892), 4
Teucrium arduinii L. (Redžić, 2007), 4
Teucrium polium L. (Redžić, 2007), 4
Trigonella foenum-graecum L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 4
Viburnum opulus L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 4
Viola arvensis Murray (Lakušić, 2004), 4
Viola elegantula Schott (Redžić, 2006), 4
Achillea collina (Becker ex Rchb.f.) Heimerl (Šarić-Kundalić et al., 2010b), 3
Adiantum capillus-veneris L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 3
Aegopodium podagraria L. (Redžić, 2010a), 3
Ajuga reptans L. (Šarić, 1978), 3
Alcea rosea L. (Sadiković, 1989), 3
Alliaria petiolata (M.Bieb.) Cavara & Grande (Redžić, 2010a), 3
Anacamptis pyramidalis (L.) Rich. (Redžić, 2006), 3
Atriplex hortensis L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 3
Barbarea vulgaris R.Br. (Redžić, 2010a), 3
Beta vulgaris L. (Dunjić et al., 2003), 3
Calystegia sepium (L.) R. Br. (Pelagić, 1983), 3
Ceratonia siliqua L. (Gluck, 1892), 3
Ceterach officinarum Willd. (Redžić et al., 1991), 3
Cicer arietinum L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 2, 2002), 3
Cichorium endivia L. (Trako, 1984b), 3
Clinopodium nepeta subsp. *glandulosum* (Req.) Govaerts (Redžić, 2007), 3
Crataegus × polyacantha Jan (Bešlija, 2004), 3
Crataegus laevigata (Poir.) DC. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 3
Crataegus pentagyna Waldst. & Kit. ex Willd. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 3
Crocus sativus L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 3
Cucumis sativus L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 3
Cyclamen purpurascens Mill. (Gluck, 1892), 3
Cynodon dactylon (L.) Pers. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 3
Digitalis grandiflora Mill. (Kovač, 2000), 3
Digitalis purpurea L. (Pelagić, 1983), 3
Drimia maritima (L.) Stearn (Hasanagić, 1984), 3
Drosera rotundifolia L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 3
Echinacea angustifolia DC. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 3
Epilobium angustifolium L. (Šoljan, 2000), 3
Eryngium campestre L. (Redžić, 2006), 3
Ficaria verna Huds. (Bešlija, 2004), 3
Gentiana asclepiadea L. (Lakušić, 2004), 3
Geranium macrorrhizum L. (Redžić, 2007), 3
Glechoma hirsuta Waldst. & Kit. Lakušić, 2004), 3
Helianthus annuus L. (Kovač, 2000), 3
Hepatica nobilis Mill. (Lakušić, 2004), 3
Indigofera tinctoria L. (Trako, 1984b), 3
Lepidium draba L. (Redžić, 2010a), 3
Leucojum aestivum L., (Trako, 1984b), 3
Lolium perenne L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 3
Lotus corniculatus L., (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 3
Nigella sativa L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 2, 2002), 3
Nuphar lutea (L.) Sm. (Redžić, 2006), 3
Ononis spinosa subsp. *hircina* (Jacq.) Gams (Šarić-Kundalić et al., 2011), 3
Petasites albus (L.) Gaertn (Šoljan, 2000), 3

- Picea glauca* (Moench) Voss (Šarić-Kundalić et al., 2011), 3
- Pimpinella major* (L.) Huds. (Sadiković, 1989), 3
- Piper nigrum* L. (Hasanagić, 1984), 3
- Pistacia lentiscus* L. (Redžić, 2006), 3
- Platanthera bifolia* (L.) Rich. (Redžić, 2006), 3
- Populus nigra* L. (Bešlija, 2004), 3
- Populus tremula* L. (Vojniković, Balić & Višnjić, 2013), 3
- Primula elatior* (L.) Hill (Kovač, 2000), 3
- Prunus amygdalus* Stokes (Hasanagić, 1984), 3
- Pyrus communis* L. (Pelagić, 1983), 3
- Reynoutria japonica* Houtt. (Redžić, 2010a), 3
- Rosa arvensis* Huds. (Redžić, 2010a), 3
- Rubus caesius* L. (Šarić, 1978), 3
- Rumex acetosella* L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 3
- Rumex obtusifolius* L. (Šarić, 1978), 3
- Rumex patientia* L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 3
- Salix caprea* L. (Marušić, 1984), 3
- Salvia grandifolia* W.W.Sm. (Šarić-Kundalić et al., 2010b), 3
- Secale cereale* L. (Pelagić, 1983), 3
- Senna alexandrina* Mill. (Kovač, 2000), 3
- Sonchus oleraceus* (L.) L. (Redžić, 2010a), 3
- Sorbus torminalis* (L.) Crantz (Redžić, 2006), 3
- Succisa pratensis* Moench (Gluck, 1892), 3
- Taxus baccata* L. (Redžić, 2006), 3
- Teucrium scordium* L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 3
- Thlaspi arvense* L. (Redžić, 2010a), 3
- Tilia × euchlora* K.Koch (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 3, 2007), 3
- Trifolium hybridum* L. Leguminosae (Redžić, 2006), 3
- Trifolium pannonicum* Jacq. (Redžić, 2006), 3
- Urtica galeopsifolia* J.Jacq. ex Blume (Šarić-Kundalić et al., 2010b), 3
- Urtica urens* L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 3
- Viola biflora* L. (Redžić, 2006), 3
- Fucus vesiculosus* Linnaeus (Huml & Beus-Huml, 1999), 1 (alga)
- Acer pseudoplatanus* L. (Lakušić, 2004), 2
- Aconitum napellus* L. (Redžić, 2007), 2
- Aconitum toxicum* Rchb. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
- Allium vineale* L. (Trako, 1984a), 2
- Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (Trako, 1984a), 2
- Ammi visnaga* (L.) Lam. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 2
- Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm. (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
- Arbutus unedo* L. (Vojniković, Balić & Višnjić, 2013), 2
- Artemisia laciniata* Willd. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
- Asphodelus albus* Mill. (Šoljan, 2000), 2
- Ballota nigra* L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
- Betula pubescens* Ehrh. (Kovač, 2000), 2
- Bidens tripartita* L., (Šarić, 1978), 2
- Bituminaria bituminosa* (L.) C.H.Stirt. (Redžić, 2006), 2
- Bryonia alba* L. (Pelagić, 1983), 2
- Buxus sempervirens* L., (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
- Campanula pyramidalis* L. (Redžić et al., 1991), 2
- Campanula rapunculoides* L. (Šoljan, 2000), 2
- Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L.Andersson (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 2
- Cardamine pratensis* L. (Šoljan, 2000), 2
- Celtis australis* L. (Vojniković, Balić & Višnjić, 2013), 2
- Chenopodium bonus-henricus* L. (Šoljan, 2000), 2
- Cinnamomum verum* J.Presl (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 2
- Cirsium oleraceum* (L.) Scop. (Šoljan, 2000), 2
- Citrullus colocynthis* (L.) Schrad. (Šarić-Kundalić, et al., 2016), 2
- Citrus medica* L. (Kovač, 2000), 2
- Coffea arabica* L. (Pelagić, 1983), 2
- Conium maculatum* L. (Pelagić, 1983), 2
- Consolida regalis* Gray (Pelagić, 1983), 2
- Convolvulus arvensis* L. (Trako, 1984a), 2
- Coriandrum sativum* L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 2
- Corydalis cava* (L.) Schweigg. & Körte (Pelagić, 1983), 2
- Crocus imperati* Ten. (Redžić, 2006), 2
- Cupressus × leylandii* A.B.Jacks. & Dallim. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
- Cynara scolymus* L. (Hasanagić, 1984), 2
- Cytisus scoparius* (L.) Link (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
- Dipsacus fullonum* L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 2
- Echinacea purpurea* (L.) (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 2
- Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim.) Maxim. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 2
- Ephedra distachya* subsp. *helvetica* (C.A.Mey.) Asch. & Graebn. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 2
- Equisetum telmateia* Ehrh. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
- Erigeron canadensis* L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
- Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. (Šarić, 1978), 2
- Eryngium amethystinum* L. (Redžić, 2010a), 2
- Erythronium dens-canis* L. (Šoljan, 2000), 2
- Eupatorium cannabinum* L. (Hasanagić, 1984), 2

- Euphorbia lathyris* L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 2
Fagopyrum esculentum Moench (Huseinović & Bektić, 2017), 2
Galanthus nivalis L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 2
Galega officinalis L. (Redžić, 2006), 2
Genista tinctoria L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
Gentiana cruciata L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 2
Gentiana punctata L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Geum montanum L. (Šarić-Kundalić et al., 2010b), 2
Geum rivale L. (Lakušić, 2004), 2
Ginkgo biloba L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 2
Gratiola officinalis L. (Hasanagić, 1984), 2
Helianthus tuberosus L. (Redžić, 2010a), 2
Hypericum montanum L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Hypericum tetrapterum Fr. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Iris florentina L. (Kovač, 2000), 2
Juniperus chinensis L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Juniperus excelsa M.Bieb. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Lamium album L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
Lamium maculatum (L.) L. (Redžić, 2010a), 2
Lapsana communis L. (Lakušić, 2004), 2
Lavandula stoechas L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Leucanthemum vulgare (Vaill.) Lam (Redžić, 2010a), 2
Ligustrum vulgare L. (Pelagić, 1983), 2
Lilium candidum L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 2
Lilium martagon L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 2
Loranthus europaeus Jacq. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Malva neglecta Wallr. (Redžić, 2010a), 2
Marrubium incanum Desr. (Marušić, 1984), 2
Mentha × gentilis L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Mentha × rotundifolia (L.) Huds. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Mentha × verticillata L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Mentha × villosa Huds. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Mentha × gentilis L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Mespilis germanica L. (Šarić-Kundalić, et al., 2016), 2
Myrrhis odorata (L.) Scop. (Vojniković, Balić & Višnjić, 2013), 2
Myrtus communis L. (Vojniković, Balić & Višnjić, 2013), 2
Narcissus pseudonarcissus L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 2
Oenanthe aquatica (L.) Poir. (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
Onopordum acanthium L. (Šoljan, 2000), 2
Ophrys sphegodes Mill. (Kovač, 2000), 2
Orchis simia Lam (Kovač, 2000), 2
Origanum majorana L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
Parietaria officinalis L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 2
Passiflora edulis Sims (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 2
Persicaria hydropiper (L.) Delarbre (Redžić, 2006), 2
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud. (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
Picea omorika (Pancic) Purk. (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
Plantago reniformis Beck (Lakušić, 2004), 2
Polygala amara L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
Polygala senega L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 2
Polygala vulgaris L. (Pelagić, 1983), 2
Potentilla recta L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Prunus cerasifera Ehrh. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 2, 2002), 2
Prunus padus L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
Quercus ilex L. (Gluck, 1892), 2
Rheum officinale Baill. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 2
Rhus coriaria L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 2, 2002), 2
Ricinus communis L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 4, 2009), 2
Rorippa sylvestris (L.) Besser (Šarić, 1978), 2
Rosa centifolia L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 2
Rubia peregrina L. (Redžić, 2007), 2
Rubia tinctorum L. (Hasanagić, 1984), 2
Rumex alpinus L. (Šoljan, 2000), 2
Rumex conglomeratus Murray Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 2
Ruscus hypoglossum L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 2
Scorzoneroides autumnalis (L.) Moench (Redžić, 2010a), 2
Sedum album L. (Šoljan, 2000), 2
Sedum maximum (L.) Suter / (Redžić et al., 1991), 2
Sedum sexangulare L. (Pieroni & Quave, 2014), 2
Sedum telephium L. (Gluck, 1892), 2
Smilax aspera L. (Pelagić, 1983), 2
Solidago gigantea Aiton (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
Sonchus arvensis L. (Redžić, 2010a), 2
Sorbus domestica L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 2
Syzygium aromaticum (L.) Merr. & L.M.Perry (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 2, 2002), 2
Thuja occidentalis L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2

- Thymus comosus* Heuff. ex Griseb. & Schenk (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
- Thymus longidentatus* (Degen & Urum.) Ronniger (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
- Thymus praecox* Opiz (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
- Tragopogon pratensis* L. (Šoljan, 2000), 2
- Typha latifolia* L. (Šoljan, 2000), 2
- Valeriana supina* Ard (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
- Veratrum nigrum* L. (Gluck, 1892), 2
- Veronica austriaca* L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
- Veronica beccabunga* L. (Šoljan, 2000), 2
- Veronica chamaedrys* L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
- Vicia faba* L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 2
- Viola alba* Besser (Redžić, 2006), 2
- Verbascum densiflorum* Bertol. (Kovač, 2000), 2
- Citrus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai Trako, 1984a), 1
- Acer platanoides* L. (Redžić, 2006), 1
- Adonis aestivalis* L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 1
- Adonis vernalis* L. (Redžić, 2007), 1
- Agave americana* L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 1
- Alchemilla filicaulis* Buser (Šarić-Kundalić et al., 2011), 1
- Alchemilla hybrida* (L.) L. (Redžić, 2006), 1
- Alchemilla velebitica* Borb s ex Janch (Redžić, 2006), 1
- Alisma plantago-aquatica* L. (Redžić, 2006), 1
- Allium carinatum* L. (Redžić, 2006), 1
- Allium schoenoprasum* L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
- Allium sibthorpiatum* Schult. & Schult.f. (Redžić, 2006), 1
- Allium sphaerocephalum* L. (Redžić, 2006), 1
- Allium victorialis* L. (Redžić, 2006), 1
- Amaranthus cruentus* L. (Pelagić, 1983), 1
- Amaranthus viridis* L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
- Anemone hepatica* L. (Hasanagić, 1984), 1
- Anemone nemorosa* L. (Gluck, 1892), 1
- Anemone pulsatilla* L. (Pelagić, 1983), 1
- Anemone sylvestris* L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 1
- Anthemis arvensis* L. (Šarić, 1978), 1
- Anthoxanthum odoratum* L. (Lakušić, 2004), 1
- Aquilegia vulgaris* L. (Pelagić, 1983), 1
- Arachis hypogaea* L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 2, 2002), 1
- Arctium tomentosum* Mill. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 3
- Aremonia agrimonoides* (L.) DC. (Lakušić, 2004), 1
- Arisarum simorrhinum* Durieu (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
- Artemisia dracunculus* L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
- Arum italicum* Mill. (Redžić, 2006), 1
- Asclepias syriaca* L. (Redžić, 2006), 1
- Asparagus acutifolius* L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
- Asphodeline lutea* (L.) Rchb. (Redžić, 2006), 1
- Asplenium ruta-muraria* L. Redžić et al., 1991), 1
- Asplenium trichomanes* L. (Redžić et al., 1991), 1
- Astragalus glycyphyllos* L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 1
- Atriplex sagittata* Borkh (Redžić, 2006), 1
- Barbarea bosniaca* Murb. (Redžić, 2006), 1
- Bellis sylvestris* Cirillo (Redžić, 2006), 1
- Beta vulgaris* L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 1
- Bonannia graeca* (L.) Halácsy (Marušić, 1984), 1
- Brassica napus* L. (Pelagić, 1983), 1
- Brassica rapa* L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 3, 2007), 1
- Briza maxima* L. (Redžić, 2006), 1
- Briza media* L. (Redžić, 2006), 1
- Butomus umbellatus* L. (Redžić, 2006), 1
- Caltha palustris* L. (Redžić, 2006), 1
- Campanula glomerata* L. Redžić, 2006), 1
- Campanula trachelium* L. (Redžić, 2006), 1
- Capparis spinosa* L. (Redžić, 2006), 1
- Carduus acanthoides* L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 1
- Carex halleriana* Asso (Huml & Beus-Huml, 1999), 1
- Carlina acanthifolia* All. (Lakušić, 2004), 1
- Carlina vulgaris* L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
- Cedrus libani* A.Rich. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 1
- Centaurea jacea* L. (Redžić, 2006), 1
- Centaurium maritimum* (L.) Fritsch (Redžić, 2010b), 1
- Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach (Redžić, 2010a), 1
- Chamaemelum nobile* (L.) All. (Pelagić, 1983), 1
- Chenopodium polyspermum* L. (Šarić, 1978), 1
- Cirsium pannonicum* (L.f.) Link (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
- Clematis vitalba* L. (Redžić, 2006), 1
- Clinopodium vulgare* L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 1
- Colutea arborescens* L. (Hasanagić, 1984), 1
- Corylus colurna* L. (Redžić, 2006), 1
- Cotoneaster integerrimus* Medik. (Redžić, 2006), 1
- Cotoneaster nebrodensis* (Guss.) K.Koch (Redžić, 2006), 1
- Crataegus × kyrtostyla* Fingerh. (Tahirović et al., 2012), 1
- Crataegus × macrocarpa* Hegetschw. (Tahirović et al., 2012), 1
- Crataegus microphylla* K.Koch (Tahirović et al., 2012), 1

- Crataegus rhipidophylla* Gand. (Tahirović et al., 2012), 1
Crepis biennis Lapeyr. (Redžić, 2010a), 1
Crepis capillaris (L.) Wallr. (Redžić, 2010a), 1
Crithmum maritimum L. (Redžić, 2006), 1
Cuscuta epithimum (L.) L. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 2, 2002), 1
Cuscuta monogyna Vahl (Pelagić, 1983), 1
Cyperus rotundus L. (Redžić, 2006), 1
Dactylorhiza maculata (L.) Soó (Hasanagić, 1984), 1
Daphne mezereum L. (Lakušić, 2004), 1
Dianthus caryophyllus L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Digitalis ferruginea L. (Redžić, 2007), 1
Diploxys tenuifolia (L.) DC (Šoljan, 2000), 1
Dryopteris affinis Fraser-Jenk. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 1
Echium vulgare L. (Lakušić, 2004), 1
Erica erigena R.Ross (Šarić-Kundalić et al., 2011), 1
Erigeron acris L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 1
Erigeron annuus (L.) Pers. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 1
Eucalyptus globulus Labill. (Pezo, 2003), 1
Euphorbia cyparissias L. (Šarić, 1978), 1
Euphorbia helioscopia L. (Šarić, 1978), 1
Evernia prunastri (L.) Ach. (1810) (Bešlija, 2004), 1 (lišaj)
Fallopia convolvulus (L.) Á.Löve (Redžić, 2006), 1
Fragaria × ananassa (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier (Šarić-Kundalić et al., 2011), 1
Fragaria moschata Duchesne ex Weston (Redžić, 2006), 1
Galeopsis tetrahit L. (Šarić, 1978), 1
Galinsoga parviflora Cav. (Šoljan, 2000), 1
Galium mollugo L. (Šarić, 1978), 1
Geranium dissectum L. (Šarić, 1978), 1
Geranium sylvaticum L. (Lakušić, 2004), 1
Gnaphalium uliginosum L. (Redžić, 2007), 1
Heliotropium supinum L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Helleborus viridis L. (Bešlija, 2004), 1
Hemerocallis fulva (L.) L. (Redžić, 2010a), 1
Heracleum sphondylium subsp. *orsinii* (Guss.) H.Neumayer (Redžić, 2006), 1
Hibiscus trionum L. (Šarić, 1978), 1
Hordeum vulgare L. (Marušić, 1984), 1
Hyacinthus orientalis L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Ilex aquifolium L. (Pelagić, 1983), 1
Impatiens noli-tangere L. (Redžić, 2006), 1
Iris pallida Lam. (Kovač, 2000), 1
Juncus bufonius L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Juncus conglomeratus L. (Gluck, 1892), 1
Juncus effusus L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Juniperus communis var. *saxatilis* Pall. (Lakušić, et al., 1979), 1
Knautia arvensis (L.) Coult. (Šarić, 1978), 1
Lactuca perennis L. (Redžić, 2006), 1
Lactuca sativa L. (Hasanagić, 1984), 1
Lamium amplexicaule L. (Šarić, 1978), 1
Lathyrus latifolius L. (Redžić, 2006), 1
Lavandula angustifolia subsp. *pyrenaica* (DC.) Guinea (Sadiković, 1989), 1
Lemma sp. (WHO monographs on selected medicinal plants, Vol. 2, 2002), 1
Lithospermum officinale L. (Pelagić, 1983), 1
Lobelia inflata L. (Pezo, 2003), 1
Lonicera alpigena L. (Lakušić, 2004), 1
Lonicera caprifolium L. (Lakušić, 2004), 1
Lonicera xylosteum L. (Lakušić, 2004), 1
Lunaria annua L. (Redžić, 2006), 1
Lunaria rediviva L. (Redžić, 2006), 1
Lycopus europaeus L., 2007), 1
Lysimachia vulgaris L. (Redžić, 2007), 1
Lamium amplexicaule L. Šarić, 1978), 1
Malva pusilla Sm. (Sadiković, 1989), 1
Mandragora officinalis Mill. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Matricaria matricarioides (Less.) Porter (Pieroni & Quave, 2014), 1
Medicago lupulina L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 1
Mentha longifolia subsp. *typhoides* (Briq.) Harley (Šarić-Kundalić et al., 2011), 1
Mercurialis annua L. (Redžić, 2006), 1
Mercurialis perennis L. (Redžić, 2006), 1
Nigella damascena L. (Redžić, 2010b), 1
Opuntia ficus-indica (L.) Mill. (Redžić, 2006), 1
Origanum vulgare subsp. *viridulum* (Martrin-Donos) Nyman (Redžić, 2010b), 1
Ornithogalum umbellatum L. (Redžić, 2006), 1
Orobanchaceae cernua Loeffl. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Oxalis stricta L. (Redžić, 2006), 1
Oxyria digyna (L.) Hill (Redžić, 2006), 1
Panicum miliaceum L. (Gluck, 1892), 1
Pelargonium graveolens L'Hér. (Redžić, 2010a), 1
Persicaria vivipara (L.) Ronse Decr. (Redžić, 2006), 1
Peucedanum oreoselinum (L.) Moench (Redžić, 2007), 1
Philadelphus coronarius L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 1

- Phyteuma spicatum* L. (Redžić, 2006), 1
Pinus cembra L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 1
Pinus halepensis Mill. (Huml & Beus-Huml, 1999), 1
Pinus pinea L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 1
Pistacia terebinthus L. (Redžić, 2006), 1
Plantago coronopus L. (Redžić, 2006), 1
Platycladus orientalis (L.) Franco (Šarić-Kundalić et al., 2011), 1
Podospermum roseum (Waldst. & Kit.) Gemeinholzer (Redžić, 2006), 1
Polygala alpestris Rchb. (Lakušić, 2004), 1
Polypodium cambricum L. (Redžić, 2006), 1
Polystichum setiferum (Forssk.) Moore ex oyn. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 1
Populus alba L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 1
Populus nigra var. *italica* Münchh. (Huml & Beus-Huml, 1999), 1
Potentilla alba L. (Grujić-Vasić et al., 2006), 1
Primula elatior subsp. *intricata* (Gren. & Godr.) Widmer (Redžić, 2006), 1
Prunella laciniata (L.) L. (Redžić, 2010b), 1
Prunus amygdaliformis Pau (Redžić, 2006), 1
Prunus dulcis (Mill.) D.A. Webb (Šarić-Kundalić et al., 2011), 1
Prunus mahaleb L. (Redžić, 2006), 1
Pyrethrum achilleifolium M.Bieb. (Bešlija, 2004), 1
Quercus frainetto Ten. (Redžić, 2006), 1
Reseda lutea L. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 1
Reseda luteola L. (Redžić, 2007), 1
Rhododendron ferrugineum L. (Marušić, 1984), 1
Ribes alpinum L. (Redžić, 2006), 1
Ribes petraeum Wulfen (Redžić, 2006), 1
Rosa gallica L. (Gluck, 1892), 1
Rosa glauca Pourr. (Redžić, 2006), 1
Rosa pendulina L. (Redžić, 2006), 1
Rubus heteromorphus Ripart ex Genev (Redžić, 2010b), 1
Rubus hirtus Waldst. & Kit. (Redžić, 2006), 1
Rubus saxatilis L. (Pieroni & Quave, 2014), 1
Rumex aquaticus L. (Gluck, 1892), 1
Rumex longifolius DC. (Pelagić, 1983), 1
Rumex scutatus L. (Redžić, 2006), 1
Ruta chalepensis L. (Redžić, 2010b), 1
Sagittaria sagittifolia L. (Redžić, 2006), 1
Salicornia europaea L. (Redžić, 2006), 1
Salvia austriaca Jacq. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Sambucus racemosa L. (Redžić, 2006), 1
Sambucus wightiana Wall. ex Wight & Arn. (Pieroni & Quave, 2014), 1
Satyrium carneum (Aiton) Sims (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Scandix pecten-veneris L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Scorzonera villosa Scop. (Redžić, 2006), 1
Scrophularia nodosa L. (Huml & Beus-Huml, 1999), 1
Sedum montanum Songeon & E.P. Perrier (Redžić, 2006), 1
Sedum spectabile Boreau (Redžić, 2010a), 1
Sempervivum globiferum L. (Redžić, 2006), 1
Sempervivum marmoreum Griseb. (Redžić, 2006), 1
Senecio vulgaris L. (Pelagić, 1983), 1
Silene prostrata Willd. ex Spreng. (Pieroni & Quave, 2014), 1
Silene uniflora subsp. *glareosa* (Jord.) Chater & Walters (Pieroni & Quave, 2014), 1
Silene vulgaris subsp. *commutata* (Guss.) Hayek (Redžić, 2006), 1
Sinapis alba L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Smyrniium perfoliatum L. (Pieroni & Quave, 2014), 1
Sorbus aria (L.) Crantz (Redžić, 2006), 1
Sorbus chamaemespilus (L.) Crantz (Redžić, 2006), 1
Sorghum bicolor (L.) Moench (Gluck, 1892), 1
Spergula arvensis L. (Šarić, 1978), 1
Spinacia oleracea L. (Pelagić, 1983), 1
Stachys palustris L. (Šarić, 1978), 1
Stellaria holostea L. (Redžić, 2006), 1
Stenactis annua (L.) Cass. (Šarić, 1978), 1
Styphnolobium japonicum (L.) Schott (Huml & Beus-Huml, 1999), 1
Symphytum tuberosum L. (Redžić, 2006), 1
Syringa vulgaris L. (Hasanagić, 1984), 1
Tanacetum cinerariifolium (Trevir.) Sch.Bip. (Kovač, 2000), 1
Tanacetum macrophyllum (Waldst. & Kit.) Sch.Bip. (Redžić, 2007), 1
Taxus cuspidata Siebold & Zucc. (Šarić-Kundalić et al., 2011), 1
Telekia speciosa (Schreb.) Baumg. (Redžić, 2007), 1
Tilia hybrida Miller. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 1
Tragopogon orientalis L. (Redžić, 2006), 1
Trapa natans L. (Redžić, 2006), 1
Traunsteinera globosa (L.) Rchb. (Lakušić, 2004), 1
Trifolium arvense L. (Bešlija, 2004), 1
Trifolium resupinatum L. (Redžić, 2006), 1
Triglochin concinna var. *debile* (M.E. Jones) J.T. Howell (Redžić, 2006), 1
Tropaeolum majus L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Tulipa sp. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Typha angustifolia L. (Redžić, 2006), 1
Ulmus minor Mill. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Usnea (Dill.) Adans. (1763) sp. (Redžić et al., 2010), 1 (lišaj)
Vaccinium uliginosum L. (Lakušić, 2004), 1
Valerianella locusta (L.) Laterr (Redžić, 2006), 1

Viburnum lantana L. (Gluck, 1892), 1
Vicia cracca L. (Šarić, 1978), 1
Vinca major L. (Vojniković, Balić & Višnjić, 2013), 1
Viola hirta L. (Šarić-Kundalić et al., 2010a), 1
Viola reichenbachiana Jord. ex Boreau (Redžić, 2006),
1
Vitis sylvestris C. C. Gmel. (Redžić, 2006), 1
Xanthium orientale subsp. *italicum* (Moretti) Greuter
(Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Xanthium spinosum L. (Kujundžić, Škrobonja & Tomić,
2006), 1
Xanthium strumarium subsp. *brasilicum* (Vell.) O.Bolòs
& Vigo (Kujundžić, Škrobonja & Tomić, 2006), 1
Zannichellia palustris (Kujundžić, Škrobonja & Tomić,
2006), 1
Zinnia peruviana (L.) L. (Kujundžić, Škrobonja &
Tomić, 2006), 1

NOVI PRIJEDLOZI ZA "CRVENU LISTU BILJAKA FBiH"

Anis Hasanbegović¹

Originalan naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Poslije petogodišnjih terenskih izlazaka širom FBiH i proučavanja velikog broja botaničkih publikacija, naročito onih koje se bave zaštitom biljnog svijeta, utvrđeno je da bi se pojedine biljke trebale naći na "Crvenoj listi FBiH". U ovom radu su predložene slijedeće vrste: *Euphorbia peplus*, *Seseli rigidum* i *Sesleria ujhelyii*.

Za svaku biljku su preporučeni i trenutni te konačni IUCN statusi. Konačni status bi se trebao dati nakon fitocenoloških i horoloških ispitivanja. Prilikom rada je konsultovan i herbarski materijal Herbarijuma Zemaljskog muzeja BiH-SARA. Za *Euphorbia peplus* i *Sesleria ujhelyii* ne postoje herbarizovani primjerci. Pomenute vrste se ne nalaze ni na "Spisak biljnih vrsta (*Pteridophyta* i *Spermatophyta*) za Crvenu knjigu Bosne i Hercegovine".

Ključne riječi: *IUCN*, *Crvena lista FBiH*, *Euphorbia peplus*, *Seseli rigidum*, *Sesleria ujhelyii*.

UVOD

Prema Redžić *et al.* (2008) flora Bosne i Hercegovine sadrži ukupno 5134 vrsta, podvrsta i hibrida te je svrstava, zajedno sa Hrvatskom, Italijom Grčkom i još nekim državama u vrh po florističkom bogatstvu. Takođe, velik je i broj različitih biljnih zajednica (Lakušić *et al.*, 1978; Barudanović *et al.*, 2015). Usljed toga se u Bosni i Hercegovini nalaze mnogi refugijumi tercijerne i glacijalne flore (Redžić *et al.*, 2008). U takvim uslovima se razvijaju mnoge specifične vrste koje zbog raznih uzroka postaju u manjoj ili većoj mjeri ugrožene. Mnoge od njih traže našu zaštitu te se nalaze na različitim spiskovima i listama ugroženih biljnih vrsta, kao što su "Spisak biljnih vrsta (*Pteridophyta* i *Spermatophyta*) za Crvenu knjigu Bosne i Hercegovine" (Šilić, 1996) i "Crvena lista biljaka FBiH" (Đug *et al.*, 2013). Nažalost, neke su iz nekog razloga zaobiđene u tim djelima te ovaj rad ima za cilj da predloži nove biljke koje bi trebale da se nađu, konkretno u "Crvenoj listi biljaka FBiH" te adekvatno zaštite. Nijedna od ovih vrsta se ne navodi ni u jednom od pomenutih radova.

¹ Zemaljski muzej BiH, Zmaja od Bosne 3, 71000 Sarajevo
Corresponding author: anishasanbegovic@yahoo.com

MATERIJAL I METODE RADA

Nakon mnogobrojnih i višegodišnjih terenskih izlazaka širom FBiH, te proučavanja velikog broja botaničkih publikacija, a naročito onih koje se bave zaštitom biljnog svijeta, utvrđeno je da bi se pojedine vrste biljaka trebale naći na "Crvenoj listi flora BiH". Prilikom rada korišten je i herbarijski materijal Herbarijuma Zemaljskog muzeja BiH (SARA). Za svaku predloženu vrstu su dati i trenutni a i konačni statusi prema IUCN klasifikaciji. Konačni statusi bi se trebali dati nakon konkretnih daljih fitocenoloških i horoloških istraživanja.

REZULTATI SA DISKUSIJOM

Euphorbia peplis L. (1753) Sp. Pl. 455-Primorska mlječika

Ekologija vrste: na pjeskovitim morskim obalama, rijetko u unutrašnjosti (Tutin *et al.*, 1981). U svom djelu "Flora Bosne, Hercegovine i bivšeg Sandžaka Novog Pazara" Beck (1920) naglašava da je "biljka je vrlo rasprostranjena na obali Jadranskog mora".

Lokaliteti u BiH: Za ovu vrstu, bez obzira na gore pomenutu Beckovu rečenicu, nije nađen ni jedan literaturni podatak. Zanimljiva je i činjenica da ne postoji ni jedan herbariziran primjerak iz BiH u herbarijumu Zemaljskog muzeja BiH (SARA).

Opšta rasprostranjenost: Prema "*Flora Europaea*" obale južne i zapadne Evrope, na sjeveru do jugozapadne Engleske (Tutin *et al.*, 1981), a Schönfeder & Schönfeder (1999) daju podatak o rasprostranjenosti ove vrste i u Crnom i Kaspijskom moru.

Preporučeni status: Usljed gore navedenih činjenica, za ovu mlječiku prvo treba dati status vrste sa nedovoljno podataka (DD). Vrstu treba u potpunosti istražiti te pošto uglavnom naseljava pjeskovite morske obale, utvrditi da li je uopšte prisutna na teritoriju BiH. Pošto naseljava specifična staništa a kojih je malo na području BiH, vrsti bi, ako se utvrdi da je prisutna u BiH, trebalo dati status ugrožene (EN) ili ranjive (VU) vrste. Takođe, treba posvetiti pažnju i na zaštitu staništa kao takvog.

Seseli rigidum W. K. (1805) *Descr. et Ic. pl. rar. Hung.*, II, 156, t. 146-Uspravno devesilje, oštro devesilje (Šilić, 2006)

Ekologija vrste: Waldstain & Kitaibel (1805) navode da "raste na krečnjačkim stijenama", Pančić (1874) ističe da je ova vrsta rasprostranjena "po svima većim krševima". U istočnoj Srbiji Tatić & Atanacković (1974) opisuju asocijaciju *Cephalario-Seseletum rigidae* na krečnjačkim stijenama klisure Grze i Gornjačkoj klisuri. Lakušić & Redžić (199) je konstatuju u vegetaciji pukotina stijena, asocijacija *Hysopi-Crepidetum chondriloides* Lkšić & Redžić, te submediteranskih kamenjara asocijacija *Physospermo-Saturejetum montanae* Lkšić & Redžić i *Artemisio*

albae-Rutetum Lkšić & Redžić. Savulesku (1958) kao stanište ističe "na krečnjačkim stijenama, kroz klisure", Jordanov (1982) ističe "po suhim travnatim i kamenitim mjestima, kamenim siparima i pukotinama, od morske ravnice do oko 2000 m nadmorske visine, Nikolić *in* Josifović *et al.* (1973) "na krečnjačkim kamenjarama, na liticama, Micevski (2005) "na krečnjačkim stijenama i kamenjarama", Šilić (2006) "na kamenitim terenima brdskog do subalpinskog, rjeđe i do alpinskog vegetacijskog pojasa", Hasanbegović (2018) konstatuje ovu vrstu u vegetaciji pukotina stijena dolomitiziranog krečnjaka u "ZP Bentbaša".

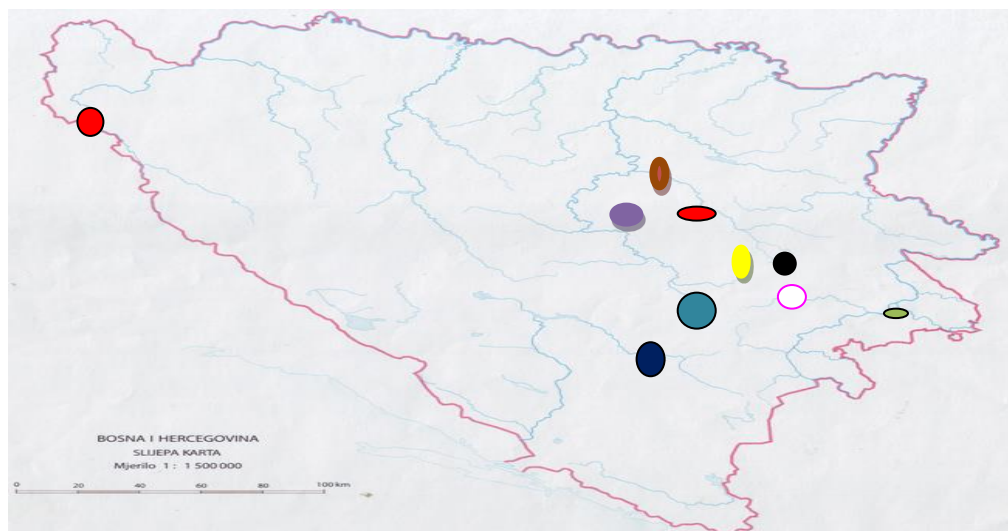
Stjepanović *et al.* (1970) ističu da *Seseli rigidum* pripada dacisko-pontiskom flornom elementu.

Lokaliteti u BiH:

Prema Becku (1927) uspravno devesilje je rasprostranjeno na slijedećim lokalitetima FBiH:

Bosna: *in reg. flum.* Gostović, *solo calcareo et serpentino* 400-1050 m, *in valle* Dubošćica (M.); *prope* Žepče (B.). *Circa* Sarajevo *in faucibus fl.* Miljacka (B.), *in declivibus montis* Trebević, *in m.* Lipovac (Starigrad) (B.), *in valle riv.* Vogošća (B.), *in monte* Borija (M.), *in m.* Grad *prope* Goražde (B.).

Podaci od ostalih autora su: Una uzvodno od Martin Broda kod mosta (Lakušić & Redžić, 1991), Unac uzvodno od ušća, lijeva i desna obala (Lakušić & Redžić, 1991). Hasanbegović (2018) je konstatuje u kanjonu Miljacke ali samo na njegovoj jugoistočnoj strani ispod Trebevića. Herbarizirani primjerci iz "Herbarijuma Zemaljskog muzeja BiH (SARA): Žepče, serpentini (Ritter-Studnička), Rječice kod Maglaja, serpentini (Ritter-Studnička), Ograjni potok kod Žepča (Ritter-Studnička), Miljacka (Čurčić), Miljacka *prope* Stari grad (Fiala), Velež-Borovnica, *solo serpentino* (Malý), Miljackaschlucht bei Stari grad (Fiala), Lapišnicaschlucht (Malý), Suha *agri flumini* Gostović-*serpentinis* (Malý), Župaljeva-Zaskok, region Krivaje (Ritter-Studnička).



Karta 2. Rasprostranjenost *Seseli rigidum* W. & K. u FBiH

Map 2. Distribution of Seseli rigidum W. & K in FBH

Oznake lokaliteta: ● Una i Unac, ● Žepče, ● Rječice-Maglaj, ● Gostović potok, ● Dubošćica, ● Velež-Borovnica, ● Župaljeva-Zaskok, ● Sarajevo sa okolnim lokalitetima, ● Goražde, ● Konjic sa okolnim lokalitetima.

Locality markings: ● Una and Unac, ● Žepče, ● Rječice-Maglaj, ● Gostović potok, ● Dubošćica, ● Velež-Borovnica, ● Župaljeva-Zaskok, ● Sarajevo with surrounding localities, ● Goražde, ● Konjic with surrounding localities.

Hercegovina: *In valle fl. Trešanica (Bl., M.) prope Ostrožac (M.), Konjic (Landauer et Sündermann! M.) ad ostia riv. Ljuta-podaci* preuzeti iz Beck (1927). Herbarizirani primjerci iz "Herbarijuma Zemaljskog muzeja BiH (SARA): Brđani-Konjic (Malý et Živković), Suvi dol-Konjic (Lažetić et Živković).

Iz datih podataka se može vidjeti da se areal uspravnog devesilja u FBiH prostire kroz dio centralne Bosnu i to na serpentinom kompleksu Gostovića, Žepča, Velež-Borovnica i Dubošćice te okolina Sarajeva, tj. slivni region rijeke Miljacke. Nešto dalje su regioni okoline Konjica te lokalitet u okolini Goražda. Može se reći da svi ovi pomenuti dijelovi BiH čine skoro jedan povezan areal ove vrste. Enklave u dolini Une i Unca u zapadnoj Bosna predstavljaju jednu od najzapadnijih tačaka areala ove vrste uopšte te su jako značajne za dalja istraživanja ove vrste. Isto tako, iz navedenog se može zaključiti da ova vrsta u BiH uglavnom naseljava krečnjačke, dolomitizirane krečnjačke i serpentinke stijene i kamenjare većeg broja naših rijeka od kojih su najvažniji slivovi rijeka Drine, Bosne i Une u Bosni te Neretve u Hercegovini. Ipak, treba pomenuti i da je veći broj lokaliteta ove vrste zabilježen u slivu rijeke Krivaje.

Opšta rasprostranjenost: Waldstein & Kitaibel (1805) bilježe je u Banatu, Ascherson & Kanitz (1877) konstatuju je u: Srbiji, Bosni i Crnoj Gori. Hayek (1927) ističe da ova vrsta raste u: BiH, Crnoj Gori, Srbiji Bugarskoj, Dobrudži i Makedoniji. Savulesku (1958) konstatuje je na nizu lokaliteta u Rumuniji, u Bugarskoj je rasprostranjena (Jordanov, 1982), Micevski (2005) daje niz lokaliteta u okolini Skoplja te u drugim predjelima Sjeverne Makedonije, Stjepanović *et al.* (1970) ističu da je ova vrsta rasprostranjena u: Srbiji, Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori i Makedoniji. Lakušić & Redžić (1989) je konstatuju u vegetaciji pukotina stijena kanjona Tare te na siparima kanjona Pive u Crnoj Gori. Šilić (2006) daje podatke o rasprostranjenju ove vrste na Javorju, Mratinju i Žoljevici kod Andrijevice u Crnoj Gori, Nikolić *in* Josifović *et al.* (1973) kao opšte rasprostranjenje navodi Balkansko poluostrvo i Rumuniju. Strid (1986) navodi da je u Grčkoj konstatovana na nizu lokaliteta u Sjevernom Pindosu i sjevernoistočnom dijelu zemlje. Prema "*Flora Europaea*" ovo devesilje naseljeva jugoistočnu Evropu (Tutin *et al.*, 1981). Međutim, (Slavik, 1968) je nalazi na izdvojenom lokalitetu u Slovačkoj, koji zajedno sa enklavom u kanjonu Une predstavlja najzapadnije lokalitete rasprostranjenja ove vrste. Može se reći da je areal uspravnog devesilja kreće sa dvije zapadne enklave, i to u zapadnoj Bosni i Slovačkoj, te od centralne i istočne Bosne, preko dijelova Srbije, Crne Gore, Makedonije, Kosova, Albanije te sjeverne i sjevernoistočne Grčke na istoku a preko Bugarske i Rumunije prema sjeveru. I na kraju treba istaći da "gotovo polovica vrsta roda *Seseli* dolazi na Balkanu, gdje je glavno sjedište razvoja i rasprostranjenosti ovog roda" (Nikolić *et al.*, 2015).

Preporučeni status: u prvom redu za ovu vrstu treba dati status nedovoljno istražene vrste (DD) te daljnjim istraživanjem utvrditi konkretan areal te mogućnosti gubitka staništa usljed, npr. proširivanja cesta i drugih antropogenih uticaja na njeno stanište. Pri tome treba utvrditi da li dati status rijetke (R) ili ranjive (VU) vrste.



Slika 1. Uspravno devesilje (*Seseli rigidum* W. & K.) © Anis Hasanbegović
Figure 1. *Seseli rigidum* W. & K. © Anis Hasanbegović

***Sesleria ujchelyii* Strgar (1981)-Ujhelova šašika**

Ekologija vrste: Ujhelova šašika je konstatovana u fitocenozi supramediterranske kamenjare Ujhelove šašike i bosanske mišjakinjice (*Minuartio bosinacae-Seslerietum ujchelyii* (Redžić 1991; 1997b), u više zajednica pukotina stijena, te sa Jankeovim čubrićem gradi asocijaciju *Thymo-Seslerietum ujchelyii* Hasanbeg (Hasanbegović, 2020), koja je rasprostranjena na Bentbaši i lokalitetima iznad saobraćajne ceste te dijelu stijena na Darivi, u asocijaciji *Thymo-Erysimum linearifoliae* Hasanbeg (Hasanbegović, 2020), koja se nalazi između Darive i Kozije Čuprije, u asocijaciji *Malcolmio illyricae-Micromeritum thymifoliae* Redžić (Redžić 1997a).

Sarajlić & Šoljan (2020) za ovu vrstu daje status endema.

Rasprostranjenost u BiH:

Bosna: stijene Darive gdje je prvi put bila nađena i opisana, tj. *locus classicus* ove šašike (Strgar 1981). Hasanbegović (2018) daje podatak "najbrojnije populacije Ujhelove šašike su na području tunela kod Bentbaše, nešto manje na Darivi te najmanje i sa sporadičnim primjercima na stijenama iza Darive i u blizini Kozije Čuprije".

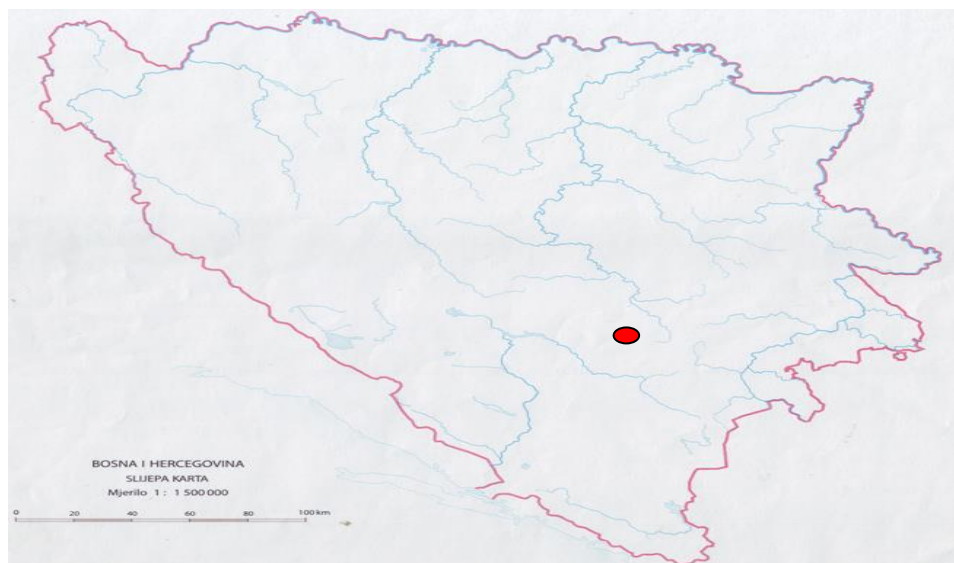
Zanimljivo je da ni ova vrsta nije pohranjena ni jednim herbarizovanim primjerkom u herbarijum Zemaljskog muzeja BiH-SARA.

Opšta rasprostranjenost: Strgar (1974) daje podatak da je vrsta trenutno nađena samo na području Bosne i Hercegovine. Isti autor (Strgar, 1981) proširuje areal ove vrste i na sjeverozapadnu Srbiju. Strgar (1982) daje podatak da je ova vrsta rasprostranjena u centralnoj i istočnoj Bosni i zapadnoj Srbiji. Redžić (1997a) pominje ovu vrstu kao stenoendemsku. Međutim, novija istraživanja pokazuju da je ova šašika zabilježena i u Srbiji, Crnoj Gori i Makedoniji (Milekić *et al.*, 2016).

Preporučeni status: Pošto je ova šašika u FBiH zabilježena samo na dijelovima kanjona Miljacke, potrebno je izvršiti daljnja horološka i fitocenološka istraživanja u cilju uspostavljanja areala rasprostranjenosti. Zbog toga bi trebalo prvo dati status vrste sa nedovoljno podataka (DD). Trenutačna rasprostranjenost ove vrste se poklapa sa granicama "ZP Bentbaša" a pošto se radi o vrsti koja naseljava i nepristupačne stijene, može se reći da je Ujhelova šašika relativno zaštićena vrsta te bi se nakon istraživanja mogao dati status rijetke (R) vrste. Ako činjenice sa terena pokažu i neku dodatnu ugroženost, npr. kontinuirani gubitak staništa, može se razmišljati i o davanju statusa kritično ugrožene (CE) vrste.

ZAKLJUČCI I PREPORUKE

1. Potrebno je istražiti prisutnost i ekologiju svih navedenih vrsta,
2. Za sve vrste trenutno dati IUCN status nedovoljno istražene vrste (DD) dok se ne utvrde konkretne činjenice,
3. Za svaku vrstu su preporučene i daljne IUCN kategorije a čiji će izbor zavisiti od konkretnih činjenica dobivenih sa terenskih istraživanja.



Karta 2. Rasprostranjenost Ujhelove šašike (*Sesleria ujchelyii* Strg.) u FBH
Map 2. Distribution of Ujhel's Moor Grass (*Sesleria ujchelyii* Strg.) in FBH



Slika 2. Ujhelova šašika (*Sesleria ujchelyii* Strgar) © Anis Hasanbegović
Figure 2. Ujhel's moor-grass (*Sesleria ujchelyii* Strgar) © Anis Hasanbegović

Skraćenice (Abbreviations):

Skraćenice autora iz Becka: B.-Beck, M.-Malý

Abbreviations of authors from Beck: B.-Beck, M.-Malý

Skraćenice IUCN statusa: ranjive (VU), nedovoljno istražene vrste (DD), kritično ugrožena vrsta (CE), rijetke (R) i ugrožene (EN)

Abbreviations of IUCN status: vulnerable (VU), data deficient (DD), critically endangered (CE), rare (R) and endangered (EN)

LITERATURA

- Ascherson, P., Kanitz, A. (1877): *Catalogus cormophytorum et anthophytorum Serbiae, Bosniae, Hercegovinae, Montis Scodri, Albaniae*, 68, *Claudiopoli*.
- Barudanović, S., Macanović, A., Topalović-Trivunović, Lj., Cero, M. (2015): Ekosistemi Bosne i Hercegovine u funkciji održivog razvoja, P. M. F.-Univ. u Sarajevu, 255, Sarajevo.
- Beck, G. (1920): Flora Bosne, Hercegovine i bivšeg Sandžaka Novog Pazara, II dio (9. nastavak), GZM BiH XXXII, "Zemaljska štamparija", 85, Sarajevo.
- Beck, G. (1927): Flora Bosne i Hercegovine i oblasti Novog Pazara, "SANU"-pos. izdanja, Knj. LXIII, prir. i mat. spisi, Knj. 15, 427, Beograd-Sarajevo.
- Đug, S., Muratović, E., Drešković, N., Boškailo, A., Dudević, S. (2013): Crvena lista flore Federacije Bosne i Hercegovine, Knjiga 2, "FMOiT, PMF & Greenway, Sarajevo.
- Hasanbegović, A. (2018): Flora i fitocenološki odnosi biljnih zajednica stijena kanjona rijeke Miljacke, Magistarska teza, PMF-Univerzitet u Sarajevu, 1-149, Sarajevo.
- Hayek, A. (1927): *Prodromus florum peninsulae Balcanicae*, Band XXX, 1, 382, 1003, Dahlem bei Berlin.
- Jordanov, D. (1982): Flora na Narodna Republika Bulgaria, "Bulgarska Akademia na nauke", 175-176, Sofia.
- Lakušić, R., Pavlović, D., Abadžić, S., Grgić, P. (1978): *PRODRONUS* biljnih zajednica Bosne i Hercegovine, God. Biol. inst. Univ. u Sarajevu, Pos. izd., Vol. XXX, 88, Sarajevo.
- Lakušić, R., Redžić, S. (1989): Flora i vegetacija vaskularnih biljaka u refugijalno-reliktnim ekosistemima kanjona rijeke Drine i njenih pritoka, CANU-Glasnik odjeljenja prirodnih nauka 7, 107-205, Titograd.
- Lakušić, R., Redžić, S. (1991): Vegetacija refugijalno-reliktnih ekosistema sliva rijeke Une, Zbornik referata i rezimea naučnog skupa "Valorizacija prirodnih i društvenih vrijednosti sliva rijeke Une", Bilten društva ekologija BiH, Ser. B, Br. 6, 25-73, Bihać-Sarajevo.
- Micevski, V. (2005): Flora na Republika Makedonija, Tom I, Sv. 6, "MANU", 1577, Skoplje.
- Milekić, T., Kuzmanović, N., Lakušić, D. (2016): *Sesleria ujhelyii* Strgar (*Poaceae*), a neglected species of the Balkan Peninsula, 5th Congress of Ecologist of the

- Republic of Macedonia with International Participation, Poster presentation, Ohrid.
- Nikolić, B. in Josifović, M., Stjepanović, L., Janković, M. M., Gajić, M., Diklić, N. (1973): Flora SR Srbije V, "SANU"-Odeljenje prir.-mat. nauka, 243, Beograd.
- Nikolić, T., Milović, M., Bogdanović, S., Jasprica, N. (2015): Endemi u hrvatskoj flori, I izdanje, "ALFA", 419, Zagreb.
- Pančić, J. (1874): Flora Kneževine Srbije, "SANU", Pos. izdanja, Knj. CDXCII, Odj. prir.-mat. nauka, Knj. 47, 346, Beograd.
- Redžić, S. (1991): Singeneza vegetacije u ekosistemima vertikalnog profila planine Ozren kod Sarajeva, Doktorska disertacija, P. M. F.-Univerzitet u Sarajevu, 1-120, Sarajevo.
- Redžić, S. (1997a): Endemni centar u srcu metropole I, "*Fondeko-Svijet*", Br. 2, God. 1, 36, Sarajevo.
- Redžić, S. (1997b): Endemni centar u srcu metropole I, "*Fondeko-Svijet*", Br. 3, God. 1, 35, Sarajevo.
- Redžić, S., Barudanović, S., Radević, M. (2008): Bosna i Hercegovina zemlja raznolikosti, FMOIT, 13, 143, Sarajevo.
- Sarajlić, N., Šoljan, D. (2020): *Index Florae Bosnae et Hercegovinae* (Part 4), GZM (PN) NS 38 (2018/2019), 52, Sarajevo.
- Savulesku, T. (1958): Flora Republicii Populare Romine, "Academiei Republicii Populare Romine", 511-512, Bucarest.
- Schönfeder, I., Schönfeder, P. (1999): Die Kosmos-Mittelmeerflora-3. Auflage, "Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.", 134, Stuttgart.
- Slavik, B. (1968) *Seseli rigidum* Waldst. et Kit.-nový druh československé květeny, "Preslia", Vol. 40, No 2, 184-190, Praha.
- Stjepanović, L., Ćorović, M., Pavlović, S. (1970): Prilog proučavanju ekologije *Seseli rigidum* W. K.-Devesilje, s naročitim osvrtom na količinu i kvalitet etarskog ulja, Glas. Bot. zav. i Bot. bašte Univ. u Beogradu, 115, Beograd.
- Strgar, V. (1974): *Sesleria ujhelyii* Strgar *species nova*, IV Kongres biologa Jugoslavije-Rezimeji referata, 105, Sarajevo.
- Strgar, V. (1981): *Sesleria* auf der Balkanhalbinsel, Bot. Jahrb. Syst., 102. Band, heft 1-4, 217, Stuttgart.
- Strgar, V. (1982): *Sesleria ujhelyii* spec. nova, Biološki vestnik, Let. 30, Št. 1, 155, Ljubljana.
- Strid, A. (1986): Mountain flora of Greece, Vol. 1, "Cambridge University Press", 684, Cambridge.
- Šilić, Č. (1996): Spisak biljnih vrsta (*Pteridophyta* i *Spermatophyta*) za Crvenu knjigu Bosne i Hercegovine, GZMBiH (PN) NS 31, 323-367, Sarajevo.
- Šilić, Č. (2006): Botanička bašta planinske flore Crne Gore Kolašin (Dulovine), 265, Valjevo.
- Tatić, B., Atanacković, B. (1974): Asocijacija *Cephalario-Seseletum rigidae* ass. nova, Glas. Republ. Zav. Zašt. Prir.-Prir. muz. Titograd, 6, 67-69, Titograd.

- Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M., Webb, D. A. (1981): *Flora Europaea-Rosaceae to Umbelliferae*, Vol. 2, Cambridge University Press, 216 i 337, Cambridge.
- Waldstein, F. A., Kitaibel, P. (1805): *Descr. et Ic. Pl. rar. Hung.* 2, 156-157, tab. 146, *Viennae*.

NEW PROPOSALS FOR THE „FBiH RED LIST OF PLANTS“

Summary

After five years of field research across Federation of Bosnia and Herzegovina, as well as studying numerous botanical publications, especially ones considering plant protection, it has been established that some plant species should be listed in “Red list of FB&H”, with the accent on *Euphorbia peplus*, *Seseli rigidum* and *Sesleria ujhelyii*. Temporary and final IUCN status have been recommended for each plant species. Final status should be assigned after chronological and phytocoenological investigation. Plant material from National Museum BiH-SARA has been used for this research. For *Euphorbia peplus* and *Sesleria ujhelyii* no herbarium specimen has been found. These species were not part of “List of plant species (*Pteridophyte* and *Spermatophyte*) for Red book of Bosnia and Herzegovina”.

Key words: *IUCN*, *Red List FBiH*, *Euphorbia peplus*, *Seseli rigidum*, *Sesleria ujhelyii*.

DISTRIBUCIJA, HOROLOGIJA I PREDIKTIVNO MODELIRANJE VRSTE *PUERARIA MONTANA* VAR. *LOBATA* (WILLD.) SANJAPPA & PRADEEP U BOSNI I HERCEGOVINI

Aldin Boškailo¹, Samir Đug², Sabina Trakić², Nusret Drešković², Edina Muratović²,
Safija Boškailo³, Mirjana Miličević⁴

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

SAŽETAK

Pueraria, odnosno kudzu (*Pueraria montana* var. *lobata* (Willd.) Sanjappa & Pradeep) je biljka iz porodice mahunarki (Fabaceae) i okarakterisana je kao opasna invazivna vrsta. Naseljava zapuštena, otvorena, svijetla staništa urbanih sredina (zapuštene oranice, željezničke pruge i dr.) te rubove šuma. U mnogim zemljama okarakterisana je kao opasna invazivna vrsta. Zbog velike opasnosti ugrožavanja autohtonog diverziteta cilj je bio napraviti model prediktivnog rasprostranjenja s obzirom na ekološke faktore na području Bosne i Hercegovine. Podaci o rasprostrostranjenju uzeti su iz dostupnih literaturnih izvora, te vlastitih terenskih istraživanja. Model je izrađen na osnovu klimatskih podloga u obliku rasterskih slojeva koji su preuzeti iz WorldClim baze podataka koje su usklađene na istu, rezoluciju, veličinu i koordinatni referentni sistem u rezoluciji oko 1x1 km. Osim klimatskih varijabli korišteni su sljedeći raster slojevi: 20 m DEM, hidrološka karta, geološka karta, pedološka karta, saobraćajno-geografska karta i CLC 2018. Dobiveni rezultati ukazuju na distribuciju date vrste u području sliva rijeke Neretve, te mogućnost širenja iste, zbog čega je neophodno provoditi adekvatne preventivne mjere. Varijabla Bio_9 (Srednja temperatura najsušnijeg kvartala) ima statistički značajno najveći utjecaj na pogodnost staništa date vrste.

Ključne riječi: *Pueraria montana* var. *lobata*, invazivne strane vrste, Bosna i Hercegovina, MaxEnt

UVOD

Pueraria montana var. *lobata* (Willd.) Sanjappa & Pradeep je okarakterisana kao invazivna strana vrsta⁵ u Federaciji Bosne i Hercegovine (Đug *et al.*, 2019), pripada porodici manuharki (Fabaceae) i rodu *Pueraria*. To je varijabilni rod koji obuhvata oko 17 vrsta, a sve su ograničene na jugoistočnu Aziju, Maleziju i zapadni Pacifik (Starr *et al.*, 1999). Ova vrsta u narodu je poznata kao pueraria i kudzu, a porijeklom je iz istočne

¹ Nastavnički fakultet Univerziteta "Džemal Bijedić" u Mostaru

² Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu

³JU IV Osnovna škola Mostar

⁴ Fakultet prirodoslovno-matematičkih i odgojnih znanosti Sveučilišta u Mostaru

Korespondencija: aldinboskailo@hotmail.com

* U okviru ovog zadržan je naziv "invazivne strane vrste" zbog internacionalne prihvaćenosti, iako se datim nazivom obuhvataju i niže taksonomske kategorije od vrste (podvrsta, varijetet i sl.).

Azije (šume Kine, Japana i Koreja) Pacifik (Starr *et al.*, 1999). Kudzu preferira otvorena, osunčana staništa, posebno je brojna na staništima koja su izložena antropogenom faktoru (rubovi puteva, napuštena polja i sl.) (Slika 1a, 1b.). To je listopadna, polužbunasta višegodišnja puzavica tamnosmeđe boje koja dostigne dužinu 15-30 m prekrivajući veće površine. Korijen prodire i po nekoliko metara u dubinu. Listovi krupni, trodijelni, na dugačkoj zajedničkoj dlakavoj peteljci. Listovi dugi 8-20 cm, široki 5-15 cm, svilenkasto dlakavi, po rubu cijeloviti, ± valoviti (Slika 1d). U hladnijem podneblju lišće opada poslije prvog mraza, dok u toplim krajevima postaje zimzeleno. Cvjetovi su ljubičasto-crveni, jako mirisni, do 1,5 cm dugi, obrazuju do 15 (-25) cm duge i dlakave grozdaste cvasti (Slika 1c). Cvijeta od jula do augusta, rijetko do kasno jeseni. Plod je smeđasta, dlakava mahuna, 4-10 cm dužine i 0,6 – 0,8 cm širine. Sjemenke su pljosnate i male (Šilić, 1990; Wagner *et al.*, 1990; Follak, 2011; Nikolić, 2020). Odlukuje se izuzetno brzim rastom (Mitich, 2000).



Slika 1. *Pueraria montana* var. *lobata* (Willd.) Sanjappa & Pradeep: a) stanište vrste uz dolinu rijeke Nertve; b) stanište vrste uz magistralnu cestu; c) cvat; d) list
 Figure 1. *Pueraria montana* var. *lobata* (Willd.) Sanjappa & Pradeep: a) habitat of the species along the Nertva river valley; b) habitat of the species along the main road; c) bloom; e) leaf of a plant

Danas je široko rasprostranjena od Evrope, Azije, Afrike, Sjeverne Amerike, Centralne Amerike, Južne Amerike, Australije, Novog Zelanda do Okeanije (Follak, 2011; EPPO, 2012). Lokalno se naturalizirala u nekoliko evropskih zemalja, poput: Italije (Celesti – Grapow *et al.*, 2009), Švicarske (Gigon *et al.*, 2014), Albanije (Lamere, 2006) itd. U regionu vrsta je zabilježena jedino u susjednoj Hrvatskoj (Nikolić, 2022). Izuzetno je opasna invazivna strana vrsta te se zbog svojih štetnih svojstava od 2016. godine nalazi na listi invazivnih stranih vrsta koje izazivaju zabrinutost u EU (Anonymus, 2016), a po EPPO kategorizaciji (EPPO, 2012) nalazi se na EPPO A1/A2 popisu (<https://gd.eppo.int/taxon/PUELO/categorization>). Ova vrsta ima dokumentovan čitav niz negativnih utjecaja kako na biodiverzitet i ekosistem (Clabassi *et al.*, 2003; Pron, 2006), tako i na ekonomiju (Follak, 2011; Hickman *et al.*, 2010; Harron *et al.*, 2020). U Bosnu i Hercegovinu je unesena 1950-tih godina, vjerovatno 1955. godine kada je proveden Projekat za osnivanje poljozaštitnih pojasa u Bijelom i Bišće Polju kod Mostara (Bešlagić, 1959). Visoka cijena kontrole invazivnih stranih vrsta i iskorjenjavanje istih nameće potrebu za korištenjem savremenih tehnologija, kako bi se na vrijeme moglo reagirati, spriječiti nekontrolisano širenje i provoditi adekvatne preventivne mjere (Feilhauer *et al.*, 2012; Rajah *et al.*, 2019). Poznavanje osnovnih bioloških kao i ekoloških svojstava i razumijevanje dinamike širenja invazivnih stranih vrsta i upravljanje biološkim invazijama predstavlja izazov za konzervacijsku biologiju (Mooney i Hobbs, 2000).

Istraživanja u ovom radu su se odnosila na modeliranje prediktivnog rasprostranjenja vrste *Pueraria montana* var. *lobata* na području Bosne i Hercegovine putem MaxEnt programa, a u cilju razvoja metodologije ekonomski isplativih preventivnih mjera kontrole i zaštite od invazivnih stranih vrsta.

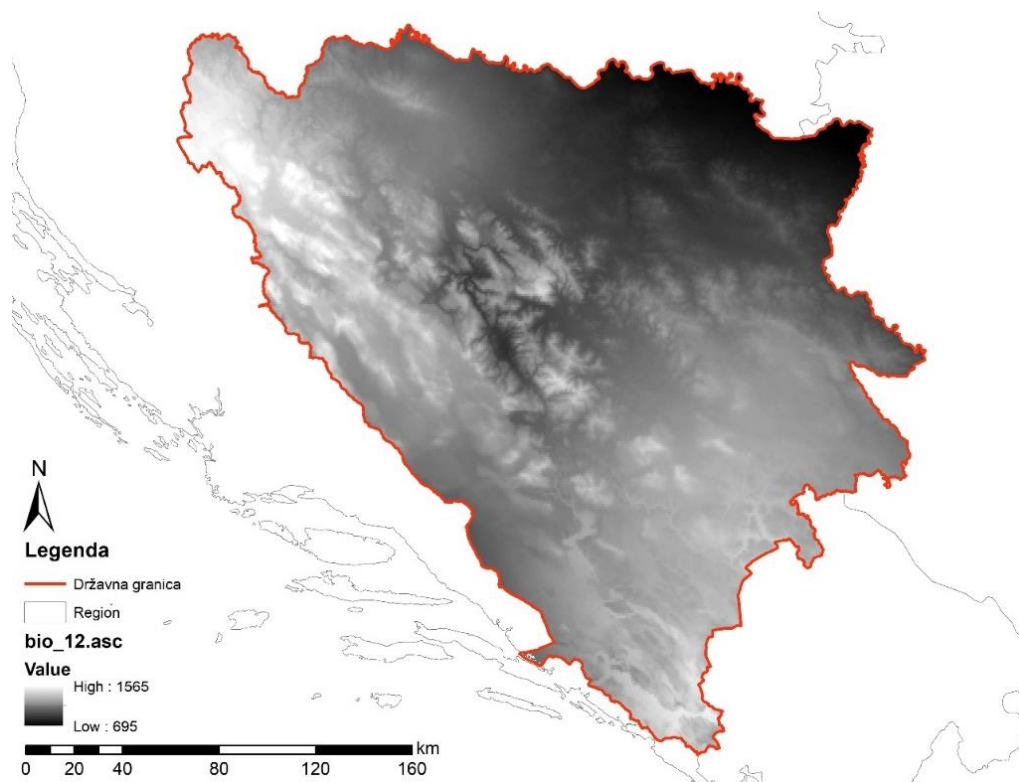
MATERIJAL I METODE

Podaci o rasprostranjenju vrste *Pueraria montana* var. *lobata* prikupljeni su na osnovu dostupnih literaturnih izvora, analize herbarskog materijala, kao i vlastitih terenskih istraživanja koja se vrše aktivno od 2008. godine, te je izrađena baza podataka u softverskom programu Arc GIS 10.4. Klimatske podloge preuzete su sa World Clim verzije 2.1. baze podataka sa 19 bioklimatskih varijabli u obliku rasterskih slojeva na rezoluciji od 30-arcsekundi (Fick i Hijmans, 2017; <https://www.worldclim.org>) (Tabela 1.). Radi se o globalnoj bazi približne rezolucije 1 km koja sadrži podatke dobivene na osnovu interpolacije vrijednosti temperature i padavina sa preko 3.500 nacionalnih meteoroloških stanica uključenih u globalnu mrežu. Podaci su dobiveni na osnovu tridesetogodišnjeg prosjeka (1970-2000) i široko se koriste u ekološkoj literaturi (Hijmans *et al.*, 2005; Fick i Hijmans, 2017). Osim klimatskih varijabli korišteni su i sljedeći raster slojevi: 20 m DEM, hidrološka karta, geološka karta, pedološka karta, saobraćajno-geografska karta i CLC 2018.

Tabela 1. Opis bioklimatskih varijabli preuzetih sa WorldClim baze podataka
 Table 1. Description of bioclimatic variables taken from the WorldClim database

Naziv varijable	Opis varijable
BIO-01	Srednja godišnja temperatura
BIO-02	Srednji dnevni raspon temperature
BIO-03	Izotermalnost
BIO-04	Sezonska temperatura
BIO-05	Maksimalna temperatura najtoplijeg mjeseca
BIO-06	Minimalna temperatura najhladnijeg mjeseca
BIO-07	Srednja godišnja temperatura (Bio5 – Bio6)
BIO-08	Srednja temperatura kvartala s najviše padavina
BIO-09	Srednja temperatura najsušnijeg kvartala
BIO-10	Srednja temperatura najtoplijeg kvartala
BIO-11	Srednja temperatura najhladnijeg kvartala
BIO-12	Godišnja količina padavina
BIO-13	Oborine mjeseca s najviše padavina
BIO-14	Oborine mjeseca s najmanje padavina
BIO-15	Koeficijent varijacije s najmanje padavina
BIO-16	Kvartal s najvišom količinom padavina
BIO-17	Kvartal s najmanjom količinom padavina
BIO-18	Količina oborina u najtoplijem kvartalu
BIO-19	Količina oborina u najhladnijem kvartalu

Za izradu modela ekološke niše korištena je metoda maksimalne entropije u programu MaxEnt (Phillips *et al.*, 2006), verzija 3.4.1. Maksimalno modeliranje entropije, odnosno MaxEnt se pokazao izuzetno korisnim alatom modeliranja vrsta (Phillips *et al.*, 2006; Václavík i Meentemeyer, 2009; Wolmarans *et al.*, 2010; Srivastava *et al.*, 2019; Yuan, 2021; Dai *et al.*, 2022). S obzirom da su podaci klimatskih varijabli, za područje cijelog svijeta, slojevi su izrezani samo za područje Bosne i Hercegovine i spremljeni u "asc" formatu (Karta 1.). Model ekološke niše napravljen je metodom maksimalne entropije u programu MaxEnt 3.4.4 (Phillips *et al.*, 2006). Takav model projiciran je u geografski prostor i izrađena prediktivna karta.



Karta 1. Prikaz izrezanog rasterskog sloja za klimatsku varijablu srednje godišnje količine padavina (Bio12) za područje Bosne i Hercegovine

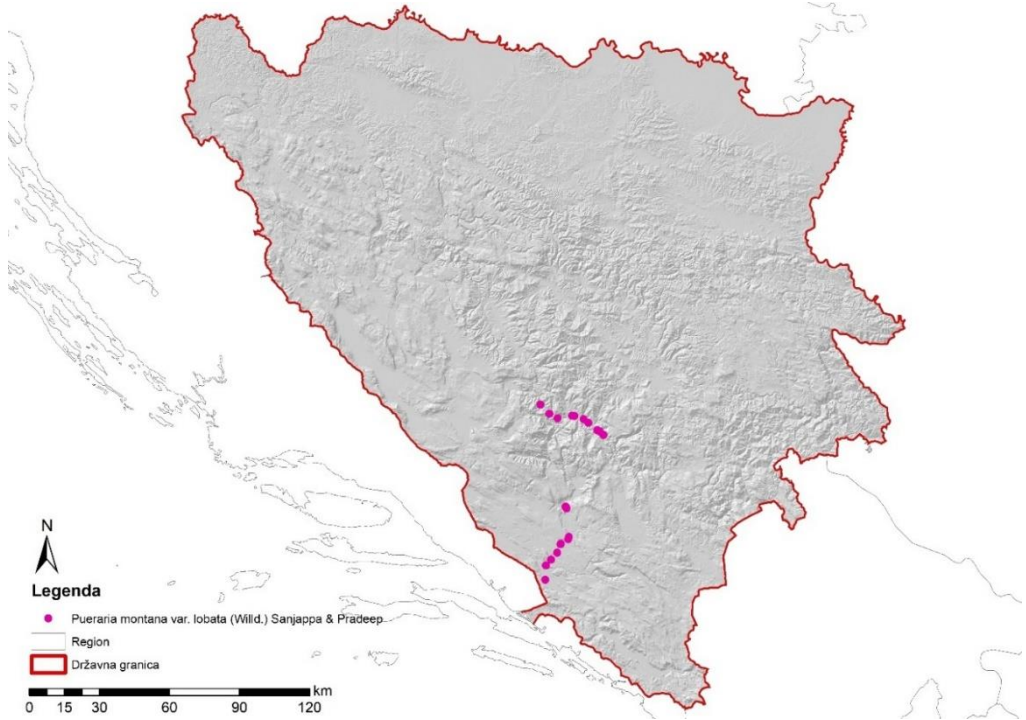
Map 1. View of the cut raster layer for the climate variable of the average annual rainfall (Bio12) for the area of Bosnia and Herzegovina

REZULTATI I DISKUSIJA

Prema dostupnim literaturnim podacima i vlastitih terenskih istraživanja vrsta *Pueraria montana* var. *lobata* u Bosni i Hercegovini je konstatovana na ukupno 25 lokaliteta (Tabela 2., Karta 2.).

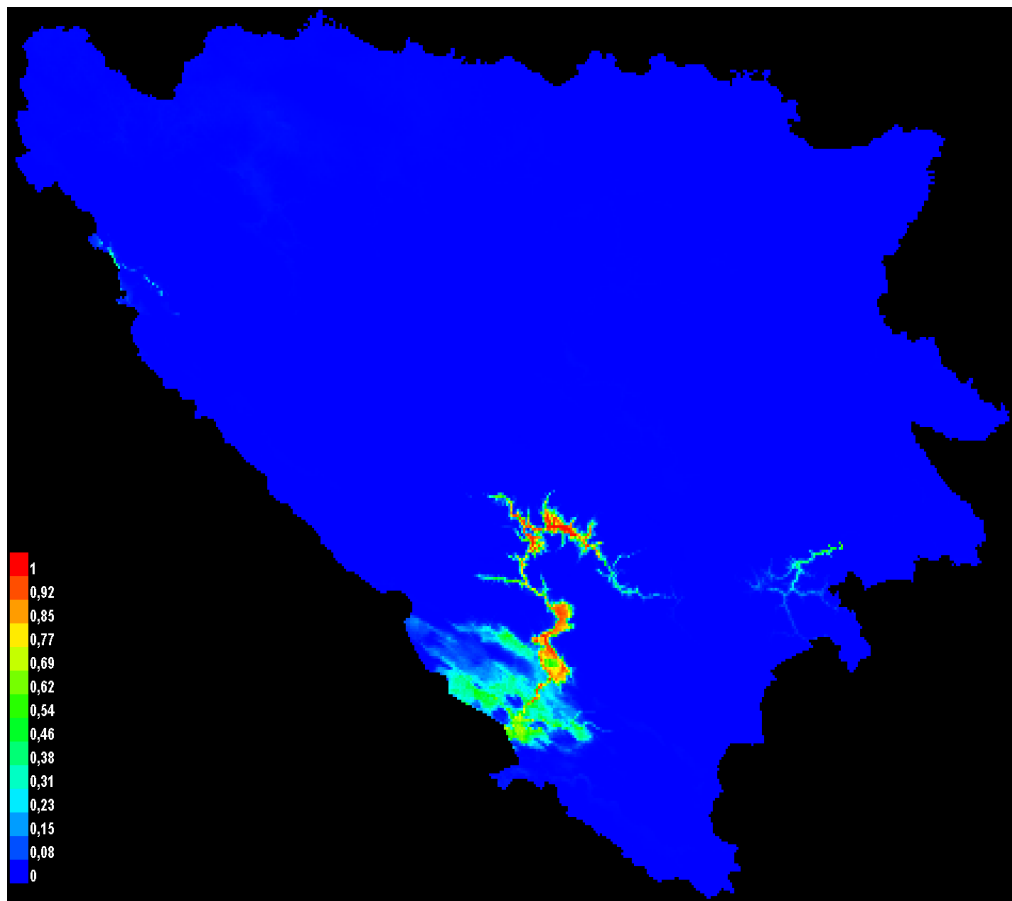
Tabela 2. Nalazi vrste *Pueraria montana* var. *lobata* u Bosni i Hercegovini
Table 2. Findings of Pueraria montana var. *lobata* in Bosnia and Herzegovina

<i>Redni broj</i>	<i>Širi lokalitet</i>	<i>Uži lokalitet</i>	<i>Izvor</i>	<i>UTM</i>
1.	Jablanica	oko Jablaničkog hidrobazena	Šilić, 1990	YJ24
2.	Čapljina	uz Neretvu nizvodno od Čapljine	Šilić, 1990	YH27
3.	Mostar	Mostar	Maslo, 2014	YJ20
4.	Mostar	Mostar	Maslo, 2015	YJ20
5.	Mostar	Mostar	Maslo, 2016	YJ20
6.	Čapljina	Žitomislići	Maslo, 2016	YH28
7.	Čapljina	Počitelj	Maslo i Boškailo, 2018	YH27
8.	Čapljina	Čapljina	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YH27
9.	Čapljina	Čapljina	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YH27
10.	Čapljina	Bivolje Polje	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YH28
11.	Konjic	Spiljani	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	BP63
12.	Konjic	više Konjica	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YJ33
13.	Konjic	Konjic	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YJ33
14.	Konjic	uz put Jablanica-Konjic	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YJ33
15.	Jablanica	uz Jablaničkog jezera	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YJ24
16.	Jablanica	Slatina	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YJ14
17.	Prozor	Gračac	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YJ14
18.	Konjic	Čelebići	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YJ34
19.	Jablanica	kod Jablaničkog jezera	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YJ34
20.	Mostar	oko Carine	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YH20
21.	Mostar	Bunur	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YH20
22.	Mostar	oko Starog mosta	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YH20
23.	Mostar	Buna	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YH39
24.	Mostar	Buna-Žitomislići	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YH39
25.	Čapljina	Žitomislići	Vlastita istraživanja/Boškailo A.	YH28



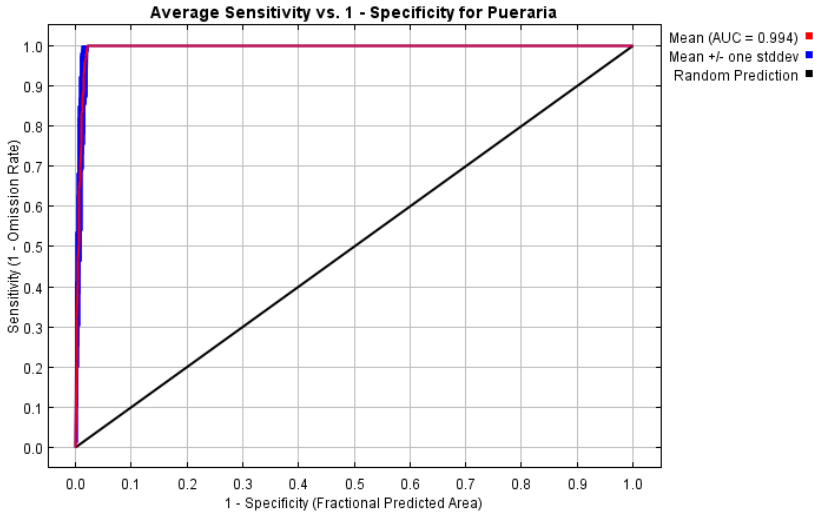
Karta 2. Distribucija vrste *Pueraria montana* var. *lobata* u BiH
Map 2. Distribution of Pueraria montana var. *lobata* in BiH

Na osnovu provedene softverske analize dobiveni su kumulativni i logistički izlazni podaci. Raspon vrijednosti piksela kreće se od 0 do 1 tj. od hladnije (plava boja) prema toplijoj (crvena boja). Što je vrijednost bliža 1 znači da je stanište povoljnije, a vrijednost bliže 0 označava da je stanište nepovoljnije za vrsta *Pueraria montana* var. *lobata* (Karta 3.). Na formiranje date distribucije najviše je utjecala varijabla Bio_9 koja označava Srednju temperaturu najsušnijeg kvartala. Slijede varijable: Bio_7 – Srednja godišnja temperatura i Bio_14 – Oborine mjeseca s najmanje padalina.



Karta 3. Model vjerovatnosti pojavljivanja vrste *Pueraria montana* var. *lobata*, tj. prikladnost staništa dobivena pomoću softverskog programa MaxEnt
Map 3. Pueraria montana var. *lobata*, viz. habitat suitability obtained using the MaxEnt software program

Na osnovu date karte vidljivo je da su istraživani lokaliteti (Jablanica, Konjic, Mostar; okolina Čitluka, Ljubuškog, Čapljine i Stoca) prepoznati kao područje pogodno za datu invazivnu stranu vrstu te će u narednom periodu biti neophodno provoditi adekvatne preventivne mjere kako bi se spriječilo širenje ove invazivne strane vrste. Na Grafikonu 1. prikazano je odstupanje (omisije) od predikcije (modela) i njihove standardne devijacije (odstupanje varijanta od srednje vrijednosti). Kumulativni prag, tzv. „cumulative threshold“ je dio modela koji pokazuje vrijednosti iznad praga kontinuirane varijable koje bi trebale biti što sličnije promatranoj varijabli. Iz grafikona uočavamo da prosječna omisija (zelena linija) ne odstupa značajno od predikcije modela (crna linija). Također i standardna devijacija nije značajna za prosječnu emisiju (žuta površina). Grafikon ukazuje na visok stepen tačnosti modela.



Grafikon 1. Grafički prikaz tačnosti modela
Graph 1. Graphic representation of model accuracy

Na x osi prikazane su vrijednosti od 0-1 koje označavaju 1 – Specificity (udio tačno zabilježenih tačaka da nisu prisutne na geografskom prostoru), a na y osi se nalaze vrijednosti od 0-1 za Sensitivity (1 – Omission Rate). Sensitivity je udio tačno zabilježenih tačaka o prisutnosti vrste, a Omission je udio krivo zabilježenih tačaka da ne postoje. Što je omisija manja greška je manja u modelu. Rezultat krivulje je blizu vrijednosti 1 (0,994) i krivulja je pod pravim kutom s obzirom na predviđenu krivulju što nam ukazuje da se radi o modelu koji je gotovo savršen.

ZAKLJUČAK

Pueraria montana var. *lobata* je izuzetno opasna invazivna strana vrsta koja u potpunosti mijenja ekosistem. Na prostoru Bosne i Hercegovine zastupljena je u dolini rijeke Neretve, prvenstveno oko Mostara, Jablanice i Konjica. S obzirom na opasnost koju nosi ova invazivna strana vrsta napravljen je model ekološke niše pomoću metode maksimalne entropije koji se pokazao vrlo učinkovitim. Klimatska varijabla Bio9 pokazala se kao najutjecajnija na formiranje modela i rasprostranjenost date vrste. Rezultati se podudaraju sa njenom utvrđenom rasprostranjenošću, a i ranija istraživanja rasprostranjenosti drugih vrsta pokazala su tačnost programa. S obzirom na trenutne klimatske promjene, a i tačnost metode u MaxEnt programu, metoda maksimalne entropije otvara mogućnosti za istraživanje ostalih stranih invazivnih vrsta.

LITERATURA

- Anonymus (2016). Commission implementing regulation (EU) 2016/1141 of 13. july 2016. adopting a list of invasive alien species of Union concern pursuant to Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union 189: 4-8.
- Bešlagić, A. (1959). Pregled vrsta nesamoniklog bjelogoričnog grmlja u parkovima Sarajeva i Mostara. Diplomski rad. Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo
- Celesti-Grapow, L., Alessandrini, A., Arrigoni, P.V., Banfi, E., Bernardo, L., Bovio, M., Brundu, G., Cagiotti, M.R., Camarda, I., Carli, E., Conti, F., Fascetti, S., Galasso, G., Gubellini, L., La Valva, V., Lucchese, F., Marchiori, S., Mazzola, P., Peccenini, S., Poldini, L., Pretto, F., Prosser, F., Siniscal, C., Villani, M.C., Viegi, L., Wilhalm, T., Blasi, C. (2009). Inventory of the non-native flora of Italy. *Plant Biosystems* 143(2): 386-430.
- Clabassi, I., Tomé, A., Otto, S., Zanin, G. (2003). Segnalazione di una nuova potenziale pianta infestante: *Pueraria montana*. *Informatore Fitopatologico* 53(9): 30-33.
- Dai, X., Wu, W., Ji, L., Tian, S., Yang, B., Guan, B., Wu, D. (2022). MaxEnt model-based prediction of potential distributions of *Parnassia wightiana* (Celastraceae) in China. *Biodiversity Data Journal* 10: e81073, doi: 10.3897/BDJ.10.e81073.
- Đug, S., Drešković, N., Trožić Borovac, S., Škrijelj, R., Muratović, E., Dautbašić, M., Bašić, N., Mujezinović, O., Lukić Bilela, L., Šoljan, D., Trakić, A., Vesnić, A., Šljuka, S., Hrelja, E., Mušović, A., Boškailo, A., Banda, A., Kulijer, D., Hadžić, E. (2019). Inventarizacija i geografska interpretacija invazivnih vrsta u Federaciji Bosne i Hercegovine. Elaborat Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
- EPPO (2012). EPPO Standards - Guidelines for pest risk analysis. PM5/6(1) EPPO prioritization process for invasive alien plants. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 42: 463-474.
- Feilhauer, H., He, K.S., Rocchini, D. (2012). Modeling species distribution using niche-based proxies derived from composite bioclimatic variables and MODIS NDVI. *Remote Sens* 4:2 057–2075.
- Fick, S.E., Hijmans, R.J. (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37(12): 4302-4315.
- Follak, S. (2011). Potential distribution and environmental threat of *Pueraria lobata*. *Cent. Eur. J. Biol.*6(3): 457-469.
- Gigon, A., Pron, S., Buholzer, S. (2014). Ecology and distribution of the Southeast Asian invasive liana Kudzu, *Pueraria lobata* (Fabaceae), in Southern Switzerland. *EPPO Bulletin* 44(3): 490-501.
- Harron, P., Joshi, O., Edgar, C.B., Paudel, S., Adhikari, A. (2020). Predicting Kudzu (*Pueraria montana*) spread and its economic impacts in timber industry: A case

- study from Oklahoma. PLoS ONE 15(3): e0229835. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229835>
- Hickman, J.E., Wu, S., Mickley, L.J., Lerdau, M.T. (2010). Kudzu (*Pueraria montana*) invasion doubles emissions of nitric oxide and increases ozone pollution. PNAS 107(22): 10115-10119.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 25: 1965-1978.
- Lamere, C.W. (2006). Kudzu in Albany, NY. URL: <http://clifflamere.com/Misc/Kudzu-Albany.htm>, accessed: 06.04.2021
- Maslo, S. (2014). The urban flora of the city of Mostar (Bosnia and Herzegovina). Nat. Croat., 23(1): 101–145, Zagreb.
- Maslo, S. (2015). Alien flora of the city of Mostar (Bosnia and Herzegovina). Herbologia 15(2): 1-16.
- Maslo, S. (2016). Contribution to the flora of Bosnia & Herzegovina (New neophytes in the flora of Bosnia and Herzegovina). Glasnik Zemaljskog Muzeja Bosne i Hercegovine, (PN) NS 36: 43-61.
- Maslo, S., Boškailo, A. (2018). Vascular flora of the old town of Počitelj and its surrounding area (South Bosnia and Herzegovina). Glasnik Zemaljskog Muzeja Bosne i Hercegovine, (PN) NS 37: 19-46.
- Mitich, L.W. (2000). Intriguing world of weeds: kudzu (*Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi. Weed Technology, 14: 231-235.
- Mooney, H. A., Hobbs, R. J. (2000). Invasive species in a changing world. Island Press, Washington.
- Nikolić, T. (2020). Flora Croatica – vaskularna flora Republike Hrvatske. Volumen 2.: Ključevi za determinaciju s pratećim podacima: Equisetidae, Lycopodiidae, Ophoglossidae, Polypodiidae, Cycadidae, Ginkgooidae, Gnetidae, Pinidae, Magnoliidae – porodice A – FAB. Alfa d. d., Zagreb.
- Nikolić, T. (ed.) (2022). Flora Croatica baza podataka - Alhohtone biljke On-Line (<http://hirc.botanic.hr/fcd/InvazivneVrste>). Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions .Ecological Modelling, 190(3-4): 231-259.
- Pron, S. (2006). Ecology, distribution and evaluation of the exotis liana *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi (Fabaceae) in southern Switzerland. Thesis. Department of Environmental Sciences. Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.
- Rajah, P., Odindi, J., Mutanga, O., Kiala, Z. (2019). The utility of Sentinel-2 Vegetation Indices (VIs) and Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) for invasive alien species detection and mapping. Nat Conserv 35:41-61.
- Srivastava, V., Lafond, V., Griess, V.C. (2019). Species distribution models (SDM): applications, benefits and challenges in invasive species management. CAB Rev. 14: 1-13. doi: 10.1079/PAVSNNR201914020

- Starr, K., Martz, K., Loope, L. (1999). Kudzu (*Pueraria lobata*): an alien report. United States Geological Survey Biological Resources Division.
- Šilić, Č. (1990). Ukrasno drveće i grmlje. Svjetlost, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, Beograd.
- Václavík, T., Meentemeyer, R. K. (2009). Invasive species distribution modeling (iSDM): Are absence data and dispersal constraints needed to predict actual distributions? *Ecological Modelling*, 220(23): 3248–3258.
- Wagner, W.L., Herbst, D.R., Sohmer, S.H. (1990). Manual of flowering plants of Hawaii. Vol. 2. University of Hawaii Press and Bishop Museum Press, Honolulu.
- Wolmarans, R., Robertson, M. P., van Rensburg, B. J. (2010). Predicting invasive alien plant distributions: how geographical bias in occurrence records influences model performance. *Journal of Biogeography* 37(9): 1797-1810.
- Yuan, Y., Tang, X., Liu, M., Liu, X., Tao, J. (2021). Species Distribution Models of the *Spartina alterniflora* Loisel in Its Origin and Invasive Country Reveal an Ecological Niche Shift. *Front. Plant Sci.*, 12: 738769. doi: 10.3389/fpls.2021.738769
- <https://www.worldclim.org>

DISTRIBUTION, HOROLOGY AND PREDICTIVE MODELING OF *Pueraria montana* var. *lobata* (Willd.) SANJAPPA & PRADEEP IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

Pueraria, or kudzu (*Pueraria montana* var. *lobata* (Willd.) Sanjappa & Pradeep) is a dangerous invasive foreign species of the legume family (Fabaceae). It inhabits neglected, open, bright habitats of urban areas (neglected field land, railways, etc.) and forest edges. In many countries, it is characterized as a dangerous invasive species. Due to the great danger of endangering autochthonous diversity, the goal was to create a model of predictive distribution with regard to environmental factors in Bosnia and Herzegovina. Distribution data was taken from available literature sources, as well as our own field research. The model is made on the basis of climate substrates in the form of raster layers taken from the WorldClim database that are aligned to the same, resolution, size and coordinate reference system at a resolution of about 1x1 km. In addition to the climate variables, 20 m DEM and CLC 2018 data in the form of raster layers were also used. The obtained results indicate that the distribution of the given species in the area of the Neretva river basin, and the possibility of its expansion, is why it is necessary to implement adequate preventive measures. The variable Bio_9 (Medium temperature of the driest quarter) has statistically significantly the greatest impact on the habitat suitability of a given species.

Key words: *Pueraria montana* var. *lobata* (Willd.) Sanjappa & Pradeep, invasive alien species, Bosnia and Herzegovina, MaxEnt.

UTICAJ REZIDBE NA FENOLOŠKI RAZVOJ I RODNOST SORTE VINOVE LOZE ALPHONSE LAVALLE U MOSTARSKOM VINOGORJU*

Mersija Delić^{1*}, Fikreta Behmen¹, Senad Murtić¹, Semira Sefo²,
Saša Matijašević³

Originalani naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Tokom trogodišnjeg ispitivanja uticaja rezidbe na fenološki razvoj i rodnost sorte Alphonse Lavalle na području Mostara primijenjene su tri varijante rezidbe (28, 30 i 40 okaca / čokotu) u četiri ponavljanja. Fenološki razvoj sorte odvijao se u granicama prosjeka i u skladu sa temperaturnim uslovima. Ukupan broj razvijenih lastara i broj rodni lastara bio je najveći 2013. godine (ukupni 21,72, rodni 21,25), a najmanji 2012. godine (ukupni 18,67, rodni 18,56). Najveći prinos grožđa po čokotu evidentiran je 2013. godine (17,73 kg), a najmanji 2011. godine (9,01 kg). Broj grozdova po čokotu bio je najveći 2013. godine (33,94), a najmanji 2011. godine (26,71). Varijanta rezidbe III imala je najveći broj ukupnih (21,79) i rodni (21,64) lastara, a varijanta I najmanji (ukupni 18,46, rodni 18,17). Najveći prinos grožđa po čokotu evidentiran je kod varijante II (14,47 kg), a najmanji kod varijante I (12,05 kg), dok je broj grozdova po čokotu bio ujednačen kod varijanti II (31,37) i III (31,51).

Ključne riječi: *Alphonse Lavalle, rezidba, fenologija, rodnost*

UVOD

Stono grožđe je jedno od najčešće konzumiranog voća u svijetu. Stav potrošača stonog grožđa zavisi od različitih fizičkih i hemijskih osobina, među kojima je tekstura bobice, kvalitet grožđa, od velikog značaja za svježiju potrošnju (Ha *et al.*, 2007; Sato *et al.*, 1997).

Kod stonog grožđa, kvalitet se odnosi na karakteristike kao što su broj sjemenki, izgled (uključujući boju bobice, veličinu i jednoobraznost), čvrstinu, hrskavost, teksturu, slast (glukoza i fruktoza predstavljaju ~ 99% sadržaja šećera na kraju sazrijevanja grožđa), nivo kiselosti i okusa (Piva *et al.*, 2006).

Stone sorte vinove loze su posebna grupa sorti koje su isključivo namijenjene potrošnji u svježem stanju. Zahtjevi tržišta za što kvalitetnijim grožđem nametnuli su potrebu

*Izvod iz doktorske disertacije. Abstract from phd's thesis

¹ Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno – prehrambeni fakultet Sarajevo, Bosna i Hercegovina

² Univerzitet "Džemal Bijedić" Mostar, Agromediterranski fakultet, Bosna i Hercegovina

³ Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Beograd, Srbija

* Korespondencija: m.delic@ppf.unsa.ba

stvaranja novih stonih sorti. To je dovelo do prisustva mnogobrojnih novih sorti čije se kvalitativne karakteristike moraju provjeriti i uporediti sa uslovima porijekla sorte. Nove sorte dovode u nedoumicu proizvođače grožđa, te je provjera kvaliteta novostvorenih sorti neophodnost, kako bi se iste poslije provjere mogle preporučiti za gajenje u novim agroekološkim uslovima (Mijatović i sar., 2010).

Pravilan odabir sistema uzgoja ima veliku važnost kod uzgoja stonog grožđa jer je pažnja usmjerena na vanjski izgled grožđa i ukupan prinos. Sistem uzgoja čine razmak sadnje, uzgojni oblik čokota, način rezidbe, konstrukcija armature, te ampelotehničke mjere kojima se reguliše vegetativni potencijal čokota (Karoglan i sar., 2017).

Fenologija je proučavanje pojedinačnih fizioloških događaja ili faza rasta biljaka ili životinja koje se ponavljaju sezonski kao odgovor na klimu. Razumijevanje fenologije datog biljnog sistema je važno za određivanje sposobnosti regije da se u njoj proizvede usjev u granicama svojih klimatskih režima (Morlat & Bodin, 2006; Webb *et al.*, 2007).

Rezidba vinove loze predstavlja jednu od najvažnijih ampelotehničkih mjera tokom formiranja uzgojnog oblika čokota, rastuće rodnosti i redovne eksploatacije zasada. Može se izvoditi tokom čitavog perioda zimskog mirovanja, počevši od opadanja lišća u jesen, pa do kretanja vegetacije u proljeće (Himelrick & Dozier, 2013; Hellman, 2001; Hashim, 2001; Zabadal *et al.*, 2002).

Povećanje opterećenja čokota rodnim okcima i povećanje dužine rodnih elemenata nije uvijek u srazmjeri sa povećanjem prinosa. Opterećenje mora odgovarati snazi čokota. Ukoliko je opterećenje veliko i ne odgovara snazi čokota, sva okca neće krenuti, procenat rodnih lastara će biti manji kao i koeficijent rodnosti, smanjiće se i prosječna težina grožđa, prirast lastara i dužina lastara će biti manja (Žunić & Matijašević, 2004).

Rodnost kao biološko svojstvo sorti iskazuje se preko: procenta aktiviranih okaca, broja razvijenih lastara, procenta rodnih lastara i koeficijentata rodnosti tj., preko prosječnog broja cvasti ili grozdova po jednom okcu, po jednom razvijenom lastaru ili po jednom rodnom lastaru (Matijašević, 2001).

Po pravilu, kod stonih sorti prva 2 do 3 (ili čak 4 - 5) okca na rodnom lastaru nisu uopšte rodna ili su veoma malo rodna. Dakle, rodnost okaca odnosno lastara u vegetaciji počinje da se ispoljava od trećeg ili četvrtog i petog okca naviše, pa je to osnovni i jedini razlog zbog kojeg se kod stonih sorata primjenjuje mješovita ili duga rezidba (Tadijanović, 1993).

Porijeklo sorte Alphonse Lavallo je nedovoljno poznato. Po nekima nastala je u Francuskoj ukrštanjem sorti Bellino i Lady Downes Seedling (www.vivairauscedo.com, www.vivc.de). Dok drugi smatraju da je nastala kao spontani križanac 1860. god., kod jednog rasadničara u Orleansu. Prema nekim morfološkim karakteristikama pretpostavlja se da potječe od orijentalne sorte Dodrelabi (Gros Colman, Triomphe), a

ime je dobila po predsjedniku francuskog hortikulturnog društva (Mirošević i Turković, 2003).

Grozđ je velik i vrlo velik, konusan ili cilindrično - konusan, krilat, umjereno rastresit, prosječne težina 500 - 600 g. Bobica je velika ili vrlo velika, okrugla ili blago spljoštena, tamnoplave boje sa izraženom ljubičastom nijansom uz peteljčicu. Pokožica je obilno posuta pepeljkom, debela, dosta konzistentna; meso je sočno, srednje hrskavo, okus je neutralan, sladak, osvježavajući; prosječna težina bobice je 7 - 9 g. U svakoj bobici se nalazi 3,1 sjemenka. Sazrijeva u III epohi (I i II dekada septembra). Prinos grožđa je od 15 - 20 t/ha. Otpornost na transport je visoka. Može se dugo čuvati u hladnjači. Sok zrelog grožđa sadrži 13 - 16 % šećera i 4 - 7 g/l ukupnih kiselina.

Nakon introdukcije sorte neophodno je pratiti njeno prilagođavanje novim ekološkim uslovima. Posljednjih godina, na području Hercegovine, uveden je veći broj novostvorenih stonih sorti, sa različitim biološkim i privredno - tehnološkim karakteristikama. Do sada ova sorta nije proučavana sa stanovišta njihovog prilagođavanja ekološkim uslovima Hercegovine. Zato je i predmet ovog rada bio da se u uslovima Hercegovine detaljno prouči uticaj rezidbe na rodnost stone sorte Alphonse Lavallo, kao jedne od većeg broja uvedenih stonih sorti vinove loze.

METODE ISTRAŽIVANJA

Trogodišnji ogled postavljen je na objektu "Vinogradi" doo Mostar po metodi slučajnog izbora. Vinograd je u punom plodonošenju, intenzivan je uzgoj, sistem za navodnjavanje kap po kap, a provodi se redovna agrotehnika. Zasađen je 2008. godine sa razmakom sadnje 3m x 1,2 m, a uzgojni oblik čokota je mozerova kordunica. Istraživane su tri varijante rezidbe (28, 32 i 40 okaca po čokotu) na stonj sortu Alphonse Lavallo kalemljenoj na loznoj podlozi Paulsen 1103. Eksperiment je postavljen na 72 čokota u četiri ponavljanja (6 čokota po ponavljanju). Laboratorijska istraživanja urađena su na Poljoprivredno - prehrambenom fakultetu Univerziteta u Sarajevu.

U toku ispitivanja pratio se početak, trajanje i završetak pojedinih faza tokom fenološkog razvoja čokota i to: suženje, aktiviranje okaca i formiranje lastara, cvjetanje i oplodnja, razvoj zelene bobice do pojave šarka, sazrijevanje grožđa i sazrijevanje lastara i opadanje lišća. Datumi nastupanja perioda mirovanja i perioda vegetacije, kao i pojedinih faza u toku vegetacije, bilježeni su za sve tri ogledne godine, a zatim su se aritmetičkom sredinom utvrdili srednji datumi početka pojedinih perioda i faza razvoja čokota tokom godine. Fenološki razvoj sorti praćen je po metodi Lazarevskog (1946).

Ogledom su obuhvaćene sljedeće varijante rezidbe:

Tabela 1. Varijante rezidbe sa određenim brojem okaca
Table 1. Pruning variants with the specified number of buds

Varijanta <i>Variant</i>	Rezidba <i>Pruning</i>	Br. kondira Short sprouts	Br. lukova Long sprouts	Br. okaca po čokotu <i>No of buds per vine</i>
Varijanta I	kratka	4 (5)+ 4 (2)	0	28
Varijanta II	mješovita	4 (2)	4 (6)	32
Varijanta III	mješovita	4 (2)	4 (8)	40

U toku istraživanja ispitivani su sljedeći pokazatelji:

1. Fenološki razvoj sorte
2. Rodnost lastara
3. Prinos grožđa po čokotu
4. Broj grozdova po čokotu

Rodnost lastara je utvrđena brojanjem ukupno razvijenih i rodni lastara iz ostavljenih zimskih okaca, neposredno pred cvjetanje vinove loze.

Prinos grožđa po čokotu utvrđen je vaganjem ubranog grožđa sa svakog pojedinačnog čokota. Nakon toga, aritmetičkom sredinom dobijen je prosječan prinos grožđa po čokotu za svako ponavljanje odnosno varijantu rezidbe tokom tri godine.

Broj grozdova po čokotu je utvrđen brojanjem ubranih grozdova tokom berbe sa svakog pojedinačnog čokota, a nakon toga prosječan broj grozdova je utvrđen aritmetičkom sredinom za svako ponavljanje odnosno varijantu rezidbe tokom oglednih godina.

Dobijeni parametri u ispitivanju obrađeni su u računarskom programu SPSS.

Ekološki uslovi

Usljed klimatskih promjena, narednih decenija, može doći do značajnih izmjena sortimenta i distribucije sorti vinove loze na području evropskih vinogradarskih regija (Chiriac, 2007). Zbog viših temperatura, tradicionalna ograničenja za uzgoj vinove loze se mijenjaju, a stim i fenologija, prinos i kvalitet grožđa, kao što se dogodilo u zapadnoj Evropi, uglavnom u Francuskoj u posljednjih 15 godina (Enache, 2008; PN II, 2007).

Za određivanje pogodnosti uslova za uzgoj vinove loze u nekom području odlučujući faktor je klima. Ako klimatski uslovi ne odgovaraju nekoj sorti, nastaju velike promjene u trajanju i prolaženju fenofaza razvoja, što se odražava na prinos i kvalitet grožđa.

Na klimu Mostarskog vinogorja presudan uticaj ima otvorenost prema moru, koritom rijeke Neretve i odvojenost od sjevernih područja planinskim masivima. Za analizu klimatskih uslova korišteni su podaci meteorološke stanice Mostar koji su dobijeni iz Federalnog hidrometeorološkog zavoda BiH.

Tabela 2. Osnovni meteorološki faktori u mostarskom vinogorju
Table 2. Basic meteorological factors in Mostar winegrowing region

Pokazatelj <i>Parameter</i>	1961 - 1990	2011	2012	2013
Srednja godišnja temperatura vazduha (°C)	14,1	16,2	16,1	15,9
Srednja vegetaciona temperatura vazduha (°C)	18,83	21,76	22,1	21,16
Apsolutno minimalna temperatura vazduha (°C)	-14,2	-1,6	-7,4	-2,4
Apsolutno maksimalna temperatura vazduha (°C)	41	40,4	41,8	41,1
Padavine u vegetaciji (mm)	518	396,5	744,4	931,1
Godišnja suma padavina (mm)	1102	872,5	1394,9	2188,3
Dužina perioda vegetacije (dana)	239	235	236	237
Dužina trajanja sunčeva sjaja (sati)	2287	2629,9	2656,9	2464,2

Tokom istraživanih godina temperatura zraka je bila značajno viša u odnosu na višegodišnji prosjek. Količina padavina je bila također, veća u odnosu na višegodišnji prosjek, izuzev 2011. godine.

REZULTATI I DISKUSIJA

Fenologija sorte

Kod uvođenja novih sorti odnosno introdukcije, praćenje fenologije i zrenja je važno kako bi pravilno odabrali klimatske uslove u kojima će data sorta postići najbolji prinos i kvalitet grožđa (Gris *et al.*, 2010).

Između dužina vremenskih perioda od otvaranja okaca do cvjetanja, od cvjetanja do početka zrenja (šarka), od šarka do punog zrenja, postoji značajna korelacija koja se kreće od 0,46 do 0,94 (Mattheou *et al.*, 1995).

Tabela 3. Datumi nastupanja fenofaza razvoja sorte Alphonse Lavallee u godišnjem ciklusu razvoja vinove loze u agroekološkim uslovima lokaliteta Vrapčići – Mostar
 Table 3. Dates of occurrence of phenophases in the development of Alphonse Lavallee variety within the annual cycle of vine development in agro-ecological conditions of the Vrapčići – Mostar site

Godina osmatra- nja <i>Year of observa- tion</i>	Fenofaze razvoja / <i>Phenophases of development</i>						
	Suzenje <i>Bleed- ing</i>	Otvara- nje pupoljaka <i>Bud break</i>	Cvjetanje <i>Flowering</i>		Šarak <i>Vera- ison</i>	Puna zrelost <i>Full ripen- ess</i>	Kraj vegeta- cije <i>End of vegetati- on</i>
			Počē- tak <i>Beginni</i>	Kraj <i>End</i>			
2011	20.03.	01.04.	22.05.	03.06.	02.08.	27.08.	11.11.
2012	21.03.	03.04.	24.05.	06.06.	04.08.	02.09	14.11.
2013	23.03.	06.04.	27.05.	10.06.	01.08.	31.08.	16.11.
Prosjeck <i>Average</i>	22.04.	03.04.	24.05.	06.06.	02.08.	30.08.	13.11.

Interval od početka pupanja do berbe grožđa, odnosno pune zrelosti grožđa kod sorte Alphonse Lavallee na lokalitetu Vrapčića, prosječno je iznosio 149 dana.

Prosječan broj dana od pupljenja do pune zrelosti grožđa, u uslovima sjeverne Grčke, kod sorte Alphonse Lavallee iznosio je 170 dana (Mattheou *et al.*, 1995), u uslovima Zadra 152 dana (Fazinić i Fazinić, 1990). Na bazi podjele sorti prema dužini trajanja perioda od pupanja do berbe, koju su napravili navedeni autori, Alphonse Lavallee spada u grupu srednje kasnih sorti sa dužinom trajanja ovog perioda od 146 – 170 dana (Mattheou *et al.*, 1995). U uslovima Turske (pokrajina Samsun u blizini Crnog mora) kod sorte Alphonse Lavallee evidentirani su prosječani datumi: otvaranje pupoljaka je bilo 8.4., a ovdje 3.4., cvjetanje je bilo 5.6., a u ovim istraživanjima 6.6., šarak je bio 20.7., ovdje 2.8., dok je puna zrelost bila 21.8., ovdje 30.08. Prosječan broj dana od pupljenja do pune zrelosti grožđa iznosio je 135 dana (K ö s e, 2014).

Rodnost

Rodnost jedne sorte je prije svega genetski određena, ali je pod značajnim uticajem unutrašnjih i spoljnjih faktora, zbog čega varira u širokim granicama. Od unutrašnjih faktora to su hormoni, dok od spoljnjih najvažniji i dokazan uticaj imaju mineralna ishrana, svjetlost, toplota, voda, agro i fitotehnika (Srinivasan & Mullins, 1976,1981; Lavee *et al.*, 1981; Ziv *et al.*, 1981; Svanepoel & Archer, 1988; Kuljančić, 1994; Kuljančić *et al.*, 1998).

Znanje o kombinaciji sorta x podloga temeljna je za postizanje dobrih kvantitativnih i kvalitativnih rezultata za određenu lokaciju vinograda (Andrade *et al.*, 2005).

Tabela 4. Prosječne vrijednosti parametara rodnosti sorte Alphonse Lavellee tokom godina istraživanja

Table 4. Average values of grape fruiting parameters in the years of research

Parametar <i>Parameter</i>	Varijanta rezidbe <i>Pruning variant</i>	Godina istraživanja <i>Year of research</i>			Prosjek za varijantu rezidbe <i>Average for the pruning variant</i>
		2011	2012	2013	
Ukupan broj lastara po čokotu <i>Total number of canes per vine</i>	I	18,33	16,54	20,50	18,46 ^b
	II	19,96	19,33	21,00	20,10 ^{ab}
	III	21,54	20,13	23,67	21,78 ^a
Prosjek za godinu <i>Average for the year</i>		19,95 ^{ab}	18,67 ^b	21,72 ^a	
Broj rodnih lastara <i>Number of fruiting canes</i>	I	18,09	16,46	19,96	18,17 ^b
	II	19,21	19,17	20,62	19,67 ^b
	III	21,71	20,04	23,17	21,64 ^a
Prosjek za godinu <i>Average for the year</i>		19,67 ^{ab}	18,56 ^b	21,25 ^a	
Prinos grožđa po čokotu <i>Grape yield per vine</i>	I	7,78	11,30	17,08	12,05 ^b
	II	10,34	14,41	18,66	14,47 ^a
	III	8,93	12,77	17,45	13,05 ^{ab}
Prosjek za godinu <i>Average for the year</i>		9,01 ^c	12,83 ^b	17,73 ^a	
Broj grozdova po čokotu <i>Number of bunch per vine</i>	I	23,43	26,87	30,82	27,04 ^b
	II	30,08	31,08	32,95	31,37 ^a
	III	26,63	29,84	38,05	31,51 ^a
Prosjek za godinu <i>Average for the year</i>		26,71 ^b	29,26 ^b	33,94 ^a	

Analizom varijanse ustanovljeno je da su na ispitivane parametre rodnosti sorte Alphonse Lavellee statistički značajan uticaj imala oba ogledna faktora (varijanta rezidbe i godina istraživanja). Međudjelovanja oglednih faktora nije bilo. Testiranje značajnosti razlika sredina urađeno je Tukey testom.

Rezultati testiranja značajnosti razlika Tukey – testom pokazuju da se 2013. godine (21,72) razvio statistički značajno veći broj ukupnih lastara u odnosu na 2012. godinu (18,67), dok između godina 2013. i 2011., kao i 2012. i 2011. nije postojala statistički značajna razlika. Varijanta III (21,78) je imala statistički značajno veći broj ukupnih

lastara u odnosu na varijantu I (18,46), dok između varijanti III i II, kao i varijanti II i I nije bilo statistički značajnih razlika.

Ispitujući rodnost okaca i lastara, utvrđeno je da je procenat kretanja okaca znatno veći kod veoma ranih i ranih nego u sorti kasnog sazrijevanja. Najnižu rodnost okaca i lastara ispoljile su sorte kasnog i vrlo kasnog sazrijevanja (Korać, 1989). Tukey – testom je utvrđeno da se 2013. godine (21,25) razvio statistički značajno veći broj rodni lastara u odnosu na 2012. godinu (18,56), dok između godina 2011. i 2012. kao i 2011. i 2013. nije postojala statistički značajna razlika. Varijanta III (21,64) je imala statistički značajno veći broj rodni lastara u odnosu na varijante I (18,17) i II (19,67), dok nije postojala statistički značajna razlika između varijanti I i II. Veći broj ostavljenih okaca rezidbom utiče na porast lastara, diferenciranje okaca i broj rodni lastara po čokotu. Povećanjem broja ostavljenih okaca pri rezidbi došlo je do smanjenja procentualnog udjela rodni lastara i broja formiranih cvasti po čokotu što ima odraza i na prinos (Benismail *et al.*, 2005). Balans između mase lastara, rodnosti i prinosa su varijabilni i u velikoj mjeri zavise od lozne podloge (Brighenti *et al.*, 2012). Testiranjem značajnosti razlika sredina utvrđeno je da je postojala statistički značajna razlika u prinosu grožđa po čokotu između sve tri ogledne godine. Godine 2013. (17,73 kg) evidentiran je statistički značajno najveći prinos grožđa po čokotu, a zatim 2012. godine (12,83 kg), dok je 2011. godine (9,01 kg) bio statistički značajno manji prinos u odnosu na ostale godine. Varijanta rezidbe II (14,47 kg) je imala statistički značajno veći prinos grožđa po čokotu u odnosu na varijantu I (12,05 kg), dok nije postojala statistički značajna razlika između varijante III (13,05 kg) u odnosu na varijante I i II. Prosječan prinos grožđa sorte Alphonse Lavallee u uslovima Izmir – Turska bio je 20,88 kg/čokotu (Işçi and Gökbayrak, 2015), u sjevernoj Grčkoj 7,1 kg (Mattheou *et al.*, 1995), a u uslovima Zadra 9,55 kg kod kratke rezidbe, a 8,85 kg kod duge rezidbe (Fazinić i Fazinić, 1990). Testiranjem značajnosti razlika sredina (Tukey test) evidentirano je postojanje statistički značajnih razlika u prosječnom broju grozdova po čokotu između 2013. godine (33,94) u odnosu na druge dvije ogledne godine. Nije postojala statistički značajna razlika u vrijednosti navedenog parametra između 2011. (26,71) i 2012. (29,26) godine. Također, utvrđena je statistički značajna razlika u vrijednosti navedenog parametra između varijanti rezidbe, gdje je varijanta I (27,04) imala statistički značajno manji broj grozdova u odnosu na varijante II (31,37) i III (31,51). Broj grozdova po čokotu u istraživanjima na sorti Alphonse Lavallee na području Zadra bio je 20,5 kod kratke rezidbe, a 32,2 kod duge rezidbe (Fazinić i Fazinić, 1990). Ispitujući uticaj opterećenja čokota okcima na prinos i kvalitet grožđa kod sorte Alphonse Lavallee u skopskom vinogorju, dobijeni su sljedeći rezultati: najveći broj grozdova imala je varijanta (A) sa najmanjim opterećenjem, a najmanji varijanta (C) sa najvećim opterećenjem; najveću masu grozda imala je varijanta A; sa povećanjem broja okaca povećan je i prinos grožđa, ali je smanjena masa grozdova (Bozhinovitsz & Petrovski, 1986).

ZAKLJUČCI

Istraživanje uticaja rezidbe na fenološki razvoj i rodnost sorte Alphonse Lavallee izvršeno je na lokalitetu Vrapčići - Mostar. Na osnovu rezultata trogodišnjih istraživanja i njihove analize mogu se iznijeti slijedeći najvažniji zaključci:

1. Tokom istraživanih godina temperatura zraka je bila značajno viša u odnosu na višegodišnji prosjek. Količina padavina je također bila veća u odnosu na višegodišnji prosjek, izuzev 2011. godine.
2. Fenološki razvoj sorte Alphonse Lavallee tokom godina istraživanja bio je u skladu sa temperaturnim uslovima i u granicama prosjeka karakterističnim za datu sortu.
3. U pogledu uticaja rezidbe na pokazatelje rodnosti mogu se iznijeti slijedeće najvažnije konstatacije:
 - a) Broj ukupno razvijenih lastara, kao i broj rodnih lastara po čokotu bio je najveći kod varijante III (najveći broj ostavljenih okaca) i tokom 2013. godine.
 - b) Najveći prinos grožđa po čokotu evidentiran je 2013. godine, a posmatrano po varijantama rezidbe, kod varijante II.
 - c) Broj grozdova po čokotu bio je najveći 2013. godine, dok su varijante rezidbe II i III imale skoro identične vrijednosti navedenog parametra (II (31,37) i III (31,51)).

Na osnovu provedenog trogodišnjeg istraživanja možemo zaključiti da je najveći prinos sorte Alphonse Lavallee u agroekološkim uslovima Mostara evidentiran kod varijante II gdje su ostavljena 32 okca po čokotu, mješovita rezidba, koju i preporučujemo.

LITERATURA

- Andrade, A., Aires, A., Almeida, C. (2005). Agronomic behaviour of grapevine Fernão Pires on three rootstocks, at demarcated region of Bairrada, Portugal. In *Comptes rendus / Proceedings GESCO 2005 Vol. 2*, Schultz H. R. (ed.), 134-139. Geisenheim, Germany: Gesellschaft zur Förderung der Forschungsanstalt Geisenheim.
- Benismail, M. C., Bennaouar, M., Elmribti, A. (2005): Effect of Bud Load and Canopy Management on Growth and Yield Components of Grape cv. Cardinal under Mild Climatic Conditions of Agadir Area of Morocco. *Acta Horticulturae* 754:197-204.
- Bozhinovitsz, Z., Petrovski, Dj. (1986): Influence of cane length on fertility, yield and must quality of the cv. 'Ribier' (Alphonse Lavallee) in the viticultural region of Skopje. *Godichen Zbornik na Zemijodelskiot Fakultet na Univerisitetot vo Skopje*. Source: 32 23-33.
- Brighenti, A. F., Rufato, L., Kretschmar, A. A., Malinovski, L. I., De Silva, A. L. (2012): Effect of Different Rootstocks on Productivity and Quality of „Cabernet Sauvignon“ Grapevine Produced in High Altitude Regions of Santa Catarina State, Brazil. *Acta Horticulturae*. No. 931: 379-384.

- Chiriac, C. (2007). Influence of climate change upon environment in the Cotnari Vineyard, Annals of Stephan the Great University, Romania, XVI , <http://www.atlas.usv.ro/www/anale/datagrid>.
- Enache, V., Simion, C., Donici, A., Popescu, A. (2008). Aspects of the Desertification risk in the South of Moldova, Romania, Conference on Desertification, University of Ghent, Belgium, 23 January 2008.
- Ha, S. Y., Hwang, Y. S. Yang, Y.J. and Park, Y.M. (2007): Correlation between instrumental quality attributes and consumers' sensory evaluation in refrigerated-stored 'Campbell early' and 'Kyoho' grape. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 25:125-132
- Işçi, B. and Gökbayrak, Z. (2015): Influence of brassinosteroids on fruit yield and quality of table grape 'Alphonse Lavallée', Vitis 54, 17–19.
- Gris, Eliana F., Burin, Vívian M., Brighenti, E., Vieira, H. and Bordignon-Luiz, Marilde T. (2010): Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region. Cienc. Inv. Agr. v.37(2):61-75. Santiago, Brasil.
- Hashim, J. (2001): Reasons and Rules of Pruning Grapevines. UCCE Farm Advisor, Kern County Publications. University of California.
- Hellman, E. (2001): Pruning grapevines. Texas Winegrape Network. Texas Cooperative Extension. Texas A&M University.
- Himelrick, D.G, Dozier, W.A. (2013): Comercial Muscadine and Bunch Grape Production Guide. Alabama Cooperative Extension System. Alabama A&M University and Auburn University.
- Karoglan, M., Osrečak, M., Andabaka, Ž., Brodski, A. (2017): Proizvodnja stolnog grožđa, Agronomski fakultet Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Korać, Nada (1989): Ampelografsko ispitivanje stonih sorti vinove loze u fruškogorskom vinogorju. Doktorska disertacija, str. 1-165. Novi Sad.
- Köse, B. (2014): Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L. varieties in the maritime climate of Samsun in Turkey's Black Sea Region. S. Afr. J. Enol. Vitic., Vol. 35, No. 1
- Kuljančić, I.D. (1994) Uticaj uzgojnog oblika čokota na osobine novih sorti vinove loze. Novi Sad: Poljoprivredni fakultet, doktorska disertacija.
- Kuljančić, I.D., Paprić, Đ., Medić, M. (1998): Fertility of new grape cultivars trained on different training systems. GESCO Changins, Proceedings, 10, str. 247 – 253.
- Lavee, S., Melamud, H., Ziv, M., Bernstein, Z. (1981): Necrosis in grapevine buds (*Vitis vinifera* cv. Queen of vineyard) I. Relation to vegetative vigor. Vitis, 20, 8 – 14.
- Matijašević, S., (2001): Ampelografske karakteristike stonih sorti različitog perioda sazrijevanja u uslovima gročanskog vinogorja. Magistarska teza, str. 1-109., Beograd.

- Mattheou, A., Stavropoulos, N., Samaras, S. (1995): Studies on table grape germplasm grown in Northern Greece. I. Maturity time, bunch characteristics and yield. *Vitis*, No 34 (3), pp. 155 – 158.
- Mijatović, D., Radojević, I., Jovanović Cvetković, T., Ranković, V. (2010): Elementi rodnosti kao parametri vrijednosti stonih sorti. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 16(5), 79-87.
- Mirošević, N., Turković, Z. (2003): Ampelografski atlas, Golden marketing -Tehnička knjiga, Zagreb.
- Morlat, R., and Bodin, F. (2006): Characterization of viticultural terroirs using a simple field model based on soil depth - II. Validation of the grape yield and berry quality in the Anjou vineyard (France). *Plant and Soil* 281:55-69.
- Piva, C.R., J.J. López Garcia, and W. Morgan (2006): The ideal table grapes for the Spanish market. *Rev. Bras. Frutic.* 28:258–261.
- Sato, A., H. Yamane, N. Hirakawa, K. Otobe, and M. Yamada (1997): Varietal differences in the texture of grape berries measured by penetration tests. *Vitis* 36:7–10
- Srinivasan, C., Mullins, M.G. (1976): Reproductive anatomy of the grapevine (*Vitis vinifera* L.): Origin and development of the Anlage and its derivatives. *Annals of Botany*; 38:1079-1084.
- Srinivasan, C., Mullins, M.G. (1981): Physiology of flowering in the grapevine. A review. *American Journal of Enology and Viticulture*; 32:47-63.
- Svanepoel, J., Archer, E. (1988): The ontogeny and development of *Vitis vinifera* L. cv. Chenin blanc inflorescence in relation to phenological stages. *Vitis*, 27, 133-141
- Tadijanović, Đ. (1993): Oblici čokota i rezidba sa planiranjem prinosa vinove loze, Nolit – Beograd.
- Webb, L.B., Whetton, P.H. and Barlow, E.W.R. (2007): Modelled impact of future climate change on the phenology of winegrapes in Australia. *Aust. J. Grape Wine Res.* 13:165-175
- Zabadal, Z., Hauch, B., Froehlich, F., Hildebrand, M., Francis, D. (2002): The influence of the time of pruning on the growth and yield of Niagara Grapevines. Michigan.
- Ziv, M., Melamud, H., Bernstein, Z., Lavee, S. (1981): Necrosis in grapevine buds (*Vitis vinifera* cv. Queen of vineyard) II. Effect of gibberelic acid application. *Vitis*, 20, 105 – 114.
- Žunić, D., Matijašević, S. (2004): Rezidba vinove loze, Poljoprivredni list, Beograd.
www.vivairauscedo.com (05.06.2014.)
www.vivc.de (06.06.2014.)

THE EFFECT OF PRUNING ON PHENOLOGICAL DEVELOPMENT AND FRUITING CAPACITY OF ALPHONSE LAVALLE TABLE GRAPE VARIETY IN THE MOSTAR AREA

Summary

During the three-year study of the influence of pruning on the phenological development and yield of the Alphonse Lavalley variety in the Mostar area, three pruning variants (28, 30 and 40 buds / vines) were applied in four replications. The phenological development of the variety took place within the limits of the average and in accordance with the temperature conditions. The total number of developed shoots and the number of bearing shoots was the highest in 2013 (total 21.72, birth rate 21.25), and the lowest in 2012 (total 18.67, birth rate 18.56). The highest yield of grapes per vine was recorded in 2013 (17.73 kg), and the lowest in 2011 (9.01 kg). The number of bunches per vine was the highest in 2013 (33.94), and the lowest in 2011 (26.71). Pruning variant III had the largest number of total (21.79) and native (21.64) shoots, and variant I the smallest (total 18.46, native 18.17). The highest yield of grapes per vine was recorded in variant II (14.47 kg), and the lowest in variant I (12.05 kg), while the number of bunches per vine was uniform in variants II (31.37) and III (31, 51).

Key words: Alphonse Lavalley, phenology, pruning, yield

GODIŠNJA PRODUKCIJA EROZIONOG NANOSA I MOGUĆNOST NJEGOVOG SMANJENJA NA PODRUČJU SLIVA RIJEKE BRKE

Selman Edi Kaloper¹, Sabrija Čadro¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

U uslovima klimatskih promjena koje su prisutne na području Bosne i Hercegovine (BiH) sve prisutnije su ekstremlne padavine često visokog intenziteta koje rezultirao degradacijom tla, erozijom, klizišnim pa i poplavama. Poplave u Bosni i Hercegovini dogodile su se 2004., 2006., 2009., 2010., 2014., 2020. i 2021. godine, posebno se ističu one iz 2014. godine kada je u pojedinim područjima za tri dana palo i preko 200 litara kiše. Trenutno na klimatske promjene najosjetljivije općine nalaze se na sjeveru BiH, dok osjetljivost postepeno opada idući prema centralnom, južnom i istočnom dijelu zemlje.

Cilj ovog istraživanja jeste izvršiti procijenu srednje godišnje produkcije erozionog nanosa ili sedimenta (W_{god}) i srednje godišnja količina suspendiranog i transportiranog sedimenta (G_{god}) na području sliva rijeke Brke u BiH, korištenjem Gavrilovićeve metode podržane GIS tehnikama. Zatim, na osnovu trenutnog stanja W_{god} i G_{god} analizirati mogućost njihovog smanjenja primjenom određenih bioloških mjera konzervacije tla.

Srednja godišnja produkcija nanosa (W_{god}) sliva rijeke Brke iznosi 6.021,95 m³ tla. Posmatrano po podslivovima srednja godišnja produkcija nanosa kretala se između 704 m³ u podslivu Rahičke rijeke i 1762 m³ u pod slivu Zovičice. Ukupna godišnja količina suspendiranog i transportiranog sedimenta (G_{god}) najviša je kod podsliva rijeke Zovičice (815,09 m³/god.), a ukupno sa cijelog sliva rijeke Brke iznosi 3002,16 m³/god. U slučaju zamjene ratarskih površina kombinacijom voćarske i ratarske proizvodnje erozioni nanos bi bio smanjen za 12,23%.

Ključne riječi: *Erozija tla, Gavrilovićeva metoda; GIS, erozioni nanos*

UVOD

Riječ erozija dolazi iz latinske riječi *erodere* što se može prevesti kao grebati, strugati (Žurovec, 2012). Primjer štetnog dejstva erozije je moguće vidjeti na područjima gdje su postojali različiti utjecaji erozije dovoljno dugo vremena (lesna područja Kine, Bliski istok, područje Sahare i sl.), uz veliku naseljenost i intenzivnu poljoprivredu,

¹Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu / Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo
Korespodencija: s.cadro@ppf.unsa.ba

došlo je do nestanka prvobitnih površina tla sa Zemlje. Također i primjer kako je intenzivna poljoprivreda, naročito monokultura, štetno djelovala na plodnost tla jeste jugoistok SAD, gdje su ogromna prostranstva stepa izgubila svoj obradivi sloj uslijed uzgoja pamuka kroz jedan ili dva vijeka (Kohnke i Bertrand, 1959).

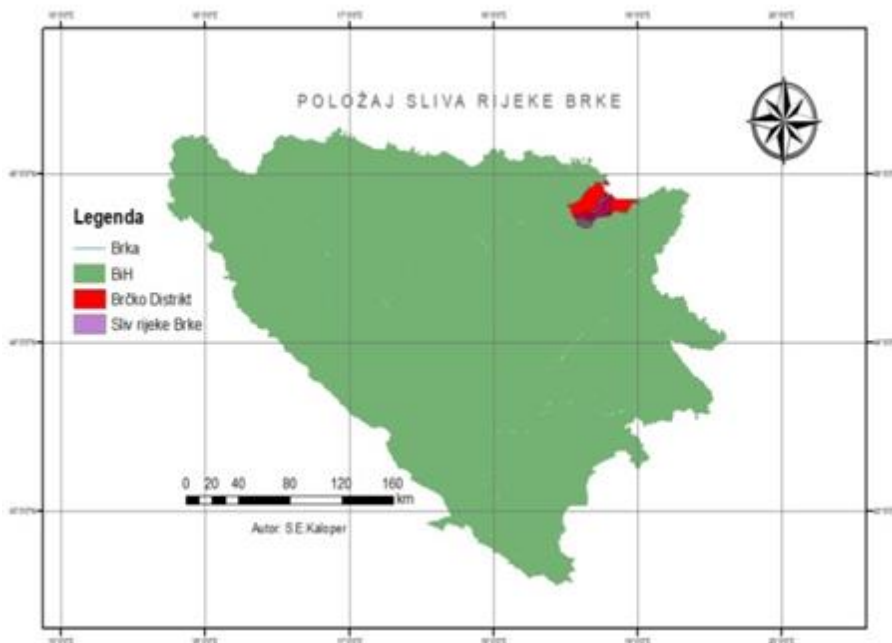
Gavrilović (1972) navodi da je mišljenje nekih historičara „*da su stare civilizacije uglavnom nestajale uslijed navala varvara i dugotrajnih ratova, kuge, požara ili suša i velikih poplava*“, uspostavilo kao pogrešno. On ukazuje na arheološka istraživanja kojima je ustanovljeno da je djelovanje srednjeg godišnjeg intenziteta erozije bio najjači činilac u uništavanju starih civilizacija. Erozioni materijal postepeno i neprekidno spiran sa većih nadmorskih visina, zamučivao je i zatrpavao izvore pitkih voda i sisteme za navodnjavanje, koji su bili „privredna baza starih civilizacija“. On objašnjava, da su erozija i erozioni nanosi uzrok zašto su skoro svi ostaci drevnih gradova najčešće zatrpani nekoliko metara pod zemljom. Određeni autori smatraju da su erozioni procesi koji obuhvataju 30-50 % zemljišta u svijetu najveći ekološki problem čovječanstva (Šarić i sar., 1999).

Bosna i Hercegovina (BiH) je vrlo osjetljiva na destruktivne procese erozije i poplave, posebno u sjevernom dijelu zemlje (Kaloper i sar., 2021; Čadro i sar., 2019; O. Žurovec i sar., 2017). Količine svučenog materijala pogađaju poljoprivredne proizvođače širom Bosne i Hercegovine. Čak 83% ukupne površine BiH ugroženo je erozijom vode (Lazarević, 1985). U BiH pored lokalnih istraživanja na nivou parcela korištena je Gavrilovićeva metoda za analizu erozije na većim površinama. Karta erozije SR Bosne i Hercegovine napravljena je u periodu 1980-1985. (Lazarević, 1985). Karta erozije bosanskohercegovačkog entiteta Republika Srpska u mjerilu 1: 25 000 napravljena je 2012 godine (Tošić i sar., 2012), a 2018. godine karta erozije sliva rijeke Vrbas na razmjeru 1: 25 000 (Lovrić i Tošić, 2018). Procjena erozije sliva rijeke Brke urađena je 2020. godine Gavrilovićevom metodom podržanom GIS tehnikama i optimizirana 2021. godine (Kaloper i sar., 2020), pri čemu je ustanovljeno da intenzivna erozija obuhvata 6,70% sliva, srednja erozija 7,20%, slaba erozija 12,70% dok veoma slaba erozija prisutna na 48,75% sliva rijeke Brke. Prema ovom istraživanju intenzitet procesa erozije u slivu Brke ima srednji erozijski karakter, sa prosječnim koeficijentom erozije od $Z = 0,47$.

Cilj ovog istraživanja jeste metodom po Gavriloviću procijeniti srednju godišnju produkciju erozionog nanosa ili sedimenta (W_{god}) i srednju godišnju količinu suspendiranog i transportiranog sedimenta (G_{god}) na području sliva rijeke Brke u BiH, te na osnovu dobivenih rezultata kao i ranijih istraživanja analizirati mogućost smanjenje negativnih posljedica erozije određenim biološkim mjerama konzervacije tla.

MATERIJAL I METODE RADA

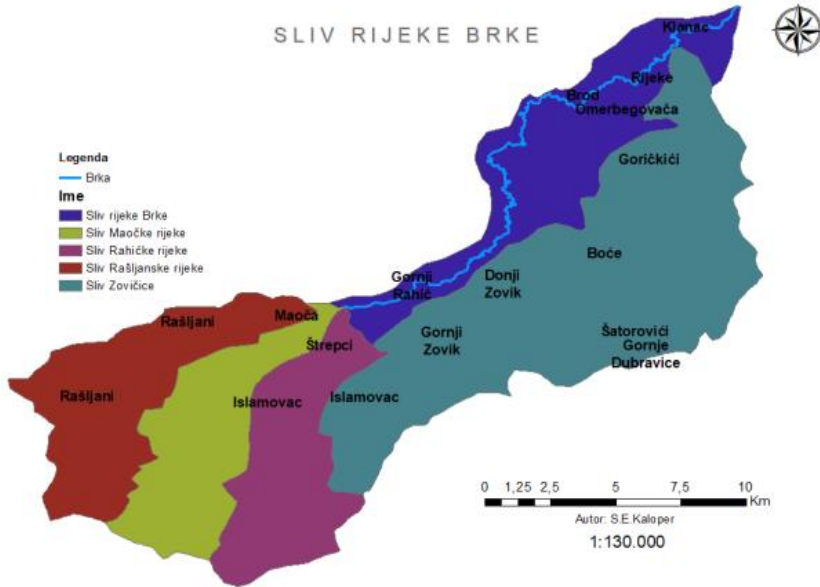
Sliv rijeke Brke nalazi se na sjeveroistoku Bosne i Hercegovine, obuhvata sjeverne padine planine Majevice i dio bosanske Posavine. Na Karti 1. je prikazan sliv rijeke Brke u odnosu na Brčko distrikt i Bosnu i Hercegovinu.



Karta 1. Položaj sliva rijeke Brke u odnosu na BiH

Ukupna površina sliva je 184 km², a dijeli se na pet podslivova (Karta 2). Podsliv Rašljanske rijeke prostire se na 27,9 km², Maočke rijeke 23,5 km², Rahičke rijeke 24,2 km², Zovičice 75,3 km² i same rijeke Brke 32,9 km² (Kaloper i Čadro, 2021).

Najviša tačka je vrh Okresanica koji se nalazi na 815 metara nadmorske visine, dok je najniža tačka ušće rijeke Brke na 84 metra nadmorske visine. Većina slivnog područja nalazi se unutar Brčko distrikta, a manji dio prema jugu nalazi se u entitetu Federacija Bosne i Hercegovine.



Karta 2. Podslivovi sliva rijeke Brke (Izvor: Kaloper i sar., 2021)

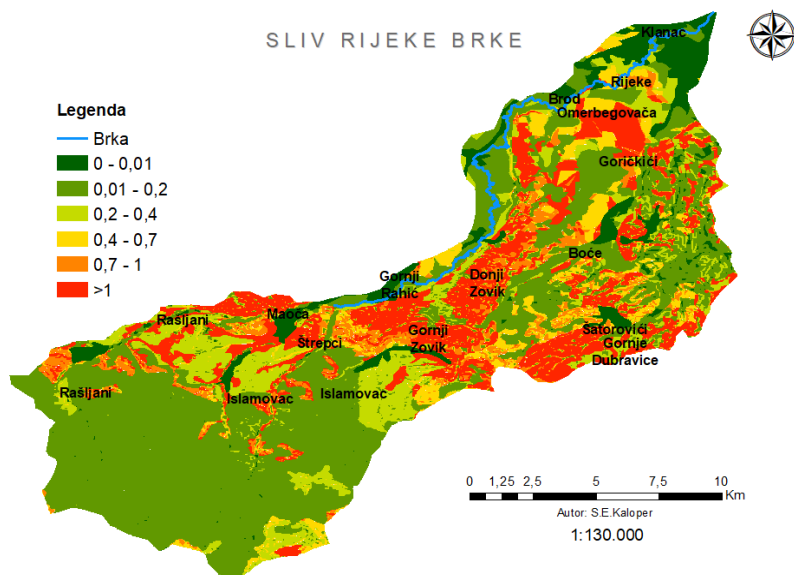
Za izračun srednje godišnje produkcije erozionog nanosa ili sedimenta (W_{god}) u m^3 tla korištena je slijedeća formula (Lazarević, 1985):

$$W_{god} = T \times H_{god} \times \pi \times \sqrt{Z^3} \times F \qquad T = \sqrt{\frac{t}{10} + 0,1}$$

Gdje su:

- T Temperaturni koeficijent ($^{\circ}C$)
- t Srednja godišnja temperatura zraka ($^{\circ}C$)
- H_{god} Srednja godišnja suma padavina (mm)
- F Površina sliva (km^2)
- Z Intenzitet erozije

Digitalna karta intenziteta erozije (Karta 3) kreirana u ranijem istraživanju autora Kaloper i Čadro iz 2021. godine poslužila je za proračun i dobivanje karte W_{god} za cijeli prostor sliva rijeke Brke.



Karta 3. Intenzitet erozije (Z) sliva rijeke Brke (Izvor: Kaloper i Čadro, 2021)

Pomnoživši srednju godišnju proizvodnju sedimenata po slivu (W_{god}) sa koeficijentom zadržavanja sedimenata (R_u) izračunata je srednja godišnja količina suspendiranog i transportiranog sedimenta po slivu, odnosno prinos taloga iz kompletnog sliva (G_{god}) u $m^3/godišnje$. Prilikom proračuna korištene su sljedeće formule (Lazarević, 1985):

$$D_d = \frac{I_p + I_a}{F} = \frac{L}{F} \quad R_u = \frac{\sqrt{O \cdot D}}{(I_p + 10)} \cdot D_d \quad G_{god} = W_{god} \cdot R_u$$

Gdje su:

- R_u Koeficijent zadržavanja taloga
- O Perimetar sliva (km)
- D Prosječna razlika nadmorske visine sliva (km)
- I_p Dužina glavnog vodotoka (km)
- D_d Gustoća riječne mreže po slivu (km^2)
- L Ukupna dužina sliva (km)
- I_a Dužina sekundarnog vodotoka (km)

Granica područja sliva određena je pomoću digitalnog modela terena (DEM: 25 m x 25 m) i mape hidrografske mreže BiH; Softver *Esri® ARGIS 10.2.1* korišten je za određivanje svih potrebnih elemenata sliva (F , O , D , I_p , D_d , L i I_a). Alat za rasterski kalkulator korišten je za izradu W_{god} mape.

Za proračun i mapiranje klimatskih parametara u okviru Gavrilovićeve metode, a koji se odnose na srednju temperaturu zraka (T) i sumu padavina (H_{god}) prostora sliva rijeke

Brke, korišteni su klimatski podaci koji se odnose na cijeli prostor BiH. Mapiranje ovih parametara je izvršeno na osnovu mjesečnih klimatskih podataka za period 1961. – 2016. godina uz korištenje više od 100 javnih meteoroloških stanica diljem BiH. U tu svrhu korištena je digitalna baza podataka kreirana u sklopu doktorske disertacije „Razvoj i primjena softverskih modela u cilju održivog upravljanja vodom i povećanja produktivnosti poljoprivrednih kultura u BiH“ (Čadro, 2019).

REZULTATI I DISKUSIJA

Hidrografija i vodni resursi

Područje sliva rijeke Brke pripada slivnom području rijeke Save, odnosno području Crnomorskog sliva. Nalazi se na sjeveroistoku Bosne i Hercegovine, obuhvata područje Brčko distrikta i Federacije BiH (Srebrenik, Čelić). Najveći vodotok je rijeka Brka. Osim Brke površinske tokove čine različite manje rijeke i potoci koji se ulijevaju u ove rijeke. Ukupna dužina svih vodotoka iznosi 446,54 km, a rijeka Brka predstavlja najduži vodotok dug 26,5 km (Kaloper i Čadro, 2021) (Tabela 1).

Tabela 1. Hidrološke i prostorne karakteristike po podslivovima

Table 1. Hydrological and spatial characteristics by sub-basins

Ime sliva <i>Basin name</i>	F (km ²)	O (km ²)	z_{max} (m)	z_{min} (m)	D (km)	I_p (km)	I_a (km)	L (km)	D_d (km/km ²)
Rašljanska rijeka	27,99	30,764	815,0	160,0	0,655	16,461	40,712	57,172	2,043
Zovičica	75,31	53,527	698,9	88,2	0,611	24,391	185,087	209,478	2,782
Brka direktno	32,95	44,341	270,0	84,8	0,185	26,575	48,456	75,030	2,277
Rahička rijeka	24,27	28,416	699,6	153,8	0,546	13,938	37,970	51,908	2,139
Maočka rijeka	23,58	29,058	799,7	153,6	0,646	12,419	40,539	52,957	2,246
Brka	184,1	77,389	815,0	84,8	0,730	26,575	419,971	446,545	2,426

Napomena: (F - Površina sliva, O - Perimetar sliva, z_{max} - Maksimalna nadmorska visina, z_{min} - Minimalna nadmorska visina, D - Prosječna visinska razlika sliva, I_p - Dužina glavnog vodotoka, I_a - Dužina sporednih vodotoka, L - Ukupna dužina svih vodotoka, D_d - Gustina riječne mreže).

Brka kao najveći vodotok nastaje u selu Maoča spajanjem Maočke rijeke i Rašljanske rijeke, a nedaleko od mjesta spajanja uliva se i Rahička rijeka. Sav erozioni materijal biva konstantno istaložen uz korito rijeke, a velike količine finog sitnog materijala (pijeska, praha i gline) se talože na samom kraju toka rijeke Brke od naselja Klanac pa do samog ušća u Savu, gdje je uređeno korito. Taj materijal se s vremena na vrijeme čisti uz pomoć teške mehanizacije (Slika 1).



Slika 1. Stanje i čišćenje korita rijeke Brke

Klimatske karakteristike

Područje sliva rijeke Brke pripada pojasu umjereno kontinentalne klime. Dio sliva kojeg obuhvata planina Majeвица pripada pojasu umjereno kontinentalne klime planinskog tipa, dok najviši dijelovi na jugu imaju planinsku klimu. Na jugu se zbog povećanja nadmorske visine prosječne temperature smanjuju, a padavine povećavaju (Majstorović, 2000). Karakteristike ove klime su prilično hladne zime i topla ljeta.

Na osnovu mjesečnih klimatskih podataka preuzetih od *Federalnog Hidrometeorološkog zavoda Sarajevo* (FHMZ), a za meteorološku stanicu Brčko i vremenski period od 1961. do 1990. godine (period u kojem je stanica radila), zaključuje se da prosječna temperatura zraka ($T_{srednja}$) ovog područja iznosi 11,12 °C, najveća je u julu kada iznosi 21,3 °C, a najniža u januaru kada u prosjeku iznosi -0,5 °C.

Tabela 2 . Prosječni mjesečni klimatski parametri meteorološke stanice u Brčkom, razdoblje 1961. - 1990.

Table 2. Average monthly climatic parameters of the meteorological station in Brčko, period 1961 - 1990

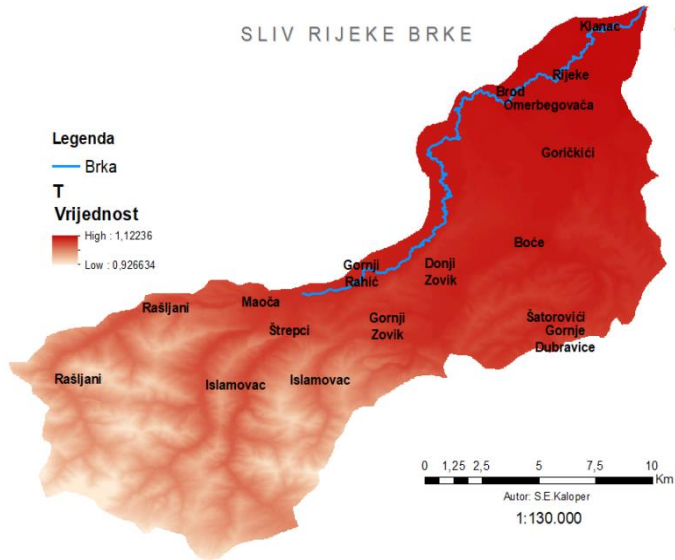
Brčko	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
T_{max}	2,8	6,3	12,0	17,5	22,5	25,4	27,5	27,4	23,5	17,8	10,4	5,2	16,52
$T_{srednja}$	-0,5	2,3	6,5	11,6	16,4	19,7	21,3	20,6	16,8	11,4	5,8	1,5	11,12
T_{min}	-4,0	-1,7	1,3	5,9	10,2	13,5	14,5	13,7	10,6	5,9	1,9	-1,7	5,83
$RH_{srednja}$	86	83	77	73	73	74	72	75	77	79	83	86	78
$u_{(2)}$	1,49	1,42	1,80	2,00	1,80	1,52	1,67	1,55	1,39	1,38	1,42	1,47	1,57
PRCP	53	50	56	67	76	95	73	70	55	47	70	69	780

Napomena: T_{max} – Maksimalna prosječna temperatura zraka; T_{min} - Minimalna prosječna temperatura zraka; $T_{srednja}$ - prosječna temperatura zraka; $RH_{srednja}$ - Prosječna relativna vlaga u %; $u_{(2)}$ - prosječna brzina vjetra u m/s; **PRCP** - Prosječna suma padavina u mm.

Ukupna godišnja suma padavina iznosi 780 mm, najveće padavine (**PRCP**) su u junu (95 mm), dok je najsušnji mjesec oktobar (47 mm).

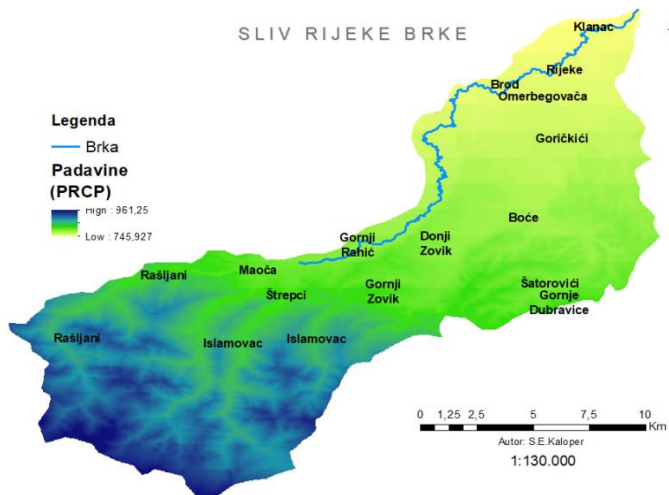
Procijenjene vrijednosti W_{god} i G_{god}

Za proračun i mapiranje klimatskih parametara koji se odnose na temperaturni koeficijent (T) korišteni su klimatski podaci koji se odnose za cijeli prostor BiH (Karta 4).



Karta 4. Temperaturni koeficijent (T)

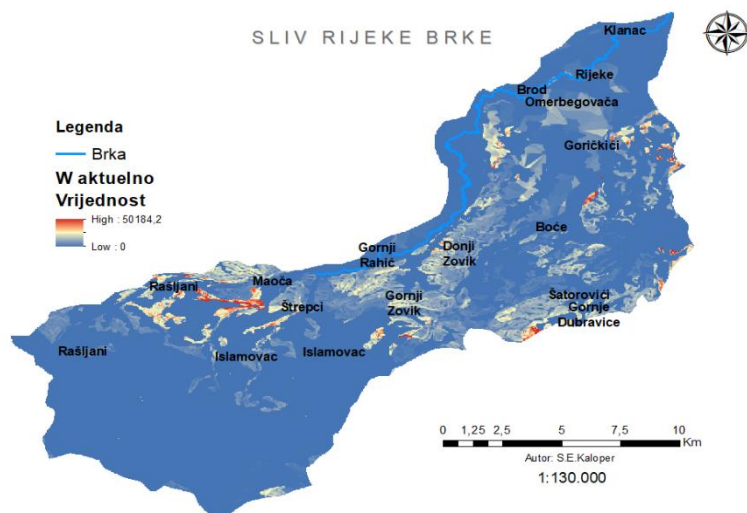
Na osnovu mjesečnih klimatskih podataka za period 1961. – 2016. godina uz korištenje više od 100 javnih meteoroloških stanica širom BiH, vršen je i proračun i mapiranje srednje godišnje sume padavina (H_{god}) prostora sliva rijeke Brke (Karta 5).



Karta 5. Godišnje sume padavina (H_{god})

Na području gornjeg dijela sliva rijeke Brke, oko podslivova Rašljanske, Maočke i Rahićke rijeke dobivene su najveće količine padavina. Prema ovoj raspodjeli, najniža godišnja suma padavina od 745 mm zabilježena je na području grada Brčko i ušća rijeke Brke u Savu.

Na osnovu mapa Z (intenziteta erozije), T (temperaturnog koeficijenta) i H_{god} (godišnje sume padavina) dobivena je mapa aktualne godišnje produkcije erozionog nanosa (W_{god}).



Karta 6. Aktualna godišnja produkcija erozionog nanosa (W_{god})

Najveće vrijednosti W_{god} su utvrđene između Rašljana, Maoče i Štepac (Karta 6), kao i u gornjem dijelu sliva rijeke Brke oko Gornjeg Zovika, Šatorovića, te na području Potočara i Brezika. Ukupna srednja godišnja proizvodnja sedimenta sliva rijeke brke iznosi 6021,95 m³ godišnje (Tabela 3).

Tabela 3. Aktualna godišnja produkcija erozionog nanosa (W_{god})

Table 3. Actual annual erosion material production (W_{god})

Ime sliva <i>Basin name</i>	Površina <i>Area</i>	W_{god}	W_{god} (km ²)	Perimetar sliva <i>Basin perimeter</i>
	F (km ²)	(m ³ /god)	(m ³ /god/km ²)	O (km ²)
Rašljanska rijeka	27,99	1372,22	49,024	30,764
Zovičica	75,31	1762,67	23,406	53,527
Brka direktno	32,95	1261,60	38,289	44,341
Rahićka rijeka	24,27	704,66	29,035	28,416
Maočka rijeka	23,58	920,79	39,049	29,058
Brka	184,10	6021,95	32,710	77,389

Posmatrano po slivovima, aktualna godišnja produkcija erozionog nanosa (W_{god}) kretala se između 704 (sliv Rahičke rijeke) i 1.762 m³ (sliv Zovičice) godišnje. Po kilometru kvadratnom najveća je kod sliva Rašljanske rijeke (49.02 m³/god/km²) dok je najniža kod sliva Zovičice (23,40 m³/god/km²).

Srednja godišnja količina suspendiranog i transportiranog sedimenta (G_{god}) koji dopijeva do ušća sliva rijeke Brke u Savu iznosi 3.002,16 m³ (Tabela 4). Posmatrano prema slivovima prinos sedimenta varira od 225,10 m³/godišnje kod direktnog sliva Brke i 815.09 m³/godišnje kod sliva Zovičice.

Tabela 4. Aktualno stanje količine suspendiranog i transportiranog sedimenta (G_{god})
 Table 4. Current state of the total annual amount of sediment (G_{god})

Ime sliva <i>Basin name</i>	Površina <i>Area</i>	Perimetar sliva <i>Basin perimeter</i>	Koeficijent retencije erozije <i>Erosion retention coefficient</i>	Količina sedimenta G_{god}
	<i>F</i> (km ²)	<i>O</i> (km ²)	<i>Ru</i>	(m ³ /god)
Rašljanska rijeka	27,99	30,764	0,347	475,48
Zovičica	75,31	53,527	0,462	815,09
Brka direktno	32,95	44,341	0,178	225,10
Rahička rijeka	24,27	28,416	0,352	247,96
Maočka rijeka	23,58	29,058	0,434	399,69
Brka	184,10	77,389	0,499	3002,16

Smanjenje erozionog nanosa primjenom mjera konzervacije tla

Na osnovu dobivenih rezultata aktuelnog stanja, možemo zaključiti da na području sliva rijeke Brke postoji potreba smanjenja erozije zemljišta. Najveće količine tla bivaju odnešene sa područja sliva Zovičice, potom sa područja sliva Rašljanske i Maočke rijeke. Najmanje količine su iz neposrednog sliva rijeke Brke.

Prema tome, potrebno je djelovati preventivno na cjelokupnom području, sa posebnom pažnjom na površine koje se kao oranice aktivno koriste u svrhu poljoprivredne proizvodnje. To djelovanje treba ići u pravcima primjene agrotehničkih mjera konzervacije na poljoprivrednim površinama, tj. konturne obrade tla, konturnog brazdanja i konzervacione obrade tla. Najpraktičnije i često najefikasnije mjere konzervacije tla jesu biološke mjere. Prosta smjena kultura može značajno uticati na smanjenje erozije.

Obavljena je analiza intenziteta erozije i mogućnosti smanjenja količine erozionog nanosa u slučaju promjene načina korištenja površina koje se trenutno koriste u ratarskoj proizvodnji i sanaciji prostora sa jasno izraženim ekstremnim erozionim procesima. Ukupno se radi o 19,5 km² ovakvih površina (Kaloper i Čadro, 2021) koje se

obrađuju u pravcu nagiba terena, a koje bi se orale po konturama i gdje bi se kombinirala voćarska i ratarska proizvodnja. U takvim uslovima, vrijednosti koeficijenta zaštićenosti zemljišta vegetacijskim pokrovom od $x = 0,9$, bile bi smanjene na 0,4.

Pored toga, na 29 lokacija sa ukupnom površinom od 54,7 km², na kojima je u istraživanju autora Kaloper i Čadro (2021) utvrđena visoka vrijednost koeficijenta vidljivih i jasno izraženih procesa erozije (ϕ), bila bi obavljena sanacija i zaštita tla od daljnjeg procesa erozije. U slučaju primjene ovih mjera konzervacije tla dobivene su određene razlike u intenzitetu i kategoriji erozije (Tabela 5).

Tabela 5. Promjena kategorije erozije nakon primjene nekih mjera konzervacije
Table 5. Change of erosion category after application of some soil conservation measures

Kategorija erozije <i>Erosion category</i>	Aktuelno stanje ¹ <i>Current situation</i>		Stanje nakon mjera konzervacije <i>Situation after conservation measures</i>		Razlika <i>Difference</i>
	Površina sliva <i>Basin area</i> (km ²)	Postotak sliva <i>Percentage of basins</i> (%)	Površina sliva <i>Basin area</i> (km ²)	Postotak sliva <i>Percentage of basins</i> (%)	Površina sliva <i>Basin area</i> (km ²)
Bez erozije / <i>No erosion</i>	13,30	7,23	13,30	7,23	0
Veoma slaba / <i>Very weak</i>	89,66	48,75	93,13	50,64	3,47
Slaba / <i>Weak</i>	23,36	12,70	22,65	12,31	-0,71
Srednja / <i>Medium</i>	13,24	7,20	15,73	8,55	2,49
Intenzivna / <i>Intensive</i>	12,33	6,70	13,64	7,41	1,31
Ekstremna / <i>Excessive</i>	32,00	17,40	25,44	13,83	-6,56

¹Izvor: Kaloper i Čadro, 2021

Intenzivna erozija, srednja erozija i veoma slaba erozija bilježile bi blagi rast (1,31 – 3,47 km²). Područja bez erozije ne bi doživjela nikakve značajne promjene. Površina od 6,56 km² na kojoj je u trenutnim uslovima prisutna ekstremna erozija, predloženim mjerama konzervacije tla, najvećim dijelom bi prešla u kategoriju veoma slabe (3,47 km²) erozije.

Srednje godišnja produkcija erozionog nanosa (W_{god}) sliva rijeke Brke trenutno iznosi 6.021,95 m³ godišnje, a uz primjenu predloženih mjera konzervacije tla bi iznosila 5.285,09 m³ godišnje (Tabela 6), što je evidentan pad koji iznosi 736,86 m³ godišnje, odnosno 12,23%.

Tabela 6. Promjena količine erozionog nanosa i suspendiranog sedimenta nakon primjene mjera konzervacije tla

Table 6. Change in the amount of erosional sediment and sediment after the application of soil conservation measures

Ime sliva <i>Basin name</i>	Aktuelno stanje ¹ <i>Current situation</i>			Stanje nakon mjera konzervacije <i>Situation after conservation measures</i>			Razlika <i>Difference</i>	
	W_{god} m ³ /god	W_{god} m ³ /god/k m ²	G_{god} m ³ /god	W_{god} m ³ /god	W_{god} m ³ /god/km ²	G_{god} m ³ /god	W_{god} m ³ /god	G_{god} m ³ /god
Rašljanska	1372,22	49,024	475,48	1365,94	48,799	473,30	6,28	2,18
Zovičica	1762,67	23,406	815,09	1451,94	19,280	671,40	310,73	143,69
Brka direktno	1261,60	38,289	225,10	814,00	24,705	145,24	447,76	79,86
Rahička rijeka	704,66	29,035	247,96	703,39	28,983	247,51	1,27	0,45
Maočka rijeka	920,79	39,049	399,69	949,83	40,281	412,29	-29,04	-12,39
Brka	6021,95	32,710	3002,1	5285,09	28,708	2634,81	736,86	367,35

Poštujući preporučene mjere srednji godišnji prinos sedimenta (G_{god}) bi bio smanjen za 367,35 m³ godišnje.

ZAKLJUČAK

Utvrđena srednja godišnja produkcija erozionog nanosa sliva rijeke Brke iznosi 6.021,95 m³, dok ukupni godišnji prinos sedimenta iznosi 3.002,16 m³. Kada tome dodamo činjenicu da Z vrijednost, odnosno srednji intenzitet erozije iznosi 0,47, kao i da 44% teritorije ovog sliva prijeti vodna erozija, a od toga 17,40% su područja pogođena ekstretnom erozijom zaključujemo da su na području sliva rijeke Brke neophodne određene mjere konzervacije tla.

Većina poljoprivredne proizvodnje na ovom slivu odvija se u središnjem dijelu sliva, a to je i područje visokog rizika od erozije. Ova proizvodnja se uglavnom odvija na pseudoglejima i luvisolima, odnosno, tlima slabe erodibilnosti i loših vodno-fizičkih karakteristika. Budući da je način upotrebe zemljišta značajan faktor kojeg ljudi mogu donekle kontrolisati, neophodno je prvenstveno djelovati u smjeru promjene načina korištenja ovog tla. Uvesti mjere konzervacije, prevashodno biloške mjere koje podrazumijevaju primjenu biljnog pokrova, obaveznu primjenu plodoreda, sjetvu ili sadnju po konturnim pojasevima ili trakama, konturnu sadnju voćaka sa zatravnjivanjem i eventualno pošumljavanje najosjetljivijih terena.

Obradu na područjima sa najvećim nagibima treba zakonski onemogućiti. Te površine koristiti isključivo kao livade i pašnjake ili u slične svrhe. Treba obratiti pažnju na ilegalnu sječu šuma i sanaciju bujičnih tokova, ali i lokalnih puteva koji uslijed velikih padavina bivaju konstantno erodirani.

Zatim je potrebno uvesti zakonske akte kojim bi se zabranila zemljoradnja na većim nagibima terena (preko 20%), pogotovo oko sliva Rašljanske rijeke. Tim površinama treba promijeniti namjenu u livade i pašnjake i eventualno koristiti za stočarstvo. Vrlo bitna mjera bi podrazumijevala uvođenje programa edukacije farmera i podizanja svijesti građana o značaju erozije i konzervacije tla.

LITERATURA

- Ali, S. S., Al-Umary, F. A., Salar, S. G., Al-Ansari, N., & Knutsson, S. (2016). GIS Based Soil Erosion Estimation Using EPM Method, Garmiyān Area, Kurdistan Region, Iraq. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 10, 291-308. doi: 10.17265/1934-7359/2016.03.004
- Amini, S., Rafiei, B., Khodabakhsh, S., Heydari, M. (2010). Estimation of erosion and sediment yield of Ekbatan Dam drainage basin with EPM, using GIS. *Iranian Journal of Earth Sciences*. Volume 2, Issue 2, October 2010, Pages 173-180
- Ananda, J. & Herath, G. (2003). Soil erosion in developing countries: A socio-economic appraisal. *Journal of Environmental Management*. No. 68
- Ballian, D. i Memišević-Hodžić, M. (2016). Varajabilnost hrasta lužnjaka (*Quercus Robur*. L.) u Bosni i Hercegovini. Udruženje inženjera i tehničara šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine (UŠIT FBiH). Sarajevo.
- Čadro, S., Marković, M., Kaloper, S.E., Ravlić, M., Žurovec, J. (2019). *Soil water balance response to climate change in Posavina region*. Agriconference 2019. 007. v3.
- Čadro, S., Uzunovic, M., Cherni-Čadro, S., & Žurovec, J. (2019). Changes in the Water Balance of Bosnia and Herzegovina as a Result of Climate Change. *Agriculture and Forestry*, 65(3).
- Dragičević, N., Karleuša, B., Ožanić, N. (2016). Pregled primjene Gavrilovićeve metode (metoda potencijala erozije). *Građevinar* 68/9, 715-725. DOI: 10.14256/JCE.1602.2016
- Dragičević, N., Karleuša, B., & Ožanić, N. (2013). *GIS based monitoring database for Dubračina river catchment area as a tool for mitigation and prevention of flash flood and erosion*. Paper presented at the The thirteenth International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering, Bratislava, Slovakia.
- Gavrilović, S. (1972). Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji. Izgradnja, special issue. Beograd.
- Globevnik, L., Holjević, D., Petkovšek, G., Rubinić, J. (2003). Applicability of the Gavrilovic method in erosion calculation using spatial data manipulation techniques, erosion prediction in Ungauged Basins: integrating methods and

- techniques. Proceedings of symposium HS01 held during IUGG2003 at Sapporo, July 2003). IAHS Publ. no. 279.
- Kaloper, S. E., Čadro, S., Uzunović, M., Cherni-Čadro, S. (2020): *Determination of erosion intensity in Brka watershed, Bosnia and Herzegovina*. Agriculture and Forestry, 66 (2): 79-92 DOI: 10.17707/AgricultForest.66.2.08
- Kaloper, S.E., Čadro, S. (2021). Assessment of Soil Erosion Intensity Using Erosion Potential Method: Case Study – Brka River Basin. 31st International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry (AGRIFOOD 2021) 27-28 September 2021, Ege University, Izmir, Turkey 158.
- Kostadinov, S., Radić, B., Dragović, N., & Todosaljević, M. (2012). *Unknown soil erosion and the possibility of its control in the watershed of the water reservoir "Prvonek"*. Paper presented at the the 15th International Congress of ISCO.
- Lazarević, R. (1985). Novi postupak za određivanje koeficijenta erozije (Z). *EROZIJA, stručno-informativni bilten*. Br. 13
- Lazarević, R. (1985a). Novi postupak za određivanje koeficijenta erozije *Erozija 12*. Beograd: Društvo bujičara Jugoslavije.
- Lazarević, R. (1985b). Soil erosion map of Bosnia and Herzegovina in scale 1:25000 *Final Report for 1985 year* (pp. 2-43). Sarajevo: Institute for water management Sarajevo.
- Lovrić, N. i Tošić, R. (2018). *Assessment of soil erosion and sediment yield using erosion potential method: Case study - Vrbas river basin (B&H)*. DOI: 10.2298/GSGD180215002L
- Spalevic, V., Barovic, G., Mitrovic, M., Hodzic, R., Mihajlovic, G., & Frankl, A. (2015). *Assessment of sediment yield using the Erosion Potential Method (EPM) in the Karlicica watershed of Montenegro*. Paper presented at the International Conference on Soil, Tirana, Albania.
- Tošić, R., i Dragičević, S. (2012). Methodology update for determination of the erosion coefficient. *Glasnik Srpskog Geografskog Društva*. No. 92
- Tošić, R., Lovrić, N., & Dragičević, S. (2019). Assessment of the Impact of Depopulation on Soil Erosion: Case Study – Republika Srpska (Bosnia and Herzegovina). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 14(2), 505–518. <https://doi.org/10.26471/cjees/2019/014/099>
- Tošić, R., Dragičević, S., & Lovrić, N. (2012a). Assessment of soil erosion and sediment yield changes using erosion potential method - Case study: Republic of Srpska – BiH. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(4), 147-154.
- Tošić, R., Dragičević, S., Zlatić, M., Todosiljević, M., & Kostadinov, S. (2012b). The impact of socio-demographic changes on land use and soil erosion (case study: Ukrina River catchment). *Geographical Reviews*, 46, 69-78.
- Tošić, R., Lovrić, N., & Dragičević, S. (2019). Assessment of the impact of depopulation on soil erosion: case study – republika srpska (bosnia and

- herzegovina). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 14(2), 505-518. doi: 10.26471/cjees/2019/014/099
- Tvica, M., Čustović, H. (2010). Uticaj načina korištenja zemljišta na sadržaj karbona u različitim fizičkim frakcijama organske materije tla. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*. God. LV. Br. 60/1.
- Žurovec, J. (2012). *Melioracije i uređenje poljoprivrednog zemljišta*. Sarajevo: Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet.
- Žurovec, J., Čadro, S. (2008). Erosion Risk on the Arable Soils on the Hill Area of Canton Sarajevo. *Radovi Poljoprivrednog Fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 59(2), 299-310.

ANNUAL PRODUCTION OF EROSION SEDIMENTS AND POSSIBILITY OF REDUCING IT IN THE AREA OF THE BRKA RIVER BASIN

Summary

In the conditions of climate change that are present in the territory of Bosnia and Herzegovina, extreme precipitation usually with high intensity is present, which resulted in soil degradation, erosion, landslides and even floods. Major floods in Bosnia and Herzegovina occurred in 2004, 2006, 2009, 2010, 2014, 2020 and 2021, with largest one in 2014. Currently, the most vulnerable municipalities to climate change are in the north of BiH, while the sensitivity is gradually declining towards the central, southern and eastern parts of the country.

The aim of this study is to estimate the average annual production of erosion sediment (W_{god}) and the total annual amount of transported sediment (G_{god}) in the Brka River Basin in Bosnia and Herzegovina, using Gavrilovic's method supported by GIS techniques. Based on the projected current situation and soil intensity, an analysis of the possibility to reduce W_{god} and G_{god} with application of certain soil conservation measures.

The average annual production of sediment in the Brka River Basin is 6,021.95 m³. Observed by sub-basins, the average annual sediment production (W_{god}) ranged between 704 m³ in the Rahička river sub-basin and 1,762 m³ in the Zovičica basin. The total annual sediment yield is highest in the Zovicica river basin (815.09 m³), and the total from the entire Brka river basin is 3,002.16 m³/year. In the case of replacing arable land with a combination of fruit and field production, the production of erosion sediments would decrease by 12.23%.

Key words: *Soil erosion, Gavrilović's method; GIS, erosion sediment*

WATER QUALITY AND RECHARGE OF „BOŠNJACI“ SPRING

Aleksandra Šupljeglav Jukić¹, Anita Ivanković²

Stručni rad - *Professional paper*

Summary

This paper describes the relief characteristics, climate research of the karst spring "Bošnjaci". The method of recharge the spring is described. Data on the physico-chemical quality of water and bacteriological findings at the time of research of springs, pollutants as well as their origin, zones and measures to protect the site are provided. Finally, recommendations for spring protection are given.

Key words: *water quality, Bošnjaci spring, recharge spring*

INTRODUCTION

The catchment area of the "Bošnjaci" spring is largely located in the Herzegovina-Neretva County, while a smaller part is located in the Republika Srpska. It covers an area of 67.5 km². It is located in Potoci, northeast of Mostar in the settlement of "Bošnjaci". The hinterland of the spring stretches to the settlements of Gornje Zijeplje and Donje Zijeplje.

Geomorphological characteristics of the spring are: the spring belongs to the extreme eastern parts of Bijelo Polje, and the massifs Malo and Veliko Ruište, Crna Gora and the northwestern slopes of the Velež massif with the Pločno plateau and the top of Šljeme, and the Gornja and Donja Zijeplje depression.

"Bošnjaci" spring classified as productive groundwater bodies. Groundwater is the highest quality water when choosing a source for drinking water supply. Behind them are karst waters, then surface waters from relatively clean open streams.

The potential polluters of the "Bošnjaci" spring are considered to be: livestock, recreation centre "Ruište" and the population.

Renewable water resources are subject to the influence of complex anthropogenic factors. Available water is increasingly becoming a factor in limiting economic and social development, and therefore a policy factor (Gleick, 1993).

Potential polluters are stables, manures and livestock. Position of these pollutants is such that they are located in the zone of groundwater direction. The stables and manure stalls themselves are not properly built, and the influences of fecal origin infiltrate directly into the soil.

Recreation centre "Ruište" - Daily frequency of people, in average, in recreation centre "Ruište" is about 50 visitors. During the weekend, the number increases to about 1,000

¹ University „Džemal Bijedić“ Mostar, Faculty of Agromediterranean, Sjeverni logor bb, Mostar

² University of Mostar, Faculty of Agronomy and Food Technology, Biskupa Čule bb, Mostar

Correspondence: anita.ivankovic@apf.sum.ba

people. It was also assumed that the number of visitors will increase over time, in order to develop tourism in this area. Despite that, the sewage system has not been resolved, and wastewater is discharged into the septic tank, which is in poor condition. The centre is supplied with drinking water from the springs Ratkamen and Česim. In the vicinity of the recreation centre, private facilities have been built, which also do not have a sewerage system. Wastewater from these facilities is discharged directly to the ground. Solid waste disposal is another problem of pollution in this area.

One of the biggest potential groundwater polluters in the basin of the spring "Bošnjaci" is the population. The sewerage infrastructure for the settlements in this basin has not been built. Septic tanks that are not properly constructed are mostly used for wastewater disposal. In addition to wastewater, solid waste is disposed of either directly on the ground or in abysses that are directly related to the source "Bošnjaci".

The population bears the largest part of the total burden of pollution of the source "Bošnjaci" in the percentage of 75%, livestock with 23%, while the recreation centre "Ruište" has a very small percentage of participation in pollution (Bešlagić and Hrelja, 2003).

For the use of karst waters, it is necessary to know the natural conditions, the most important of which are knowledge of the position of the main conductors in the basin and underground and knowledge of the flow through these conductors as a function of time.

The relief of this catchment area has karst features. The terrain is characterized by sinkholes, ravines, caves, abysses and karst springs.

Karst springs are of the broken type that form in water-soluble rocks. The most common soluble carbonate rocks in water are (limestone, dolomites and marbles), as well as sulphate (gypsum, anhydrite) and chloride rocks (halite). Bonacci and Roje Bonacci (2000) dealt with the relationship between groundwater and karst cavities, and presented the values of effective porosity, determined at various karst locations in the world, which shows that the effective porosity rarely exceeds 1%. It happens in small and heavily encroached areas such as the area around Salakovac near the Neretva. It analysed the relationship between groundwater and karst cavities using the terms effective and total porosity (Table 1). Total porosity (%), represents the ratio of the volume of all cavities and the volume of the considered karst massif. It varies from 0.2% to 45% in carbonate rocks. Effective porosity (%) represents the ratio of the volume of only those cavities that are interconnected and through which gravitational water moves freely and the total volume of the karst massif.

Table 1. Values of effective porosity n_e %, determined at various karst sites in the world (Bonacci and Roje Bonacci, 2000)

No.	Area name (Country)	n_e %
1.	Hesbaye (Belgium)	3-4
2.	Lamalou spring (France)	2
3.	Brévine valley (Switzerland)	0.2-0.4

4.	Area between Dabar and Fatnica fields (Bosnia and Herzegovina)	6-10
5.	Mendip Hills (Great Britany)	0.92
6.	Area around Salakovac near Neretva (Bosnia and Herzegovina)	2-3
7.	Trebišnjica spring (Bosnia and Herzegovina)	1-3
8.	Trebišnjica basin (Bosnia and Herzegovina)	1.2-1.5
9.	Buško blato (Bosnia and Herzegovina)	1
10.	Cetina spring (Croatia)	0.17
11.	Graba and Rude springs (Croatia)	0.29
12.	Rječina spring (Croatia)	0.23
13.	Central part of the Zrmanja basin (Croatia)	0.31
14.	Ombla spring (Croatia)	1.4-3.5
15.	Karst spring (Lebanon)	3.2
16.	Gornja Zeta (Montenegro)	0.79
17.	Donja Zeta (Montenegro)	0.79
18.	The area between Nikšić field and Donja Zeta (Montenegro)	6.07
19.	The central part of the Tennessee River Basin (USA)	0.4-3.4
20.	The lower part of the Cetina basin (Croatia)	2.5
21.	Upper Silesian basin (Poland)	0.9-3.0

Aeration zones differ from each other in terms of movement conditions and the regime of karst source waters.

During heavy rainfall or long-term rainfall of strong or medium intensity, there is a more intensive recharge of groundwater and thus an increase in groundwater levels. As a consequence of this, the water through the underground flows of different directions of movement (caverns, canals, cracks) received a turbulent flow. This movement of groundwater triggers sedimentary suspended sediment that was introduced into the ground in the previous period, but due to low speeds of movement during the dry period there was deposition of this material in caverns and canals, etc. 6. The movement of sedimentary material of these karst springs. If such bags are captured, during this period when turbidity occurs, water from these sources is discharged from the water supply system until the turbidity of the water drops to the permissible level (Čokorilo Ilić *et al.*, 2018)

The “Bošnjaci” spring belongs to the sub-Mediterranean climate area, with precipitation expressed in autumn and winter. Therefore, summers are dry and hot, and winters are mild.

Temperature and precipitation as climatic factors are interdependent. The character and dynamics of precipitation are significantly influenced by temperature. Depending on the change in temperature and pressure in the lithosphere, the state of water, its structure and properties change (Collins *et al.*, 2013).

Table 2 shows the average monthly temperature characteristics and average monthly precipitation of the catchment area of the “Bošnjaci” spring.

Table 2. Average monthly temperature characteristics (°C) and average monthly precipitation (mm)

Month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	annual
Average temperature (°C)	5,2	6,5	9,6	13,6	18,0	22,4	25,4	24,9	20,5	15,4	10,6	6,8	14,9
Average precipitation (mm)	141	135	136	131	105	76	45	56	105	154	189	206	1479

Temperature and precipitation affect the recharge of the source itself. It is estimated that the volume of the massif from which the source “Bošnjaci” is fed is about 30 km³. It is fed in a highly karst area by infiltration of precipitation and movement of groundwater through systems of cracks and underground canals formed in limestone masses.

Replenishment of springs occurs through the penetration of surface waters into the ground through the abyss in the area of Hansko polje and Donje Zijeplje.

Groundwater recharge depends on the precipitation regime. If the precipitation regime is inversely proportional to the time difference, then the effect of precipitation is greater on groundwater filling. From the above, it can be concluded that dry periods adversely affect the filling of groundwater. Thus, high temperatures adversely affect the replenishment of springs, because the percentage of water evaporation is high.

The speed of connection of precipitation and surface waters with the karst system is sometimes more pronounced, and sometimes less pronounced, and in connection with that, the impact of these waters on the quality of spring water. The speed as well as the direction of groundwater is checked by inserting markers into the abysses. This groundwater is generally faster to reach springs than those outside these directions (Novaković *et al.*, 2018).

Including the geological and hydrological characteristics of the terrain, hydrological conditions, the position of watershed zones and the results of field research were considered in the decision-making on sanitary protection zones.

Legislation

In order for a public spring to be used for public water supply, it is necessary to meet the legally established norms expressed in the FB&H Law on Waters.

This law clearly prescribes what kind of water should be used to supply the population and industry. It is also stated that the water intended for drinking must not be used for other purposes, and that the areas where the springs are located must be protected by the implementation of sanitary protection zones. Also, this law stipulates that in the area where the springs are located, already existing facilities may not be built or reconstructed. It is forbidden to perform any agricultural work as well as deforestation, as this could jeopardize the health of drinking water.

The control of the health safety of drinking water is performed according to the Rulebook on the health safety of drinking water in authorized laboratories (Official Gazette of B&H, No. 40/10, 43/10 and 30/12). Most of the defective samples of drinking water come from local water supply systems and individual water supply facilities (wells, cisterns, cisterns, uncaptured springs), in which water is irregularly or not controlled at all. Chlorination of water is often not performed in individual water supply facilities.

Competent public water supply companies perform certain tests of water quality from springs, as well as the quality of water in the network in public water supply systems, and the test results are satisfactory. Groundwater quality tests are performed mainly on those sites where there are sources of drinking water that are in the public water supply systems. These are the sources of drinking water from which the public water supply of the cities of Mostar (Bošnjaci and Buna) and Čapljina (Bjelava) is provided. The quality of water at the Bjelava and “Bošnjaci” springs corresponds to the regulations of the Rulebook.

MATERIAL AND METHODS

All water quality parameters are determined in accordance with the APHA methodology (APHA, 1998). Accuracy of each method is prescribed by the APHA methodology.

Water quality indicators were made in situ and in the laboratory to which they were transported as prescribed by each method. Water temperature, pH and COND were determined in situ. The values of these parameters were measured in the field with a field combined meter Multi-Parameter Instruments. The device has three separate electrodes designed to measure these parameters.

The following were determined in the laboratory: NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , SiO_2 , Fe, Mn, Cl_2 using UV-VIS spectrophotometer, Cl^- , Ca, Mg, permanganate index, alkalinity, acidity, total hardness, carbonate hardness volumetrically, Zn, Cu atomic absorption spectrophotometry, suspended solids gravimetrically all according to APHA methodology. The water quality of the "Bošnjaci" spring for the purposes of this paper was compared between 1999 and 2019.

Bacteriological analysis was performed according to the method BAS EN ISO 9308-1: 2015.

Laboratories conducting monitoring were accredited according to BAS EN ISO / IEC 17025.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the analysis of physical and chemical quality parameters show that the hot water "Bošnjaci" by its basic composition belongs to medium hard waters. The Report on the Quality of Surface and Groundwater Quality in the Adriatic Sea Basin in the FBiH for 2019, published by the Adriatic Sea Basin Agency, states that the chemical condition of the “Bošnjaci” spring is good.

As components of anthropogenic origin that occasionally occur in high waters in "raw" water, they point to the need to implement protection measures to prevent the possibility of "growth" of nitrite in higher concentrations, which are due to uncontrolled human influence within the protected area. The content of Fe, Mn, Zn, Cu, Al is within the permissible limits for drinking water.

Analyzes of bacteriological tests of water from the "Bošnjaci" spring gave results that show that the water is bacteriologically correct. The microbiological opinion is that the water sample complies with the regulations of the Ordinance for treated water.

Based on the obtained results of the analysis, it was concluded that the water from the source "Bošnjaci" can be included in the water supply system with the application of regular standard water disinfection procedures.

Table 3 shows the physico-chemical indicators of water quality of the "Bošnjaci" spring from 1999 and 2019.

Table 3. Physico-chemical parameters of water quality of the "Bošnjaci" spring in 1999 and 2019

Parameters; Units	June, 29 1999	September, 24 2019
Temperature; °C	11.4	12.9
Turbidity FTU (Formazine Turbidity Unit)	1	<0.1
Conductivity; $\mu\text{S}/\text{cm}$	432	419
Suspended solids; mg L^{-1}	0.219	<0.1
pH	7.02	7.5
KMnO_4 ; mg L^{-1}	4.58	0.77
Acidity; $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	84	
Alkalinity; $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	181	200.0
Total hardness; $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	221	120.4
Hardness; Ca; $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	123	179.95
N- NO_2 ; mg L^{-1}	0.011	
N- NO_3 ; mg L^{-1}	0.3	2.94
N- NH_3 ; mg L^{-1}	0.00	<0.039
P- PO_4 ; mg L^{-1}	0.01	
SO_4^{2-} ; mg L^{-1}	45.0	
Cl^- ; mg L^{-1}	4.8	7.0
SiO_2 ; mg L^{-1}	3.68	
Ca; mg L^{-1}	88.4	
Mg; mg L^{-1}	23.9	

Fe; mg L ⁻¹	0.005	41.00
Mn; mg L ⁻¹	0.0	
Zn; mg L ⁻¹	0.01	20.00
Cu; mg L ⁻¹	0.08	
Cl ₂ ; mg L ⁻¹	0.05	

CONCLUSIONS

During the construction of the "Bošnjaci" spring guided the rules prescribed in the Law on Waters. With the construction of this spring and its connection to the water supply system of the city of Mostar, a big step has been made in the water supply of the population. Prior to the connection of this spring to the water supply system of the city, there were planned disconnections of certain settlements from the water supply network. The planned water shutdowns were done due to lack of drinking water. The same water from the water supply network was also used for irrigation, which caused negative reactions from some citizens. The water company appealed for more rational water consumption, and warned of possible exclusions, but most citizens did not listen and did not heed such warnings. This behavior of the citizens was just another glaring example of negligence and carelessness. Since the period of connection of the "Bošnjaci" spring to the water supply system of the city of Mostar, such forced disconnections have not occurred. This speaks of the justification of the construction of this spring and its connection to the water supply network. It is clear that it can be concluded that the citizens of Mostar have gained a lot by releasing this spring into the public water supply.

To avoid a water crisis in the future, with limited and finite water resources, water use must be much more rational and efficient than it is today. Water resources should be managed integrally and the concept of sustainable development should be realized. Providing hygienically correct drinking water is an imperative of modern life.

LITERATURE

- APHA (American Public Health Association), (1998). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition, APHA. Washington, DC 20005-2605.
- Bešlagić, M., Hrelja, H. (2003): Zaštita izvorišta "Bošnjaci" Mostar, Institut za geologiju, Sarajevo.
- Bonacci, O., Bonacci Roje, T. (2000): Posebnosti krških vodonosnika. Hrvatske vode časopis za vodno gospodarstvo, 8, 30; 25-42.
- Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, J.L., Fichet, T., Friedlingstein, P., Gao, X., Gutowski, W.J., Johns, T., Krinner, G., Shongwe, M., Tebaldi, C., Weaver, A.J., Wehner, M.F., Allen, M.R., Andrews, T., Beyerle, U., Bitz, C.M., Bony, S., Booth, B.B. (2013): Long-term Climate Change: Projections,

Commitments and Irreversibility, Cambridge University Press, ISBN 9781107057991, pp 1029-1136.

Čokorilo Ilić, M., Ristić Vakanjac, V., Papić, P., Golubović, R., Polomčić, D., Bajić, D. (2018): Uticaj padavina na kvalitativne i kvantitativne parametre karstnih izdanskih voda, Conference: The VII Scientific National Conference with International participation: „Ecoremediation and economic valorization of water resources - models and application”, Beograd.

Gleick, P.H. (1993): Water and Conflict: Fresh Water Resources and International Security, International Security, Vol. 18, No. 1, pp. 79-112, doi.org/10.2307/2539033.

Izvešće o stanju kvalitete površinskih i podzemnih voda na vodnom području Jadranskog mora u FBiH za 2019. godinu, Agencija za vodno područje Jadranskog mora, Mostar, 2020.

Novaković, V., Tomić, A., Nikolić, N., Petrović, D. (2018): Zagađenje i zaštita zemljišta i podzemnih voda, Feljton, D.o.o., Novi Sad.

Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. "Službeni glasnik BiH", br. 40/10, 43/10 i 30/12.

KVALITETA VODE I PRIHRANA VRELA IZVORIŠTA „BOŠNJACI“

Sažetak

U radu su opisane karakteristike reljefa, klimatska istraživanja krškog vrela "Bošnjaci". Opisan je način prihrane vrela. Dati su podaci o fizikalno-kemijskoj kvaliteti vode i bakteriološkim nalazima u vrijeme istraživanja izvora, onečišćujućim tvarima kao i o njihovom podrijetlu, zonama i mjerama zaštite lokaliteta. Na kraju su date preporuke za zaštitu izvorišta.

Ključne riječi: *kakvoća vode, izvorište Bošnjaci, prihrana vrela*

ETOLOGIJA I CIKLUS RAZVOJA MOLJCA PARADAJZA (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) ZAVISNO OD TEMPERATURNIH USLOVA

Sanel Haseljić¹, Siniša Mitrić², Fejzo Bašić¹, Nedim Šuta³

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Cilj rada bio je ispitati etologiju i ciklus razvoja moljca paradajza u laboratorijskim uslovima na populacijama koje su uzorkovane na području Bosne i Hercegovine u trogodišnjem periodu. Za potrebe ovog ispitivanja korišten je hibrid paradajza Matias, koji se često uzgaja na našim prostorima. Prilikom proučavanja etologije, uočeno je da odrasle jedinke moljca paradajza kopuliraju vrlo brzo nakon eklozije, često i nakon prvog leta. Kopulacija se najčešće odvija na površini lista paradajza. Ženka neposredno nakon kopulacije pristupa polaganju jaja. Najveći broj jaja ženka položi u prva 24 sata od momenta kopulacija, polažući jedno po jedno, s tim da su najčešće jaja položena u manjim grupama od dva do pet jaja. Za polaganje jaja, ženka traži listove bez mina, ali se položena jaja mogu naći i na listovima s već formiranim minama. Utvrđeno je da ženke moljca paradajza polažu najčešće između 120 i 230 jaja. Najčešće su jaja položena na lice lista, a rjeđe na naličje. Nakon piljenja gusjenica je polipoidna i okrenuta je ventralnom stranom tijela prema površini lista, gdje se kratko vrijeme zadržava, a zatim se ubušuje u list nakon nekoliko minuta. Prilikom istraživanja razvoja i života gusjenica konstatovano je da se unutar spojenih mina može naći veći broj gusjenica. Iz životnih aktivnosti gusjenice proističe cjelokupni značaj moljca paradajza kao štetnika, što svakako treba uzeti u obzir prilikom poduzimanja odgovarajućih mjera suzbijanja. Ciklus razvoja moljca paradajza na hibridu paradajza Matias je bio usporen i trajao je duže pri nižoj temperaturi (20°C). Razvojni ciklus moljca paradajza u prosjeku je trajao 29,16 dana na temperaturi od 20°C, dok je na temperaturi od 25°C trajao u prosjeku 22,60 dana.

Ključne riječi: Tuta absoluta, etologija, ciklus razvoja, hibrid paradajza Matias, temperaturni uslovi

UVOD

Moljac paradajza (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917; Lepidoptera Linnaeus, 1758: *Gelechiidae* Stainton, 1854) jedan je od važnijih štetnika paradajza u zaštićenim prostorima i na otvorenom. Nalazi se na EPPO-ovoj A2 listi karantenskih štetnika. U Evropi je prvi put uočen u Španiji 2006. godine (Urbaneja *et al.*, 2007), nakon čega je identifikovan i u

¹ Univerzitet u Sarajevu - Poljoprivredno-prehrambeni fakultet / University of Sarajevo - Faculty of Agriculture and Food Sciences

² Poljoprivredni fakultet – Univerzitet u Banjoj Luci / Faculty of Agriculture - University of Banja Luka

³ Univerzitet u Sarajevu – Prirodno-matematički fakultet / University of Sarajevo - Faculty of Science
Correspondence: Sanel Haseljić, s.haseljic@ppf.unsa.ba

drugim državama Evrope. Tako je 2008. godine registrovan prvi put u Italiji (Tropea Garzia *et al.*, 2009; Viggiani *et al.*, 2009), Holandiji (Potting *et al.*, 2009) i Francuskoj (Germain *et al.*, 2009). Od tada se ovaj moljac proširio na veći broj zemalja Mediterana (Šimala *et al.*, 2011). Na području Hrvatske, moljac paradajza je prvi put konstatovan 2009. (Gotlin *et al.*, 2010), a već naredne godine evidentiran je i na teritoriji Bosne i Hercegovine, u Čapljini i Ljubuškom (Ostojić *et al.*, 2010). Također, u istraživanjima provedenim u Bosni i Hercegovini, na području Bijeljine i Banje Luke 2010. i 2011. godine, registrovano je prisustvo ovog štetnika (Đurić *et al.*, 2012). Ovaj štetnik na paradajzu infestira nadzemni dio biljke, što se u krajnjem slučaju odražava na smanjenje prinosa i kvaliteta plodova. Infestirani plodovi paradajza mogu izgubiti komercijalnu vrijednost od 50 do 100% (EPPO, 2005), što ponajviše zavisi od osjetljivosti kultivara paradajza na napad ovog moljca (Borgorni *et al.*, 2003; Oliveira *et al.*, 2009; De Oliveira *et al.*, 2012). Moljac paradajza ima visok reproduktivni potencijal i može imati 6-12 generacija godišnje. U zavisnosti od uslova sredine, životni ciklus štetnika može trajati 29-38 dana (EPPO, 2005). Dužina životnog ciklusa ove štetne vrste ponajviše zavisi od temperature koja utječe na razvoj, preživljavanje i reprodukciju insekta (Cuthbertson *et al.*, 2013).

Mjere suzbijanja moljca paradajza su veoma složene i limitirane specifičnim načinom života i bioekološkim karakteristikama štetnika. Poznavanje etologije i bioekoloških karakteristika ovog štetnika je neophodno kako bi se pružile odgovarajuće informacije u cilju optimizacije mjera suzbijanja.

Imajući u vidu sve prethodno navedeno, cilj rada je bio ispitati etologiju i ciklus razvoja moljca paradajza u laboratorijskim uslovima na populacijama koje su sakupljene na području Bosne i Hercegovine u trogodišnjem periodu. Za potrebe ovog ispitivanja korišten je hibrid paradajza Matias koji se često uzgaja na našim prostorima.

MATERIJAL I METODE

Za ispitivanje etologije i razvojnog ciklusa korištene su populacije moljca paradajza prikupljene iz zasada paradajza u Višićima, Gabeli i Klepcima na području Bosne i Hercegovine, pred kraj vegetacijske sezone 2012., 2013. i 2014. godine. Do momenta ispitivanja ciklusa razvoja, izdvojene gusjenice štitastog moljca su se nalazile i hranile na hibridu paradajza Matias unutar entomološkog kaveza u laboratorijskim uslovima. U ovom periodu ispitivala se etologija ovog štetnika. S obzirom da *Tuta absoluta* kao lisni miner preferira lisnu masu, ispitivanje je rađeno isključivo na lisnim dijelovima biljke, iako se gusjenice ovoga štetnika mogu pronaći u stabljici i plodovima, kako je to utvrđeno i drugim provedenim istraživanjima.

Od momenta polaganja jaja, uporedo sa etološkim proučavanjima uslijedio je početak praćenja ciklusa razvoja moljca paradajza prema modificiranoj metodi koju su Yilmaz & Genç (2012) upotrijebili kod moljca masline (*Palpita unionalis* Hubner, 1796). Razvojni ciklus moljca paradajza praćen je u kontrolisanim uslovima u klima komori u laboratoriji za zaštitu bilja i prehrambenih proizvoda na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu u Sarajevu. Razvojni stadiji moljca paradajza su izlagani djelovanju različitih uslova temperature (t : 20°C i 25°C) pri relativnoj vlažnosti zraka (RH) od 60±5% sa

ciljem utvrđivanja dužine trajanja ciklusa razvoja, odnosno, pojedinih razvojnih stadija pri različitim temperaturama. Ispitivanje dužine trajanja ciklusa razvoja rađeno je na uzorku od 20 jedinki svakog stadija po godini istraživanja koje je ponavljano u tri godine promatranja (10 jedinki na temperaturi 20°C i 10 jedinki na temperaturi 25°C), odnosno na ukupnom uzorku od 60 jedinki.

U početku jaja, a kasnije gusjenice, lutke i imaga su nanešeni na svježe i zdrave listove hibrida paradajza Matias koji su postavljeni na vlažnom filter papiru u Petrijevim posudama pri različitim temperaturnim uslovima unutar klima komore. Pregled jaja u početku je vršen svakodnevno sa 24-satnim razmakom. Kada su jaja poprimila tamniju, odnosno kremastu boju, njihov pregled je vršen nekoliko puta dnevno, kako bi se registrovao moment piljenja gusjenice. Razvoj gusjenica praćen je nakon piljenja iz jaja. Gusjenice su izdvajane iz lista paradajza nakon čega je vršeno razvrstavanje gusjenica po stepenima (I-IV) na osnovu boje, dužina tijela i širine glave. U ovu svrhu korišten je Dino-Lite digitalni mikroskop sa pripadajućim softverom. Kada su formirane mine, svakodnevnom pregledom je utvrđivana pojava gusjenica u kokonu, a zatim i prelazak u stadij lutke. Lutke su razdvajane na muške i ženske na osnovu njihovih morfoloških karakteristika, odnosno na osnovu završetaka krila koji su kod ženke uočljivi na petom, a kod mužjaka na šestom abdominalnom segmentu. Ženske lutke su odvojene od muških u zasebne Petrijeve posude u kojima su čuvane do momenta eklozije leptira. Dužina života imaga također je praćena u Petrijevim posudama na listovima paradajza na navlaženom filter papiru koje su bile dodatno obezbijeđene 10% rastvorom meda.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tokom proučavanja etologije, primjećeno je da eklozija leptira započinje ubrzanim pokretima vršnih segmenata zatka lutke. Nakon toga dolazi do pucanja egzuvije lutke u vršnom dijelu, dok donji dio ostaje neoštećen. Na osnovu vizuelnog pregleda uočeno je da leptir nakon izlaska iz egzuvije kratko miruje, a zatim započinje svoj let koji se u početku odvija u vrlo kratkim intervalima, što više podsjeća na skakutanje nego na razvijen let. Izvedenim istraživanjima utvrđeno je da najveći broj leptira eklodira u ranim jutarnjim satima. Nekoliko sati nakon eklozije let leptira postaje intenzivniji, duže traje, a razmaci između polijetanja postaju kraći. Leptiri su nemirni i brzo reaguju na svaku promjenu u neposrednoj okolini, hitro bježe i zavlače se u unutrašnjost biljaka paradajza. Leptiri tokom dana uglavnom miruju s donje strane lista paradajza. Vrlo rijetko lete danju, i to najčešće kada su uznemireni. Slabi su letači i ne lete duže vrijeme. U mirovanju su im krila potpuno priljubljena uz tijelo, dok su im noge sakrivene pod krilima, a nekada su im samo prednje noge blago izbačene. Na dodir reaguju skupljanjem sva tri para nogu uz abdomen. Kopuliraju vrlo brzo nakon eklozije, često i nakon prvog leta. U većini slučajeva kopulacija se odvija na površini lista, pri čemu ženka i mužjak zauzimaju suprotan položaj spajajući se vrhovima abdomena. Vršni dijelovi krila mužjaka prekrivaju vršne dijelove krila ženke. Glave su im okrenute suprotno jedna od druge i primaknute podlozi. Kopulacija se odvija ritmičkim stezanjem i opuštanjem genitalnih organa i segmenta zatka te abdominalnim kontrakcijama, nakon čega se par razdvaja. Ženka neposredno nakon kopulacije pristupa

polaganju jaja (slika 1). Na osnovu provedenih istraživanja uočeno je da ženka najveći broj jaja položi u prva 24 sata nakon kopulacije, najčešće polažući jedno po jedno, s tim da su najčešće jaja položena u manjim grupama od dva do pet jaja. Za polaganje jaja ženka traži listove bez mina, ali se položena jaja mogu naći i na listovima s već formiranim minama. Najčešće su jaja položena na lice lista, a rjeđe na naličje. Broj položenih jaja, odnosno plodnost ženke zavisi od mnogo faktora (Lee *et al.*, 2014), a naročito od dužine njenog života. Na promatranim parovima ženki izdvojenim u entomološkim kavezima, praćen je i broj jaja koje ženka položi nakon kopulacije tokom svog života. U provedenim istraživanjima utvrđeno je da ženke moljca paradajza polažu najčešće između 120 i 230 jaja. Na uzorku od 10 ženki utvrđeno je da ženka u prosjeku položi 173,2 jaja. Shiberu & Getu (2017), kao i Cuthbertson *et al.* (2013), navode da jedna ženka položi oko 260 jaja. Prema istraživanjima Erdogana & Babaroglua (2014), ženka u prosjeku položi 141,16 jaja. Prema drugim autorima, broj jaja koji položi jedna ženka moljca paradajza je jako varijabilan. Prema Torrest *et al.* (2001), plodnost ženke se kreće od 60 do 120 jaja, a Uchoa-Fernandes *et al.* (1995) navode da jedna ženka položi oko 260 jaja. Pereyra & Sanches (2006) utvrdili su da ženka u prosjeku položi 132,78 jaja.

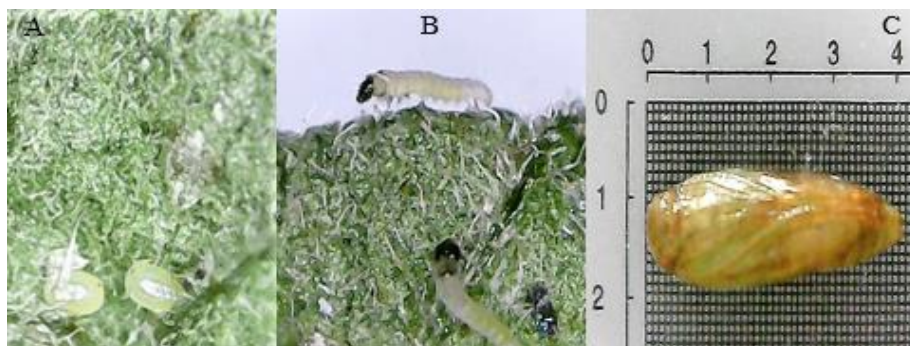


Slika 1. Moljac paradajza - kopulacija (A) i polaganje jaja (B)
 Fig.1 Tomato leaf miner - copulation (A) and egg laying (B)

Promatranjem biljaka paradajza utvrđeno je da ženka pri ovipoziciji preferira listove srednjeg i gornjeg dijela biljke paradajza gdje je i utvrđen najveći broj položenih jaja (slika 2A), što je u skladu s istraživanjima Cherif *et al.* (2013) kojim je utvrđeno da su gusjenice i jaja moljca paradajza više raspoređeni u vršnom i središnjem dijelu biljke paradajza u odnosu na donje dijelove biljke.

Znatno manji broj položenih jaja utvrđen je na plodovima paradajza, što je u podudarnosti s istraživanjima Levyja (2010), gdje je utvrđeno da ženke od ukupnog broja jaja, oko 15% polažu na plodove paradajza. Pred kraj embrionalnog razvoja, odnosno pred ekloziju gusjenice, kroz tanki horion je uočljiva mlada gusjenica. Nakon piljenja, gusjenica je polipoidna i okrenuta ventralnom stranom tijela prema površini lista, gdje se kratko vrijeme zadržava (nekoliko minuta), a zatim se ubušuje u list (slika 2B). Prema Cuthbertson *et al.* (2013) gusjenica se nakon piljenja po površini lista kreće 12 minuta, poslije čega se u potpunosti ubušuje u list, s tim da proces ubušivanja gusjenice može trajati i do 70 minuta.

Gusjenice imaju četiri stepena razvoja. Nastavak razvića gusjenica sve dok ima dovoljne količine hranjivih materija, ujedno je bio i pokazatelj da štetnik ne prelazi u stanje dijapauze kada mu je omogućen dodatan izvor hrane. Pred prelazak u lutku (slika 2C) gusjenica četvrtog stepena razvoja ispreda kokon i čahuri se u tlu, na listu ili u mini. Prilikom istraživanja razvoja i života gusjenica konstatovano je da se unutar spojenih mina može naći veći broj gusjenica.



Slika 2. Moljac paradajza - jaja (A), gusjenica I larvenog stepena (B) i lutka (C)

Fig 2. Tomato leaf miner - eggs (A), larvae (B) and pupa (C)

Prosječna dužina trajanja ciklusa razvoja i svakog od razvojnih stadija moljca paradajza (sakupljeni u trogodišnjem periodu na lokalitetima Višići, Gabela i Klepci) zavisno od temperature prikazana je u tabeli 1.

Tabela 1. Prosječna dužina trajanja (izražena u danima) ciklusa razvoja i svakog od razvojnih stadija moljca paradajza zavisno do temperature

Table 1. Average development cycle duration (in days) and average stage development duration in dependance of temperature

Razvojni stadij	Temperatura		t-test razlike aritmetičkih sredina
	t=20°C	t=25°C	
Jaje	4,20±0,76 dana	3,13±0,43 dana	Razlika=1,07 dana t=7,05***; p<0,00001
Gusjenica I st.	2,50±0,54 dana	1,83±0,25 dana	Razlika=0,67 dana t=2,69*; p=0,043
Gusjenica II st.	2,17±0,41 dana	1,58±0,49 dana	Razlika=0,59 dana t = 2,91*; p = 0,033
Gusjenica III st.	2,44±0,53 dana	2,11±0,22 dana	Razlika=0,33 dana t = 1,79 ^{NZ} ; p = 0,11
Gusjenica IV st.	2,89±0,33 dana	2,55±0,46 dana	Razlika=0,34 dana t=2,31*; p=0,049
Gusjenica - UKUPNO	10,0±2,04 dana	8,07±1,42 dana	Razlika=1,93 dana -
Lutka	8,30±0,84 dana	7,30±0,65 dana	Razlika=1,00 dan t=6,02***; p=0,000002

Imago	6,66±0,76 dana	4,10±1,21 dana	Razlika=2,57 dana t=11,27***; p<0,000001
Ciklus razvoja - UKUPNO	29,16	22,60	Razlika=7dana -

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 1, može se konstatovati da je ciklus razvoja moljca paradajza na hibridu paradajza Matias bio usporen i duže trajao pri nižoj temperaturi. Razvojni ciklus moljca paradajza u prosjeku je trajao 29,16 dana na temperaturi od 20°C, dok je na temperaturi od 25°C trajao u prosjeku 22,60 dana. Dobiveni rezultati u pogledu ovog parametra ne odstupaju u značajnijoj mjeri od istraživanja koja su proveli drugi autori. U istraživanjima provedenim od Guenaoui *et al.* (2008) utvrđeno je da životni ciklus moljca paradajza može biti završen za tri sedmice na 27°C, a prema Monserratu (2009) životni ciklus može biti završen za 20 dana u optimalnim temperaturnim uslovima. Prema Cuthbertson *et al.* (2013), moljac paradajza najduže preživljava na temperaturi od 10°C, kada živi 40 dana, na temperature od 19°C značajno kraće živi u trajanju od 16 dana, dok pri temperaturi od 23°C živi sedam dana.

Ispitivanjem 60 jaja pohranjenih u klima komori, pri temperaturi od 20°C, utvrđeno je da embrionalni razvoj u prosjeku traje 4,20 dana, a pri temperaturi od 25°C 3,13 dana. Na osnovu t testa, razlike u dužini trajanja ovog parametra pod uticajem dva temperaturna režima su bile statistički veoma visoko značajne (tabela 1). Prema Erdoganu & Babaroglu (2014), embrionalni razvoj u prosjeku traje 4,10 dana na temperaturi od 25°C i 60-70% RH. Torrest *et al.* (2001) navode da ovaj stadij traje u prosjeku 4-5 dana. Na osnovu utjecaja temperatura na embrionalni razvoj, Cuthbertson *et al.* (2013) utvrdili su da razvoj najduže traje na temperaturi od 10°C, i to je 21 dan, dok je najkraće trajanje ovog stadija tri dana, s promjenjivom temperaturom 23/18°C, odnosno prosječnom temperaturom od 21°C. Nayana & Kalleshwaraswamy (2015) utvrdili su da embrionalni razvoj u prosjeku traje 3,90 ± 0,91 dan. Do značajno različitih pokazatelja su došli Shiberu i Getu (2017), koji su utvrdili da embrionalni razvoj traje 13-13,5 dana. Šubić (2016) navodi da stadij jajeta traje 4-6 dana. Duarte *et al.* (2015) radili su ispitivanje na tri različita hibrida i pod različitim temperaturama te utvrđivali utjecaj hibrida i temperature na dužinu trajanja svakog stadija. Utvrdili su da stadij jajeta pri temperaturi od 25°C na prvom hibridu traje 4,50 ± 0,11 dana, na drugom hibridu 3,56 ± 0,08, a na trećem 3,92 ± 0,26 dana. Pri promjenjivoj temperaturi 20°C / 30°C stadij jajeta je na prvom hibridu trajao 5,00 ± 0,08 dana, na drugom 3,9 ± 0,13, a na trećem 4,08 ± 0,22 dana. Silva *et al.* (2015) radili su slično istraživanje na dva različita hibrida i pri različitim temperaturama te utvrdili da se embrionalni razvoj odvija na približno sličan način kod oba hibrida pri različitim temperaturama. Na prvom hibridu pri temperaturi od 25°C dužina stadija jajeta je bila 3,56 ± 0,08 dana, a na drugom 3,92 ± 0,26. Pri promjenjivoj temperaturi 20°C / 30°C na prvom hibridu je dužina stadija trajala 3,90 ± 0,13, a na drugom 4,08 ± 0,22 dana.

Ispitivanjem 60 jedinki gusjenica pohranjenih u klima-komori, pri temperaturi od 20°C ukupan razvoj gusjenice u prosjeku trajao je 10 dana, dok je pri temperaturi od 25°C trajao

8,07 dana. Pri temperaturi od 20°C prvi stepen razvoja gusjenice trajao je 2,50, drugi 2,17, treći 2,44 i četvrti 2,89 dana. Pri temperaturi od 25°C prvi stepen razvoja gusjenice trajao je 1,83, drugi 1,58, treći 2,11 i četvrti 2,55 dana (tabela 1). I drugi istraživači su se bavili dužinom trajanja pojedinih stadija u ciklusu razvoja, nastojeći utvrditi zavisnost ciklusa razvoja od različitih parametara kao što su temperatura, relativna vlažnost zraka ili upotrijebljeni hibrid. Erdogan & Babaroglu (2014) utvrdili su da ukupni period razvoja stadija gusjenice u prosjeku traje 10,97 dana, i to za prvi stadij razvoja 2,49, drugi 2,32, treći 2,52 i četvrti 3,79 dana pri temperaturi od 25-26°C i relativnoj vlažnosti zraka od 60-70%. Cuthbertson *et al.* (2013) utvrdili su da stadij gusjenice na temperaturi od 10°C traje 27 dana, na 13°C 51 dan, na 19°C 32 dana, na 23°C 16 dana i na temperaturi od 25°C 19 dana. Prema Nayani & Kallishwaraswamyju (2015), stadij gusjenice traje od 9,5 do 14,0 dana, s prosjekom od $11,80 \pm 1,25$ dana. Shiberu & Getu (2017) utvrdili su ukupno trajanje stadija gusjenice od 12,5 dana pri temperaturi od $20,5 \pm 2^\circ\text{C}$ i relativnoj vlažnosti zraka od $55 \pm 5\%$, dok je trajanje ovog stadija od 11 do 11,51 dan pri temperaturi od $32 \pm 2^\circ\text{C}$ i relativnoj vlažnosti zraka od $40 \pm 5\%$. Silva *et al.* (2015) došli su do zaključka da prvi stadij gusjenice ima znatno duže trajanje pri naizmjenično promjenjivoj temperaturi nego na stalnoj temperaturi i ne zavisi od vrste hibrida paradajza.

Ispitivanjem 60 jedinki lutki pohranjenih u klima-komori na temperaturi od 20°C razvoj lutke trajao je 8,30 dana, a na temperaturi od 25°C razvoj lutke je trajao 7,30 dana. Na osnovu t testa, razlike u dužini trajanja ovog parametra pod uticajem dva temperaturna režima su bile statistički veoma visoko značajne (tabela 1). Prema Erdogan & Babaroglu (2014), razvoj lutke traje u prosjeku 9,53 dana, i to kod ženke $9,48 \pm 0,38$, a kod mužjaka u prosjeku $9,57 \pm 0,36$ dana. Torrest *et al.* (2001) utvrdili su da razvoj lutke traje 7-9 dana. Silva *et al.* (2015), u svom istraživanju provedenom na dvije sorte paradajza i uvjetima u klima-komori koji su postavljeni u dvije različite varijante, i to 25°C i relativnoj vlažnosti zraka od 70% i druga varijanta naizmjenične temperature po 12 sati dan/noć (30°C/20°C) pri istoj relativnoj vlažnosti zraka, konstatovali su da razvoj lutke na obje sorte paradajza traje kraće na temperaturi od 25°C nego na režimu 30/20°C. Također, utvrđeno je da insekti imaju sporiji razvoj pri promjenjivim temperaturama nego pri konstantnoj.

Ispitivanjem 60 jedinki imaga-leptira pohranjenih u klima-komori na temperaturi od 20°C, život leptira je u prosjeku trajao 6,66 dana, a na temperaturi od 25°C 4,10 dana. Promatranjem izdvojenih parova mogla se utvrditi razlika u trajanju života muške i ženske jedinke. Na uzorku od 60 ženki i 60 mužjaka utvrđeno je da život ženke u laboratorijskim uslovima traje u prosjeku 10,2 dana (9 - 11 dana), a život mužjaka traje u prosjeku 5,7 dana (4 - 6 dana). Prema Erdogan & Babaroglu (2014), životni vijek mužjaka traje 15,8, a ženke 18,6 dana. Salama *et al.* (2014) utvrdili su da mužjaci u prosjeku žive 21,6, a ženke 25,8 dana. Do različitih podataka su došli Nayana & Kallishwaraswamy (2015), koji su utvrdili da je životni vijek mužjaka u prosjeku trajao 5,5-10 dana, a ženki u prosjeku 9,5-15,5 dana. Prosječan život mužjaka od 8,9 dana i ženke od 17,2 utvrdili su Shiberu & Getu (2017).

ZAKLJUČCI

Prilikom proučavanja etologije u laboratorijskim uslovima na hibridu paradajza Matias uočeno je da odrasle jedinke moljca paradajza kopuliraju vrlo brzo nakon eklozije, često i nakon prvog leta. Kopulacija se najčešće odvija na površini lista paradajza, pri čemu ženka i mužjak zauzimaju suprotan položaj spajajući se vrhovima abdomena. Kopulacija se odvija ritmičkim stezanjem i opuštanjem genitalnih organa i segmenta zatka te abdominalnim kontrakcijama, nakon čega se par razdvaja. Ženka neposredno nakon kopulacije pristupa polaganju jaja. Najveći broj jaja ženka položi u prva 24 sata nakon kopulacije, polažući jedno po jedno, s tim da su najčešće jaja položena u manjim grupama od dva do pet jaja. Za polaganje jaja, ženka traži listove bez mina, ali se položena jaja mogu naći i na listovima s već formiranim minama. Najčešće su jaja položena na lice lista, a rjeđe na naličje. Broj položenih jaja, odnosno plodnost ženke zavisi od mnogo faktora, a naročito od dužine njenog života. Na promatranim parovima ženki izdvojenim u entomološkim kavezima, utvrđeno je da ženke moljca paradajza polažu najčešće između 120 i 230 jaja. Na uzorku od 10 ženki utvrđeno je da ženka u prosjeku položi 173,2 jaja. Promatranjem biljaka paradajza utvrđeno je da ženka pri ovipoziciji preferira listove srednjeg i gornjeg dijela biljke paradajza gdje je i utvrđen najveći broj položenih jaja, a što je u skladu s istraživanjima drugih autora. Nakon piljenja gusjenica je polipoidna i okrenuta je ventralnom stranom tijela prema površini lista, gdje se kratko vrijeme zadržava, a zatim se ubušuje u list nakon nekoliko minuta. Prilikom istraživanja razvoja i života gusjenica konstatovano je da se unutar spojenih mina može naći veći broj gusjenica. Iz životnih aktivnosti gusjenice proističe cjelokupni značaj moljca paradajza kao štetnika, što svakako treba uzeti u obzir prilikom poduzimanja odgovarajućih mjera suzbijanja. Ciklus razvoja moljca paradajza ispitan u trogodišnjem periodu na hibridu paradajza Matias u kontrolisanim uvjetima je bio usporen i trajao je duže pri nižoj temperaturi (20°C). Razvojni ciklus moljca paradajza u prosjeku je trajao 29,16 dana na temperaturi od 20°C, dok je na temperaturi od 25°C trajao u prosjeku 22,60 dana. Ispitivanja su pokazala da dužina trajanja ciklusa razvoja moljca paradajza, kao i pojedinih stadija, nema značajnijih odstupanja u odnosu na druga sprovedena istraživanja. Utvrđeno je da temperatura utiče na dužinu trajanja ciklusa i da veća temperatura skraćuje ciklus trajanja u svim stadijima, te samim tim i u ukupnom ciklusu razvoja, kao što su pokazala druga sprovedena istraživanja. U cilju pružanja što jasnijih informacija o ponašanju i ciklusu razvoja ovog štetnika, neophodno je sprovesti dodatna istraživanja koja će se oslanjati na različitim konstantnim i promjenjivim temperaturnim uslovima, kultivarima i hibridima paradajza. Sve zajedno može biti od velike koristi prilikom određivanja optimalnog vremena primjene insekticida ili pak oslobađanja prirodnih neprijatelja.

LITERATURA

- Borgorni, P.C., Da Silva, R.A., Carvelho, S.G. (2003): Leaf mesophyll consumption by *Tuta absoluta* (Meyrick, 1971) (Lepidoptera: Gelechiidae) in three cultivars of *Lycopersicon esculentum* MILL. - *Ciencia Rural*, 33(1): 7-11.
- Cherif, A., Mansour, R., Grissa-Lebdi, K. (2013): Biological aspects of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in conditions of Northeastern Tunisia: possible implications for pest management. *Environmental and Experimental Biology*, 11: 179–184.
- Cuthbertson, A.G.C., Mathers, J.J., Blackburn, L.F.M., Korycinska, W.L., Luo, W., Jacobson, R.J. i Northing, P. (2013): Population development of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under simulated UK glasshouse conditions. — *Insects* 4: 185–197.
- De Oliveira, C.M., De-Andrade Junior, V.C., Maluf, W. R., Neiva, I.P., Maciel, G.M. (2012): Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta* imparted by allelochemicals and trichome density. - *Ciência e Agrotecnologia*, 36 (1): 45–52.
- Duarte, L., De los Ángeles Martínez, M., Paes Bueno, V.H. (2015): Biology and population parameters of *Tuta absoluta* (Meyrick) under laboratory conditions, *Rev. Protección Veg.* Vol. 30 No. 1 (ene.-abr. 2015): 19-29 ISSN: 2224-4697.
- Đurić, Z. (2019). Bioekološka proučavanja moljca paradajza - *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae) na području Republike Srpske. Doktorska disertacija, Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet, 1-148.
- EPPO (2005): Data sheets on quarantine pests: *Tuta absoluta*. EPPO Bulletin 35: 434-435. Paris: European and Mediterranean Plant Protection Organization.
- Erdogan, P., Babaroglu, N.E. (2014): Life Table of the Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 31 (2): 80-89.
- Germain, JF., Lacordaire, AI., Cocquempot, C., Ramel, JM. i Oudard, E. (2009): Un nouveau ravageur de la tomate en France: *Tuta absoluta*. *PHM-Revue Horticole* 512,37–41 (in French).
- Gotlin, Č.T., Ražov, J., Gomboc, S., Grubišić, D., Juran, I., Žanić, K. (2010): Prvi nalaz lisnog minera rajčice *Tuta absoluta* Povolny, 1994 (Lepidoptera: Gelechiidae) u Hrvatskoj. *Glasilno biljne zaštite*, 4, 273-281.
- Guenauoui, Y., Ghelamallah, A. (2008): *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep: Gelechiidae) a new pest on tomato in Algeria. First data on its development time at different temperatures.
- Lee, M. S., Albajes, R., Eizaguirre, M. (2014): Mating behaviour of female *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): Polyandry increases reproductive output. *Journal of Pest Science* 87(3):111; DOI:10.1007/s10340-014-0576-4
- Monserrat, A. (2009): La polilla del tomate *Tuta absoluta* en la Región de Murcia: bases para su control. *Serie Técnica y de Estudios* No. 34. Conserjería de Agricultura y Agua.

- Nayana, B. P., Kalleshwaraswamy, C. M. (2015): Biology and external morphology of invasive tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, Vol. 21, No. 2 pp 169-174.
- Oliveira, F.A., Da Silva, D.J., Leite, G.L.D., Jham, G.N., Picanco, M. (2009): Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick). (Lepidoptera: Gelechiidae). - *Science Horticulture*, 119: 182– 187.
- Ostojić, I., Tolić, D., Zovko, M., Gotlin-Čuljak, T., Čutuk, I. (2010): Prvi nalaz lisnog minera rajčice, *Tuta absoluta* Meyrick. VII. Simpozijum o zaštiti bilja u Bosni i Hercegovini, Teslić, Zbornik rezimea, 34.
- Pereyra, P.C., Sánchez, N.E. (2006): Effect of Two Solanaceous Plants on Developmental and Population Parameters of the Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 35(5): 671-676.
- Potting ,R., van der Gaag, D. J., Loomans, A., van der Straten, M., Anderson, H., MacLeod, A., Castrillón, J.M.G., Cambra, G.V. (2009): *Tuta absoluta*, Tomato leaf miner moth or South American tomato moth. Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality (LVN) Plant Protection Service of the Netherlands. Accessed on 10/21/10 from: http://www.minlnv.nl/cdipub/servlet/CDLServlet?p_file_id=42402
- Salama, H., Fouda, M., Ismail, I.A., Ebada, I., Shehata, I. (2014): Life Table Parameters and Fluctuations in the Population Density of the Moth *Tuta absoluta* (Meyrick) - (Lepidoptera: Gelechiidae). *Current Science International* 3(3): 252-259, 2014, ISSN: 2077-4435.
- Shiberu, T., Getu, E. (2017): Biology of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under different temperature and relative humidity, *Journal of Horticulture and Forestry*, Vol. 9(8), pp. 66-73.
- Silva, D., Bueno, V.H.P., Lins, J.C., Lenteren, J.C.V. (2015): Life history data and population growth of *Tuta absoluta* at constant and alternating temperatures on two tomato lines. *Bulletin of Insectology*, 68(2): 223-232.
- Šimala, M., Masten Milek, T. (2011): Južnoamerički moljac rajčice – *Tuta absoluta* Povolny, 1994 (Lepidoptera: Gelechiidae), Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zagreb.
- Šubić, M. (2010): Opasni mineri lišća, Međimurje, Županijske novine, 2855.
- Torrest, J., Faria, CA., Evangeliste, WS., Pratisoli, D. (2001): Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immature in processing, with notes on plant phenology. *International Journal of Pest Management*, 47(3). 173-178.
- Tropea Garzia, G. (2009): *Physalis peruviana* L. (Solanaceae), a host plant of *Tuta absoluta* in Italy. *IOBC/WPRS Bulletin* 49, 231–232.
- Uchoa-Fernandes, M.A, Della Lucia, T.M.C., Vilela, E. F. (1995): Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpus absoluta* (Meyr) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 24:159-164.

- Urbaneja, A, Vercher, R., Navarro, V., Garcia Mari, F., Porcuna, JL. (2007): La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. Phytoma Espana, 194, 16–23.
- Viggiani, G., Filella, F., Ramassini, W., Foxi, C. (2009): *Tuta absoluta*, nuovo lepidottero segnalato anche in Italia. Informatore Agrario, 65 (2): 66–68.
- Yilmaz, Ç., Genç, H. (2012): Determination of the Life Cycle of the Olive Fruit Leaf Moth, *Palpita unionalis* (Lepidoptera:Pyralidae) in the Laboratory, Florida Entomological Society, pp 162-170.

ETHOLOGY AND DEVELOPMENTAL CYCLE OF OF TOMATO LEAF MINER (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) DEPENDING ON TEMPERATURE CONDITIONS

Summary

The aim of this study was to investigate the ethology and development cycle of tomato leaf miner in laboratory conditions on populations collected in Bosnia and Herzegovina in a period of three year. For the purposes of this study, tomato hybrid Matias was used, which is often grown in our area. During the study of ethology, it was noticed that adult individuals of the tomato leaf miner copulate very quickly after the eclosion, often even after the first flight. Copulation usually takes place on the surface of a tomato leaf. The female approaches egg-laying immediately after copulation. The female lays the largest number of eggs in the first 24 hours after copulation, laying one by one, but most often the eggs are laid in smaller groups of two to five eggs. For laying eggs, the female looks for leaves without mines, but the laid eggs can also be found on leaves with already formed mines. It has been determined that female tomato leaf miner usually lay between 120 and 230 eggs. Most often the eggs are laid on the top part of leaf, and less often on the bottom part of leaf. After hatching, the caterpillar is polypoid and faces the ventral side of the body towards the surface of the leaf, where it stays for a short time, and then burrows into the leaf after a few minutes. During the research of the development and life of caterpillars, it was stated that a larger number of caterpillars can be found inside the connected mines. From the life activities of the caterpillar arises the overall importance of the tomato leaf miner as a pest, which should certainly be taken into account when taking appropriate control measures. The development cycle of the tomato leaf miner on the tomato hybrid Matias was slowed down and lasted longer at a lower temperature (20°C). The development cycle of the tomato leaf miner lasted an average of 29.16 days at a temperature of 20°C, while at a temperature of 25°C it lasted an average of 22.60 days.

Key words: *Tuta absoluta*, ethology, development cycle, tomato hybrid Matias, temperature conditions

ZAJEDNICA MAKROBESKIČMENJAKA LITORALA BORAČKOG JEZERA U PROCJENI EKOLOŠKOG STANJA

Sadbera Trožić-Borovac¹, Ena Mesić¹, Alma Imamović², Samir
Muhamedagić³

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Makrobeskičmenjaci bentosa slatkovodnih ekosistema su veoma heterogena skupina organizama, a zajednička im je karakteristika da su veći od <0,5 mm. Različita tolerantnost taksa makrobeskičmenjaka bentosa, kao i senzitivnost na faktore degradacije, omogućava njihovo pouzdano apliciranje u određivanju ekološkog stanja ekosistema jezera. Rad je baziran na analizi zajednice makrobeskičmenjaka bentosa Boračkog jezera na četiri lokaliteta (dva lokaliteta bez izraženih antropogenih djelovanja i dva lokaliteta plaža za kupanje - izmijenjeno). Uzorkovanje je za potrebe realizacije rada izvršeno u maju i julu 2020. godine. Za ocjenu ukupnog ekološkog stanja upotrebljeni su indeksi degradacije (indeks diverziteta i EPT-S) i indeksi pokazatelji organskog onečišćenja (ukupni broj taksa, saprobni indeks, BMWP i ASPT indeks). Utvrđena je visoka korelacija između vrijednosti indeksa degradacije (EPT-S i H') i prirodosti sedimenta, kao i između indeksa organskog onečišćenja (BMWP, UBT) i sedimenta. Primjenjena linearna regresijska analiza utvrdila je da stanje sedimenta se može objasniti efikasno vrijednostima indeksa diverziteta, ukupnog broja taksa, BMWP indeksom i EPT-S indeksom. Zajednica makrobeskičmenjaka bentosa litorala Boračkog jezera generalno indicira hidromorfološke promjene (HyMo), te je prihvatljiva za procjene ukupnog ekološkog stanja.

Ključne riječi: *makrozoobentos, Okvirna Direktiva o vodama, ekološki status, hidromorfološko stanje, metrike*

UVOD

Prirodna jezera kao poseban hidrogeološki fenomen predstavljaju značajna prirodna bogastva. Najveća količina slatke vode na planeti zemlji nalazi se u jezerima, te s toga su interes visokog stupnja zaštite i očuvanja. Od 1950-ih ekosistemske funkcije mnogih jezera su se postepeno degradirale. Ekološko stanje ekosistema je narušeno ozbiljno zbog efekta staklene bašte i neracionalnog, prekomjernog korištenja od strane ljudi.

¹Prirodno-matematički fakultet Univerzitet u Sarajevu

²Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, Sarajevo

³Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu

Correspondence: strozic@pmf.unsa.ba

Zbog toga je posebno važna procjena stanja ekosistema vode jezera (Ding i sur., 2021), u cilju uspostavljanja mjera za adekvatno upravljanje jezerima. Antropogeni pritisci, imaju negativna dejstva posebno na obalni (litoral) pojas jezera. Ove promjene se manifestuju zatrpavanjem prirodnog sedimenta, fragmentacijom staništa, nedostatkom prirodne povezanosti kopna i vode. Svi uticaji u hidromorfologiji jezera imaju direktan i veliki uticaj na životne zajednice bentosa. U naučnim studijama naznačeni su uticaji na vodozemce, makrofite i invertebrate bentosa (Urbanich i sur., 2012), kao podloga za njihovu aplikaciju u ocjeni ekološkog statusa vodenih ekosistema. Prema Okvirnoj direktivi o vodama (EC 2000), različite karakteristike zajednice trebaju biti vrednovane u biološkoj procjeni. Ove karakteristike uključuju taksonomski sastav i brojnost, odnos stepena senzitivnosti na poremećaje (tolerantne i netolerantne takse) i nivo različitosti. Dakle, višestruki atributi jezerskih zajednica moraju biti integrirani da bi se opisali i ocijenili uslovi jezera. Sama direktiva nalaže da se u procjeni ekološkog statusa stajaćica primjenjuje raznovrsnost i bogastvo invertebrata bentosa. Planovi upravljanja riječnim slivom, mjere revitalizacije, su razvijene i implementirane (Hering i sur., 2010, 2015), u većini zemalja Evrope. Željeni ishod poboljšanog ekološkog statusa („dobar“) nije postignut. Veoma mali stepen revitalizacije i poboljšanja ekološkog statusa, evropskih jezera i rijeka naveden je za period između 2009. i 2015. godine. U mnogim slučajevima se ne može očekivati brzo poboljšanje zbog velikog opterećenja nutrijentima (Søndergaard *et al.*, 2007) i spore revitalizacije bioloških zajednica. Drugo moguće objašnjenje je da se većina mjera upravljanja bavi „tradicionalnim“ pritiscima eutrofikacije i acidifikacije, dok se hidromorfološke promjene (HyMo) manje analiziraju. Kao posljedica toga, u mnogim područjima su neadekvatno uspostavljanje mjere ograničenja i zaštite vodenih ekosistema, posebno jezera.

Boračko jezero zbog veličine (manje od 0,5 km) nije u skupini vodnih tijela na koje se odnose odredbe ODV-a. Zbog glečerskog porijekla, posebnog prostornog položaja i turističkog značaja (kupalište), ovo jezero se razmatra prema odredbama ODV-a. Tipologijom je determinasno kao Tip J3: Dinaridsko malo srednje plitko jezero na karbonatnoj podlozi. Kotlina u kojoj se formiralo jezero ima ljevčasto-amfiteatralni oblik. Jezero leži u donjem kraju Boračke Drage i pruža se u pravcu sjeverozapad-jugoistok. Okruženo je s jugozapada šumovitom Crnom Gorom (1343-1595 m.n.v.), sa istoka Tranjinom (1055 m.n.v), sa jugoistoka prevojem Košute (490 m.n.v), a sa sjevera ga od Boraka i Boračkog polja odvaja strmi Krstac. Okolina jezera je izgrađena od dolomita i dolomitiziranih krečnjaka te je u tom kraju razvijen kraški proces. Nadmorska visina Boračkog jezera je 402 m i na osnovu toga se svrstava u brdska jezera submediteranskih Dinarida. Na dijelovima jezera javlja se bogato razvijena vegetacija šiblja i poplavnih drvenastih biljaka, a u samom jezeru bogato razvijena sublitoralna vegetacija trske i plutajućih biljaka (lokvanj).

Cilj rada je da se na temelju istraživanja litorala Boračkog jezera na mjestima sa različitim inenzitetom antropogenog uticaja, zajednica makrobeskičmenjaka bentosa, validuje kao pouzdan indikator ekološkog stanja jezera.

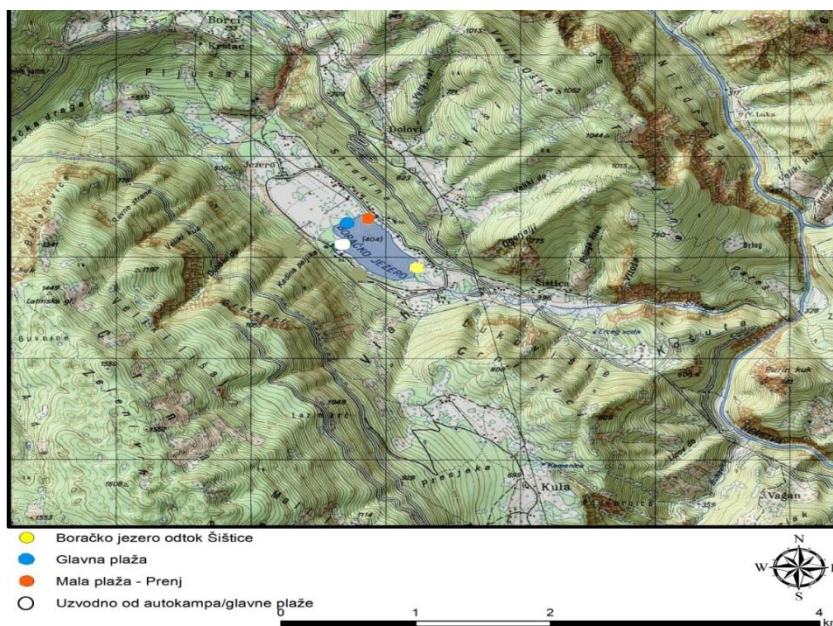
MATERIJAL I METODE RADA

Za potrebe realizacije rada izvršena su terenska istraživanja u periodu 2021. godine. Prvi izlazak realizovan je 15.05.2021. i 23.07.2021. godine. Odabir lokaliteta istraživanja je izvršen na temelju stepena hidromorfoloških promjena. Dva lokaliteta su sa izrazito izmjenjenim obalama i sedimentom (Lokalitet 3 Glavna plaža i Lokalitet 4 Mala plaža - Prenj) i dva lokaliteta (tab. 1 i sl. 2) sa prirodnim obalama i manjim antropogenim pritiskom (Lokalitet 1 Boračko jezero odtok Šišćice i Lokalitet 2 uzvodno od autokampa/glavne plaže).

Tabela 1. GPS koordinate i nadmorska visina lokaliteta istraživanja na Boračkom jezeru

Table 1. The GPS coordinates and altitude of the research site on Boracko Lake

Lokalitet	GPS koordinate		n.v (m)
Lokalitet 1 Boračko jezero odtok Šišćice	43°33'1.35"N	18° 2'5.58"E	400
Lokalitet 2 uzvodno od auto kampa/glavne plaže	43°33'6.23"N	18° 1'44.16"E	405
Lokalitet 3 Glavna plaža	43°33'9.25"N	18° 1'44.02"E	405
Lokalitet 4 Mala plaža - Prenj	43°33'17.17"N	18° 1'51.07"E	399

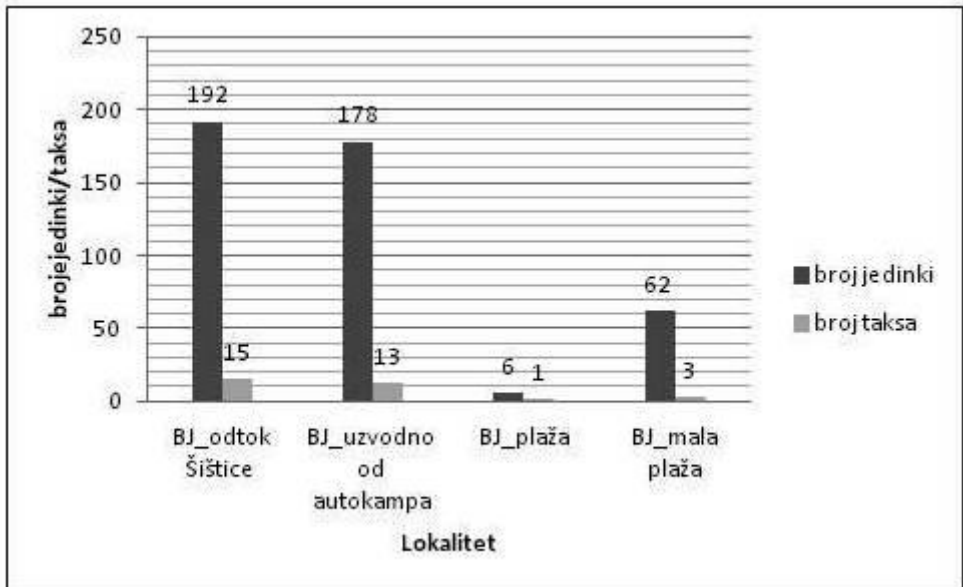


Slika 1. Položaj lokaliteta (tačke) istraživanja u litoralu Boračkog jezera, 2021.
Figure 1. Location of research sites (points) in the Boracko Lake littoral, 2021.

Dubina na istraživanim lokalitetima se kretala od 35 do 70 cm. Tip sedimenta, kao i zastupljenost mikrostaništa imali su direktan uticaj na broj poduzoraka na lokalitetima istraživanja. Kao tip sedimenta javlja se psamopelal, pelal, makrofite, mikrolital kao grupa supstrata razvijenih na dva lokaliteta (L1 i L2) i drugu grupu čini dominantno psamal (L4) i manjim procentom pelal (L4). Ovakovo grupisanje imalo je primjenu u regresiji zbog utvrđivanja stepena povezanosti raznovrsnosti organizama u sastavu makrozoobentosa i mikrostaništa. Uzorkovanje je izvršeno primjenom mreže za duboke vode, a uzorci su sakupljeni u posudu i na terenu pregledani uz upotrebu binookularne lupe i odgovarajuće ključeva za determinaciju organizama zoobentosa (Elliott i sur., 1988; Glöer, 2002; Neubert & Nesemann, 1999; Nilsen, 1996, 1997; Taglipietra & Sigovini, 2010; Waringer & Graf, 1997). Rezultati kvalitativno-kvantitativne analize uzoraka makrobeskičmenjaka aplicirani su u ocjeni ekološkog stanja, metrikama degradacije staništa i organskog zagađenja. Indeksi primjenjeni u ocjeni organskog onečišćenja su: Ukupan broj taksa (UBT), Saprobni indeks (Pantle-Buck, 1955), BMWP indeks i ASPT. Indeksi primjenjeni u procjeni degradacije staništa: Shannon-Weaver indeks diverziteta, EPT indeks i učešće hranidbenih kategorija u uzorku. Kao mjera uticaja hidromorfoloških promjena, zbog ograničenog broja varijabli, primjenjena je korelacija i linearna regresija (IBM SPSS Statistics 25). Za potrebe statističke obrade podataka korišten je excel 2010, softver IBM SPSS Statistics 25 i Primer 5.

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Na temelju sprovedenih istraživanja i analize kvalitativno-kvantitativnog sastava makrozoobentosa u uzorcima Boračkog jezera na četiri lokaliteta konstatovano je ukupno 432 jedinke koje su predstavnice 18 taksa. Prema rezultatima uzorci iz jula mjeseca su sa većim biodiverzitetom (17) i većim ukupnim brojem jedinki (255).



Grafikon 1. Prikaz ukupnog broja jedinki i taksa makrobeskičmenjaka bentosa litorala Boračkog jezera na lokalitetima istraživanja, 2021.

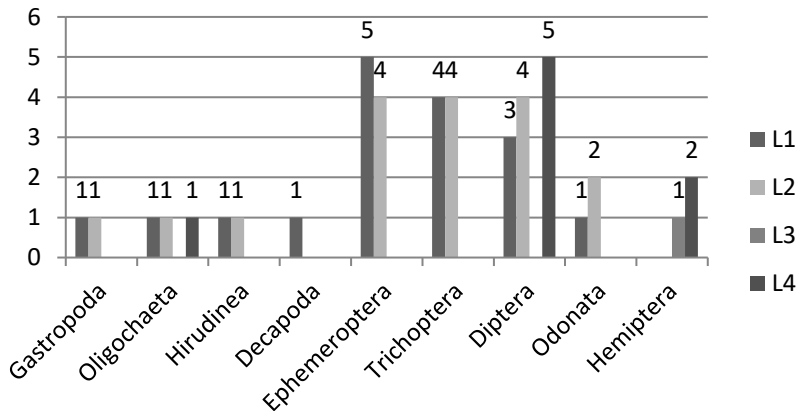
Graph 1. Overview of the total number of individuals and taxes of benthic macroinvertebrate beetles of Boračko Lake at research sites, 2021.

Distribucija organizama je različita po lokalitetima uzorkovanja (tab. 2), Lokalizacije na Boračkom jezeru (uzvodno od glavne plaže i odtok Šišćice) koje karakteriše veliki diverzitet staništa (pjesak, mulj, makrolital, fital, plutajuće makrofite) karakteriše visok biodiverzitet i bogastvo jedinki. Lokalizacije sa visokim antropogenim uticajem (alohtoni sediment - pijesak) plaže za rekreaciju (plivanje) karakteriše veoma nizak biodiverzitet ili potpuno odsustvo makrobeskičmenjaka bentosa (glavna plaža autokampa). Sastav vrsta indicira ekološke uvjete, vrsta bjelonogog raka koja je velikom brojnošću konstatovana u Boračkom jezeru, javlja se na lokalitetu odtoka Šišćice i u samoj rijeci Šišćici. Što ukazuje na održivost uslova staništa ove zaštićene vrste. Pored toga u uzorcima na lokalitetima koji se odlikuju skoro prirodnim staništima, konstatovane su i vrste iz senzitivnih redova ET skupine (Ephemeroptera i Trichoptera) sa vrstama familija Baetidae, Ephemeridae, Heptagenidae, Psychomidae i Polycentropidae. Pored njih javljaju se i larve vilinskih konjica karakteristični i indikatori staništa u Boračkom jezeru (fital). Na lokalitetima sa izraženim neprirodnim sedimentom (glavna plaža i djelomično plaža Prenj) konstatovano je potpuno odsustvo (ili veoma siromašno) makrobeskičmenjaka u bentosu. Na lokalitetu male plaže (graf. 2) koja je okružena sa očuvanom flotantnom i emerznom florom, konstatovano je prisustvo tri takse (eurivalentene).

Tabela 2. Kvalitativni sastav i distribucija makrobeskičmenjaka bentosa konstatovanih u uzorcima na četiri lokaliteta litorala Boračkog jezera, 2021. godina

Table 2. Qualitative composition and distribution of benthic macroinvertebrates found in samples at four sites of the Boračko Lake littoral, 2020

Takson	L1	L2	L3	L4
<i>Planorbis corneus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	-	-
Tubificidae d'Udekem, 1855	+	+	-	+
<i>Helpobdella stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	-	-
<i>Austropotamobius pallipes</i> (Lereboullet, 1858)	+		-	-
<i>Centroptilum</i> sp.	+	+	-	-
<i>Caenis macrura</i> Stephens, 1835	+	+	-	-
<i>Ephemera vulgate</i> Linnaeus, 1758	+	+	-	-
<i>Ecdyonurus</i> sp.	+	+	-	-
<i>Ephemera</i> sp.	+	-	-	-
<i>Cheumatopsyche lepida</i> (Pictet, 1834)	+	-	-	-
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur, 1842)	+	-	-	-
<i>Tinodes pallidulus</i> McLachlan, 1878	+	-	-	-
<i>Hydropsyche</i> sp.	+	+	-	-
<i>Hydropsyche saxonica</i> McLachlan, 1884	-	+	-	-
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (Curtis 1834)	-	+	-	-
<i>Polycentropus exicus</i> Klapalek, 1894	-	+	-	-
Chironomidae Newman, 1834	+	+	-	+
Zygoptera Selys, 1854	+	+	-	-
Hemiptera Latreille, 1810	-	-	6	+



Grafikon 2. Učešće skupina beskičmenjaka sa brojem taksa u uzorcima bentosa na lokalitetima Boračkog jezera, 2020 godina

Graph 2. Participation of invertebrates groups with the number of taxa in benthic samples at the sites of Boračko Lake, 2020

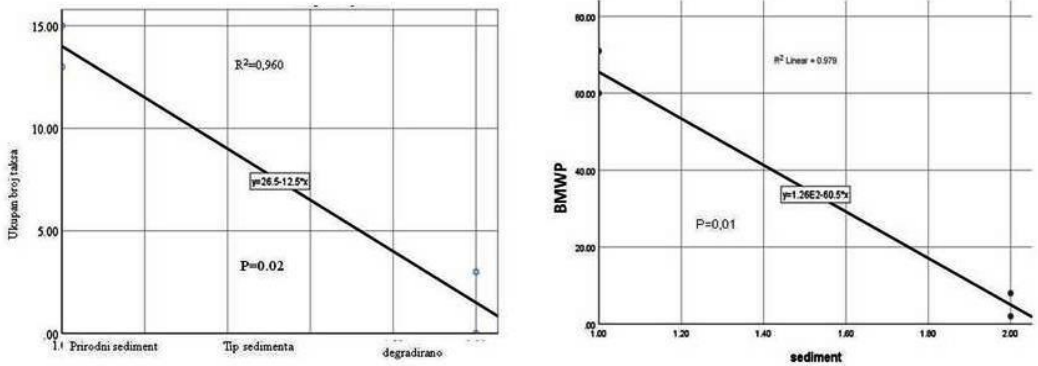
Prema načinu ishrane (Moog, 2002) konstatovane jedinke su u najvećem procentu detritivori, strugači, drobilice, filtratori (67%), a manji broj je predatora (25%) i svaštojeda (8%). Najznačajniji omnivor je svakako bjelonogi rak *Austropotamobius pallipes* koji na području Boračkog jezera egzistira već dugo vremena. U cilju utvrđivanja ekološkog stanja u Boračkom jezeru, a na temelju makrozoobentosa litorala, na dobivene podatke kvalitativno-kvantitativnog sastava uzoraka, aplicirani su indeksi relevantni za stupanj organskog onečišćenja (UBT, saprobni indeks, BMWP) i degradacije staništa (H' i EPT-S). Vrijednosti indeksa (tab. 3) ukazuju na povećanje degradiranosti i onečišćenja vode Boračkog jezera sa intenzitetom antropogenog uticaja. Saprobni indeks ukazuje na povećanje onečišćenja na lokalitetu male plaže, a vrijednost je u granicama za umjereno zagađene vode (III kategorija). Boračko jezero na odtoku rijeke Šišnice, uslijed dotoka organske materije, povećanja broja eurivalentnih taksa makrobescičmenjaka u bentosu prema saprobnom indeksu je u kategoriji malo do znatno onečišćenih voda (II kategorija). U mjesecu julu sa nešto povećanom saprobnosti uslijed dotoka veće količine alohtone organske materije. Lokalitet sa dobro očuvanim uvjetima staništa, bez vidljivih utoka otpadnih voda (L2), sa dobro očuvanom obalnom vegetacijom, vegetacijom litorala, odlikuje najmanja saprobnost (oligo do betamezosaprobnna).

Tabela 3. Vrijednosti multimetričkih indeksa (organskog onečišćenja i degradacije staništa) za kvalitativno-kvantitativni sastav uzoraka makrobeskičmenjaka bentosa litorala Boračkog jezera na četiri istraživana lokaliteta, 2020

Table 3. Values of multimetric indices (organic pollution and habitat degradation) for the qualitative and quantitative composition of samples of macrobenthic invertebrates of the benthic littoral of Boračko Lake at four research sites, 2020

Metrika	Lokalitet							
	L1		L2		L3		L4	
	Vrijd.	Kateg.	Vrijd.	Kateg.	Vrijd.	kateg.	Vrijd.	Kateg.
SI	2	II	1,77	II	-	-	2,63	III
UBT	7	II	5,44	II	1	0	3	IV
BMWP	70	II	61	II	-	-	8	V
ASPT	6	II	5,54	II	-	-	2.66	IV
	Metrike degradacije staništa							
H'	3,23	I	3,01	I	-	-	1,46	III
EPT-S	9	II	8	II	-	-	0	V

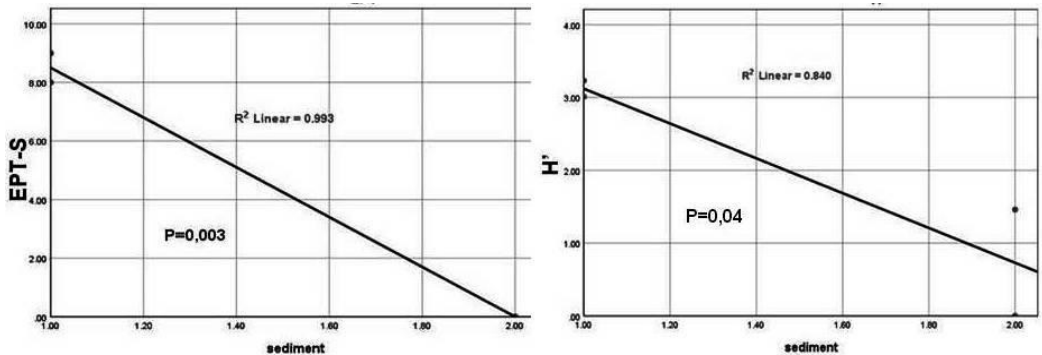
Generalno se može zaključiti da primjenjeni indeks ukazuje na značajnu degradaciju vode Boračkog jezera u litoralnom dijelu, uslijed hidromorfoloških promjena i velikog antropogenog pritiska. Prema Nacrtu plana upravljanja vodnim područjem Jadranskog mora u FBiH za 2022-2027 (www.jadran.ba) vrijednosti fizičko-hemijskih faktora indiciraju vodu II kvaliteta uslijed stalno visokih vrijednosti HPK (>5 mg/l). Hemijska potrošnja kisika je mjera kapaciteta vode da troši kisik tokom razgradnje organske materije i oksidacije neorganskih hemijskih supstanci kao što su amonijak i nitrit. Pored fizičko-hemijskih parametara u ocjeni ekološkog stanja Boračkog jezera određen je saprobni indeks za fitoplankton. Vrijednosti ovog parametara u posljednjih 10 godina variraju od 1,6 do 1,9 što u konačnici ukazuje na II kategoriju ili „dobar“ ekološki status. Dobiveni podaci ne ukazuju na objektivne izvore onečišćenja. Primjenjene metrike na sastav makrobeskičmenjaka litorala Boračkog jezera (iako ograničen broj podataka) objektivno mogu poslužiti kao indikator ekološkog stanja ovog jezera. Utvrđena je visoko korelacija između tipa sedimenta i indeksa BMWP indeksa ($r=0,965$), UBT ($r=0,935$), H' ($r=0,735$) i EPT-S ($r=0,925$). Primjenom linearne regresije analize (graf. 3) utvrđeno je da promjene sedimenta (zastupljenost mikrostaništa) mogu uspješno indicirati i objasniti vrijednosti ukupnog broja taksa ($R^2=0,960$; $p=0,02$) i vrijednosti BMWP indeksa ($R^2=0,979$; $p=0,01$). Globalno se može zaključiti da stanje sedimenta ima direktan uticaj na biotički integritet zajednice makrobeskičmenjaka u litoralu jezera.



Grafikon 3. Regresijaka analiza i korelacijska povezanost bioloških parametara (UBT i BMWP) i tipa sedimenta

Graph 3. Regression analysis and correlation between biological parameters (UBT and BMWP) and sediment type

Rezultati analize linearne regresije (graf. 4) pokazali su da bi se promjene sedimenta mogle efikasno i značajno objasniti promjenama u diverzitetu makrobeskičmenjaka litorala jezera ($R^2=0,979$; $p=0,04$), a takođe i promjenama u vrijednosti EPT-S ili smanjenju brojnosti jedinki redova Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera ($R^2=0,993$; $p=0,01$), koje su u većini u grupi netolerantnih jedinki na promjene u staništu.



Grafikon 4. Regresijaka analiza bioloških parametara (EPT-S i H') i tipa sedimenta

Graph 4. Regression analysis of biological parameters (EPT-S and H') and sediment type

Uključivanjem podataka makrobeskičmenjaka litorala, na određenim tačkama, Boračkog jezera ukazalo bi i na izvore degradacije, a u krajnjem i rezultiralo mjerama koje bi ograničile procese degradacije (hidromorfologija). Metode za procjenu eutrofikacije su dobro razvijeni za fitoplankton (Carvalho i sur., 2013; Phillips i sur., 2013), makrofite (Penning i sur., 2008; Poikane i sur., 2018), litoralne dijatomeje (Kelly i sur., 2014; Poikane i sur., 2016b), ribe (Rask i sur., 2010) i

beskičmenjaka bentosa (Jyväsjärvi i sur., 2012; Poikane i sur., 2016a). U nekim zemljama došlo je do značajnog napretka, uslijed zaključivanja o velikom uticaju hidromorfoloških pritisaka na ekologiju jezera (Mastrantuono i sur., 2015). Razvijene su metode za procijenu ovih efekata (Urbanič, 2014), ali je njihova primjena ograničena (Poikane i sur., 2020). Većina zemalja razvila je nove indekse osjetljivosti kao što su Fauna Index (Miler i sur., 2013b), LIM (Littoral Fauna Index) (Urbanič, 2014), srednja ocjena tolerancije (Gabriels i sur., 2010), i (LMM) metrika makrobeskičmenjaka za zakiseljavanja jezera (McFarland i sur., 2010). Razvijeno je trinaest metoda procjene zasnovanih na bentoskim beskičmenjacima i interkalibrirano širom Evrope, pokrivajući različite geografske zone i vrste vodnih tijela (Belgija, Estonija, Finska, Nemačka, Litvanija, Holandija, Norveška, Slovenija, Švedska i Ujedinjeno Kraljevstvo). Pokazalo se da metode procjene bentoskih beskičmenjaka na adekvatan način rješavaju nekoliko pritisaka i kombinacije pritisaka, tj. acidifikacija (3 metode), eutrofikacija (3), hidromorfološke izmjene (2) i njihove kombinacije (5). Varijabilnost (taksonomski sastav, brojnost) litoralnih zajednica makrobeskičmenjaka bentosa zavisi od prostorne heterogenosti. Radom se pokušalo ukazati da jezera u Bosni i Hercegovini, a posebno Boračko jezero, zahtijevaju veoma složene pristupe u istraživanju. Višestruki uticaji (plaže, unos sedimenta iz drugih vodenih ekosistema, izgradnja eko naselja, kampova, vikendica, bez smjernica, planovo i analiza) na ovo jezero iz dana u dan uništavaju dio po dio obala. Unos sedimenta sa sobom nosi i živi svijet, koji može biti patagogen, invazivan, zarazan ili smrtno za autohtone vrste, a i u krajnjem za čovjeka kao korisnika vode Boračkog jezera (rekreacija).

ZAKLJUČAK

Beskičmenjaci bentosa litorala su pouzdani indikatori hidromorfologije jezera. Na temelju zajednice ovih organizama moguće je objektivno procijeniti ekologiju jezera i identificirati snagu antropogenog pritiska. Primjenjeni indeksi obuhvataju bogatstvo grupa, raznovrsnost, indikatore diverziteta, udio osjetljivih i tolerantnih vrsta, što je najobjektivnije u odslikavanju stvarnog stanja vodnog ekosistema. Da bi se utvrdili hidromorfološki pritisci na Boračko jezero, kao i njihovi efekti, neophodno je realizovati nekoliko aktivnosti: a) razviti metode biološke procjene utemeljene na specifičnoj reakciji na hidromorfološke pritiske; (b) razviti hidromorfološke metode procjene uz primjenu bioške metode i (c) uključiti mjerenje varijabli potrebnih za biološke procjene u rutinskim programima praćenja jezera.

LITERATURA

- Carvalho, L., Poikane, S., Lyche Solheim, A., Phillips, G., Borics, G., Catalan, J. i sur. (2013): Strength and uncertainty of phytoplankton metrics for assessing eutrophication impacts in lakes. *Hydrobiologia* 704, 127–140.
- Ding, Y., Sun, S., Feng, J., Cui, P., Zhang, D. (2021): An Assessment of Lake Ecology on the Basis of the Macrobenthos Multi-Metric Index (MMI) in 11 Lakes in the Western Region of Jilin, China. *Water* 13, 235.
- EC. (2000): Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy. – EU Water Framework Directive (WFD) – Brussels, pp. 1–72.
- Elliott, J. M., Humpesch, U. H., Macan, T. T. (1988): Larvae of the British Ephemeroptera, a key with ecological notes. Scientific Publication of the Freshwater Biological Association, 49, 145 pp.
- Engbolm, E. (1996): Ephemeroptera, Mayflies. In: A.N. Nilsson (ed.). *Aquatic Insects of North Europe - A taxonomic Handbook. Part 1. Apollo Book. Stenstrup, pp: 1-53.*
- Glöer, P. (2002): Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas : Mollusca I : Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung. Hackenheim : ConchBooks, Geramn, 325 pp
- Hering, D., Borja, A., Carstensen, J., Carvalho, L., Elliott, M., Feld, CK. i sur. (2010): The European Water Framework Directive at the age of 10: a critical review of the achievements with recommendations for the future. *Sci Total Environ.* 1;408(19):4007
- Hering, D., Carvalho, L., Argillier, C., Beklioglu, M., Borja, A., Cardoso, AC. i sur. (2015): Managing aquatic ecosystems and water resources under multiple stress--an introduction to the MARS project. *.Sci Total Environ.* 15;503-504:10-21.
- Jyväsjärvi, J., Aroviita, J. & Hämäläinen, H. (2012): Performance of profundal macroinvertebrates assessment in boreal lakes depends on lake depth. – *Fundam. Appl. Limnol.* 180: 91–100.
- Nesemann, H. & Neubert, E. (1999): Süßwasserfauna von Mitteleuropa, Bd. 06/2: Annelida: Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellea, Hirudinea (German Edition) 1st Edition. Spektrum Akademischer Verlag; 1st edition. German, 178 pp
- Nilsson, A. (1996): *Aquatic Insects of North Europe (Volume 1).* Apollo Books. Stenstrup Denmark, 440 pp.
- Nilsson, A. (1997): *Aquatic Insects of North Europe – Odonata i Diptera (Volume 2).* Apollo Books. Stenstrup Denmark, 274 pp.
- Karr, J.R. & Dudley, D.R. (1981): Ecological perspective on water quality goals. *Environmental Management*, 5:55-68.

- Kelly, M., Urbanic, G., Acs, E., Bertrin, V., Burgess, A., Denys, L., Gottschalk, S. i sur. (2014): Comparing aspirations: intercalibration of ecological status concepts across European lakes using littoral diatoms. *Hydrobiologia* 734, 125–141.
- McFarland, B., Carse, F., Sandin, L. (2010): Littoral macroinvertebrates as indicators of lake acidification within the UK. *Aquat. Conserv.* 20, 105–116
- Moog, O. (2002): *Fauna Aquatica Austriaca, Edition 2002.* -Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Vienna.
- Penning, W.E., Dudley, B., Mjelde, M., Hellsten, S., Hanganu, J., Kolada, A. (2008): Aquatic macrophyte community indices to define the ecological status of European lakes. *Aquat. Ecol.* 42(2):253–264
- Phillips, G., Lyche-Solheim, A., Skjelbred, B., Mischke, U., Drakare, S., Free, G. A (2013): Phytoplankton trophic index to assess the status of lakes for the Water Framework Directive. *Hydrobiologia.* 704(1):75–95
- Poikane, S., Zohary, T. & Cantonati, M. (2020): Assessing the ecological effects of hydromorphological pressures on European lakes, *Inland Waters*, 10:2, 241-255
- Poikane, S., Portielje, R., Denys, L., Elferts, D., Kelly, M, Kolada A. et al. (2018): Macrophyte assessment in European lakes: diverse approaches but convergent views of “good” ecological status. *Ecol Ind.* 94:185–197.
- Poikane, S., Johnson, RK., Sandin, L., Schartau, AK., Solimini, AG., Urbanič, G. i sur. (2016a): Benthic macroinvertebrates in lake ecological assessment: a review of methods, intercalibration and practical recommendations. *Sci Total Environ.* 543:123–134.
- Poikane, S., Kelly, M., Cantonati, M. (2016b): Benthic algal assessment of ecological status in European lakes and rivers: challenges and opportunities. *Sci Total Environ.* 568:603–613.
- Rask, M., Olin, M., Ruuhijärvi, J. (2010): Fish-based assessment of ecological status of Finnish lakes loaded by diffuse nutrient pollution from agriculture. *Fish Manag Ecol.* 17(2):126–133.
- Solimini, A.G., Sandin, L. (2012): The importance of spatial variation of benthic invertebrates for the ecological assessment of European lakes. *Fund. Appl. Limnol.* 180, 85-89.
- Søndergaard, M., Jeppesen, E., Laudirsen, T. L., Skov, C., Van Nes, E. H., Roijackers, R., Lammens, E., Portielje, R. (2007): Lake restoration: successes, failures and long-term effects. *Journal of Applied Ecology* 44, 6: 1095-1105
- Tagliapietra, D., Sigovini, M. (2010): Benthic fauna: collection and identification of macrobenthic invertebrates. *Terre et Environnement*, 88: 253-261.
- Wallace, I. D., Wallace, B. B., Philipson, G. N. (1990): A key to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland. *Freshwater Biological Association, Ambleside, Scientific Publication No. 51*, 1-237.
- Waringer, J., Graf, W. (1997): *Atlas der österreichischen köcherfliegenlarven: unter Einschluss der angrenzenden Gebiete.* Wien: Facultas Universitätsverlag.

MACROINVERTEBRATE COMMUNITY OF THE BORAČKO LAKE LITTORAL IN THE ASSESSMENT OF ECOLOGICAL STATUS

Summary

The benthic invertebrates of freshwater ecosystems are a very heterogeneous group of organisms, and their common characteristic is that they are larger than <0.5 mm. Diverse tolerance of benthic invertebrate taxa, as well as sensitivity to degradation factors, provide their reliable application in determining the ecological status of a lake ecosystem. This paper is based on the analysis of the benthic invertebrates community of Boračko Lake at four research sites (two of them without significant anthropogenic effects and the other two at the bathing sites (beaches) – modified waterbody). For the purposes of this paper, the samples were taken during May and July 2020. Degradation indices (Diversity Index and EPT-S) and Organic Pollution Indicators (Total Taxes, Saprobic Index, BMWP and ASPT Index) were used to assess the ecological status. A high correlation was found between the values of the degradation index (EPT-S and H') and sediment, as well as between the index of organic pollution (BMWP, UBT) and sediment. The sediment condition can be efficiently analyzed by the values of diversity index, a total number of taxes, BMWP index and EPT-S index applying linear regression analysis. Benthic invertebrates community of the Boračko Lake littoral indicates hydro-morphological changes (HyMo) and therefore it can bus used to assess the ecological status.

Key works: macroinvertebrates, Water Framework Directive, ecological state, hydromorphological conditions, metrics

KLAONIČKI PARAMETRI I KLASIFIKACIJA JANJEĆIH TRUPOVA SJENIČKE OPLEMENJENE OVCE U SKLADU SA REGULATIVOM EUROPSKE UNIJE

Amir Ganić¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

U radu su ispitivane klaoničke vrijednosti trupova janjadi sjeničke oplemenjene ovce, u starosnoj dobi od tri mjeseca. Uz to, izvršeno je klasiranje prema konformaciji i stepenu prekrivenosti trupa masnim tkivom u skladu sa regulativom Europske unije. Rezultati istraživanja su pokazali da ustanovljene razlike klaoničkih parametara trupova muške i ženske janjadi nisu bile statistički značajne ($p > 0,05$). Konformacija trupova obje ispitivane grupe ocijenjena je sa 2,1 ($p > 0,05$). Stepenu prekrivenosti trupova kod muške janjadi iznosio je 2,4, dok je za žensku bio 2,3 ($p > 0,05$).

Ključne riječi: *sjenička oplemenjena ovca, janjeći trup, klaonički parametri, EU regulativa*

UVOD

Sjenička oplemenjena ovca

Po brojnoj i geografskoj zastupljenosti sjeničko-pešterska ovca je jedna od najrasprostranjenijih sojeva pramenke (Hrasnica i sar., 1964). Ova ovca je odgajana na Pešterskoj visoravni. Pored Pešteri, rasprostranjena je u zapadnoj i centralnoj Srbiji, pojedinim dijelovima Crne Gore na Kosovu i Metohiji, ali i u pojedinim područjima Bosne i Hercegovine (Ganić i sar., 2013b). To je ovca koja vrlo malo traži a puno daje. Vrlo brzo i bez ikakvih problema se prilagođava u svim područjima i predstavlja odličnu podlogu za ukrštanje sa raznim plemenitim rasama. Zbog niza prednosti u usporedbi sa savremenim rasama, sve se više uzgaja na prostorima cijele Bosne i Hercegovine. Tako je danas moguće pronaći manje ili veće zapate sjeničke oplemenjene ovce na prostorima Krajine (Cazin), Banjalučke regije (Prijedor), Tuzlanskog kantona (Gradačac, Kalesija, Banovići, Živinice, Sapna), Zvornika, Rudog, Centralne Bosne (Visoko, Breza, Kiseljak), Romanijske regije, kao i područjima Zapadne Hercegovine (Livno). Sjenički soj pramenke je značajan zbog veličine populacije i areala gajenja, tradicije i prepoznatljivih proizvoda koji se dobijaju od ovaca ovog soja kao što su sjenički ovčiji

¹ Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu; Faculty of Agriculture and Food Sciences - University of Sarajevo
Correspondence: a.ganic@ppf.unsa.ba

sir, sjeničko janje itd. U današnje vrijeme skoro je nemoguće pronaći autohtoni tip, dominira oplemenjena sjenička pramenka (Mekić i sar., 2008). Današnja oplemenjena sjenička ovca je znatno krupnija i većeg formata u odnosu na izvornu. Poznato je da se u bivšoj SFRJ u prvoj polovini 20. stoljeća vršio projekat merinizacije, koji je ponajviše realiziran na područjima Pešteri, Centralne i Istočne BiH. O tome svjedoče istraživanja pojedinih autora. Kao oplemenjivači najčešće su korišteni merino ovnovi rambuže, prekos, merino-darl, il de frans, vitemberg, stavropoljski, kavkaski, koridal, itd. (Čaušević, 1958; Milosavljević, 1964). Imajući u vidu trend širenja uzgoja sjeničke oplemenjene ovce i na prostore Bosne i Hercegovine, nametnuo se cilj da se istraže pojedine kvalitativne karakteristike janječeg mesa, kao komercijalno najvažnije kategorije.

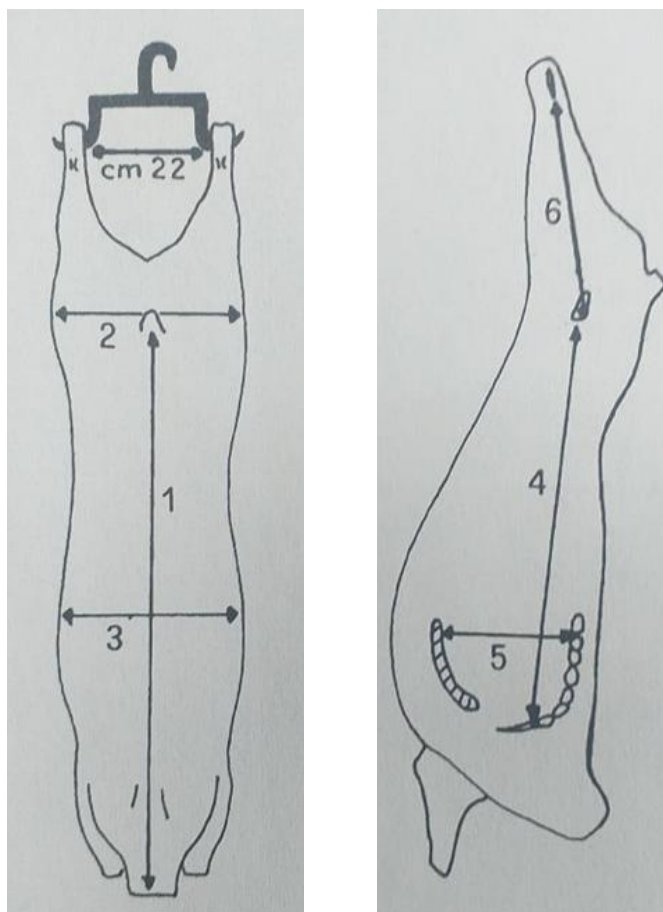
Karakteristike janječeg mesa

Meso je najvažniji proizvod ovaca, a janjetina je najzastupljenija kategorija ovčjeg mesa na tržištu (Mioč i sur., 2007a). Janjeće meso je proizvod karakterističnog mirisa i okusa, visoke cijene i tretira se kao luksuzni proizvod (Ivanović i sar., 2004). Janjetina je visoko hranjiva, lako probavljiva namirnica povoljnog sastava masnih kiselina (Milewski, 2006, cit. Vnučec, 2011). Prema navodima više autora (Vergar i sur., 1999; Bodas i sur., 2007; Carrasco i sur., 2009; Juárez i sur., 2009, cit. Vnučec, 2011) glavina proizvodnje janječeg mesa u zemljama južne Europe tradicionalno se zasniva na klanju lagane janjadi (18-24 kg žive vage, tzv. *light lambs*) mlađe od 90 dana, hranjene mlijekom i krmnom smjesom do odbića u dobi od 45 dana, a nakon toga pretežno krmnom smjesom. Jeremiah (1998) napominje da janjeće meso u trupovima može biti deklarirano kao janjetina ukoliko potiče od grla koja prije klanja teže 32 kg, ili, ukoliko pred klanje nemaju više dva trajna sjekutića. Klaonička masa ovčjeg, odnosno janječeg trupa direktno zavisi od tjelesne mase žive životinje. Zbog toga predstavlja najvažniji kriterij prilikom klasifikacije trupova (Díaz i sar., 2005). Poznata je činjenica da se razvoj tkiva ne odvija istovremeno. Pri tome, koštano tkivo prednjači u razvoju mladih životinja. Potom slijedi razvoj mišićnog, dok se masno tkivo najsprije formira. Zbog toga je starosni uzrast janjadi od presudnog značaja za količinu i kvalitet janječeg mesa. Tako se povećanjem starosne dobi i tjelesne mase, u značajnoj mjeri povećava i ukupna količina masnog tkiva u trupu (Biondi i sar., 1998). Sjeničku janjetinu po pravilu odlikuje vrhunski kvalitet, prije svega specifična senzorna svojstva, naročito zbog karakterističnog pikantnog okusa i mirisa, što je čini veoma cijenjenom i traženom na domaćem i svjetskom tržištu. Posebnost kvaliteta i senzornih svojstava su rezultat raznovrsnih trava i aromatičnog bilja koje pase sjenička ovca (Dumić i Bauman, 2011).

MATERIJAL I METODE RADA

Za potrebe istraživanja korištena su janjad sjeničke oplemenjene ovce. Uzgajana su na Pešterskoj visoravni, porijeklom iz jednog stada (porodica Burović) iz mjesta Čitluk, općina Sjenica. Tehnologija uzgoja janjadi je jedinstvena na cijelom prostoru Pešterske

visoravni. Zasniva se na ekstenzivnom uzgoju, pri čemu janjad tokom cijelog dana borave uz majke na ispaši, a po povratku u štale, u posebnim boksovima obezbijedena im je koncentratna hrana (ječmena i kukuruzna jarma) *ad libitum*. Istraživanjima je bilo obuhvaćeno ukupno 20 janjadi (10 muških i 10 ženskih), raspoređenih u dvije grupe. Prilikom odabira janjadi za ispitivanja, vodilo se računa o nekoliko parametara. Da odabrana grla pripadaju približno istoj starosnoj kategoriji, stepenu uhranjenosti i brojnosti legla iz kojeg potiču. Janjad odabrana za potrebe istraživanja su bila približne starosti (oko tri mjeseca ± 7 dana). Starost životinja je konstatovana na osnovu iskaza farmera. Stepenu uhranjenosti je konstatovan vizuelnom procjenom konformacije. Pri tome je korišten klasična bodovna skala od 1 (najlošiji) do 5 (najbolji stepen uhranjenosti). Uz mala odstupanja, sva ispitivana grla su ocijenjena ocjenom 4, odnosno kategorisana kao vrlo dobar stepen uhranjenosti. Janjad su nakon selekcije i otkupa, transportovana kamionom (oko 16 km) do klaonice, 24 sata prije klanja. Pojedinačna vaganja janjadi obavljena su neposredno prije klanja na stočnoj vagi preciznosti $\pm 0,01$ kg. Klanje janjadi obavljeno je u komercijalnoj klaonici "Turković" d.o.o. Klanica "Lav" Sjenica. Tehnologija iskrvarenja je podrazumijevala klasičan način presijecanja velikih krvnih žila (*v. jugularis externa* i *a. carotis communis*). Nakon klanja i iskrvarenja, s' trupova je ručnom tehnikom odstranjena koža, skupa s donjim dijelovima nogu (odvojenim u karpalnim, odnosno, tarzalnim zglobovima). Trup je po srednjoj liniji (os *pubis*) razrezan nožem do vrha grudne kosti (*Sternum*). Iz trupova su odstranjeni pojedini organi (želudac, crijeva, slezina, unutrašnje masno tkivo – tzv. maramica). Glava nije odvajana od trupa, obzirom da je praksa da kod lakše janjadi (ispod 35 kg tjelesne mase), bubrezi, glava i organi grudne (pluća sa srcem) i trbušne šupljine (jetra), pri klaoničkoj obradi ulaze u masu trupova (sl. 1 i sl. 2). Trupovi su ohlađeni u rashladnim komorama na temperaturi od 4 °C tokom 24 sata. Nakon hlađenja (24 sata *post mortem*), na trupovima su obavljena mjerenja: dužine leđa (od kaudalnog ruba zadnjeg sakralnog pršljena do dorzo-kranijalnog ruba posljednjeg vratnog pršljena), širine zdjelice (širina stražnjeg dijela: najveća širina, mjerena u vodoravnoj ravnini visećeg trupa), dužine zadnje noge (od sredine kvrgaste izbočine na proksimalnom kraju *tibije* do distalnog ruba *tarsusa*), dužina polovice trupa, dubina prsa (najveća dubina mjerena u vodoravnoj ravnini visećeg trupa), širina prsa (širina prednjeg dijela: najveća širina, mjerena u vodoravnoj ravnini na sredini lopatica). Za utvrđivanje navedenih parametara, korištena je metodologija prema Russo i sar. (2003; sh. 1.). Pored navedenog, izvršeno je mjerenje debljine leđnog mišića (*musculus longissimus dorsi* - sl. 2).



Šema 1. Mjerenja ohlađenog trupa (Russo i sar., 2003)
Scheme 1. Measurements of chilled carcass

1-dužina leđa (*body length*), 2-širina zdjelice (*pelvis width*), 3-širina prsnog dijela (*chest width*), 4-dužina polovice trupa (*half-carcass length*) 5-dubina prsa (*chest depth*), 6-dužina stražnje noge (*pelvic limb length*)

Ispitivanja klaoničkih parametara podrazumijevalo je: utvrđivanje tjelesne mase janjadi pred klanje, ohlađenog trupa, randmana (uključujući glavu, jetru, pluća i srce), mase kože i probavnog sistema (crijeva i želudac). Također, istraživačke aktivnosti su podrazumijevale klasiranje janjećih trupova. Obzirom da su trupovi bili teži od 13 kg (izuzev jednog), korištena je metodologija za ocjenu trupova težih od 13 kg. Klasiranje je izvršeno prema „E.U.R.O.P.“ sistemu klasifikacije za janjeće trupove teže od 13 kg, uz gradaciju ocjena (Jeremiah, 1997) od 1 slaba (P), do 5 izvrsna (E) (tab.1). Utvrđivanje stepena prekrivenosti trupa masnim tkivom je izvršeno prema službenoj EU metodologiji, uz gradaciju ocjena (Jeremiah, 1997) od 1 (vrlo slaba), do 5 (vrlo

jaka) (tab. 2). Ocjenjivanje trupa je izvršeno neposredno nakon klanja unutar jednog sata (kako nalaže Pravilnik EU), a klaoničkih parametara na trupovima nakon hlađenja (24 sata po klanju).

Tabela 1. Klase janjećih (> 13 kg) i ovčijih trupova i polovica („E.U.R.O.P.“ sistem klasifikacije)

Table 1. Clases of lamb (> 13 kg) and sheep carcasses and half-carcasses („E.U.R.O.P.“ classification system)

Klasa Class		Obilježja – opis Characteristics – description	
Naziv Conformation class	Oznaka Mark	Trup – polovica Carcass – half-carcass	Osnovni dijelovi trupa – polovice Basic parts of carcass – half-carcass
IZVRSNA EXCELLENT	E	Svi profili su izuzetno visoko zaobljeni; izrazita razvijenost mišića.	<u>Butovi i krsta</u> : kratki, popunjeni i jako debeli. Krsta su šira nego duža. <u>Leđa</u> : jako popunjena i vrlo široka po cijeloj dužini. <u>Plećka</u> : izrazito popunjena i oblikovana.
VRLO DOBRA VERY GOOD	U	Profili dobro u cijelosti zaobljeni; vrlo dobra punoća mišića.	<u>Butovi i krsta</u> : okrugli i oblikovani. Krsta su još uvijek šira nego duža. <u>Leđa</u> : široka, izbočena i bez šupljina sve do plećki. Trnasti nastavci nisu vidljivi. <u>Plećka</u> : oblikovana i popunjena.
DOBRA GOOD	R	Profili u cijelosti ravni; dobra punoća mišića.	<u>Butovi i krsta</u> : izduženiji, ali još uvijek dobro razvijeni. Krsta su vidljivo jednake širine i dužine. <u>Leđa</u> : manje izbočena, ali i dalje široka u bazi, mogu biti nešto uža u visini plećki. Trnasti nastavci jako slabo vidljivi. <u>Plećka</u> : srednje razvijena.
OSREDNJA FAIR	O	Profili su ravni do udubljeni; osrednja punoća mišića.	<u>Butovi i krsta</u> : jako izduženi, nedovoljno široki po cijelom profilu. Krsta su duža nego šira. <u>Leđa</u> : uska, slabo oblikovana. Trnasti nastavci slabo vidljivi. <u>Plećka</u> : srednje razvijena do skoro ravna.
SLABA POOR	P	Svi profili vrlo udubljeni; slaba punoća mišića.	<u>Butovi i krsta</u> : konkavni u svim dijelovima. Uski, dugački i ravni. Krsta su puno duža nego šira. <u>Leđa</u> : jako uska i slabo razvijena. Trnasti nastavci izbočeni. <u>Plećka</u> : ravna s izbočenim kostima.

Klasiranje janjećih trupova i utvrđivanje stepena prekrivenosti trupova masnim tkivom, izvršeno je na svim uzorcima (trupovima). Primijenjena je metodologija vizualne procjene konformacije (Kovačević, 2001). Ocjenjivanje janjećih trupova izvršio je tročlani tim eksperata. Prema stepenu prekrivenosti masnim tkivom, trupovi i polovice se utvrđuju ocjenama 1 - 5 (tabela 2).

Tabela 2. – Službena metoda EU za klasifikaciju janjećih (> 13 kg) i ovčijih trupova prema stepenu prekrivenosti masnim tkivom

Table 2. European Union method for the classification of lamb (> 13 kg) and sheep carcasses according to the degree of fat cover

Stepen prekrivenosti masnim tkivom Fatness class	Opis prekrivenosti masnim tkivom Description of fat cover	
	Na površini trupa On carcass surface	U šupljinama trupa In carcass cavities
1 Vrlo slaba 1 Very lean	Nikakve do vrlo tanke naslage masnog tkiva.	Bez vidljivih naslaga masnog tkiva
2 Slaba 2 Lean	Tanki sloj masnog tkiva; mišići gotovo svugdje vidljivi.	Mišići u prsnoj šupljini su između rebara jasno vidljivi
3 Srednja 3 Average fat	Mišići su, osim na butu i lopatici, gotovo svugdje prekriveni tankim slojem masnog tkiva.	Male naslage masnog tkiva u prsnoj šupljini. Mišići su između rebara još vidljivi između tankog sloja masnog tkiva na rebrima, u ovčjih trupova slabije vidljivi.
4 Jaka 4 Fat	Mišići na butu i lopatici samo su mjestimično vidljivi između naslaga masnog tkiva.	Nešto izrazitije naslage masnog tkiva u prsnoj šupljini, mišići između rebara djelomično su prekriveni masnim tkivom, bubrezi su prilično zamašćeni, u ovčjih trupova naslage masnog tkiva još izraženije.
5 Vrlo jaka 5 Very fat	Trup je u cijelosti prekriven masnim tkivom.	U prsnoj šupljini vidljive prilično debele naslage masnog tkiva, mišići između rebara potpuno prekriveni masnim tkivom, bubrezi izrazito zamašćeni.

Utvrđivanje masa pojedinih parametara izvršena su na digitalnoj vagi sa tačnošću 0,00 kg, dok su ostala mjerenje obavljena savitljivom vrpcom.

Pri statističkoj obradi dobivenih podataka korištena je jednofaktorijalna analiza varijance (ANOVA) na nivou statističke značajnosti od 95%. Sve statističke analize su provedene uz pomoć softverskog paketa Tools (Data Analysis).



Slika 1. Janjeći trupovi nakon hlađenja
Figure 1. Lamb carcasses chilled



Slika 2. Mjerenje debljine leđnog mišića
Figure 2. Back muscle thickness



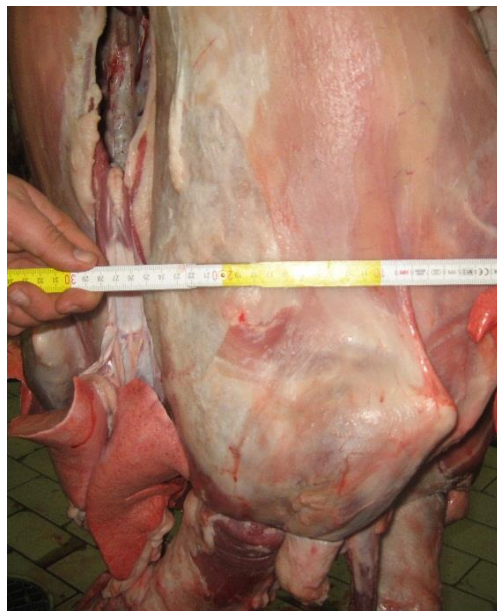
Slika 3. Mjerenje dužine leđa
(uključujući i slabine)
Figure 3. Measurement body length



Slika 4. Mjerenje dužine stražnje noge
Figure 4. Pelvic limb length



Slika 5. Mjerenje širine zdjelice
Figure 5. Measurement pelvis width



Slika 6. Mjerenje dubine grudnog koša
Figure 6. Measurement chest depth



Slika 7. Mjerenje dužine polovice trupa
Figure 7. Half-carcass length



Slika 8. Mjerenje širine grudnog koša
Figure 8. Measurement chest width

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Rezultati klaoničkih parametara prikazani su u tabeli 3. Na osnovu dobijenih rezultata, te izvršene statističke analize može se zaključiti da uticaj ispitivanog faktora (spola) na klaoničke vrijednosti nije imao statističkog značaja ($p>0,05$). Prosječne mase janjadi pred klanje su bile ujednačene, muška 32,30 kg, a ženska 31,00 kg ($p>0,05$). Analizirajući ostale klaoničke parametre, može se uočiti da su utvrđene vrijednosti za obje grupe janjadi približne. Ustanovljene razlike nisu imale statističkog značaja ($p>0,05$).

Tabela 3. Klaonički parametri trupova janjadi sjeničke oplemenjene ovce

Table 3. Slaughter parameters of lamb carcasses of Sjenica improved domestic tuft sheep

Parametri	spol		Statistička značajnost
	muški	ženski	
Masa grla (kg)	32,30	31,00	ns
Masa ohlađenog trupa (kg)	18,64	18,08	ns
Randman (%)	57,94	58,25	ns
Masa kože (kg)	3,45	3,04	ns
Masa probavnog sistema (kg)	6,85	6,25	ns
Dužina leđa (cm)	75,70	73,30	ns
Debljina MLD (mm)	23,77	23,51	ns
Dužina zadnje noge (cm)	28,00	27,50	ns
Širina zdjelice (cm)	15,80	16,50	ns
Dubina prsa (cm)	25,40	25,30	ns
Širina prsa (cm)	17,90	19,60	ns
Dužina polovice trupa (cm)	62,20	58,90	ns
Konformacija trupa	2,1	2,1	ns
Stepen prekrivenosti masnim tkivom	2,4	2,3	ns

Ovakav ishod je posljedica pravilnog odabira životinja za istraživanje (porijeklo iz istog stada, identičan pasminski sastav, jednaka starosna kategorija i stepen uhranjenosti, identičan režim ishrane i držanja grla). Analizirajući rezultate do kojih su došli Dumić i Bauman (2011), istražujući klaoničke parametre sjeničke janjetine, može se konstatovati da su naši rezultati približni. Naime, navedeni autori su ispitivali klaoničke parametre za dvije grupe janjadi, prva sa prosječnom masom pred klanje od 26,15 kg i druga 36,50 kg. Kod prve grupe uzoraka, istraživači su ustanovili da je randman ohlađenog trupa (uključujući glavu i iznutrice) iznosio 54,42%. Kod druge grupe, randman ohlađenog trupa je bio 52,79%. Ganić i sar. (2013a) u svojim istraživanjima

navode približne vrijednosti randmana kod višepasminskih križanaca u težinskoj grupi od preko 30 kg. Navedeni autori napominju da je kod muške janjadi (prosječne mase 36,22 kg) randman ohlađenog trupa iznosio 58,93%, a ženske (prosječne mase 31,59 kg) 56,48%. Nešto niže vrijednosti randmana ohlađenog trupa u svojim istraživanjima navode Abdullah i Qudsieh (2008). Tako su istraživači za mušku janjad (30,50 kg) rase Awasi ustanovili randman ohlađenog trupa od 53,20%. S drugu stranu, kod muške janjadi prosječne mase 40,20 kg, autori navode da je randman iznosio prosječno 52,10%. Mioč (2007b) navodi slične rezultate randmana janjadi hrvatskih izvornih pasmina. Autor je ustanovio da je randman janjadi dalmatinske pamenke iznosio 56,00%, ličke pramenke 54,00%, istarske 52,60%, paške 60,00% i rapske 52,20%. Stanisz i sar. (2012) su ispitivali klaoničke parametre bjeloglave ovce (novoformirane pasmine na Poznań University of Life Sciences). Pri tome, autori navode da je tjelesna masa muške janjadi pred klanje iznosila prosječno od 33,13 kg, a ženske 31,02 kg. Isti autori napominju, da je prosječna masa trupova muške janjadi iznosila je 17,23 kg uz randman od 52,01%, a ženske 16,56 kg i randman 53,41%. Žujović i sar. (2004) su kod križanaca pirotske pramenke i merinolandsafa ustanovili da je prosječna masa muške janjadi pred klanja bila 32,07 kg, a ženske 27,70 kg. Pomenuti istraživači navode randmane za mušku janjad 48,85% i žensku 49,17%. Peňa i sar. (2005) u svojim istraživanjima ističu da je randman muške segureña janjadi prosječnih masa 21,30 kg iznosio 53,80%, a ženske (21,60 kg) 53,20%. Također, istraživači navode da nije bilo statistički značajne razlike ($p > 0,05$), kod ispitivanog parametra. Krvavica i sar. (2014) u svojim istraživanjima navode nešto niže vrijednosti randmana za dalmatinsku pramenku. U grupi janjadi sa prosječnim masama životinja od 26,25 kg, randman je iznosio 48,14%. Kaić (2013) je u svojim istraživanjima na trupovima janjadi ličke pramenke (27,53 kg tjelesne mase) ustanovila približne vrijednosti za dubinu prsa (muška janjad 25,77 cm, ženska 24,95 cm) i zadnje noge (muška 27,11 cm, ženska janjad 26,49 cm). Kasap i sar. (2011) su u usporedbi s našim rezultatima ustanovili nešto niže vrijednosti dužine trupa (69,89 cm) i širine prsa (14,18 cm) za ličku pramenka. Nadalje, navedeni autori ističu da je kod istih trupova ustanovljena vrijednost širine zdjelice od 14,52 cm, a dubina prsa 25,66 cm, što je približno našim vrijednostima. Retamal i sar. (2013) navode u svojim istraživanjima da je širina zdjelice kod Chilote janjadi iznosila 16,86 cm a Suffolk Down 18,58 cm. Mioč i Vnućec (2010) su kod creske janjadi ustanovili nešto niže mase za želudac i crijeva 4,93 kg, te kože i nogu 2,76 kg. U usporedbi s našim rezultatima, navedeni autori ističu nešto veće vrijednosti randmana za pašku (59,74%) i niže za cresku (50,37%) janjad. Prosječne mjere trupova creske janjadi (približno iste starosne dobi našim uzorcima), kako navode Mioč i Vnućec (2010) imale su nešto niže vrijednosti: dužina trupa 64,48 cm, dubina prsa 22,41 cm, dužina zadnje noge 25,36 cm, širina zdjelice 12,77 cm i širina prsa 12,77 cm. Ocjena konformacije trupova janjadi sjeničke oplemenjene ovce i stepena prekrivenosti trupa masnim tkivom prikazana je u tabeli 4. Rezultati ocjenjivanja su pokazali da je najveći broj trupova (po devet iz obje grupe) klasiran u skupinu „P“ (slaba konformacija), dok je po jedan uzorak ocijenjen ocjenom srednja konformacija. Najveći broj ispitivanih uzoraka je prema stepenu prekrivenosti trupa

masnim tkivom ocijenjen kao slab do srednji stepen. Niti jedan od ocjenjivanih trupova nije klasiran u grupu vrlo jak stepen prekrivenosti trupa masnim tkivom. Sa drugu stranu, jedan trup iz grupe muških, a dva ženskih janjadi su ocijenjeni ocjenom vrlo slab.

Tabela 4. Klasiranje janječih trupova prema konformaciji i stepenu prekrivenosti masnim tkivom

Table 4. Classification of lamb carcasses according to the conformation and degree of fat cover

		Konformacijska ocjena					
		spol	E-izvrсна	U-vrlo dobra	R-dobra	O- osrednja	P-slaba
Konformacija trupova	muški (broj trupova)					1	9
	ženski (broj trupova)					1	9
		Ocjena prekrivenosti trupa masnim tkivom					
		spol	1-vrlo slaba	2-slaba	3-srednja	4-jaka	5-vrlo jaka
Prekrivenost trupa masnim tkivom	M		1	5	3	1	-
	Ž		2	4	3	1	-

Peña i sar. (2005) su istraživali konformaciju trupova i stepen prekrivenosti masnim tkivom segureña janjadi. Pri tome, autori u svojim istraživanjima ističu nešto veće vrijednosti za konformaciju trupa (muški 2,4, a ženski 2,3), uz statističku značajnost ($p > 0,05$). Kod ocjene prekrivenosti trupova masnim tkivom, isti autori ističu da je kod muške janjadi iznosio u prosjeku 2,8, a ženske 2,4, uz statistički značajne razlike ($p < 0,05$).

ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih istraživanja može se zaključiti da ustanovljene razlike u vrijednostima pojedinih klaoničkih parametara trupova janjadi sjeničke oplemenjene ovce, nisu bile statistički značajne ($p > 0,05$). Također, rezultati ocjene konformacije i stepena prekrivenosti trupova su pokazali da međusobne razlike uzrokovane spolnoj pripadnosti, nisu imale statističku značajnost ($p > 0,05$). Lošije ocijenjeni trupovi u pogledu ocjene konformacije posljedica su činjenice da današnja sjenička oplemenjena ovca, iako je u sklopu projekta merinizacije oplemenjivana uglavnom terminalnim rasama, ipak zadržala karakteristike mliječnog tipa ovce. Iz svega navedenog, sasvim opravdanim se nameće potreba za nova istraživanja koja bi se trebala usmjeriti u

nekoliko pravaca. Prije svega, odgovarajućim genetičkim analizama utvrditi učešće pojedinih melioratora u današnjoj sjeničkoj oplemenjenoj ovci, kako bi se u narednom periodu ista priznala kao rasa. Pored toga, potrebno je usmjeriti daljnja istraživanja u pogledu nutritivnih karakteristika janječeg mesa, kao i odraslih grla, u pogledu njegove prerade u industriji.

LITERATURA

- Abdullah, Y. Abdullah, Rasha I. Qudsieh (2008): Carcass characteristics of Awassi ram lambs slaughtered at different weights, *Livestock Science* 117, 165–175.
- Biondi, L., Lanza, M., Priolo, A. (1998): Meat and carcass quality as criteria in establishing the optimal slaughtering age of Suffolk x Comisana lambs. *Agricoltura Mediterranea* 128 (2), 178-184.
- Čaušević, Z. (1958): Merinizacija ovaca u Bosni i Hercegovini. Jugoslovensko društvo za proučavanje i unapređenje stočarstva.
- Díaz, M.T., De la Fuente, J., Lauzurica, S., Pérez, C., Velasco, S., Álvarez, I., Ruiz de Huidobro, F., Onega, E., Blázquez, B., Cañeque, V. (2005): Use of carcass weight to classify Manchego suckling lambs and its relation to carcass and meat quality. *Animal Science* 80; 61-69.
- Dumić, S., Bauman, F. (2011): Sjenička jagnjetina. Elaborat o zaštiti porekla, udruženje proizvođača sjeničkog jagnjeta „Sjeničko jagnje“.
- European Union (1992): Council Regulation (EEC) No 2137/92 of 23 July 1992 concerning the Community scale for the classification of carcasses of ovine animals and determining the Community standard quality of fresh or chilled sheep carcasses and extending Regulation (EEC) No 338/91. *Official Journal L* 214, 30/07/1992, 1-5.
- European Union (1993): Commission Regulation (EEC) No 461/93 of 26 February 1993 laying down detailed rules for the Community scale for the classification of carcasses of ovine animals. *Official Journal L* 049, 27/02/93.
- European Union (1994a): Council Regulation (EEC) No 1278/94 of 30 May 1994 modifying Council Regulation No 2137/92, determining the Community scale for the classification of ovine carcasses. *Official Journal L* 140, 03/06/1994, p. 5.
- European Union (1994b): Community scale for the Classification of Carcasses of Light Lambs. Brochure No CM-84-94-703-EN-D. Luxembourg: Office for the Official Publications of the European Communities.
- Ganić, A., Karahmet, E., Mioč, B. (2013a): Uticaj težinske kategorije i spola janjadi na neke klaoničke pokazatelje višepasminskih križanaca, *Stočarstvo, Zagreb, God.* 67, br. 1, 3-8,
- Ganić, A., Dokso, A., Zečević, E. (2013b): Influence of sex and litter size of birth weight and increase lambs Sjenica improved tuft sheep in intensive breeding system. *Book of Proceedings Fourth International Scientific Symposium “Agrosym 2013” Jahorina, 1070-1075.*

- Hrasnica, F., Ilančić, D., Milosavljević, S., Pavlović, S., Rako, A., Šmalcelj, I. (1964): Specijalno stočarstvo. Zavod za izdavanje udžbenika Socijalističke Republike Srbije, Beograd.
- Ivanović, S., S. Lilić, M. Žujović, I. Pavlović (2004): Organoleptičke osobine jagnječeg mesa – faktor kvaliteta, Veterinarski glasnik, Vol. 58, br. 3-4, str. 351-358.
- Jeremiah, L.E. (1998): Development of a Quality Classification System for Lamb Carcasses. Meat Science, Vol. 48, No. 314, 211-223
- Kaić, A. (2013): Fizikalno-kemijska svojstva mesa i sastav trupa janjadi ličke pramenke. Doktorska disertacija, Agronomski fakultet, Zagreb
- Kasap, A., Mioč, B., Kaić, A., Jurković, D., Pavić, V., Mulc, D. (2011): Neke odlike trupova janjadi ličke pramenke. Proceedings 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Opatija, Croatia 858-861
- Kovačević, D. (2001): Kemija i tehnologija mesa i ribe. Sveučilište J. J. Strossmayera, Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek
- Krvavica, M., Konjačić, M., Rogošić, J., Šarić, T., Župan, I., Ganić, A., Đugum, J. (2014): Some slaughter and carcass traits of the lambs od Dalmatin pramenka reared in three different fattening system. International symposium of animal science 2014. Belgrade, Serbia (610-616).
- Milosavljević, S. (1964): Merinizacija (Ekonomski značaj, razvoj i stanje ovčarstva u svetu i kod nas). Zavod za izdavanje udžbenika Socijalističke Republike Srbije, 391-394
- Mioč, B., V. Pavić, V. Sušić (2007a): Ovčarstvo, Hrvatska mljekarska udruga.
- Mioč, B. (2007b): Hrvatske izvorne pasmine ovaca: klaonički pokazatelji i odlike janjećih trupova, projekat „Mesne odlike hrvatskih pasmina ovaca“, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa.
- Mioč, B., Vnučec, I. (2010). Paška janjetina. 1. savjetovanje uzgajivača paške ovce, Dani paške ovce i paškog sira, 18 - 39
- Peña, F., Canob, T., Domenecha, V., Alcalde, J., Martos, J., García-Martinez, A., Herrera, M., Rodero, E. (2005): Influence of sex, slaughter weight and carcass weight on “non-carcass” and carcass quality in segureña lambs. Small Ruminant Research 60, 247–254
- Ramírez-Retamal, J., Morales, R., Martínez, M. E., Rodrigo de la Barra (2013): Effect of breed and feeding on the carcass characteristics of the Chilote breed lamb, Chilean journal of agricultural research 73 (1) 48-54
- Russo, C., Prezioso, G., Verita, P. (2003): EU carcass classification system: carcass and meat quality in light lambs. Meat Science 64, 411-416.
- Sañudo, C., Alfonso, M., Sánchez, A., Delfa, R., & Teixeira, A. (2000). Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. Meat Science, 56, 89–94.
- Stanisz, M., P. Ślósarz, R. Steppa (2012): Post-slaughter carcass evaluation in whiteheaded mutton sheep according to the EUROP classification, African Journal of Biotechnology Vol. 11(75), pp. 14017-14024.

- Vnučec, I. (2011): Odlike trupa i kakvoća mesa janjadi iz različitih sustava uzgoja. Doktorska disertacija, Sveučilište Zagreb Agronomski fakultet
- Žujović, M., S. Josipović, Z. Tomić, P. Zlatica, Lukić M., Pavlović I., S. Ivanović (2004): Randman mesa jagnjadi meleza pirotske pramenke i merinolandšaf rase kao pokazatelj proizvodnje mesa. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 20 (1-2), 75-80.

SLAUGHTER PARAMETERS AND CLASSIFICATION OF LAMB'S CARCASSES OF SJENICA IMPROVED DOMESTIC TUFT SHEEP IN ACCORDANCE WITH EUROPEAN UNION REGULATION

Summary

The paper examines the slaughter values of lamb carcasses of Sjenica improved domestic tuft sheep at the age of three months. In addition, the classification according to the conformation and the degree of fat cover of the carcass was performed in accordance with the regulations of the European Union. The results of the research showed that the established differences in slaughter parameters of carcasses of male and female lambs were not statistically significant ($p > 0.05$). The conformation of the carcasses of both examined groups was assessed with 2.1 ($p > 0.05$). The degree of carcass coverage in male lambs was 2.4, while in females it was 2.3 ($p > 0.05$).

Key words: Sjenica improved domestic tuft sheep, lamb carcass, slaughterhouse parameters, EU regulations

FUNKCIONALNE KOMPONENTE PČELINJIH PROIZVODA

Lejla Biber¹, Aleksandar Ž. Kostić², Hanka Kotorić¹,

Stručni rad - *Professional paper*

SAŽETAK

Pčelinji proizvodi su čovječanstvu poznati još od davnina i njihova upotreba je višestruka. U svom hemijskom sastavu oni sadrže mnogobrojne funkcionalne komponente koje imaju veliki značaj za zdravlje čovjeka. Naučnici sve više teže ka tome da istraže funkcionalne komponente ovih proizvoda i dokažu njihovu korist u ishrani i liječenju mnogobrojnih oboljenja. Cilj rada je bio opisati način na koji pčele proizvode ove proizvode, opisati njihove karakteristike i funkcionalne komponente koje se nalaze u njima.

Ključne riječi: *funkcionalne komponente, pčelinji proizvodi, funkcionalna hrana, ishrana, zdravlje*

UVOD

Danas se u svijetu sve više koristi pojam „funkcionalna hrana“ koji podrazumijeva hranu koja svojim biološki aktivnim djelovanjem pomaže u očuvanju zdravlja i utiče na pojedine tjelesne funkcije. Prema definiciji od strane FUFOSE (*The European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe*) koristi se definicija: „Hrana se može smatrati funkcionalnom ukoliko je demonstrirano da pozitivno utječe na jednu ili više funkcija u organizmu, izvan njenih pripadajućih nutritivnih posljedica, na način da poboljšava zdravstveno stanje i dobrobit i/ili smanjuje rizik od bolesti. Funkcionalna hrana može biti prirodna hrana, hrana u koju je dodana komponenta, ili hrana iz koje je komponenta, u biotehnološkom smislu, uklonjena (Stein i Rodríguez-Cerezo, 2008).

Posljednjih godina je porasla zainteresovanost potrošača i prehrambene industrije za funkcionalnu hranu kao i zainteresovanost za njen uticaj na čovjeka. Sve veća upotreba funkcionalne hrane odražava se na kvalitet života svakog pojedinca na način da se održava homeostaza organizma, ravnoteža nivoa biološki aktivnih komponenti u organizmu (aminokiseline, vitamini i sl.), te u održavanju mikroflore probavnog sistema i količine slobodnih radikala koji uzrokuju veliki broj patoloških stanja i bolesti. Pčelinji proizvodi zauzimaju posebno mjesto u ishrani s obzirom na svoje funkcionalne

¹Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Bosna i Hercegovina / Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

² Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija / Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Serbia
Correspondence: l.biber@pf.unsa.ba

komponente. Dokaz koliko su ovi proizvodi korisni jeste apiterapija koja se bavi izučavanjem mogućnosti praktične primjene ovih proizvoda u liječenju mnogih bolesti.

Pčelinji proizvodi kao funkcionalna hrana

U funkcionalnu hranu se svrstava i hrana koja je porijeklom iz košnice, a to su med, propolis, matična mliječ, polen i perga. Pčelinji proizvodi se dodaju u razne prehrambene proizvode kako bi se poboljšala hranjiva vrijednost proizvoda. Također, zbog toga što su prirodni i imaju bogat nutritivni sastav, te sadrže visoko bioaktivne komponente, pčelinji proizvodi se mogu konzumirati i samostalno. Ove namirnice su izuzetno bogate proteinima, ugljikohidratima, probioticima, mineralnim materijama, vitaminima, organskim kiselinama, te mononezasićenim masnim kiselinama koji imaju vrlo važnu ulogu u jačanju imunog sistema, te pomažu organizmu u borbi sa bakterijama.

Prema Yucel i sar. (2017) fenolne kiseline, karotenoidi i flavonoidi koji su zastupljeni u pčelinjim proizvodima imaju uticaj na prevenciju od raznih bolesti kao što su karcinom, kardiovaskularna oboljenja, arterioskleroza, Parkinsonova bolest, artritis i sl. U tradicionalnoj medicini su zastupljene različite smjese pčelinjih proizvoda koje su se pokazale izuzetno korisnim u liječenju različitih oboljenja. Ovi nutraceutici se koriste za poboljšanje zdravlja, njegu kože, usta, liječenje rana i opekotina, u stomatološkoj hirurgiji, u oftamologiji kao zamjena za profilaktičku upotrebu antibiotika, kao dodaci za povećanje plodnosti i sl. (Maleki i sar., 2018).

Med

Prema Pravilniku o medu i drugim pčelinjim proizvodima (Službeni glasnik BiH 37/09) med predstavlja prirodni, slatki, gusti, viskozni, tečni ili kristalizirani proizvod koji pčele proizvode od nektara medonosnih biljaka ili od medne rose, a potom dodaju svoje specifične tvari i odlažu u stanice saća da sazrije.

Pčele radilice stare oko 20 dana sišu nektar iz biljke uz pomoć rilica, te u mednom mjhuru prenose do košnice. Neke od komponenti koje se nalaze u hemijskom sastavu meda, pčele dodaju u med, neke su porijeklom od medonosne biljke, dok neke nastaju tokom zrenja meda u saću. Najviše su zastupljene komponente kao što su ugljikohidrati, uglavnom glukoza i fruktoza, potom voda, vitamini, minerali i enzimi. Med je viskozan i ima nizak sadržaj vode, dok nektar sadrži oko 80% vode. Pčele korištenjem enzima pretvaraju složene šećere iz nektara u jednostavnije, te se zbog toga med lakše probavlja od običnog šećera, jer su njegovi šećeri jednostavniji od saharoze (Riddle, 2016). Sadržaj proteina i aminokiselina u medu je relativno nizak (najviše 0,7%). Najvažnija aminokiselina u medu je prolin koja predstavlja mjeru zrelosti meda tj. njena vrijednost treba da se kreće preko 200 mg/ kg, ali ukoliko je ispod 180 mg/kg to je znak da je med falsifikovan dodavanjem šećera (Tafere, 2021). Od fitohemikalija prisutni su antioksidansi čija je uloga smanjivanje rizika od oksidativnih oštećenja stanica koja nastaju djelovanjem slobodnih radikala. Antioksidansi u medu mogu biti enzimatski (katalaza, glukoza - oksidaza) i neenzimatski (organske kiseline, proteini, flavonoidi,

fenoli, vitamin C, vitamin E i karotenoidi). Druga grupa fitohemikalija koje su zastupljene u medu jesu flavonoidi od kojih se u medu najviše nalazi akcetin, apigenin, kofeinska kiselina, krizin, galangin, kempferol, pinocembrin, pinobanksin i kvercetin koji doprinose antioksidativnoj aktivnosti meda). Ukupnih minerala u medu ima oko 3,68%, od kojih je najviše zastupljen kalij u količini 10-470 mg/100g. Pored kalija prisutni su i natrij, fosfor, sumpor, magnezij, silicij, željezo, mangan i bakar (Tafere, 2021).

Funkcionalne komponente meda i ljekovita svojstva

Med ima antioksidativno, antimikrobno, citotoksično i protivupalno djelovanje. Ističe se po svojoj antioksidativnoj aktivnosti jer sadrži značajne količine glukoza oksidaze, katalaze, aksorbinske kiseline, flavonoida, fenolne kiseline, organske kiseline, aminokiselina, proteina i produkte Maillardovih reakcija. Probiotici su tvari koje utiču na čovjeka selektivnim stimulisanjem rasta i aktivnosti jedne ili ograničenog broja probiotičkih bakterija u debelom crijevu. Prema Yucel i sar. (2017) med sadrži inulin i fukto-oligosaharid, te ima probiotička svojstva koja pozitivno utiču na probavni sistem.

Sanz i sar. (2004) su proveli istraživanja i otkrili da oligosaharidi koji se nalaze u medu stimulišu rast bakterija *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, te su tako utvrdili da oligosaharid meda utiče na populaciju bakterija koje se nalaze u probavnom sistemu, pa tako med koji sadrži veću količinu oligosaharida stimuliše veći rast korisnih bakterija. Tokom fermentacije probiotika u debelom crijevu se proizvode supstance poput laktata, kratkolančanih masnih kiselina, plinovitog vodika, ugljen dioksida i metana, dok pH crijeva značajno opada. Med sadrži i velike količine flavonoida i fenola, a njegova biološka aktivnost potiče od bogatog sadržaja fenola. Flavonoidi koji se nalaze u medu većinom potiču iz propolisa, dok polen ima nizak sadržaj ovih spojeva (Šarić i sar., 2020). Jedna od zanimljivih činjenica jeste da med eliminiše rezistenciju na meticilin *Staphylococcus aureus* (MRSA) bolje od konvencionalnih tretmana za rane (Bogdanov, 2016).

Također, dokazano je da je med odličan kod liječenja opekotina prvog stepena, na način da stvara fizičku barijeru i vlažno lokalno okruženje zbog svoje viskoznosti i usisavanja tekućine osmozom. Na taj način se podstiče zacjeljivanje rana od opekotina, jer će rane brže zacijeliti ukoliko se održavaju vlažnim (Molan PC, 2011). Antibakterijska karakteristika meda proizilazi iz njegovog osmotskog djelovanja tako što molekula šećera koja se nalazi u okruženju koje isušuje vodu i ostavlja vrlo malo mikroorganizama koji će dovesti do toga da bakterije u medu umiru od dehidracije. Vodonik peroksid koji nastaje iz glukoza oksidaze u medu će stvoriti isti nivo antibakterijske aktivnosti stvarajući visoko djelotvorne slobodne radikale koji dovode do umiranja bakterija. Vodonik peroksid razlaže katalaza, pa se može zaključiti da med sa visokom aktivnosti katalaze ima nisku antibakterijsku aktivnost peroksidaza. Istraživanja koja su provedena na miševima starosti 2 mjeseca, koji su hranjeni sa dozom od 0,5 ml/100g sa koncentracijom meda od 10,20 i 40% su potvrdila da se

konzumiranjem meda ublažava anksioznost i poboljšava pamćenje (Rahman i sar., 2014).

Med je bogat bioaktivnim komponentama poput polifenola, pa se smatra da bi zbog svojih virucidnih svojstava mogao pomoći pri ublažavanju boli kod pacijenata koji su oboljeli od COVID-19. Institut za zdravstvo i njegu izvrsnosti i javno zdravstvo Engleske je izdalo smjernice da med bude prva linija za liječenje akutnog kašlja koji uzrokuje infekciju gornjih dišnih puteva koja je uglavnom prisutna kod pacijenata koji su oboljeli od COVID-19.

Propolis

Propolis je biljna smola koju pčele skupljaju u rano proljeće ili jesen kao gustu ljepljivu masu sa lisnih pupoljaka jablana, topole, divljeg i pitomog kestena, jasena, javora, crnogoričnih iglica i grančica četinara (jela, bor, smrča), kao i sa božura i duhana. Propolis se ne odlaže u ćelije saća, nego na okvire i žljebove, te na poklopac. Pčele propolisom začepljuju pukotine i šupljine u košnicama, učvršćuju stabilnost okvirova i svih pokretljivih dijelova i njime glačaju ćelije saća radi dezinfekcije, tzv. poliranje. Funkcija propolisa kao dezinfekcijskog sredstva je važnija negoli kao smola za lijepljenje pukotina i šupljina na košnicama. Propolisom se oblaže svaka voštana ćelija legla na saću i općenito sve u košnici, radi dezinfekcije. Smatra se da pčela u toku dana skupi 1 g, a u toku sezone oko 50 g propolisa. Količina prikupljenog propolisa zavisi od rase pčele, geografskog područja, klimatskih uslova, snage pčelinjeg društva i konstrukcije košnice (Lebedev, 1979).

Propolis sadrži do 30% pčelinjeg voska, oko 20% mehaničkih primjesa, 40-60% smola i balzama, 5-10% eteričnih ulja, 5-15% tanina, polen i dr. Osnovne komponente propolisa su flavonoidi, terpeni, eterična ulja, fenoli i fenolne kiseline, te aromatski spojevi s polinuklearnom aromatskom strukturom (Plavša i Nedić, 2015). Pčelari propolis prikupljaju na način što američkim dlijetom stružu propolis koji je nalijepljen na rubove i žljebove košnice, okvira, poklopca i hranilice. Ovaj propolis nije potpuno čist jer se u njemu mogu naći tragovi voska, komadići drveta, uginulih pčela i sl. Pored toga, čist propolis je moguće dobiti stavljanjem drvene rešetke, plastične mreže ili nehrđajuće žičane mreže iznad pčelinjeg gnijezda (slika 1A).



Slika 1. Stavljjanje plastične mreže iznad pčelinjeg gnijezda (A) i propolis koji su pčele lijepile na plastičnu mrežu (B); Izvor: Kotorić, 2021.

Figure 1. Placing a plastic net over a bee society (A) and propolis that the bees stuck to the plastic net (B); Source: Kotorić, 2021.

Pčele će propolis lijepiti na plastične mreže, a nakon određenog perioda te mreže se uklanjaju (slika 1A). Najlakši način za skidanje propolisa jeste da se plastične mreže zamrznu, a potom se uvijanjem mreže omogući sasipanje propolisa. Istraživanja su pokazala da se povećanjem temperature povećava i ljepljivost propolisa. Kako se veličina čestica propolisa povećava tako se ljepljivost smanjuje.

Funkcionalne komponente propolisa i njegova ljekovita svojstva

Propolis posjeduje antibakterijska, antivirusna, antimikotitična i antiparazitska svojstva (Toreti i sar., 2013). Jedna od njegovih osobina jeste da pomaže u liječenju rana, te snažno utiče na obnavljanje epitela, zbog toga se uspješno primjenjuje u dermatologiji za opekotine II. stepena, ekceme i osipe.

Na mikroorganizme propolis slabije djeluje nego antibiotik, ali je manje toksičan od antibiotika, te ne stvara rezistentnost prema bakterijama, a kod unutrašnje primjene ne oštećuje normalnu crijevnu floru i stimuliše odbrambenu sposobnost organizma.

Pored navedenog, propolis ima moć detoksikacije, pa se koristi i kod štetnih zračenja. Kineski naučnici su proveli istraživanje u kome su ispitivali antikancerogeno djelovanje ekstrakta etanola kineskog propolisa na stanice humanog karcinoma dojki, humane leukemije, stanice raka debelog crijeva, raka vrata maternice, karcinoma pluća i gušterače. Istraživanje je pokazalo da je korištenje propolisa induciralo apoptozu stanica ćelija karcinoma (Wang i sar., 2014).

Propolis se najčešće proizvodi kao alkoholna otopina, a može se pripremiti i kao bezalkoholna otopina za djecu, te se najčešće konzumira u obliku tinktura, tableta, sirupa, aerosola, vodenih ekstrakata i masti. Preosjetljivost na propolis ne postoji jer su mnoge tvari koje su zastupljene u propolisu u vanredno malim količinama. Primjenom tinktura propolis ima vrlo jako i brzo antiflogističko djelovanje (protiv gnojnih upala) na koži i sluznicama probavnog i respiratornog trakta. Istraživanja koja su vršena na miševima koji imaju artritis izazvan formaldehidom i edem šape izazvan

prostaglandinom E2 pokazala su da kofeinska kiselina i njeni esteri, kvercetin i naringenin pomažu kod ublažavanja upalnog procesa (Fearnley, 2021). Upotreba tinkture je pogodna u terapiji infekcija koje su izazvane gram pozitivnim bakterijama, npr. infekcije kože, usne šupljine i grla te lakših respiratornih infekcija, kao i u slučaju teških dijareja, zubobolje, paradentozе i neugodnog zadaha (Fearnley, 2021).

Propolis je također učinkovit i protiv gripe. U istraživanjima provedenim u laboratorijskim uslovima naučnici su izložili virus gripe H1N1 te dobili jake dokaze da kempferol koji je glavni sastojak propolisa ima inhibitorno djelovanje na ovaj virus. Prema autorima Ali i Kunugi (2021) flavonoidi u propolisu i medu (npr. rutin, naringin, fenil ester kofeinske kiseline, luteolin) imaju sposobnost da inhibiraju nestrukturane proteine SARS- CoV-2. Pokazalo se da su osobe koje su primale brazilski zeleni propolis ranije oporavile od virusa, te da su imali blaže simptome. Propolis se koristi kao funkcionalna hrana koja je jednostavna za primjenu, sigurna i dostupna kao prirodni dodatak. Cold Spring Harbor Laboratory je objavio rezultate kliničkog ispitivanja o efikasnosti propolisa u tretmanu hospitalizovanih pacijenata oboljelih od COVID-19. Na razmatranju su bile dvije skupine pacijenata od kojih je jedna skupina koristila 400mg/dan standardne njege uz dodatak propolisa, dok je druga skupina koristila samo standardnu njegu. Pacijenti koji su primali dozu propolisa su se oporavili prije, a propolis nije značajno uticao na potrebu za dodatkom kisika. Istraživanja su pokazala da ekstrakt propolisa, samostalno ili u kombinaciji sa ginkom, djeluje pozitivno na bolesti i stanja koja mogu uzrokovati pojavu tromba (srčani udar, COVID-19, moždani udar) (Antolić i sar., 2021).

Matična mliječ

Matična mliječ predstavlja složenu materiju prirodnog porijekla koja se stvara u mliječnim žlijezdama pčela radilica s kojom hrane larve pčela radilica, matice i trutove. Prema Pravilniku o medu i drugim pčelinjim proizvodima (Službeni glasnik BiH 37/2009) matična mliječ ne smije poticati iz zatvorenih legla trutova niti matičnjaka, te se mora izvaditi 48 do 50 sati nakon presađivanja larvi. Boja matične mliječi se mijenja od krem do tamnožute zavisno od vrste biljke, kisele je strukture i oporog okusa.

Glavni protein matične mliječi je rojalaktin koji pored prehrambene vrijednosti ima i važne funkcije za razvoj matice i larve pčela, te potiče diferencijaciju matica u pčelama (Maleszka, 2018). Od ugljikohidrata najviše su zastupljeni glukoza i fruktoza. Od vitamina najviše su zastupljeni hidrosolubilni vitamini B1, B2, B6, B5 (u velikim količinama), B8, B9, dok se vitamin C nalazi u tragovima (Jahić i Musić, 2019). Od minerala najzastupljeniji su kalij, magnezij, kalcij, fosfor, željezo, silicij, sumpor, mangan i olovo. Kvalitet matične mliječi se može procijeniti prema sadržaju 10-hidroksi-2 decenske kiseline (10-HDA) čija se vrijednost kreće između 1,4 i 1,8%, rojalizinu, apisinu i određenim antimikrobnim proteinima. Kvalitet matične mliječi u najvećoj mjeri zavisi od vegetacije regije odakle se dobija matična mliječ i tehnika primjene u berbi matične mliječi (Bogdanov, 2016).

Funkcionalne komponente matične mliječi i njena ljekovitost

Komponente koje se nalaze u matičnoj mliječi imaju različite biološke funkcije, te zbog toga imaju presudnu ulogu u djelovanju matične mliječi na organizam čovjeka. Pored široke primjene u prehrambenoj industriji, kozmetici, farmaciji i medicini nema još dovoljno podataka o djelovanju matične mliječi na ljudsko zdravlje. Trenutno je fokus na standardizaciji matične mliječi i istraživanjima koja su vezana za biološki aktivne supstance i njihove promjene tokom skladištenja i čuvanja.

Prema Zahirović i sar. (2018) matična mliječ je mikrobiološki i biohemijski vrlo nestabilna pa se njeni preparati čuvaju u liofiliziranom ili u hladnom režimu. Najbolje djelovanje matična mliječ ima kada se koristi u svježem stanju. Matična mliječ je jedini prirodni izvor čistog acetilholina koji je neurotransmiter i reguliše rad endokrinih žlijezda, te ima važnu ulogu u regulisanju stanja svijesti i procesu učenja i pamćenja. 10-HDA i 2- oktanoična kiselina su komponente matične mliječi koje imaju ulogu širenja krvnih žila i dobro djeluju kod osoba koje imaju problem sa povećanim krvnim pritiskom (Pavel i sar., 2011).

Također, matična mliječ ima dobro antitumorsko djelovanje zbog aktivne komponente 10-HDA koja se nalazi samo u matičnoj mliječi i ne može se proizvesti vještački. Istraživanja koja su proveli Wang i sar. (2021) dokazala su da matična mliječ koja je obogaćena selenom poboljšava antitumorske, imunoregulacijske i antioksidativne aktivnosti. Ova istraživanja su pokazala da matična mliječ koja je obogaćena selenom može biti funkcionalna hrana koja se koristi za liječenje i prevenciju raka.

Jedna od najvažnijih bioloških aktivnosti matične mliječi jeste antagonističko djelovanje na različite mikroorganizme poput *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* i *Salmonella typhimurium* koja uzrokuje tifus (Collazo i sar., 2021). Ono što je važno jeste da će matična mliječ imati antagonističko djelovanje na ove sojeve bakterija samo ukoliko se primjenjuje u vrlo visokim koncentracijama (doze veće od 200 µg/ml) pomoću supstanci 10-HDA i peptida rojalizina koji je izuzetno važan u liječenju virusnih oboljenja. Njeno djelovanje se temelji na ubrzanju oksidativnog metabolizma, povećanju energiju i izdržljivost, podiže otpornost organizma i stimulise imuni sistem pomoću gamaglobulina.

Nohair (2021) je vršio istraživanja na miševima koji su oboljeli od dijabetesa tipa 1. Rezultati su pokazali da kombinacija meda i matične mliječi pomaže u regulisanju nivoa šećera u krvi zbog peptida sličnih inzulinu koji se nalaze u matičnoj mliječi. Također, matična mliječ pomaže kod jačanja kose i noktiju, regeneriše ćelije i tkiva, održava ravnotežu hormona, olakšava simptome menstruacije, pomaže kod impotencije i frigidnosti, ima pozitivan efekat na Parkinsonovu bolest, leukemiju, artritis, anemiju. Aminokiseline i 10-HDA koji potiče stvaranje kolagena su pokazali pozitivan efekat u borbi protiv starenja. Prema Lima i sar. (2020) peptid želein koji je izoliran iz matične mliječi je pokazao snažna antibakterijska i antifungalna svojstva koja su korisna za izbjegavanje dodatnih infekcija kod pacijenata sa COVID-19.

Polen

Cvijetni prah ili polen predstavlja mušku reproduktivnu jedinku cvijeta biljke koji čini zrnce obavijeno čvrstom ljuskom. Polen predstavlja osnovnu sirovinu iz koje mlade pčele prerađujući je u svom organizmu stvaraju mliječ kojom se hrane legla i matice. Oblik, veličina, boja i površina polenovih zrnca se razlikuje, pa u prirodi nije moguće pronaći da dvije biljke iz različitih vrsta imaju ista polenova zrnca. Boja polenovih zrnca je najčešće bijela, svijetlo žuta, crvena, ljubičasta i sl. Pčele biraju polen na osnovu mirisa i fizičke konfiguracije. Pčelinje društvo u toku godine sakupi oko 57 kg polena. Pčele polen nose na stražnjim nogama na specifičnim strukturama koje se zovu korbikule. Duge dlačice koje se nalaze na nogama pčela im pomažu kako bi se polen zadržao u toku leta (Kornei, 2017). Kada pčele radilice donesu polen u košnicu dodaju mu žljezdane sekrete koji u sebi sadrže enzime i kiseline koji sprječavaju štetne mikroorganizme i pripremaju polen za skladištenje.

Polen sadrži visoku koncentraciju reducirajućih šećera, esencijalnih aminokiselina i nezasićenih masnih kiselina, potom minerala poput cinka, bakra, željeza, te visok omjer K/Na i značajne količine vitamina: provitamin A, vitamin E, niacin, tiamin, folna kiselina i biotin. Glavni biološki aktivni spojevi polena su flavonoidi i fitosteroli (Campos i sar., 2010).

Funkcionalne komponente polena i njegova ljekovitost

Pčelinji polen ima širok niz funkcionalnih svojstava, poput antioksidativnih, antimikrobnih, antiupalnih, antiradijacijskih i hepatoprotektivne aktivnosti. Stimulativno djelovanje polenovog praha se ostvaruje kroz djelovanje niza njegovih biološki aktivnih komponenti čijom se pravilnom upotrebom pojačava ukupni životni tonus čovjekovog organizma. Iako polen sadrži razne funkcionalne komponente istraživanja su pokazala da se treba ograničiti upotreba ovog proizvoda zbog prisutnosti robusnog vanjskog sloja ljuske koji se zove eksin (Wang i sar., 2015). Prema studijama u kojima se analizira probavljivost polena in vitro simulacijom ljudske probave dokazano je da je polen djelomično probavljiva namirnica. Međutim, probavljivost se može poboljšati pucanjem opni eksina.

Istraživanja su pokazala da je zabilježeno djelovanje polena na oboljenje srca i krvnih sudova, poboljšanje cirkulacije i smanjenje posljedica od djelovanja antibiotika. Polen namijenjen prehrani i farmaciji mora da bude čist i dobro osušen, bez stranih primjesa, ostataka insekata, zemlje ili plijesni. Flavonoid polena, kvercetin, se pokazao kao dobar inhibitor PC-3 (prostata kancer 3) ćelija raka i regulator ekspresije različitih tumor supresor gena. Steroli i stanoli koji se nalaze u polenu na molekularnom nivou izgledaju poput holesterola, te putujući kroz probavni trakt sprječavaju pravi holesterol da se apsorbuje u krvotok.

Polen vrbe i trešnje sadrži hlorogensku kiselinu koja pozitivno djeluje na vaskularno zdravlje, protuupalno, te reguliše izlučene hormone štitnjače i hipofize (Akšić i sar. 2019). Polen stimuliše proizvodnju polifenola i biocida u jetri, te čisti jetru smanjenjem nivoa ulja. Rezultati istraživanja su potvrdili da dodavanjem polena u jogurte

proizvedene od meda, polena i probiotičkog kvasca dolazi do povećanja količine ulja, proteina i bakterijskih startera mliječne kiseline, te poboljšanja senzornih karakteristika jogurta (Glušac i sar., 2015).

Perga

Pčele miješanjem polena s medom i probavnim enzimima, te fermentisanjem cijele smjese sa mliječnom kiselinom proizvode pergu/pčelinji hljeb. Perga ima nižu pH vrijednost od polena (3,8 - 4,3), sadrži manje bjelančevina i masti, a više ugljikohidrata i mliječne kiseline. Bioraspoloživost je više izražena, s obzirom da je eksin uništen djelovanjem fermenata, pa se zbog toga može lakše probaviti. Pored toga, perga je bogata vitaminima (A, B, C, E), aminokiselinama, mineralima i fenolnim jedinjenjima. Posebno je bogata rutinom (vitamin P) i provitaminom A. Mliječna kiselina koja nastaje razlaganjem ugljikohidrata održava pergu u svježem stanju zahvaljujući svojim konzervirajućim svojstvima. Perga služi kako bi se pripremila hrana za larve, ishranu pčela koje se brinu o leglu i pčela koje grade saće. Ukoliko mlade pčele ne koriste pergu ne mogu postati fiziološki punovažne, odnosno žlijezde koje luče mliječ, vosak i druge materije ne mogu funkcionisati. Također, ukoliko nema perge u košnici pčele istjeruju trutove napolje. Dnevna doza perge za odraslu osobu je oko 10 g, dok je za djecu 5 g (Milojković, 2018).

Funkcionalne komponente pčelinjeg hljeba i njegova ljekovitost

Pčelinji hljeb pozitivno djeluje na probavni sistem, odnosno čini lakšom probavu mesa, ribe, jaja, mliječnih proizvoda i svih vrsta povrća tako što se biljni proteini cijepaju na aminokiseline, a vlaknasta tkiva polenovih zrnca se razlažu (Ivanišova i sar., 2015). Zbog toga što je perga hranjivija od polena koristi se za jačanje imunog sistema u manjim količinama. Također, koristi se za liječenje kolita, hroničnih zatvora, proлива, hepatitisa i sl. Izuzetno ljekovit efekat perga je pokazala u smjesi sa medom kod oboljenja nervnog sistema i kod anemije.

Istraživanja koja su provedena u Portugalu 2021. godine su pokazala da je sadržaj fenola u pčelinjem hljebu veći u odnosu na polen, a to znači da perga ima veće antioksidativne i protuupalne sposobnosti od polena. Istraživanja su pokazala da bakterije koje se nalaze u pčelinjem hljebu mogu biti od koristi kao probiotici i izvor antimikrobnih spojeva i industrijskih enzima (Mohammad i sar., 2021). Antioksidativna i antimikrobna aktivnost meda bi se mogla obogatiti dodavanjem perge i propolisa, te se na taj način dobija antioksidans koji ima antibakterijski efekat protiv bakterije *E. coli* (Kowalski i Makarewicz, 2016).

Vrlo važna komponenta polena i perge jeste vitamin P- rutin koji je aktivni element i ne nalazi se u tako velikoj koncentraciji ni u jednom drugom prirodnom proizvodu. Ovaj element ima sposobnost da jača zidove krvnih sudova i reguliše njihovu propustljivost (Milojković, 2018). Rutin je vrlo koristan u slučajevima izliva krvi u mozak, srce, mrežnicu oka, kod oštećenja uzrokovanih zračenjem i slučajevima hipertoničnih tegoba.

Vitamin K koji se nalazi u pergi osigurava lakše zgrušavanje krvi i sprječava pojavu unutrašnjeg krvarenja (Milojković, 2018). Silva i sar. (2014) su posmatrali djelovanje perge na glioblastom u periodu od 72 sata nakon čega je uočeno inhibitorno djelovanje, što potvrđuje da fenoli koji se nalaze u pergi imaju citotoksično djelovanje.

ZAKLJUČAK

Pčelinji proizvodi sadrže mnoge hranjive tvari koje su potrebne organizmu kako bi normalno obavljao svoje funkcije. Primjena pčelinjih proizvoda je pronašla svoje mjesto u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičarskoj industriji. Naučnici su do danas ispitali i otkrili mnogobrojne funkcionalne komponente ovih proizvoda, ali sve intenzivnijim istraživanjem se uvidjelo da postoji još niz aktivnih komponenti za koje je još nemoguće shvatiti na koji način one djeluju na organizam. Također, ono što je i dalje upitno jeste kako su pčele proizvele sve ove proizvode s obzirom da još niko nije pronašao način na koji bi se mogle vještački proizvesti u laboratorijama. Pčelinje proizvode poželjno je izabrati preventivno jer su lako dostupni, jeftiniji od sintetičkih preparata, te dokazano učinkoviti u borbi protiv velikog broja oboljenja. Primjenom pčelinjih proizvoda povećava se otpornost organizma, smanjuje rizik za pojavu brojnih bolesti i pomaže u očuvanju zdravlja.

LITERATURA

- Afrin, S., Gasparrini, M., Forbes, T., Reboredo-Rodríguez, P., Pia Manna, P., Battino, M., Giampieri, F. (2018). Protective effects of Manuka honey on LPS-treated RAW 264.7 macrophages. Part 1: Enhancement of cellular viability, regulation of cellular apoptosis and improvement of mitochondrial functionality. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association* 121, DOI: 10.1016/j.fct.2018.09.001
- Ali, A.M., Kunugi, H. (2019). Approaches to nutritional screening in patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Int. J. Environ.Res. Public Health* 2021.
- Antolić, A., Maleš, Ž., Galović, P., Tomičić, M., Bojić, M. (2021). Mogu li biljni pripravci propolisa i ginkga smanjiti hiperreaktivnost trombocita u bolesti COVID-19?, *Farmaceutski glasnik*. 77, 3-4.
- Bogdanov, S. (2016.) *Book of Honey: Honey as Nutrient and Functional Food*. Chapter 8, 1-47.
- Campos, M.G.R., Frigerio, C., Lopes, J., Bogdanov, S. (2010). What is the future of Bee-Pollen?. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*. 2 (4), 131 – 144.
- Collazo, N., Estevez, B.N., Rodriguez, M., Otero, P. (2021). Health Promoting Properties of Royal Jelly: Food of the Queens. *Nutriens*. 13, 543.
- Fotirić Akšić, M., Guffa, B., Gašić, U., Dabić Zagorac, D., Natić, M., Meland, M. (2019). Phenolic profile of pollen collected from different 'Oblačinska' sour cherry (*Prunus cerasus* L.) clones. *Acta Hort.* 1235, 387-394.

- Fearnley, J (2021). International Propolis Research Group, <https://www.iprg.info/research/research-intro-propolis/>
- Glušac, J., Stijepić, M., Milanović, S., Đurđević-Milošević, D. (2015). Physicochemical properties of honeybee pollen enriched acidophilus milk and probiotic yoghurt. Tehnološki fakultet Univerziteta u Novom Sadu. 46, 45-54.
- Ivanišová, E., Kačaniová, Miroslava; F.H., Petrová, J. (2015). Bee bread - perspective source of bioactive compounds for future, *Potravinárstvo*, ISSN: 1337-0960, <https://agris.fao.org/>
- Jahić, S., Music, A. (2019). Matična mliječ i uloga 10-hidroksi-2-decenske kiseline na organizam čovjeka. *Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću*, 1-6.
- Kornei, K. (2017). Honey bees fill 'saddlebags' with pollen. Here's how they keep them gripped tight. American Association for the Advancement of Science. Dostupno na https://www.pmf.unizg.hr/_download/repository/Pravila_za_pisanje_diplomskih_radova.pdf [pristupljeno 12.09.2021].
- Kowalski, S., Makarewicz, M. (2017). Functional properties of honey supplemented with bee bread and propolis. *Natural Product Research*. 31 (22).
- Lebedev, V.I. (1979). About Uniting of Honey Bee Colonies in Autumn. *Pchelovodstvo*, 9, 10-11.
- Lima, W.G., Brito, J.C.M., Waleska S., da C.N. (2020). Bee products as a source of promising therapeutic and chemoprophylaxis strategies against COVID-19 (SARS-CoV-2). *Wiley Online Library*, 35(2), 743-750.
- Maleki, V., Ghadimi, S.S., Adibian, M., Kheirouri, S., Alizahed, M. (2018). Effects of Royal jelly on metabolic variables in diabetes mellitus: A systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*, 43, 20-27.
- Maleszka, R., (2018). Beyond Royalactin and a master inducer explanation of phenotypic plasticity in honey bees. *Nature. Communications Biology*, 1 (8), 1-7.
- Milojković, V. (2018). Bee Bread (Perga) – The Source of Health, Vitality and Longevity. Sibiu, Romania: Apiquality & apimedita 2018 the xi-th congress of the xi-th Romanian society of apitherapy.
- Mohammad, S.M., Mahmud-Ab-Rashid, N., Zawawi, N. (2021). Stingless Bee- Collected Pollen (Bee Bread): Chemical and Microbiology Properties and Health Benefits. *Chemical and Microbiology Properties and Health Benefits" Molecules* 26, no. 4: 957. <https://doi.org/10.3390/molecules26040957>
- Molan, PC. (2011). The evidence and the rationale for use of honey as a wound dressing. *Wound Practice & Research: Journal of the Australian Wound Management Association*, 19(4), 204-220.
- Nohair, S.F. (2021). Antidiabetic efficacy of a honey-royal jelly mixture: Biochemical study in rats. *Int J Health Sci (Qassim)*. 15 (4), 4-9.
- Pravilniku o medu i drugim pčelinjim proizvodima, *Službeni glasnik BiH* 37/09
- Pavel, C., Marghitas, L., Bobis, O., Dezmirean, D., Sapcaliu, A., Radoi, I., Madas, M. (2011). Biological Activities of Royal Jelly – Review, *Animal Science and Biotechnologies*. 44, 108–118.

- Plavša, N., Nedić, N. (2015). *Praktikum iz pčelarstva*, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Rahman, M.M., Gan, S.H., Khalil, M.I. (2014). Neurological Effects of Honey: Current and Future Prospects. Evidence-based complementary and alternative medicine.2014:958721. doi: 10.1155/2014/958721.
- Riddle, S. (2016). *The chemistry of honey*. Ohio: The Magazine of American Beekeeping. Dostupno na: <https://www.beekeeping.com/the-chemistry-of-honey/> [pristupljeno 10.09.2021.].
- Sanz, M.L., Sanz, J., Martinez-Castro, I. (2004). Gas chromatographic–mass spectrometric method for the qualitative and quantitative determination of disaccharides and trisaccharides in honey. *Journal of Chromatography A*, 1059(1-2), 143-148.
- Silva, G.R.; Natividade, T.B.; Camara, C.A.; Silva, E.M.S.; Assis Ribeiro dos Santos, F.; Silva, T.M.S. (2014). Identification of sugar, amino acids and minerals from the pollen of Janaira Stingless Bees (*Melipona subnitida*). *Food Nutrition Science*. 5, 1015–1021.
- Stein, A. J., Rodríguez-Cerezo, E. (2008). *Functional Food in the European Union*. IPTS – Institute for Prospective Technological Studies, JRC, Seville, Spain
- Šarić, G., Vahčić, N., Bursać Kovačević, D., Putnik, P. (2020). The changes of flavonoids in honey during storage. www.mdpi.com/journal/processes 943; doi:10.3390/pr8080943
- Tafere, D.A. (2021). Chemical composition and uses of Honey: A Review. *Journal of Food Science and Nutrition Research* 4(3), 194-201.
- Toreti, V.C., Sato, H.H., Pastore, G.M., Park Y.K. (2013). Recent progress of propolis for its biological and chemical compositions and its botanical origin *Evid Based Complement Alternat Med*, p. 697390
- Wang, Y., Zhang, W., Lanting, M., Cui, X., Wang, H., Xu, B. (2015). Comparison of the nutrient composition of royal jelly and worker jelly of honey bees (*Apis mellifera*). *Apidologie*. 47 (1).
- Yucel, B., Topal, E., Kosoglu, M. (2017). *Superfood and Functional Food- An Overview of Their Processing and Utilization: Bee Products as Functional Food* [online]. InTechOpen: London, UK, 2017; p. 21.
- Zahirović, I., Jašić, M., Sinanović, L., Šubarić, D., Babić, J., Ačkar, Đ. (2018). Nutritivna i dijetetska svojstva matične mliječi. Zbornik radova i sažetaka sa trećeg kongresa o pčelarstvu i pčelinjim proizvodima "Pčelarstvo i pčelinji proizvodi". Bihać: Udruženje za nutricionizam i dijetetiku, 80-84.

FUNCTIONAL COMPONENTS OF BEE PRODUCTS

Summary

Bee products have been known to mankind since ancient times and their use is multiple. These products in their chemical composition contain numerous functional components that are of great importance for human health. Scientists are increasingly striving to invest in the functional components of these products and prove their benefits in nutrition and the treatment of many diseases. The aim of this paper is to describe how bees produce these products, describe their characteristics and the functional components found in them.

Key words: *functional components, bee products, functional food, nutrition, health*

Indeks autora / Authors' index

B

Barudanović Senka	28
Bašić Fejzo	103
Behmen Fikreta	69
Biber Lejla*	141
Boškailo Aldin*	57
Boškailo Safija	57

C

Čadro Sabrija	80
Čengić Lejla	20

D

Delić Mersija *	69
Drešković Nusret	57
Đug Samir	57

F

Filipović Adrijana*	8
---------------------	---

G

Ganić Amir*	127
Gavrić Teofil*	20

H

Hasanbegović Anis*	47
Haseljić Sanel*	103

I

Imamović Alma	114
Ivanković Anita	95

K

Kaloper Salman Edi*	80
Kanižai Šarić Gabriela	8
Kostić Ž. Aleksandar	
Kotorić Hanka	

M

Macanović Armin*	28
Mandić Ana	8

Marković Stefan	20
Matijašević Saša	69
Mesić Ena	114
Miličević Mirjana	57
Muhamedagić Samir	114
Mitrić Siniša	103
Muratović Edina	57
Murtić Senad	69

P

Pažin Mile	8
------------	---

S

Sefo Semira	69
Šupljeglav Jukić Aleksandra*	95
Šuta Nedim	103

T

Trakić Sabina	57
Trožić Borovac Sadbera*	114

V

Vasilj Višnja	8
---------------	---

UPUTSTVO ZA OBJAVLJIVANJE RADOVA

Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu (Radovi) su godišnjak u kojem se objavljuju naučni, izuzetno i stručni radovi, te izvodi iz doktorskih i magistarskih teza odbranih na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu Univerziteta u Sarajevu (Fakultet).

Radovi imaju karakter naučnog časopisa i kao takvi podliježu propozicijama za takve publikacije. Od broja 52 Radovi su indeksirani kod CAB Publishing - UK.

Članci za objavljivanje se klasificiraju, po preporuci UNESCO-a, u ove kategorije: naučni radovi, prethodna saopštenja, pregledni i stručni radovi. Autori predlažu kategoriju za svoje članke, recenzenti preporučuju, a konačnu odluku o kategorizaciji donosi Redakcija Radova. Naučni radovi sadrže rezultate izvornih istraživanja. Njihov sadržaj treba da bude izložen tako da se eksperiment može reprodukovati i provjeriti tačnost analiza i zaključaka. Prethodna saopštenja sadrže one značajne naučne rezultate, koji zahtijevaju hitno objavljivanje. Ova istraživanja mogu biti vremenski kraća od uobičajenih. Pregledni radovi sadrže pregled neke problematike na osnovu već publikovanih tekstova, koja se u pregledu analizira i diskutuje. Stručni radovi su korisni prilozi iz područja struke, koji ne predstavljaju izvorna istraživanja.

Članci se pišu na bosanskom, srpskom, hrvatskom ili engleskom jeziku. Na početku rada treba pisati naziv rada (velikim slovima) na maternjem i na engleskom jeziku, a nakon toga ime (imena) autora. Naziv radne organizacije autora upisuje se u fusnotu (Arial 7). Ispod imena autora obavezno se upisuje i kategorija rada.

U časopisu se publikuju radovi iz oblasti: poljoprivredna biljna proizvodnja, animalna proizvodnja, prehrambene tehnologije i održivi razvoj agrosektora i ruralnih područja.

Poželjno je da članci naučnog karaktera imaju uobičajenu strukturu naučnog rada i to: rezime (na bosanskom, srpskom i hrvatskom), summary na engleskom jeziku, uvod, pregled literature (može se dati i u uvodu), materijal i metode rada, rezultati istraživanja, diskusija (može biti objedinjeno sa rezultatima istraživanja), zaključci, literatura. Rezime i summary na našim jezicima i engleskom jeziku mogu imati maksimalno 200 riječi, uz obavezno upisivanje ključnih riječi. U spisku literature daju se samo autori i radovi koji se spominju u tekstu. Imena autora u tekstu pišu se spacionirano (Home→Font→Spacing→Expanded). Latinska imena biljaka, životinja i mikroorganizama treba (osim imena autora) pisati kurzivom. Tabele, grafikoni i slike moraju imati svoj naziv, a ako ih je više i broj. Broj i naziv tabele pišu se u istom redu, iznad tabele, dok se broj i naziv grafikona, crteža i slika pišu ispod tih priloga. U tabelama, grafikonima i slikama naslove, zaglavlja i objašnjenja poželjno je dati i na stranom jeziku. Grafikone i crteže treba raditi isključivo u crno-bijeloj tehnici. Tabele uokviriti linijama debljine 1/2 pt, bez sjenčenja pojedinih ćelija, ili redova i kolona. Slike i grafički prikazi treba da budu besprijekorne izrade radi kvalitetne reprodukcije u knjizi.

Radovi, po pravilu, ne treba da budu duži (sa priložima) od 12 kucanih stranica. Izvodi iz magistarskih teza mogu biti dugi do 15, a iz doktorata do 25 kucanih stranica.

Za sadržaj članka odgovara autor. Članci se prije objavljivanja po "*double blind*" principu recenziraju od strane dva nezavisna recenzenta. Redakcija, uz konsultovanje sa autorima, zadržava pravo manjih redaktorskih i jezičkih korektura u člancima.

Autor dostavlja Redakciji rukopis putem e-maila uređen prema uputstvima za pisanje radova. Prilikom slanja radova Redakciji obavezno je naznačiti kontakt adresu i e-mail adresu u posebnom dokumentu.

Svi prispjeli rukopisi će biti podvrgnuti inicijalnoj provjeri u pogledu zadovoljenja kriterija oblasti iz kojih časopis objavljuje radove i tehničke pripreme rukopisa u skladu sa uputstvima autorima.

Podneseni rukopis nakon inicijalne provjere od strane Redakcije može biti odbijen bez recenzija, ako uredništvo ocijeni da nije u skladu s pravilima časopisa. Autoru će u roku od 20 dana biti upućena informacija o inicijalnom prihvatanju rada ili razlozima za njegovo neprihvatanje. Po prijemu informacije o inicijalnom prihvatanju rada, autor je dužan izvršiti uplatu prema uputi i dostaviti skeniranu uplatnicu na adresu Redakcije. Nakon izvršene uplate rukopis se šalje na recenziju.

Po završetku postupka recenziranja koji, u pravilu, ne bi trebao trajati duže od tri mjeseca Redakcija, na osnovu konačnih preporuka recenzenata, donosi odluku o objavljivanju, odnosno neobjavljivanju rada. O svojoj odluci Redakcija informiše autora, uz informaciju o broju i terminu izlaska časopisa u kojem će rad prihvaćen za objavljivanje biti štampan.

Elektronsku verziju rada treba pripremiti u Wordu u formatu stranica 170 x 240 mm, sa slijedećim veličinama margina: gornja i donja 2,2 cm, lijeva 2,0 cm, a desna 1,5 cm, te formatirati parne i neparne stranice. Isključivo koristiti font Times New Roman, veličina 11, dok za fusnote treba koristiti font Arial, veličina 7. Tekst treba da je obostrano poravnat. Nazive poglavlja u radu treba pisati velikim slovima, boldirano i sa srednjim poravnanjem, te jednim redom razmaka od teksta.

Prilikom formatiranja članka ne treba uređivati zaglavlje i podnožje članka (Header and Footer) niti numerisati stranice.

Autorima kojima engleski jezik nije maternji, strogo se preporučuje da obezbijede profesionalnu korekturu teksta koji će biti recenziran. Prilikom pisanja na engleskom jeziku treba koristiti jasne engleske izraze bez žargona i izbjegavati duge rečenice. Strogo se preporučuje da autor prije slanja rukopisa izvrši provjeru teksta na engleskom jeziku koristeći opciju „spelling and grammar“. Prihvatljivi su i britanski i američki „spelling“, ali on mora biti konzistentan u cijelom tekstu rada na engleskom jeziku.

Prije pisanja članaka za Radove, poželjno je da autori pogledaju formu radova već objavljenih u jednom od zadnjih brojeva ili da na web stranici www.radovi.ppf.unsa.ba pronađu uputstva sa primjerom pravilno uređenog članka.

Pridržavajući se ovih uputstava, autori ne samo da olakšavaju posao Redakciji, nego i doprinose da njihovi radovi budu pregledniji i kvalitetniji. Više informacija, autori mogu dobiti obraćanjem Redakciji na e-mail: radovi@ppf.unsa.ba

Redakcija

INSTRUCTION FOR PUBLISHING PAPERS

“Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu” (“Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences of University of Sarajevo), hereinafter: “Radovi” (the “Works”) is an almanac in which (original) scientific papers, exceptionally professional papers, and also some excerpts from doctoral/PhD or master theses defended at the Faculty of Agriculture and Food Sciences (the Faculty) of University of Sarajevo (Univerzitet u Sarajevu) are published.

“Radovi” (the “Works”) has a character of scientific magazine and, as such, is subject to the propositions for such publications. Since its issue no. 52, “Radovi” (the “Works”) has been indexed at CAB Publishing - UK.

Articles for publishing are classified, according to the recommendation by the UNESCO, into these categories: (original) scientific papers, previous statements, (scientific) review and professional papers. The authors propose the category for their articles, critics recommend it and final decision on their categorisation is made by the Editorial Board of the “Radovi” (the “Works”). (Original) Scientific papers contain results of authentic researches. Their content should be presented in such a manner that an experiment may reproduce and verify accuracy of the analyses and conclusions. Previous statements contain those significant scientific results that require urgent publishing. These researches can be shorter in time than the usual ones. (Scientific) Review papers contain an outline of certain problems on the basis of previously published texts that are analysed and discussed about in the review. Professional papers are useful articles/works from the professional domain that do not present authentic researches.

Articles are written in one of the three official languages of BiH (Bosnian/Serbian/Croatian) or English. The title of the paper should be written at the beginning of the paper (in capital letters) in one’s mother tongue and in English and after that the author’s name (authors’ names). The author’s working organisation name is written in the footnote (Arial 7). It is mandatory to write out the category of the paper below the author’s name as well.

Papers from the areas of: agricultural plant production, animal production, food technologies and sustainable development of agro-sector and rural areas are published in the journal.

It is desirable that articles of scientific character have common structure of a scientific paper, namely: summary in one of the three official languages of BiH (Bosnian/Serbian/Croatian), summary in English, introduction, references (may be given in the introduction, too), material and methods, results of research, discussion (may be integrated with results of research), conclusions, bibliography. Summary in one of the three official languages of BiH (Bosnian/Serbian/Croatian), and summary in English respectively may have maximum 200 words, with mandatory enlisting of the key words. In the list of bibliography, only authors and papers that are mentioned in the

text are given. The authors' names in the text are written with expanded spacing (Home→Font→Spacing→Expanded). Latin names of plants, animals and micro-organisms should be written in italics. Tables, graphs and pictures must have their title and also if they are numerous, their number. The number and the title of the table are written in the same row above the table while the number and the title of the graph, drawing and pictures are written below them. It is desirable to give titles, headings and explanations in the tables, graphs and pictures in the foreign language, too. Graphs and drawings should be done exclusively in black-and-white technique. Tables should be framed in lines of thickness of 1/2 pt, without shading of individual cells or rows and columns. Pictures and graphic illustrations should be done impeccably in order to be top-quality reproduced in the book.

Papers, as a rule, should not be longer than 12 typed pages (with appendices). Excerpts from master theses may be even up to 15 pages, and from doctoral/PhD theses up to 25 typed pages.

The author is responsible for the contents of the article. Prior to their publishing, articles are reviewed under "*double blind*" principle by two independent reviewers. The Editorial Board, in consultations with the authors, reserves the right to minor editorial and linguistic corrections in the articles.

The author submits one's manuscript to the Editorial Board by the means of e-mail edited according to the instructions for writing papers. On the occasion of sending papers to the Editorial Board it is obligatory to indicate the contact address and e-mail address in a separate document.

All the submitted manuscripts shall be subject to initial check in terms of meeting the criteria of the field which the magazine publishes papers from as well as technical preparation of the manuscript in accordance with the instruction to the authors.

Upon the initial check by the Editor, the submitted manuscript may be rejected without review if the Editor evaluates it is not in accordance with the journal's rules. Within the term of 20 days, the notification shall be sent to the author about either initial acceptance of the paper or reasons for its rejection. Upon receiving the information on initial acceptance of the paper, the author is obliged to make payment according to the instruction and submit the scanned payment slip to the Editorial Board's address. After the payment having been made, the manuscript is sent for review.

Upon completion of the reviewing procedure which, as a rule, should not last longer than three months, the Editorial Board, on the basis of final recommendations by reviewers, makes decision on publishing the pertinent paper or not. The Editorial Board then informs the author about their decision, in addition to the information on the issue and term of the article publishing which the paper accepted for publishing is going to be published in.

Electronic version of the paper should be prepared in Word, in page format of 170 x 240 mm, with the following size of margins: the upper and lower ones of 2,2 cm, the

left one of 2,0 cm and the right one of 1,5 cm and then the even and odd pages formatted. The font of Times New Roman, size 11, is to be exclusively used, while for footnotes the font of Arial, size 7 should be used. The text should be aligned on both sides. The title of chapters in the paper should be written in capital letters, bold and with medium alignment as well as with one row of space from the text.

While formatting the article, neither header and footer nor page numbering should be arranged.

Authors whose mother tongue is not English are strongly recommended to provide professional corrections to the text that is going to be reviewed. While writing in English, clear English phrases without jargon should be used and long sentences should be avoided. Prior to sending the manuscript, it is strongly recommended for the author to carry out checking the text in English by using the option of “spelling and grammar“. Both British and American spelling is acceptable but it must be consistent throughout the text of the paper in English.

Before writing articles for the “Radovi” (the “Works”), it is desirable that authors have a look at the form of papers having already been published in one of the recent issues or to find the instruction with an example of properly arranged article on the web site: www.radovi.ppf.unsa.ba.

By adhering to these instructions, authors not only facilitate the job for the Editorial staff but also contribute to their papers to be presented better and in a more qualitative manner. Authors can get more information by contacting the Editorial Board at the e-mail: radovi@ppf.unsa.ba

Editorial Board