

UDK 63/66 (058)0808.1/2

BH ISSN 0033-8583

**RADOVI**  
**POLJOPRIVREDNO-PREHRAMBENOG FAKULTETA**  
**UNIVERZITETA U SARAJEVU**



**WORKS**  
**OF THE FACULTY OF AGRICULTURE**  
**AND FOOD SCIENCES**  
**UNIVERSITY OF SARAJEVO**

Godina  
Volume

**LXIII**

Broj  
No.

**68/1**

Sarajevo, 2018.

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. Pakeza Drkenda (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)	prof. dr. Ahmed Smajić (BiH)
prof. dr. Hamid Čustović (BiH)	prof. dr. Mirsad Kurtović (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:*  
Belma Dučić

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	
Transakcijski račun br:	3389002208130126	UNICREDIT BANK
IBAN:	BA393389104801155558	UNICREDIT BANK
SWIFT:	UNCRBA 22	

---

---

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

---

Štampa:  
„ŠTAMPARIJA FOJNICA“ d.o.o. Fojnica

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 Page
<p><b>Amir Rahimi, Aziz Karakaya, Arzu Çelik Oğuz, Namuk Ergün, Sinan Aydoğan .....</b></p> <p style="padding-left: 2em;"><i>Evaluation of some agronomic properties of Iranian barley landraces under greenhouse conditions</i></p>	9
<p><b>Adnan Hodžić, Mirsad Kurtović, Jasmin Grahić, Belma Kalamujić-Stroil, Lejla Lasić, Jasna Hanjalić, Fuad Gaši .....</b></p> <p style="padding-left: 2em;">Udio klonskih biljaka borovnice (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.) unutar prirodnih populacija na području općine Kladanj i Srebrenica <i>Ratio of clonal plants among natural bilberry (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.) populations located in municipalities of Kladanj and Srebrenica</i></p>	20
<p><b>Mersija Delić, Agan Kojić .....</b></p> <p style="padding-left: 2em;">Opterećenje čokota okcima na prinos i kvalitet grožđa kod sorte Viktoria na lokalitetu Nerezi <i>Bud load on yield and grape quality of the cultivar Victoria in the locality Nerezi</i></p>	28
<p><b>Alisa Hadžiabulić, Elma Temim .....</b></p> <p style="padding-left: 2em;">Uticaj zasjenjenja na broj cvasti i visinu biljke niske kadifice (<i>Tagetes patula</i> L.) i alisuma (<i>Alyssum maritimum</i> L.) u području Hercegovine <i>Effect of shade on the number of inflorescences and plant height of french marigold (<i>Tagetes patula</i> L.) and alyssum (<i>Alyssum maritimum</i> L.) in the area of Herzegovina</i></p>	41
<p><b>Mladen Zovko, Ivan Ostojić, Luka Bošnjak .....</b></p> <p style="padding-left: 2em;">Rasprostranjenost eriofidne grinje <i>Aceria kuko</i> (Kishida) (Acari: Eriophyidae) u Bosni i Hercegovini <i>The prevalence of the goji gall mite, <i>Aceria kuko</i> (Acari: Eriophyidae), in Bosnia and Herzegovina</i></p>	49
<p><b>Emina Mušanović, Senada Čengić-Džomba, Salko Muratović, Emir Džomba, Dženan Hadžić .....</b></p> <p style="padding-left: 2em;">Efekat dodavanja kvasca <i>Saccharomyces cerevisiae</i> – Yea Sacc<sup>1026</sup> u obroke laktirajućih koza na sastav kozijeg mlijeka <i>Effect of live yeast culture <i>Saccharomyces cerevisiae</i> – Yea Sacc<sup>1026</sup> on goat milk composition</i></p>	58

<b>Adi Vesnić, Mahir Gajević, Aldijana Mušović, Samir Đug, Nusret Drešković, Enad Korjenić, Rifat Škrijelj .....</b>	66
Trofički odnosi <i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Perciformes) u hidroakumulaciji Jablanica na rijeci Neretvi <i>Trophic interactions of Lepomis gibbosus (Linnaeus, 1758)</i> <i>(Actinopterygii: Perciformes) in Jablanica reservoir on the river</i> <i>Neretva</i>	
<b>Senad Šljuka, Lada Lukić Bilela, Nusret Drešković, Samir Đug, Rifat Škrijelj .....</b>	79
Distribucija populacija smuđa <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758) u vodotocima Bosne i Hercegovine <i>Distribution of pike-perch Sander lucioperca (Linnaeus, 1758)</i> <i>populations in watercourses of Bosnia and Herzegovina</i>	
<b>Sabiha Aganović, Suvad Lelo .....</b>	88
Fekunditet u sezonama (zima, proljeće, ljeto) i analiza vanjskih fizičkih osobina jaja odabranih pripadnika vrste <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 (Aves: Columbiformes) iz Sarajeva <i>Fecundity in different seasons (winter, spring, summer) and</i> <i>analysis of outer physical properties of eggs of selected species</i> <i>Columba livia Gmelin, 1789 (Aves: Columbiformes) from</i> <i>Sarajevo</i>	
<b>Lada Lukić Bilela, Maja Hodžić, Adi Vesnić, Samir Đug .....</b>	101
Prediktivno modeliranje distribucije populacija šišmiša (Chiroptera) sa Dodatka II Direktive o staništima na području Bosne i Hercegovine <i>Predictive population distribution modelling of the bats</i> <i>(Chiroptera) listed in Annex II of the Habitat Directive in Bosnia</i> <i>and Herzegovina</i>	
<b>Milenko Blesić, Amila Vranac, Mirela Smajić Murtić, Nermina Spaho</b>	112
Polifenolni profili jabučnih vina proizvedenih spontanom i indukovanom fermentacijom šire sa različitim sadržajem šećera <i>Polyphenol profiles of apple wines produced by spontaneous and</i> <i>induced fermentation of juices with different concentrations of</i> <i>sugar</i>	

<b>Sabina Operta, Velida Smailhodžić, Munevera Begić .....</b>	123
Uticaj skladištenja na fizikalno-hemijska i senzorna svojstva Kreševke i Sarajevske kobasice <i>Effects of storage on physical, chemical and sensory properties of     Kreševka and Sarajevska sausage</i>	
<b>Vildana Alibabić, Edina Šertović, Melisa Oraščanin, Dijana Mustafić</b>	137
Prehrambene navike vegetarijanaca na području općine Bihać <i>Nutritional habits of vegetarians in the area of Bihać county</i>	
<b>Indeks autora / Authors' index</b>	149
<b>In memoriam</b>	150
<b>Uputstvo za objavljivanje radova</b>	152
<b>Instructions for publishing papers</b>	155





## EVALUATION OF SOME AGRONOMIC PROPERTIES OF IRANIAN BARLEY LANDRACES UNDER GREENHOUSE CONDITIONS\*

Amir Rahimi<sup>1</sup>, Aziz Karakaya<sup>2</sup>, Arzu Çelik Oğuz<sup>2</sup>, Namuk Ergün<sup>3</sup>, Sinan Aydoğan<sup>3</sup>

*Original scientific paper*

### Summary

Some agronomic properties of Iranian barley landraces were evaluated using pot experiments under greenhouse conditions. Different seeds of landraces obtained from different regions of northwest Iran were evaluated for their plant heights, number of tillers and length of the spikes. Seeds included 2- and 6-rowed landraces and light and dark colored kernels. Plant height values of the landraces were between 48 and 93 cm. Number of tillers were between 1 and 18. Length of the spikes ranged between 4-10 cm. PCA analysis revealed that 10 landraces (landraces 19, 53, 20, 63, 75, 80, 93, 55, 57 and 70) were more noticeable in terms of plant height and spike length. Plant height, spike length and number of tillers of 11 landraces (landraces 3, 4, 8, 68, 40, 58, 76, 77, 89, 98 and 59) were more pronounced. Landraces 22, 29, 42, 94, 17, 18, 33 and 51 exhibited low potential for the traits measured. It appeared that Iranian barley landraces had rich genetic potential.

**Key words:** *Barley landraces, Iran, genetic variation*

### INTRODUCTION

Barley (*Hordeum vulgare* L.) is an important crop in world agriculture. Barley has been grown in Iran for thousands of years. In Iran, barley is the second most important cereal following wheat (FAO, 2017).

In order to meet the increasing demand for cereals, quality and quantity of cereals should be increased. One of the most important sources for yield improvement is the use of landraces. Barley landraces are still planted in many regions of the world. Landraces have been grown in the same or adjacent places for a long period of time and they endured a long natural selection process. Landraces may possess resistance genes against biotic stress factors and also they have a rich variation for abiotic stress tolerance factors. The rich genetic potential of landraces can be revealed by performing agronomical and pathological studies and their use in breeding studies for

---

\*Rad prezentiran na 28. Međunarodnoj naučno-stručnoj konferenciji poljoprivrede i prehrambene industrije / Paper presented at the 28th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, 27–29 September, 2017, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

<sup>1</sup> Urmia University, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Urmia, West Azerbaijan, Iran

<sup>2</sup> Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Dışkapı, Ankara, 06110, Turkey

<sup>3</sup> Central Research Institute for Field Crops, Yenimahalle, Ankara, Turkey

Correspondence: Aziz Karakaya, Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Dışkapı, Ankara, 06110, Turkey.

E-mail: karakaya@agri.ankara.edu.tr

biotic and abiotic stress factors will have a tremendous value. Barley landraces have great potential for improvement of barley (Ceccarelli and Grando 2000; Ergün *et al.* 2017; Çelik Oğuz *et al.* 2017).

In this study, some agronomic traits (row type, kernel color, plant height, number of tillers and spike length) of the barley landraces obtained from Oshnaviye, Piranshahr, Bukan and Naghadeh regions of northwest Iran were evaluated under greenhouse conditions. The aim of the study was to determine these agronomical and morphological traits of Iranian barley landraces and to select landraces with high potential to use in breeding studies.

## MATERIALS AND METHODS

Twenty two barley landrace populations were obtained from Oshnaviye, Piranshahr, Bukan and Naghadeh regions of northwest Iran. Healthy looking light colored seeds (white and yellow to tan to cream colored) from different regions were selected. Dark colored (mainly black and grayish) seeds were also included. A total of one hundred eight seeds were selected. Individual seeds were planted in 24 cm in diameter plastic pots filled with field soil. These pots were placed on a greenhouse bench. Greenhouse conditions ranged between  $16\pm 3$  -  $23\pm 3$ °C night/day with a 10/14 light/dark regime. At maturity stage, plant heights, number of tillers and spike lengths (without awns) and row types of the landraces were determined. Bipolar graphics based on PCA analysis, estimated Pearson correlation coefficients between investigated traits and descriptive statistics were accomplished using JMP (V. 11) software (SAS Institute).

## RESULTS AND DISCUSSION

A large variation was observed for plant heights, number of tillers and spike lengths of the landraces (Table 1). Ninety of the barley landraces were two-rowed light colored barley landraces and 12 of the landraces were two-rowed dark colored barley landraces. There were six 6-rowed barley landraces. Mean plant height (cm), number of tillers and spike length (cm) of the landraces were 66.13, 7.99 and 5.81, respectively. Plant height values of the landraces were between 48-93 cm (Table 2). Plant heights of the two-rowed light and dark colored barley landraces ranged between 48- 93 cm and 56-80 cm, respectively. The range of the plant heights of 6-rowed landraces were 54-82 cm. Number of tillers produced by the barley landraces ranged between 1 and 18. Tiller numbers of 6-rowed landraces varied between 1-5. Tiller numbers of light and dark colored 2 row landraces varied between 1-18 and 5-17, respectively. Spike lengths of 6-rowed landraces varied between 5-9 cm. Spike lengths of 2-rowed light colored landraces varied between 2-10 cm and spike lengths of 2-rowed dark colored landraces varied between 5-9 cm. Plant heights of landraces obtained from Naghadeh, Oshnaviye, Piranshahr and Bukan regions ranged between 48-93 cm, 60-93 cm, 49-70 cm and 50-92 cm, respectively. Number of tillers produced by landraces obtained from Naghadeh, Oshnaviye, Piranshahr and Bukan

regions ranged between 1-18, 3-11, 1-15 and 1-16, respectively. Spike length values of landraces obtained from Naghadeh, Oshnaviye, Piranshahr and Bukan regions ranged between 2-9, 5-10, 3-6 and 3-10 cm, respectively.

Table 1. Some agronomical characteristics of Iranian barley landraces obtained from northwest Iran under greenhouse conditions.

Landrace No	Location	Row type	Kernel color	Plant height (cm)	Number of tillers	Spike length (cm)
19	Oshnaviye 1-4	2	Light	93	5	10
43	Oshnaviye 1-1	2	Light	60	11	6
45	Oshnaviye 1-1	2	Light	65	5	7
53	Oshnaviye 1-4	2	Light	92	7	10
65	Oshnaviye 1-4	2	Light	82	4	7
72	Oshnaviye 1-1	2	Light	67	6	8
73	Oshnaviye 1-1	2	Light	74	6	7
79	Oshnaviye 1-1	2	Light	80	6	7
90	Oshnaviye 1-4	2	Light	86	4	6
102	Oshnaviye 1-2	6	Light	82	3	5
10	Piranshahr 2-3	6	Light	65	4	5
11	Piranshahr 2-1	2	Light	50	14	4
21	Piranshahr 2-9	6	Light	62	5	5
22	Piranshahr 2-2	2	Light	53	2	3
24	Piranshahr 2-3	2	Light	53	9	5
26	Piranshahr 2-2	2	Light	54	10	6

Table 1. Some agronomical characteristics of Iranian barley landraces obtained from northwest Iran under greenhouse conditions (continued).

Landrace No	Location	Row type	Kernel color	Plant height (cm)	Number of tillers	Spike length (cm)
29	Piranshahr 2-3	6	Light	54	4	4
30	Piranshahr 2-1	2	Light	63	11	5
36	Piranshahr 2-1	2	Light	57	8	6
41	Piranshahr 2-2	2	Light	53	11	5
42	Piranshahr 2-2	2	Light	50	1	3
54	Piranshahr 2-1	2	Light	55	15	6
69	Piranshahr 2-3	2	Light	52	15	5
50	Piranshahr 2-3	2	Light	70	4	6
62	Piranshahr 2-1	2	Dark	60	5	6
78	Piranshahr 2-3	2	Light	49	8	5
105	Piranshahr 2-2	2	Light	64	8	5
12	Bukan 3-1	2	Light	70	9	6
13	Bukan 3-3	2	Light	50	11	6
20	Bukan 3-4	2	Light	80	8	9
25	Bukan 3-3	2	Light	58	12	4
35	Bukan 3-3	2	Light	63	3	5
39	Bukan 3-3	2	Light	65	6	5
40	Bukan 3-4	2	Light	75	10	8
60	Bukan 3-1	2	Light	56	5	6
61	Bukan 3-3	2	Light	58	6	6
63	Bukan 3-4	2	Light	85	11	10
70	Bukan 3-2	2	Light	84	11	10
75	Bukan 3-2	2	Light	92	11	10
76	Bukan 3-2	2	Light	82	16	9
80	Bukan 3-4	2	Light	88	8	7
82	Bukan 3-5	2	Light	56	5	5
84	Bukan 3-2	2	Light	80	8	6
93	Bukan 3-2	2	Light	82	7	8
94	Bukan 3-2	6	Light	58	1	3
107	Bukan 3-1	2	Light	80	6	4

Table 1. Some agronomical characteristics of Iranian barley landraces obtained from northwest Iran under greenhouse conditions (continued).

Landrace No	Location	Row type	Kernel color	Plant height (cm)	Number of tillers	Spike length (cm)
1	Naghadeh 4-9	2	Light	50	7	5
2	Naghadeh 4-4	2	Light	62	16	6
3	Naghadeh 4-6	2	Dark	80	15	6
7	Naghadeh 4-6	6	Light	70	4	5
4	Naghadeh 4-5	2	Dark	74	13	8
5	Naghadeh 4-3	2	Light	54	11	5
6	Naghadeh 4-2	2	Light	60	5	6
8	Naghadeh 4-4	2	Dark	70	17	7
9	Naghadeh 4-10	2	Dark	70	8	6
14	Naghadeh 4-4	2	Dark	65	9	6
15	Naghadeh 4-8	2	Light	54	8	6
16	Naghadeh 4-3	2	Light	50	8	4
17	Naghadeh 4-2	2	Light	52	5	3
18	Naghadeh 4-9	2	Light	49	5	2
23	Naghadeh 4-3	2	Light	50	10	4
27	Naghadeh 4-4	2	Light	56	5	5
28	Naghadeh 4-5	2	Light	62	5	4
31	Naghadeh 4-8	2	Light	61	7	5
32	Naghadeh 4-8	2	Light	67	11	8
33	Naghadeh 4-10	2	Light	48	4	3
34	Naghadeh 4-9	2	Light	60	5	5
37	Naghadeh 4-3	2	Light	55	4	6
38	Naghadeh 4-6	2	Light	50	6	5
44	Naghadeh 4-8	2	Light	59	6	5
46	Naghadeh 4-6	2	Light	57	4	5
47	Naghadeh 4-1	2	Light	51	8	5
48	Naghadeh 4-3	2	Light	53	8	6
49	Naghadeh 4-1	2	Light	52	9	3

Table 1. Some agronomical characteristics of Iranian barley landraces obtained from northwest Iran under greenhouse conditions (continued).

Landrace No	Location	Row type	Kernel color	Plant height (cm)	Number of tillers	Spike length (cm)
51	Naghadeh 4-10	2	Light	49	5	3
52	Naghadeh 4-10	2	Light	67	6	6
55	Naghadeh 4-6	2	Light	93	11	9
56	Naghadeh 4-2	2	Light	70	13	6
57	Naghadeh 4-11	2	Light	93	11	9
58	Naghadeh 4-11	2	Light	68	11	8
59	Naghadeh 4-1	2	Light	64	12	8
64	Naghadeh 4-9	2	Light	55	7	4
66	Naghadeh 4-11	2	Light	70	5	5
67	Naghadeh 4-6	2	Dark	76	6	6
68	Naghadeh 4-5	2	Dark	78	14	8
71	Naghadeh 4-11	2	Light	66	6	7
74	Naghadeh 4-9	2	Light	50	8	4
77	Naghadeh 4-4	2	Dark	78	17	9
81	Naghadeh 4-5	2	Dark	64	7	6
83	Naghadeh 4-7	2	Light	67	4	7
85	Naghadeh 4-4	2	Dark	80	7	7
86	Naghadeh 4-2	2	Light	78	6	4
87	Naghadeh 4-2	2	Light	78	5	5
88	Naghadeh 4-1	2	Light	70	8	5
89	Naghadeh 4-10	2	Light	78	18	6
91	Naghadeh 4-1	2	Light	80	11	4
92	Naghadeh 4-7	2	Light	70	1	4
95	Naghadeh 4-1	2	Light	58	12	6
96	Naghadeh 4-1	2	Light	89	8	5
97	Naghadeh 4-7	2	Light	72	7	4
98	Naghadeh 4-7	2	Light	72	17	6
99	Naghadeh 4-11	2	Light	68	6	6

Table 1. Some agronomical characteristics of Iranian barley landraces obtained from northwest Iran under greenhouse conditions (continued).

Landrace No	Location	Row type	Kernel color	Plant height (cm)	Number of tillers	Spike length (cm)
100	Naghadeh 4-6	2	Light	51	2	6
101	Naghadeh 4-6	2	Light	50	5	5
103	Naghadeh 4-5	2	Light	76	10	5
104	Naghadeh 4-10	2	Dark	60	8	5
106	Naghadeh 4-1	2	Light	78	11	6
108	Naghadeh 4-5	2	Light	78	10	5

Table 2. Descriptive statistics of plant height, number of tillers and spike lengths of barley landraces obtained from Northwest Iran.

Traits	Mean	Std. Dev.	Minimum	Maximum
Plant height (cm)	66.13	12.56	48	93
Number of tillers	7.99	3.83	1	18
Spike length (cm)	5.81	1.74	2	10

The highest and lowest mean plant height and spike length values were observed with Oshnaviye and Piranshahr populations, respectively. Landraces from Naghadeh region produced the highest mean number of tillers. On the other hand, Oshnaviye region landraces produced the least mean number of tillers (Table 3).

Table 3. Descriptive statistics of plant height, number of tillers and spike lengths of barley landraces obtained from Northwest Iran by locations.

Traits	Locations	n	Mean	Std. Dev.	Minimum	Maximum
Plant height	Bukan	19	71.7	13.1	50	92
	Naghadeh	62	65.1	11.8	48	93
	Oshnaviye	10	78.1	11.3	60	93
	Piranshahr	17	56.7	6.2	49	70

Spike length	Bukan	19	6.7	2.2	3	10
	Naghadeh	62	5.5	1.5	2	9
	Oshnaviye	10	7.3	1.6	5	10
	Piranshahr	17	4.9	1.0	3	6

Number of tillers	Bukan	19	8.1	3.5	1	16
	Naghadeh	62	8.4	3.9	1	18
	Oshnaviye	10	5.7	2.2	3	11
	Piranshahr	17	7.9	4.4	1	15

Significant negative correlation was found between row type and number of tillers ( $P<0.01$ ). Majority of the landraces used in this study are two-rowed. Two-rowed landraces are generally more adapted to drought conditions and they consist of long and moderately long landraces. On the other hand, six-rowed landraces are more resistant to lodging and they consist of shorter populations. These traits may be responsible for this negative correlation. Correlations between row type and number of tillers were statistically significant ( $P<0.05$ ). Two-rowed landraces appeared to have more tillers. Two-rowed landraces are more adapted to arid and semi-arid conditions and this could be the reason for production of more tillers. Statistically significant positive correlations were found between spike length and plant height ( $P<0.01$ ). Some tall two-rowed landraces appeared to have longer spike lengths and this could be the reason for this correlation. Also, statistically significant positive correlation was found between number of tillers and spike length ( $P<0.01$ ) (Table 4).

Table 4. Pearson correlation coefficients between row type, plant height, number of tillers and spike lengths

	Row type	Plant height	Number of tillers
Plant height	-0.019		
Number of tillers	-0.286**	0.191*	
Spike length	-0.183	0.645**	0.363**

\* Significant at 0.05 probability level

\*\* Significant at 0.01 probability level

Biplot graphics showed that landraces numbered as 19, 53, 20, 63, 75, 80, 93, 55, 57 and 70 were more pronounced in terms of plant height and spike length. There was no landrace from Piranshahr related to these traits (Figure 1). Landraces numbered as 3, 4, 8, 68, 40, 58, 76, 77, 89, 98 and 59 formed a separate cluster. These genotypes were more noticeable in terms of spike length, plant height and number of tillers. There was no effect of kernel color in this cluster. Both light colored and dark colored landraces were present in this cluster. Majority of these landraces were from Naghadeh region and only two landraces were from Bukan region. All of these landraces were 2-rowed. Landraces numbered as 1, 5, 13, 2, 15, 11 and 16 exhibited low potential in terms of spike length and plant height. Landraces numbered as 22, 29, 42, 94, 17, 18, 33, 51



exhibited low potential related to all traits measured. Landraces numbered as 29 and 94 were six-rowed and others were two-rowed landraces. Six-rowed barley landraces formed a separate cluster. Six-rowed landraces numbered as 10, 21, 7 and 102 were better in agronomical characters compared to 6-rowed landraces 29 and 94.

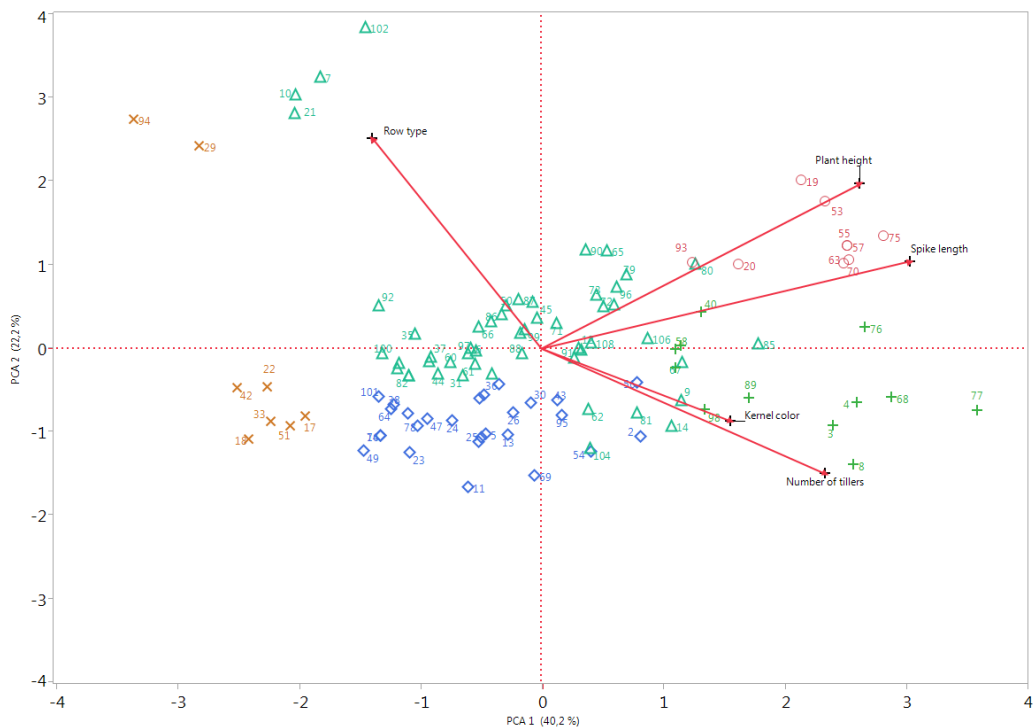


Figure 1. Biplot graphics based on PCA analysis of some traits measured on Iranian barley landraces

In the current study, a large variation regarding row type, kernel color, plant height, number of tillers and spike lengths were found among the barley landraces obtained from northwest Iran. Promising barley landraces could be used in breeding studies or they can be used directly as the seeding materials. Landraces possessing better traits should also be tested under field conditions and their reactions to biotic and abiotic stress conditions should be determined.

Ebrahimi *et al.* (2013) evaluated genetic diversity of wild barley and 115 landraces of barley from five *Hordeum* species (*H. vulgare*, *H. spontaneum*, *H. bulbosum*, *H. Marinum* and *H. murinum*). Analysis of variance showed significant differences between the landraces for all of the studied traits. Their results showed a high level of genetic diversity in wild and landraces of barley which could be used for barley cultivar improvement.

Khodayari *et al.* (2012) evaluated the genetic diversity of 32 individuals of two-rowed and six-rowed Iranian barley landraces using 17 microsatellite markers. A high level of polymorphism was observed. The authors concluded that there was a high level of genetic diversity between the barley landraces in Iran and Iranian barley gene pool was valuable source to search for new useful alleles for crop improvement.

Khajavi *et al.* (2014) investigated genetic diversity among the 20 barley genotypes in Ardabil, Iran. Days to flowering, plant height, 1000 seed weight, number of infertile tiller, number of seed per spike, harvest index, days to maturity, straw yield and grain yield were investigated. In their study, five genotypes were found as superior genotypes based on the investigated traits. In our current study, 10 landraces (landraces 19, 53, 20, 63, 75, 80, 93, 55, 57 and 70) were more pronounced in terms of plant height and spike length. Also in our current study, spike length, plant height and number of tillers of eleven landraces (landraces 3, 4, 8, 68, 40, 58, 76, 77, 89, 98 and 59) were more noticeable.

Ergün *et al.* (2017) evaluated two hundred barley landraces for grain yield and some agronomic traits in Turkey. Great variation among the genotypes were observed. The range of the values were 172–194 days for days to heading, 216–240 days for days to maturity, 82–134 cm for plant height, 204–796 for spike number per m<sup>2</sup>, 1500–7426 kg ha<sup>-1</sup> for grain yield and 31.5–53.2 g for thousand kernel weight. High variation in investigated traits was observed in spike number per m<sup>2</sup>, grain yield and thousand kernel weight. Spike number per m<sup>2</sup> had the highest effect on grain yield of landraces used in their study. The researchers concluded that these landraces had a potential to use for direct registration or as a genetic material in crossing programs of a barley breeding program. In our current study, we also identified barley landraces with better agronomical characters.

The current study showed that variation was evident in all traits measured. This showed the rich genetic potential of barley landraces from northwest Iran. Landraces with superior qualities should be tested under field conditions for agronomic traits.

## CONCLUSIONS

A large variation was found among the Iranian barley landraces regarding row type, kernel color, plant height, number of tillers and spike length characteristics. Landraces numbered as 19, 53, 20, 63, 75, 80, 93, 55, 57 and 70 were more pronounced in terms of plant height and spike length. Landraces numbered as 3, 4, 8, 68, 40, 58, 76, 77, 89, 98 and 59 were more noticeable in terms of spike length, plant height and number of tillers. Promising landraces should be tested under field conditions. Superior landraces could be used for variety registration or as a genetic material in a barley breeding program.

## ACKNOWLEDGEMENT

We thank Cansu Doğan, Nursena Kızıl and Aslı Erol for their help during this study.

## REFERENCES

- Ceccarelli, S., Grando, S. (2000): Barley landraces from the Fertile Crescent: a lesson for plant breeders. P. 51-76 In: Genes in the field, on farm conservation of crop diversity (Ed. S.B.Brush). IPGRI Rome, IDRC Ottawa, Lewis Publishers, Boca Raton.
- Çelik Oğuz, A., Karakaya, A., Ergün, N., Sayim, İ. (2017): Turkish barley landraces resistant to net and spot forms of *Pyrenophora teres*. *Phytopathologia Mediterranea*, 56: 217-223.
- Ebrahimi, A., Naghavi, M. R., Sabokdast, M., Sarabshelli, A. M., Ghaderdan. K. (2013): Evaluation of genetic diversity of Iranian wild barley (*Hordeum* sp.) and landraces using morphological characters. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 21(1):56-66 (in Persian).
- Ergün, N., Aydoğan, S., Sayim, İ., Karakaya, A., Çelik Oğuz, A. (2017): Arpa (*Hordeum vulgare* L.) köy çeşitlerinde tane verimi ve bazı tarımsal özelliklerin incelenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (2): 180–189.
- FAO, 2017. <http://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=IRN>
- JMP software (V. 11). SAS Institute. Cary, North Carolina, USA.
- Khajavi, A., Aharizad, S., Ahmadizadeh, M. (2014): Genetic diversity of promising lines of barley based on pheno-morphological traits in Ardabil area. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(2): 456-462.
- Khodayari, H., Saeidi, H., Roofigar, A. A., Rahiminejad, M. R., Pourkheirandish, M., Komatsuda, T. (2012): Genetic diversity of cultivated barley landraces in Iran measured using microsatellites. *International Journal of Bioscience Biochemistry and Bioinformatics*, 2(4): 287-290.

## UDIO KLONSKIH BILJAKA BOROVNICE (*Vaccinium myrtillus* L.) UNUTAR PRIRODNIH POPULACIJA NA PODRUČJU OPĆINE KLADANJ I SREBRENICA

Adnan Hodžić<sup>1</sup>, Mirsad Kurtović<sup>1</sup>, Jasmin Grahić<sup>1</sup>, Belma Kalamujić-Stroil<sup>2</sup>,  
Lejla Lasić<sup>2</sup>, Jasna Hanjalić<sup>2</sup>, Fuad Gaši<sup>1</sup>

*Prethodno saopštenje*

### Rezime

Borovnica *V. myrtillus*, osim generativnog, posjeduje i sposobnost da se razmnožava vegetativno, putem rizoma koji rastu horizontalno. Prisustvo većeg udjela klonskih biljaka borovnice, na određenom staništu povećava i vjerovatnoću samooplodnje. Navedena pojava, kod borovnice, uzrokuje inbridišku depresiju koja utječe na smanjenje stvaranja sjemenki i plodova kod ove vrste. U ovoj studiji izvršena je determinacija udjela klonskih biljaka u sklopu dvije prirodne BiH populacije borovnice, i to na području općine Kladanj i Srebrenice, upotrebom mikrosatelitskih ili SSR markera. Rezultati genotipizacije ukazuju na jasnu razliku u pogledu udjela klonskih biljaka između populacija „Kladanj“ i „Srebrenica“, gdje je u drugonavedenoj populaciji udio ovih biljaka dosta veći. Između navedenih populacija utvrđena je značajna genetička diferencijacija, što barem djelomično ukazuje da su uočene razlike pod utjecajem nasljedne osnove. U cilju dobijanja cjelovitije slike, neophodno je uključiti dodatne populacije borovnice, te analizirati dodatne SSR lokuse. Takođe, rezultate genetičke analize neophodno je upotpuniti sa fenotipskim podacima, što bi dalo uvid u posljedice smanjene heterozigotnosti na komercijalne odlike borovnice.

Ključne riječi: *mikrosateliti, samooplodnja, inbridiška depresija.*

### UVOD

Borovnica (*Vaccinium myrtillus* L.), predstavlja diploidnu ( $2n=24$ ) (Ritchie 1956), grmoliku biljku, koja pripada rodu *Vaccinium*, porodice *Ericaceae*. Visina grma *V. myrtillus* varira od 10 do 60 cm, u zavisnosti od zemljišta i ostalih karakteristika staništa u kojoj se isti nalazi.

U Bosni i Hercegovini borovnica raste na višim nadmorskim visinama gotovo svih planina, kao sastavni dio biocenoze tih lokacija, te izvanredno koristi difuznu svjetlost (Kurtović *et al.*, 2016). Navedene populacije dominantno služe za sakupljanje plodova u cilju konzumacija istih u svježem stanju ili kao sirovina za razna slatka i

---

<sup>1</sup>Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Zmaja od Bosne 8, 71 000, Sarajevo,

<sup>2</sup>Institut za genetičko inženjerstvo i biotehnologiju, Univerzitet u Sarajevu, Zmaja od Bosne 8 (Kampus), 71 000, Sarajevo  
Korespondencija: Fuad Gaši, fudo01@yahoo.com

druge preradevine, ali se ova vrsta tradicionalno koristi i kao ljekovita biljka (Saric-Kundalic *et al.*, 2011). Iako ne postoje pouzdani statistički podaci o količini plodova borovnice koja se godišnje sakupi i ponudi na tržištu u BiH, anketiranjem prerađivačke industrije u Švedskoj, Paassilta *et al.* (2009) navode da su kompanije u ovoj državi u 2007. godini uvezli 40 tona zamrznute borovnice *V. myrtillus* iz BiH. U sklopu inventurizacije biljnih genetskih resursa, provedene pod okriljem međunarodnog projekta SEEDNet (South East European Development Network on Plant Genetic Resources), identifikovana su tri značajna lokaliteta u kontinentalnoj BiH, gdje se vrši eksploatacija raznolikih prirodnih populacija borovnice, i to u blizini opština Kladanj, Srebrenica i Fojnice.

Borovnica posjeduje sposobnost da se razmnožava vegetativno, i to rizomima koji rastu horizontalno, kojima formira mrežu biljaka, gdje rastojanje od majke do kćerke biljke može da dosegne 5 do 15 metara. Navedeni rizomi prvo izrastu 20-30 cm, od mjesta nastanka, prije nego što se simpodijalno granaju. Najbujniji rizom se obično usmjeri prema gore, te se razvija zeleni izdanak od kojeg nastaje nova biljka (Nestby *et al.* 2012).

U pogledu generativnog razmnožavanja, iako je samooplodnja moguća kod borovnice, stranooplodnja rezultira u višim prinosima (Nuortila *et al.*, 2002). Prilikom generativnog razmnožavanja, sjemenke borovnice se prenose od strane ptica (Flower-Ellis, 1971), te stoga posjeduju značajan kapacitet geografskog širenja.

Udio samooplodnje kod borovnice, značajno se povećava ukoliko je na određenom mjestu izraženo prisustvo klonskih potomaka iste biljake, i to usljed pojave geitonogamije (Albert *et al.*, 2008). Navedena pojava podrazumijeva oprašivanje između različitih cvjetova iste biljke, a u slučaju borovnice, geitonogamija je prisutna i tokom oprašivanja između cvjetova različitih biljaka iste klonske populacije. Negativni efekti samooplodnje kod borovnice podrazumijevaju inbridišnu depresiju, koja utječe na smanjenje stvaranja sjemenki i plodova kod ove vrste (Guillaume i Jacquemart, 1999). S obzirom na navedeno, uvid u prisustvo klonskih potomaka borovnice, unutar prirodnih populacija ove vrste na području BiH, od velikog je značaja za buduću eksploataciju ovog resursa.

U ovoj studiji izvršena je determinacija udjela klonskih biljaka u sklopu dvije prirodne populacije borovnice, na području kontinentalne BiH. Navedena determinacija provedena je upotrebom mikrosatelitskih ili SSR markera, koji zahvaljujući svojoj polimorfnosti i kodominantnosti predstavljaju idealan alat za ovaj tip istraživanja.

## MATERIJAL I METODE RADA

Prva prirodna populacija *V. myrtillus*, analizirana u sklopu ove studije, locirana je na području općine Kladanj (44°22'01"N18°54'65"E), i to na 1000 m nadmorske visine i terenu sa nagibom od 37°, dok je druga identifikovana na području općine Srebrenica, (43°99'27"N19°41'67"E), i to na 824 m nadmorske visine i terenu sa nagibom od 27°. Unutar svake od dvije odabrane populacije borovnice, označena su po tri plota,

individualne površine od 30 m<sup>2</sup>. Granice označenih plotova su udaljene jedna od druge, najmanje 15 metara, u cilju izbjegavanja uzorkovanja iste klonске populacije. Uzorci tkiva za DNK analizu uzeti su u proljeće 2016. godine, sa pet nasumično odabranih biljaka iz svakog označenog plota. Ekstrakcija DNK izvršena je upotrebom DNeasy Qiagen Plant mini kit-a i odgovarajućeg protokola. Sedam SSR genskih lokusa (CA23, CA483, CA421, CA112, NA741, NA961 i VCC\_J5) koji su analizirani u ovom radu, preuzeti su iz radova Boches *et al.* (2005) i Boches *et al.* (2006). Amplifikacija odabranih lokusa takođe prati metodologiju opisanu u navedenim radovima. Za amplifikaciju upotrebene su fluorescentno označene početnice (primers), radi mogućnosti multipleksiranja, a PCR produkti su analizirani na ABI 310 sekvenceru.

UPGMA dendrogram, na osnovu Jaccard-ovog koeficijenta sličnosti, izračunat je u NTSYS-u (Rohlf, 1993) i vizualiziran uz pomoć MEGA 5 računalnog programa (Molecular Evolutionary Genetics Analysis), (Tamura *et al.*, 2011). Računalni program za populacionu genetiku SPAGeDI 1.3 (Hardy i Vekemans, 2002) upotrebljen je za izračun genskog diverziteta (Nei, 1978), kao i za F statistiku (Weir and Cockerham, 1984).

## REZULTATI I DISKUSIJA

Od ukupno sedam analiziranih mikrosatelitskih genskih lokusa, uspješna amplifikacija je postignuta kod samo četiri (CA23, CA483, CA421, CA112). Ostala tri primer para nisu uspjela amplificirati PCR produkte kod bilo kojeg od 30 ispitivanih jedinki. Slični rezultati, u pogledu uspješnosti amplifikacije kod borovnice, objavljeni su od strane Ytterdal (2011). Naime, u navedenoj studiji testirano je 16 SSR markera, od kojih su samo četiri dala adekvatne rezultate.

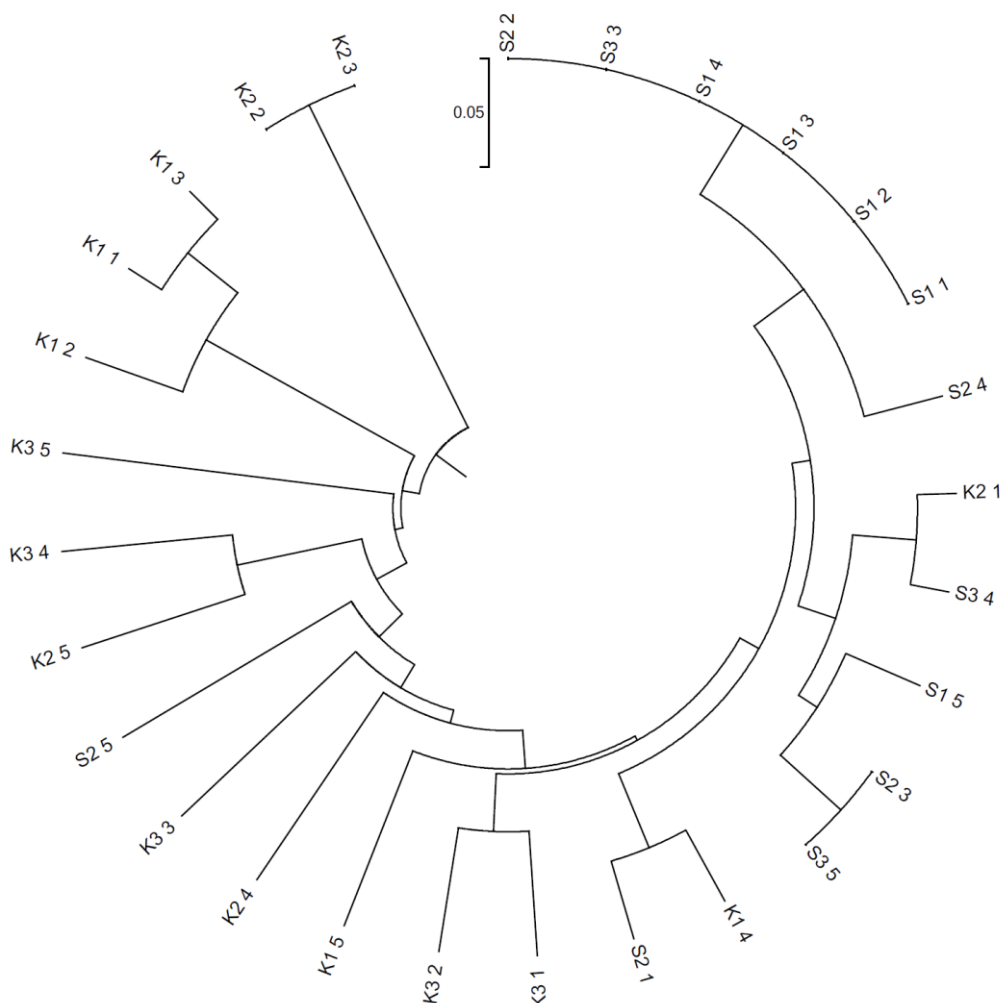
Od 30 ispitivanih uzoraka borovnice, jasni mikrosatelitski profili su dobijeni kod 28 uzoraka. Kod dvije jedinke, uzorkovane iz prirodne populacije lokaliteta "Srebrenica", amplifikacija nije bila uspješna. UPGMA klaster analizom, provedenom na osnovu SSR podataka za 28 jedinki borovnice, upotrebom Jaccard-ovog koeficijenta sličnosti (Grafikon 1.), identifikovano je sedam klonova (udio od 25%). Unutar prirodne populacije „Kladanj“, registrovan je samo jedan klon (udio od 6,7%), dok su svi ostali registrovani u populaciji „Srebrenica“ (udio od 54%). Slična molekularna studija provedena od strane Albert *et al.* (2004), u Belgijskim populacijama *V. myrtillus*, detektovala je znatno manje prisustvo klonova (16%). Izrazito veći udio klonskih biljaka unutar populacije „Srebrenica“ odrazio se i na genski diverzitet, izračunat kod uzoraka ove populacije. Naime, genski diverzitet izračunat za populaciju „Kladanj“ iznosio je 0,549, te je bio dosta veći od istog izračunatog za uzorke iz populacije „Srebrenica“ (0,319). Unatoč datim razlikama važno je napomenuti da su vrijednosti izračunate za ovaj parametar kod prirodnih populacija borovnice na području Norveške bilo mnogo niže (0,08 do 0,12) Ytterdal (2011).

Tabela 1. Broj alela, genski diverzitet i upareni Fst koeficijent izračunati za dvije populacije *V. myrtillus*, sa područja Bosne i Hercegovine.

*Table 1. No. of alleles, gene diversity and pairwise Fst calculated for two V. myrtillus populations from Bosnia and Herzegovina.*

	<i>Kladanj</i>		<i>Srebrenica</i>		Fst	<i>P-vrijednost</i>
	Broj alela	Genski diverzitet	Broj alela	Genski diverzitet		
CA23	2,0	0,067	1,0	0,000	-0,005	0,536
CA483	10,0	0,890	3,0	0,151	0,292	<0,0001
CA421	6,0	0,506	2,0	0,464	0,096	0,011
CA112	9,0	0,733	4,0	0,662	0,213	<0,0001
Svi lokusi	6,8	0,549	2,5	0,319	0,209	<0,0001

Izražene razlike u pogledu udjela klonskih biljaka, između dvije ispitivane BiH populacije vjerovatno su posljedica genetičkih, kao i faktora vanjske sredine.



Grafikon 1. UPGMA klaster analiza provedena na osnovu dobivenih SSR podataka za 28 jedinki borovnice, upotrebom Jaccard-ovog koeficijenta sličnosti

*Graph 1. UPGMA cluster analysis based on polymorphisms of SSR data for 28 bilberry accessions using Jaccard's similarity coefficient.*

Rezultati klaster analize ukazuju na izraženu diferencijaciju između genotipova borovnice (Grafikon 1.), a što potvrđuje i izračunati  $F_{st}$  koeficijent (0,209;  $P < 0,0001$ ), koji služi kao mjera genetičke diferencijacije. Navedena diferencijacija izračunata u ovoj studiji dosta je veća u poređenju sa vrijednostima publikovanim za Belgijske populacije borovnice (0,138), kao i za populacije ove vrste iz Norveške (0,174). Izuzev nasljedne osnove, postoje izvjesne razlike i u pogledu karakteristika staništa u kojima se nalaze ispitivane populacije, a koje potencijalno utječu na širenje borovnice rizomima. Karakteristika staništa koja se najviše izdvaja u ovom pogledu je nagib



terena, gdje ekstremniji uvjeti u pogledu ovog svojstva mogu potencijalno da služe kao prepreka za efikasno vegetativno razmnožavanje. U pogledu nagiba terena, populacija „Kladanj“ se nalazi na zemljištu za 10 stepeni strmijem od populacije „Srebrenica“, te ima izrazito manji udio klonskih biljaka u ispitivanom uzorku. S obzirom da rizomi borovnice, koji rastu horizontalno, prolaze kroz površinski sloj tla, razlike u teksturi i strukturi zemljišta između ispitivanih staništa predstavljaju još jedan bitan faktor u pogledu efikasnosti vegetativnog razmnožavanja kod ovih populacija. Navedeno je naročito relevantno kada se uzme u obzir da odlike rasta borovnice uveliko variraju usljed razlika u staništu (Tolvanen, 1994).

## ZAKLJUČAK

Postoji jasna razlika u pogledu udjela klonskih biljaka između populacija „Kladanj“ i „Srebrenica“, gdje je u drugonavedenoj populaciji udio ovih biljaka dosta veći, pa čak i u poređenju sa studijama provedenim u drugim državama. Izražena genetička diferencijacija ukazuje da su date razlike barem djelomično pod utjecajem nasljedne osnove, mada je nemoguće isključiti i utjecaj vanjske sredine. U cilju dobijanja cjelovitije slike, neophodno je uključiti dodatne populacije borovnice, te analizirati dodatne SSR lokuse. Takođe, neophodno je ispitati dodatne karakteristike staništa u kojima se nalaze analizirane populacije, od kojih su najvažnije odlike zemljišta, te ekspozicije terena. Rezultate genetičkih analiza, takođe je neophodno upotpuniti sa fenotipskim, što bi dalo uvid u posljedice smanjene heterozigotnosti na komercijalne odlike borovnice.

## LITERATURA

- Albert, T., Raspe, O., Jacquemart, A. L. (2004): Clonal diversity and genetic structure in *Vaccinium myrtillus* populations from different habitats. *Belgian Journal of Botany*, 137; 155-162.
- Albert, T., Raspé, O., Jacquemart, A. L. (2008): Influence of clonal growth on selfing rate in *Vaccinium myrtillus* L. *Plant Biology*, 10; 643-649.
- Boches, P. S., Bassil, N. V., Rowland, L. J. (2005): Microsatellite markers for *Vaccinium* from EST and genomic libraries. *Molecular Ecology Notes*. 5; 657-660.
- Boches, P., Bassil, N. V., Rowland, L. (2006): Genetic diversity in the highbush blueberry evaluated with microsatellite markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 131; 674-686.
- Flower-Ellis, J. G. K. (1971). Age structure and dynamics in stands of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). *Avdelningen for Skogsekologi Stockholm, Rapport och Uppsater*, 9; 1-108.
- Guillaume, P., Jacquemart, A. L. (1999): Early inbreeding depression in *Vaccinium myrtillus* and *V. vitis-idaea*. *Protoplasma*, 208; 107-114.

- Hardy, O. J., Vekemans, X. (2002): SPAGeDi: a versatile computer program to analysespatial genetic structure at the individual or population levels. *Mol. Ecol. Notes*, 2; 618–620.
- Kurtović M., Gaši F., Grahić J., Maličević A., Okić A., Grbo L. (2016). Jagodasto voće: biologija, tehnologija uzgoja, rasadnička proizvodnja i oplemenjivanje. Grafičar promet d.o.o. Sarajevo.
- Nei, M. (1978): Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 89; 583–590.
- Nestby R., Percival D., Martinussen I., Opstad N., Rohloff J. (2012). The European blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and the potential for cultivation. A review. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*. 5; 5–16.
- Nuortila, C., Tuomi, J., Laine, K. (2002): Inter-parent distance affects reproductive success in two clonal dwarf shrubs, *Vaccinium myrtillus* and *Vaccinium vitis-idaea* (*Ericaceae*). *Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne De Botanique*; 80, 875-884.
- Paassilta, M., Moisio, S., Jaakola, L., Haggman, H. (2009): Voice of the Nordic wild berry industry. A survey among the companies. Oulu: Oulu University Press.
- Ritchie, J. C. (1956): *Vaccinium-Myrtillus* L. *Journal of Ecology* 44; 291-299
- Rohlf, F. J. (1993): NTSysPC. Applied Biostatistics, New York, NY.
- Šarić-Kundalić, B., Dobeš, C., 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; 1051–1076.
- Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M., Kumar, S. (2011): MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol. Biol. Evol.*, 28; 2731–2739.
- Tolvanen A, Laine K, Pakonen P, Saari E, Havas P. (1994). Response to harvesting intensity in a clonal dwarf shrub, the bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). *Vegetatio* 110, 163-169
- Weir, B. S., Cockerham, C. C. (1984): Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution* 38; 1358–1370.
- Ytterdal, I. B. (2011): Genetic and Phytochemical diversity in Bilberry (*Vaccinium myrtillus*) from a limited Geographical Area. Master thesis. Norwegian University of Science and Technology Department of Biology.

## **RATIO OF CLONAL PLANTS AMONG NATURAL BILBERRY (*Vaccinium myrtillus* L.) POPULATIONS LOCATED IN MUNICIPALITIES OF KLADANJ AND SREBRENICA**

*Preliminary announcement*

### **Summary**

Bilberry *V. myrtillus* possess the ability for generative breeding, as well as for vegetative propagation by rhizomes that grow horizontally. Large presence of clonal plants within a limited area in bilberry populations increases the likelihood of self-pollination. This occurrence, causes inbred depression, which results in decreased production of seeds and consequently berries. In this study the ratio of clonal plants within two natural bilberry population in Bosnia and Herzegovina, located in municipalities of Kladanj and Srebrenica, was examined using microsatellite or SSR markers. The results of genotyping revealed a clear difference in the investigated ratio between the two populations. The “Srebrenica” population had a much higher percentage of clonal plants. A significant genetic differentiation was noted among the examined population, which might indicates that the difference in the ratio of clonal plants may be due to genetic factors. In order to obtain a clearer picture, it is necessary to expand the study on a larger number of populations, as well as to include more SSR loci. Also, the results of the genetic analyses need to be complemented with morphologic data, in order to gain insight in the effect of reduced heterozygosity on commercial traits in these bilberry populations.

*Key words: microsatellites, self-pollination, inbred depression.*

## OPTEREĆENJE ČOKOTA OKCIMA NA PRINOS I KVALITET GROŽĐA KOD SORTE VIKTORIA NA LOKALITETU NEREZI\*

Mersija Delić<sup>1</sup>, Agan Kojić<sup>1</sup>

Originalan naučni rad – *Original scientific paper*

### Rezime

Dvogodišnji ogled (2008 i 2009) na novointrodotovanoj stonooj sorti grožđa Viktoria bio je u proizvodnom zasadu na lokalitetu Nerezi, općina Čapljina. Obavljeno je istraživanje uticaja različitog opterećenja čokota okcima na najvažnije pokazatelje rodnosti i kvaliteta grožđa stonoo sorte Viktoria u datim agro-ekološkim uslovima. Ogled je postavljen na 96 čokota, sa četiri varijante opterećenja čokota rodnim okcima (19, 24, 28 i 33 okca po čokotu) sorte Viktoria u četiri ponavljanja.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi optimalno opterećenje čokota okcima koje će rezultirati dobrim prinosom i kvalitetom grožđa.

Posmatrajući sve parametre koji su značajni za prinos i kvalitet grožđa sorte Viktoria, u ovim istraživanjima najbolji rezultati ostvareni su na čokotima sa opterećenjem od 25 do 30 okaca (varijanta II – 24 okca i varijanta III – 28 okaca).

Ključne riječi: *sorta Victoria, opterećenje rodnim okcima, prinos i kvalitet grožđa*

### UVOD

Stono grožđe je proizvod specijalnih sorata vinove loze ili sorata stvorenih u tu svrhu, u osnovi namijenjeno za potrošnju u svježem stanju zbog svojih senzornih i komercijalnih karakteristika (OIV – 2014). Stono grožđe je jedno od najčešće konzumiranog voća u svijetu. Prihvatanje potrošača stonog grožđa zavisi od različitih fizičkih i hemijskih osobina, među kojima je tekstura bobice i osobine kvaliteta, od velikog značaja za svježiu potrošnju (Ha *et al.*, 2007; Sato *et al.*, 1997). Stona sorta grožđa Viktoria križanac je kojeg su u Institutu za hortikultura istraživanja u Rumuniji stvorili Leopodatu Victoria i Coridei Gheorghe ukrštanjem sorti Kardinal i Afus-ali. Sorta je bujna i ima dobru rodnost bazalnih pupoljaka. Pogodna je za gajenje na različitim uzgojnim oblicima (pergole, špalir). Na uzgojnim oblicima uz žicu i armaturu lako postiže prinose od 20t/ha. Viktoria je rana stona sorta i sazrijeva polovinom augusta. Grozdovi su krupni, a bobice su vrlo velike, slatkog ugodnog okusa, bijelo ili zeleno-žučkaste boje (<http://www.vivairauscedo.com/en/storia>, March 2010).

Predmet istraživanja je bio da se utvrdi uticaj opterećenja čokota rodnim okcima na prinos i kvalitet grožđa sorte Viktoria. Za ovu sortu smo se odlučili zato što je to

---

\*Izvod iz magistarskog rada. Abstract from master's thesis

<sup>1</sup> Poljoprivredno – prehrambeni fakultet Sarajevo; Faculty of Agricultural and Food Sciences Sarajevo

novointrođukovana stona sorta vinove loze i nisu rađena istraživanja na njoj u našim uslovima. Veoma je popularna u zemljama južne Evrope i jedna je od osnovnih stonih sorti ranog sazrijevanja.

## PREGLED LITERATURE

### Rodnost ispitivane sorte

Rodnost je najvažnija agrobiološka osobina sorte, a pored osobina sorte zavisi i od ekoloških uslova uzgoja i primijenjene agrotehnike (Avramov, Briza, 1986). Rodnost kao biološko svojstvo sorti se iskazuje preko: procenta aktiviranih okaca, broja razvijenih lastara, procenta rodni 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).

Osnovni pokazatelji rodnosti su: broj lastara koji se razvije po jedinici površine, procenat rodni lastara, prosječan broj grozdova po jednom rodnom lastaru i prosječna masa grožđa (Negruľj, 1968).

### Mehanički sastav grozda i bobice

Veoma važan ampelografski pokazatelj neke sorte je mehanički sastav grozda i bobice. Mehanička struktura grozda varira kod jedne iste sorte u zavisnosti od uslova gajenja i primjene agrotehnike (Avramov i sar., 1968). Veličina grozda zavisi od uslova sredine i uslova gajenja. Pri ovim istim uslovima, ipak se između sorti pokazuju velike razlike. Veličina grozda se određuje njegovom dužinom i širinom, odnosno njegovom masom (Zilai, 1987). Po obliku grozd može biti: cilindričan, kupast, cilindrično-kupast, krilast i razgranat, a po zbijenosti: veoma zbijen, zbijen, srednje zbijen i rastresit. Stone sorte imaju najčešće krupan, rastresit ili poluzbijen grozd, različite forme (Žunić, Matijašević, 2004).

Stone sorte po krupnoći grozda, Korać, dijeli u tri grupe. Za grozdove srednje krupnoće uzet je interval od 250 g do 350 g. Ispod i iznad ovih vrijednosti su sitni odnosno krupni grozdovi. Sitnije grozdove imaju sorte ranijeg sazrijevanja, a krupnije sorte kasnijeg sazrijevanja, uz zapažanje da u okviru svake grupe postoje izuzetci (Korać, 1989).

Skelet grozda na kome se nalaze bobice naziva se šepurina. Udio šepurine u strukturi grozda varira i zavisi od sorte. U pogledu strukture grozda sve sorte se mogu svrstati u slijedeće grupe (Nemet, 1967, cit. po Polaku, 1995):

- Nepovoljna struktura – sorte sa više od 7 % šepurine,
- Srednje povoljna struktura – sorte sa 5 do 7 % šepurine,
- Povoljna struktura – sorte sa manje od 5 % šepurine.

Masa mesa u bobici je pokazatelj koji se uobičajeno određuje kod mehaničke analize grozda i bobice. Meso čini 70 – 80 % bobice, a u najvećoj mjeri zavisi od sorte. U njemu se pored vode nalazi suha materija i to: šećeri, kiseline i jedan dio rastvorenih soli (Cindrić i sar., 2000).

Pokožica je vanjski dio bobice i čini do 20 % njene mase. U njoj se nalazi visoka koncentracija fenolnih jedinjenja, tartarat i kalcij (Cindrić i sar., 2000). Kod stonih sorti veoma je važna čvrstina pokožice, koje se najčešće transportuju na veća ili manja rastojanja.

Zastupljenost i odnos pojedinih dijelova grozda i bobice variraju u zavisnosti od uslova uzgoja, primijenjene agrotehnike, stepena zrelosti i zdravstvenog stanja grozda. U punoj zrelosti, ako je grožđe zdravo, na šepurinu otpada 2 do 8 %, a na bobicu 92 do 98 %. Najveći broj sorti kod normalno zrelog grožđa ima prosječno 2 do 4 % šepurine. Sorte sitnijih grozdova u strukturi grozda imaju znatno veći postotak šepurine od onih sa velikim grozdovima (Avramov i Briza, 1986, cit. po Prostoserdovu, 1964).

Sjemenke čine 3 – 6 % mase bobice. Sadrže oko 15 % ulja i bogate su u taninskim materijama. U bobici grožđa se može naći 1 – 4 sjemenke, a najčešće od 1 – 2 sjemenke.

Grožđe stonih sorti namijenjeno je prije svega upotrebi u svježem stanju. Zbog toga se i kriterijumi za ocjenu kvaliteta grožđa stonih sorti znatno razlikuju od onih za vinske sorte. Kvalitet grožđa stonih sorti uslovljen je prije svega izgledom grozda i bobice, a zatim okusom grožđa koji zavisi od sadržaja šećera i kiselina, arome, konzistencije mesa, debljine pokožice i mnogih drugih elemenata.

Mehanička analiza grozda i bobica provodi se obično zajedno sa uvometrijskim mjerenjima, iako je zapravo orijentisana na procjenu tehnoloških osobina sorte, odnosno na ocjenu njenih osobina kao sirovine za preradu u vino ili neku drugu namjenu (upotreba u svježem stanju, proizvodnja grožđica i sl.). Provodi se na grozdovima u vrijeme pune zrelosti, na 10 grozdova, odnosno 100 bobica (Maletić i sar., 2008).

Učešće pokožice, mezokarpa i sjemenki u bobici u korelaciji je sa krupnoćom bobice. Sa porastom bobice raste i procentualno učešće pokožice, mezokarpa i sjemenki u bobici. Primjenom različitih režima navodnjavanja, đubrenja (posebno kalijumovim đubrivima) ili ampelotehničkih mjera zelene rezidbe (defolijacije) dolazi do narušavanja odnosa pokožica: mezokarp, dok procentualno učešće sjemenki u bobici ima uglavnom konstantne vrijednosti. Također, u korelaciji sa krupnoćom bobice nalaze se i sadržaj nakupljenog šećera, koncentracija tanina i antocijana u pokožici. Sa porastom bobice od 0,65-1,34 g rasla je koncentracija tanina pokožice od 0,4 -1,0 mg / bobici (Matthews & Nuzzo, 2005).

Međutim, posebno za potrošnju svježeg voća, tekstura je važan atribut u prihvatanju od strane potrošača (Tunick, 2011). Hrskavost je najpoželjnija tekstura za upotrebu u svježem stanju i sorte sa hrskavim mesom su važan genetski materijal za dobijanje novih sorti stonog grožđa (Sato *et al.*, 2000, 2006).

## MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su obavljena u proizvodnom zasadu na lokalitetu Nerezi, općina Čapljina, 2008. i 2009. godine. Ogledni vinograd je u sastavu „Plantaže“ doo Čapljina, a podignut je 2002. godine. Površina zasada je 50 ha. Razmak sadnje je 3 x 1,5 m, a uzgojni oblik čokota je jednostrana kordunica. Nadmorska visina oglednog zasada je 6 m. Vinograd je zasnovan na zemljištu tipa riječni aluvij, reljef je ravan, a klima je mediteranska. U vinogradu ne postoji sistem za navodnjavanje, niti je tokom godina istraživanja vršeno njegovo navodnjavanje. Istraživanje je vršeno na stonj sortu Viktoria kalemljenoj na loznoj podlozi Berlandieri x Riparia Kober 5 BB. Ogled je postavljen po metodi slučajnog izbora u četiri varijante sa različitim opterećenjem čokota, svaka varijanta u četiri ponavljanja, sa 6 čokota u ponavljanju. Rezidba obje istraživane godine obavljena je polovinom februara, a primijenjena je kratka i mješovita rezidba u zavisnosti od varijante opterećenja čokota rodnim okcima. Ogledom su obuhvaćene sljedeće varijante rezidbe:

Tabela 1. Varijante rezidbe sa određenim brojem okaca

Varijanta	Rezidba	br. kondira	br. lukova	br. okaca po čokotu
Varijanta I	kratka	3(5)+ 2(2)	0	19
Varijanta II	mješovita	3 (2)	3 (6)	24
Varijanta III	mješovita	2 (2)	3 (8)	28
Varijanta IV	mješovita	3 (2)	3 (9)	33

Nastupanjem tehnološke zrelosti grožđa obavljena je berba i tom prilikom su uzeti uzorci za mehaničku analizu grozda i bobice, kao i za određivanje sadržaja šećera i ukupnih kiselina u širi. Grozdovi su uzimani sa različitih dijelova čokota.

Analiza mehaničkog sastava i strukture grozda i bobice rađena je pomoću test metode ampelografske komisije, odnosno modifikovanom metodom Prostoserdova, uz određivanje sljedećih pokazatelja:

- Sastav grozda
  - Masa grozda (g)
  - Masa šepurine u grozdu (g)
  - Masa bobica u grozdu (g)
- Sastav bobice
  - Masa 100 bobica (g)
  - Masa mesa u 100 bobica (g)
  - Masa pokožice u 100 bobica (g)
  - Masa sjemenki u 100 bobica (g)
  - Broj sjemenki u 100 bobica (kom)

Dobijeni podaci tokom istraživanja obrađeni su primjenom deskriptivne statistike, grafičkih prikaza, dvofaktorske ANOVE i LSD testa za potvrdu rezultata ANOVE i

provjeru signifikantnosti razlika između dobivenih prosječnih vrijednosti, te indeksiranje.

## EKOLOŠKI USLOVI ISTRAŽIVANJA

Za normalan razvoj vinove loze, redovno plodonošenje i dobivanje visokih prinosa kvalitetnog grožđa neophodni su određeni uslovi spoljne sredine. Najvažniji uslovi i faktori spoljne sredine su klimatski, zemljišni i biotički. Pravilnim izborom sorte vinove loze i lozne podloge, kvalitetnim sadnim materijalom, pravilnim razmještanjem čokota u vinogradu i primjenom određene agrotehnike čovjek može veoma mnogo doprinijeti uspješnoj vinogradarskoj proizvodnji, ali samo u odgovarajućim ekološkim uslovima (Burić, 1995).

Zbog toga treba imati u vidu činjenicu da razne vrste i sorte vinove loze imaju određene zahtjeve prema uslovima spoljne sredine i prema tome odabrati odgovarajući sortiment koji najbolje odgovara datim uslovima. Da bi donijeli odluku o odgovarajućem sortimentu za određeno područje, ali i o primjeni određenih agrotehničkih i ampelotehničkih mjera, neophodno je poznavati kako trenutno stanje temperatura i atmosferskih pojava, tako i njihove višegodišnje prosjeke i ekstreme.

Za analizu meteoroloških uslova na lokalitetu istraživanja korišteni su podaci Meteorološke stanice Čapljina, za istraživani period i višegodišnji prosjeci, a podaci o insolaciji prema mjerenjima Meteorološke stanice Mostar.

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. Klima je odlučujući faktor u određivanju pogodnosti uslova za gajenje vinove loze (Kojić, 2000). Za analizu klimatskih uslova korišteni su podaci meteorološke stanice Čapljina koji su dobijeni iz Federalnog hidrometeorološkog zavoda BiH.

Tabela 2. Osnovni meteorološki faktori u mostarskom vinogorju

Pokazatelj	1961 - 1990	2008	2009
Srednja godišnja temperatura vazduha (°C)	14,1	16,4	16,1
Srednja vegetaciona temperatura vazduha (°C)	18,83	21,54	21,63
Apsolutno minimalna temperatura vazduha (°C)	-14,2	-5,8	-7,3
Apsolutno maksimalna temperatura vazduha (°C)	41	40,3	38,5
Temperaturna suma (°C)	4455	4615	4633
Padavine u vegetaciji (mm)	518	448	332
Godišnja suma padavina (mm)	1102	1030	1022
Dužina perioda vegetacije (dana)	239	240	245
Dužina trajanja sunčeva sjaja (sati)	2287	2471	2412

Meteorološki uslovi u godinama istraživanja odstupali su od višegodišnjeg prosjeka i prema zabilježenim temperaturama vazduha i prema količinama padavina. Tokom



obje ogledne godine temperature vazduha u mjesecima vegetacije bile su iznad višegodišnjeg prosjeka, dok je količina padavina bila znatno niža.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

### Mehanički sastav grozda i bobice

Veoma važan ampelografski pokazatelj neke sorte je mehanički sastav grozda i bobice. Mehanička struktura grozda varira kod jedne iste sorte u zavisnosti od uslova gajenja i primjene agrotehnike (Avramov i sar., 1968).

#### Masa grozda

Statistički testovi su pokazali da za svaku varijantu rezidbe posmatrano po godinama ogleda postoji statistički značajna razlika u prosječnoj masi grozda između 2008. i 2009. godine, odnosno da je u svakoj varijanti rezidbe ogledni faktor godina signifikantno uticao na povećanje vrijednosti parametra prosječna masa grozda u 2009. u odnosu na 2008. godinu.

Dobiveni rezultati o prosječnoj masi grozda gdje je postojala statistički značajna razlika između oglednih godina, mogu se tumačiti značajno manjim brojem grozdova po čokotu u 2009. godini u odnosu na 2008. godinu. Klimatski uslovi za formiranje i diferenciranje okaca su bili znatno povoljniji za okca koja su se razvila u 2009. godini, nego za ona koja su se razvila u 2008. godini.

Tabela 3. Mehanički sastav grozda po varijantama rezidbe u godinama istraživanja<sup>2</sup>

Parametar <i>Parameter</i>	Varijanta rezidbe <i>Bud load variant</i>	Godina <i>Year</i>	
		2008	2009
Masa grozda (g) <i>Bunch weight (g)</i>	I	423,51 <sup>de</sup>	663,63 <sup>ab</sup>
	II	484,91 <sup>cd</sup>	714,65 <sup>a</sup>
	III	331,93 <sup>ef</sup>	582,40 <sup>bc</sup>
	IV	316,75 <sup>f</sup>	663,63 <sup>ab</sup>
Masa bobica u grozdu <i>Weight of berries in the bunch (g)</i>	I	414,07 <sup>cd</sup>	647,90 <sup>a</sup>
	II	474,83 <sup>bc</sup>	671,73 <sup>a</sup>
	III	323,80 <sup>de</sup>	571,95 <sup>ab</sup>
	IV	308,74 <sup>e</sup>	650,05 <sup>a</sup>
Masa šepurine u grozdu (g) <i>Weight of stem in the bunch(g)</i>	I	9,44 <sup>c</sup>	10,48 <sup>bc</sup>
	II	10,09 <sup>c</sup>	14,90 <sup>a</sup>
	III	8,13 <sup>c</sup>	10,45 <sup>bc</sup>
	IV	8,00 <sup>c</sup>	13,58 <sup>ab</sup>

<sup>2</sup> M. Delić i sar. (2017): Radovi Poljoprivredno – prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, god. LXII, broj 67/1

Prosječna masa grozda sorte Viktoria iznosila je 660 g u istraživanjima obavljenim 2009 – 2011 godine u Sremskim Karlovcima u Srbiji (Korać i sar., 2012), a prema istraživanjima obavljenim u Hrvatskoj 2010. godine, iznosila je 703,6 g (Vranješ i sar., 2012), dok je u ovim istraživanjima za 2009. godinu prosječna masa grozda bila 656 g.

### Masa bobica u grozdu

Bobica je plod vinove loze i sastoji se od pokožice, mesa i sjemenki. Prosječna masa bobica je pokazatelj koji uglavnom slijedi zakonomjernosti postavljene prosječnom masom grozda.

Posmatrano po godinama istraživanja, u svim varijantama rezidbe, prisutan je statistički signifikantan rast prosječne mase bobica u grozdu u 2009. godini u odnosu na 2008. godinu i time je potvrđena signifikantnost faktora godine za kretanje pokazatelja masa bobica u grozdu.

Rezultati ovih istraživanja su u skladu sa literaturnim podacima koji govore o učešću mase bobice u strukturi grozda. Takođe su u skladu sa istraživanjima koja su obavljena na sorti Viktoria u uslovima sjeverne Grčke, gdje je učešće mase bobice u strukturi grozda iznosilo 96,7 % (Mattheou *et al.*, 1995).

### Masa šepurine u grozdu

Rezultati testiranja značajnosti razlika pokazuju da nije bilo statistički značajnih razlika u prosječnoj masi šepurine u grozdu po varijantama rezidbe u okvirima godina u kojima je vršeno istraživanje, izuzimajući varijantu I u 2008. godini koja je dala grozd sa statistički značajno manjom masom šepurine (10,48 g) u odnosu na varijantu II (14,90 g). Međutim, statistički značajno veću masu šepurine imali su grozdovi iz svih varijanti rezidbe u 2009. u odnosu na 2008. godinu. Prosječna masa šepurine u grozdu u 2009. godini (12,35 g) bila je značajno veća u odnosu na ostvarenu masu šepurine u grozdu u 2008. godini (8,92 g).

Rezultati dobiveni istraživanjem stonih sorti u uslovima sjeverne Grčke pokazuju da je udio šepurine u strukturi grozda bio kod sorte Viktoria 3,3 %, Italija 2,8 %, Afus-ali 2,8 %, a kod Aleksandrijskog muskata 2,9 % (Mattheou *et al.*, 1995), što je u skladu sa rezultatima ovih istraživanja. Takođe, rezultati ovih istraživanja su u skladu sa literaturnim podacima koji govore o učešću mase šepurine u strukturi grozda.

### Masa 100 bobica

Značajan pokazatelj kod analize stukture grozda i bobice je masa 100 bobica, a takođe je ona pokazatelj uslova u kojima se odvijao rast i razvoj grozda.

Uvidom u podatke u tabeli 4. može se konstatovati da postoji statistički značajan uticaj ogleđnog faktora godina na pokazatelj masa 100 bobica grožđa sorte Viktoria.

Međutim, uticaj oglednog faktora varijanta rezidbe na posmatrani parametar nije statistički dokazan, kao ni međudjelovanje oglednih faktora godina i varijanta rezidbe pri ovim uslovima istraživanja.

Testiranje značajnosti razlika sredina pokazalo je da nije bilo statistički značajnih razlika u prosječnoj masi 100 bobica grožđa kod sorte Viktoria tokom godina istraživanja. Prosječna masa 100 bobica grožđa zabilježena kod svih oglednih tretmana tokom 2009. godine (675,35 g) bila je značajno veća u odnosu na 2008. godinu (445,53 g). Takođe, može se konstatovati da su, posmatrano po varijantama rezidbe, izuzimajući varijantu I, sve varijante dale statistički značajno veću prosječnu masu 100 bobica u 2009. nego u 2008. godini.

Prosječna masa 100 bobica kod sorte Viktoria iznosila je 927 g u istraživanjima obavljenim u Sremskim Karlovcima u Srbiji, 2009 – 2011 godine (Korać i sar., 2012), dok je u ovim istraživanjima bila značajno manja i iznosila je za 2009. godinu 675 g.

Testiranje značajnosti razlika sredina pokazalo je da je prosječna masa mesa u 100 bobica bila statistički značajno veća u 2009. nego u 2008. godini posmatrano po svakoj primijenjenoj varijanti rezidbe. Istovremeno, u 2009. godini nisu zabilježene statistički značajne razlike u prosječnoj masi mesa u 100 bobica posmatrano po varijantama rezidbe. U 2008. godini prosječna masa mesa u 100 bobica kod varijante I (429,77 g) bila je statistički značajno veća u odnosu na prosječnu masu mesa u 100 bobica kod varijanti II (296,55 g) i IV (291, 85 g). U 2009. godini nije postojala statistički značajna razlika između varijanti rezidbe u pogledu kretanja pokazatelja masa mesa u 100 bobica. Statistički značajan uticaj na navedene vrijednosti imao je samo ogledni faktor godina istraživanja.

Rezultati analize varijanse predstavljeni u tabeli 4. pokazuju da je na iskazane različite prosječne mase pokožica u 100 bobica grožđa primjenom različitih modaliteta rezidbe tokom dvije ogledne godine statistički značajan uticaj imao samo ogledni faktor godina, dok uticaj varijante rezidbe nije statistički utvrđen. Takođe, nije utvrđen ni statistički značajan uticaj međudjelovanja oglednih faktora na iskazane različite mase pokožica u 100 bobica. Testiranje značajnosti razlika pokazalo je da između prosječnih masa pokožica sa 100 bobica ni u 2008. ni u 2009. godini nije bilo statističke značajnosti po varijantama rezidbe. Statistički značajne razlike konstatovane su poređenjem varijanti I (85,33 g u 2008. i 153,48 g u 2009. godini) i III (105,45 g u 2008. i 170,03 g u 2009. godini).

Tabela 4. Mehanički sastav bobice sorte Viktoria (2008 – 2009), Nerezi, Čapljina

Parametar <i>Parameter</i>	Varijanta rezidbe <i>Bud load variant</i>	Godina <i>Year</i>	
		2008	2009
Masa 100 bobica (g) <i>Weight of 100 berries (g)</i>	I	519,77 <sup>bc</sup>	642,48 <sup>ab</sup>
	II	418,55 <sup>c</sup>	723,20 <sup>a</sup>
	III	431,00 <sup>c</sup>	707,15 <sup>a</sup>
	IV	412,80 <sup>c</sup>	628,58 <sup>ab</sup>
Masa mesa u 100 bobica (g) <i>Weight of flesh of 100 berries (g)</i>	I	429,77 <sup>bc</sup>	480,01 <sup>ab</sup>
	II	296,55 <sup>d</sup>	561,63 <sup>a</sup>
	III	320,48 <sup>cd</sup>	525,80 <sup>ab</sup>
	IV	291,85 <sup>d</sup>	490,03 <sup>ab</sup>
Masa pokožice u 100 bobica (g) <i>Weight of skin of 100 berries (g)</i>	I	85,33 <sup>d</sup>	153,48 <sup>ab</sup>
	II	115,38 <sup>bcd</sup>	151,38 <sup>ab</sup>
	III	106,45 <sup>cd</sup>	170,03 <sup>a</sup>
	IV	115,15 <sup>bcd</sup>	130,00 <sup>abc</sup>
Masa sjemenki u 100 bobica (g) <i>Weight of seeds of 100 berries (g)</i>	I	4,68 <sup>de</sup>	9,00 <sup>abc</sup>
	II	6,63 <sup>bcd</sup>	10,25 <sup>ab</sup>
	III	4,08 <sup>e</sup>	11,33 <sup>a</sup>
	IV	5,80 <sup>cde</sup>	8,55 <sup>abcd</sup>
Broj sjemenki u 100 bobica (g) <i>No. of seeds of 100 berries (g)</i>	I	63,75 <sup>c</sup>	115,00 <sup>a</sup>
	II	75,00 <sup>bc</sup>	132,00 <sup>a</sup>
	III	54,50 <sup>c</sup>	125,50 <sup>a</sup>
	IV	57,25 <sup>c</sup>	108,50 <sup>ab</sup>

Rezultati predstavljeni u tabeli 4. pokazuju da je na ispoljene različite prosječne mase sjemenki u 100 bobica grožđa sorte Viktoria po oglednim tretmanima statistički značajan uticaj imao samo ogledni faktor godina, dok nije utvrđen statistički značajan uticaj varijante rezidbe, kao ni međudjelovanje oglednih faktora.

U poređenju oglednih godina 2008. i 2009. evidentne su statistički signifikantne razlike u prosječnoj masi sjemenki u 100 bobica grožđa u okviru varijante III ( 11,33 g u 2008. godini i 4,08 g u 2009. godini) i varijante I ( 4,68 g u 2008. godini i 9,00 g u 2009. godini).

Prema podacima iz tabele 4. može se vidjeti da su na ispoljen različit prosječan broj sjemenki u 100 bobica grožđa po oglednim tretmanima statistički značajan uticaj imali uslovi godina istraživanja. Uticaj varijante rezidbe, niti međusobni uticaj oglednih faktora godina i rezidba, na broj sjemenki u 100 bobica nisu statistički dokazani. Testiranje – samo konstatacija da u okviru godina nije bilo statistički značajnih razlika po varijantama rezidbe, ali je u svim slučajevima zabilježena statistički značajna razlika po istoj varijanti rezidbe u različitim godinama.

## ZAKLJUČCI

Istraživanje uticaja opterećenja čokota okcima na prinos i kvalitet grožđa sorte Viktoria izvršeno je na lokalitetu Nerezi u općini Čapljina. Na osnovu rezultata dvogodišnjih istraživanja i njihove analize mogu se iznijeti slijedeći najvažniji zaključci:

1. Meteorološki uslovi u godinama ispitivanja odstupali su od višegodišnjih prosjeka i prema zabilježenim temperaturama vazduha i prema količinama padavina. Tokom obje ogledne godine temperature vazduha u mjesecima vegetacije bile su iznad višegodišnjih prosjeka, dok je količina padavina bila znatno niža.
2. U pogledu uticaja različitog opterećenja čokota okcima na pokazatelje mehaničkog sastava grozda i bobice mogu se iznijeti slijedeće najvažnije konstatacije:
  - a) Prosječna masa grozda bila je pod statistički značajnim uticajem i uslova godine i primijenjenih varijanti rezidbe. Kod svih varijanti rezidbe, prosječna masa grozda bila je statistički značajno viša u 2009. godini u odnosu na 2008. godinu. Dobiveni rezultati se mogu tumačiti značajno manjim brojem grozdova po čokotu u 2009. godini u odnosu na 2008. godinu.
  - b) Masa bobica i masa šepurine u grozdu kao pokazatelji slijedili su odnose konstatovane kod analize prosječne mase grozda. Na masu bobica u grozdu statistički značajno su uticala oba ogledna faktora (rezidba i godina), dok su na masu šepurine u grozdu statistički značajno uticali samo uslovi godine.
  - c) Masa 100 bobica bila je pod statistički značajnim uticajem uslova godine. Kod svih primijenjenih varijanti rezidbe masa 100 bobica bila je statistički značajno veća u 2009. godini (675,35 g) u odnosu na 2008. godinu (445,53 g). Bobice grožđa sorte Viktoria uzgajanog u okviru ovog istraživanja spadaju u grupu vrlo krupnih.
  - d) Pokazatelji masa mesa, masa pokožice i masa sjemenki u 100 bobica bili su u saglasnosti sa relacijama utvrđenim za pokazatelj masa 100 bobica. Na ispoljene različite mase mesa, pokožice i sjemenki u 100 bobica statistički značajno su uticali samo uslovi godine.
  - e) Broj sjemenki u 100 bobica bio je pod statistički značajnim uticajem uslova godine. Kod svih varijanti rezidbe zabilježena je statistički značajna razlika po istoj varijanti rezidbe u različitim godinama.

Posmatrajući sve parametre koji su značajni za prinos i kvalitet grožđa sorte Viktoria, u ovim istraživanjima najbolji rezultati ostvareni su na čokotima sa opterećenjem od 25 do 30 okaca (varijanta II – 24 okaca i varijanta III – 28 okaca). Na osnovu provedenih istraživanja može se preporučiti da se kod gajenja stone sorte Viktoria u datim agroekološkim uslovima primjenjuje mješovita rezidba sa navedenim opterećenjem čokota okcima i uz obavezno navodnjavanje.

**LITERATURA**

- Avramov, L., Tadijanović, Đ., Lovrić, R., Polak, V. (1968): Vinogradarstvo i Vinarstvo, Beograd.
- Avramov, L., Briza, K. (1986): Posebno vinogradarstvo, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Burić, D. (1995): Savremeno vinogradarstvo. Nolit, Beograd.
- Cindrić, P., Korać Nada, Kovač, V. (2000): Sorte vinove loze, Prometej, Novi Sad.
- Cosmo, L. (1964): criteres de qualite des raisins de table. Bull. Off. Internat. Vin 37 (399): 453 – 75.
- Delić, M., Kojić, A., Behmen, F., Drkenda, P., Dimovska, V., Matijašević, S., Ranković-Vasić, Z. (2017): Effect of bud loads on mechanical composition of cluster and chemical content of must in Victoria table grape variety (*Vitis vinifera* L.). Radovi Poljoprivredno – prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, God. LXII, broj 67/1, 39 – 48.
- Dragusha, B. (2008): Uticaj stepena opterećenja čokota rodnim okcima na prinos grožđa i kvalitet vina kod sorte Game u Orahovačkom vinogorju. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
- Fregoni, M. (1988): Viticultura di qualita, L'Informatore Agrario, Verona.
- 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.
- Kamenečki, F. (1969): Definicija stolnog grožđa – zbirka pojmova i uzrok zabluda. Jugoslovensko vinogradarstvo i vinarstvo, br. 6., str. 4 – 6. Beograd.
- Korać, Nada (1989): Ampelografsko ispitivanje stonih sorti vinove loze u fruškogorskom vinogorju. Doktorska disertacija, str. 1-165. Novi Sad.
- Korać, Nada, Ivanišević, D., Medić, Mira, Kuljančić, I., Ruml, Mirjana, Todić, Slavica, Popov Milena: Table grape varieties for cool climates. International Symposium for Agriculture and Food. 12-14 december 2012. Skopje, Republic of Macedonia. Organizator: Faculty of agricultural Sciences and Food-Skopje. Macedonia, 2012.
- Maletić, E., Karoglan Kontić, J., Pejić, I. (2008): Vinova loza-ampelografija, ekologija, oplemenjivanje. Školska knjiga, Zagreb.
- Margalit, Yair (1997): Concepts in Wine Chemistry, Jame Crum, pH.D.ed, USA
- Matijašević, S. (2001): Ampelografske karakteristike stonih sorti različitog perioda sazrijevanja u uslovima gročanskog vinogorja. Magistarska teza, str. 1-109., Beograd.
- Matthews, M. A., Nuzzo, V. (2005): Berry Size and Yield Paradigms on Grape and Wines Quality. Acta Horticulturae. No. 754:423-436.
- Matijašević, S. (2009): Ampelografske karakteristike muskatnih stonih sorti grožđa (*Vitis vinifera* L.). Doktorska disertacija, str. 1 – 282, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

- Mattheou, A., Stavropoulos, N., Samaras (1995): Studies on table grape germplasm grown in Northern Greece. I. Maturity time, bunch characteristics and yield. *Vitis*, N<sub>o</sub> 34 (3), pp. 155 – 158.
- Mattheou, A., Stavropoulos, N., Samaras (1995): Studies on table grape germplasm grown in Northern Greece. II. Seedlessness, berry and must characteristics. *Vitis*, N<sub>o</sub> 34 (4), pp. 217 – 220.
- Negrulj, A. M. (1967): Ob optimalnoj nagruzki kustov vinograda vinodejlje i vinogradarstvo SSSR, Moskva.
- Nemet, M. (1967): Ampelografia album, Budapest.
- OIV. (2014): International Organisation Of Vine And Wine. International Code Of Oenological Practices. OIV Code Sheet – Issue 2014/01. I.1.1-3. Paris, France.
- Polak, V. (1995): Prinos i kvalitet grožđa i vina nekih introdukovanih sorti za crna vina u gročanskom vinogorju, Zbornik radova, Beograd.
- Prostoserdov, N. (1964): Tehnologičeska karakteristika vinograda i produktiv ego pralabotik (uvologija), Ampelografija SSSR, Moskva.
- Radovanović, V. (1984): Tehnologija vina, Građevinska knjiga, Beograd.
- Sato, A., H. Yamane, N. Hirakawa, K. Otobe, and M. Yamada (1997): Varietals differences in the texture of grape berries measured by penetration tests. *Vitis* 36:7–10.
- Sato, A., M. Yamada, I. Hiroshi, and N. Hirakawa (2000): Optimal spatial and temporal measurement repetition for reducing environmental variation of berry traits in grape breeding. *Sci. Hort.* 85:75–83.
- Sato, A., M. Yamada, and I. Iwanami (2006): Estimation of the proposition of offspring having genetically crispy flesh in grape breeding. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 131:46–52.
- Sefo, Semira (2009): Uticaj različitih načina đubrenja na prinos i kvalitet grožđa i vina kod sorte Vranac. Doktorska disertacija. Poljoprivredno – prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
- Stoev, K. (1973): Fiziologičeskie osnovi vinogradarstva. Čast II., 238 – 270. Sofia.
- Tunick, M. H. (2011): Food texture analysis in the 21st century. *J. Agric. Food Chem.* 59:1477–1480
- Vranješ, T., Osrečak, M., Karoglan, M., Kozina, B. (2012): Utjecaj prorjeđivanja i cizeliranja grozdova na kakvoću grožđa stolnih sorti Black Magic i Victoria (*Vitis vinifera* L.). *Glasnik Zaštite Bilja*, 35(4), 88-94. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/163052>
- Winkler, A. J., Coe, J. A., Kliewer, W. M., Lider, L. A. (1974): General viticulture, University of California, Press, SAD.
- Zilai, J. (1987): Fajtaértétkutatás eredményei a szőlőtermesztésben, Budapest.
- Žunić, D., Matijašević, S. (2004): Rezidba vinove loze, Poljoprivredni list, Beograd. (<http://www.vivairauscedo.com/en/storia>, March 2010).

## **BUD LOAD ON YIELD AND GRAPE QUALITY OF THE CULTIVAR VICTORIA IN THE LOCALITY NEREZI**

### **Summary**

Two year research (2008 and 2009) was conducted on the newly introduced table grape variety Victoria. The experiment was carried out in the commercial vineyard in Nerezi, Capljina Municipality. We have researched the influence of different bud load levels on yield and grape quality of cv. Victoria in environmental conditions of Herzegovina. The experiment was conducted by random selection method in four variants with different bud load levels (19, 24, 28 and 33 buds per vine), each variant being repeated four times (6 vines per repetition).

The aim of this study was to determine the optimum crop loads per vines that will result in good yield and quality of grapes.

Considering all the parameters that are important for the yield and quality of grapes Victoria, in these experiments, the best results were achieved on canes loaded with 25-30 buds per vines (variant II - 24 buds and variant III - 28 buds).

*Key words: cv. Victoria, bud load, yield and grape quality*



## **EFFECT OF SHADE ON THE NUMBER OF INFLORESCENCES AND PLANT HEIGHT OF FRENCH MARIGOLD (*TAGETES PATULA* L.) AND ALYSSUM (*ALYSSUM MARITIMUM* L.) IN THE AREA OF HERZEGOVINA\***

Alisa Hadžiabulić<sup>1</sup>, Elma Temim<sup>1</sup>

*Original scientific paper*

### **Summary**

French marigold (*Tagetes patula* L.) and sweet alyssum (*Alyssum maritimum* L.) are important ornamental annual plants which are as typical helophyte flowering plants used in flower beds exposed to the full sunlight. Due to the limited number of annual ornamental plants that can be grown in shade, the aim of this two-year long study (2014 and 2015) was to investigate the effect of different shade intensities on the height and the number of inflorescences of French marigold (*Tagetes patula* L.) and alyssum (*Alyssum maritimum* L.), to examine the impact of different shading levels on annual flowering plants in order to determine the level of shading in which they do not lose their aesthetic value, by monitoring plant height and number of inflorescence of selected plants. The experiment was conducted in Mostar, the plants were exposed to artificially reduced light intensity, 30%, 50% and 60% of shading, while the control plants (0%) were exposed to full sunlight. The results showed that with the decrease of light intensity, number of inflorescences decreased, while height of plants was significantly increased, compared to the sun exposed plants. Comparing the intensity of light in artificial shades with those in naturally caused shade with park trees, the necessary recommendations for use of these plants in shaded flower beds were given. Since the experiment was set in two meteorologically quite different years, there was a significant influence of that factor on both parameters.

*Key words: light intensities, Tagetes patula L., Alyssum maritimum L., number of inflorescences, plant height*

### **INTRODUCTION**

Light has long been known to be the most important factor influencing plant growth, and its changes in irradiance having impact on plant growth, morphology and anatomy (Dai *et al.* 2009). Green areas with annual and biennial ornamental plants are irreplaceable part of urban space. Facing global warming, there is a need for an increase of shaded green areas in parks and designers have problems related to the selection of plants that can be grown in changed ecological conditions. Plants are able to adapt to new environments (photo-morphogenic changes), but many of the

---

\*Rad prezentiran na 28. Međunarodnoj naučno-stručnoj konferenciji poljoprivrede i prehrambene industrije / Paper presented at the 28th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, 27–29 September, 2017, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

<sup>1</sup> University "Džemal Bijedić" Mostar, Agromediterranean Faculty, Bosnia and Herzegovina

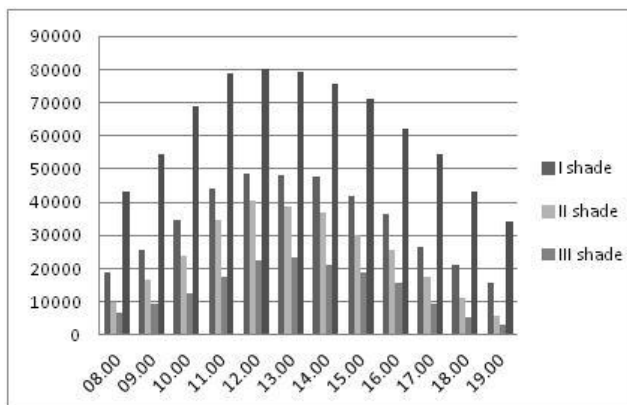
adaptations of shade-plants have influence on their ornamental value and also there is a limited number of annual flowering plants that are shade tolerant. Knowledge of those physiological and morphological conditions is important in the successful cultivation of all ornamental plants. Banner and Klopmeier, (1995) investigating flower development in NGI (New Guinea Impatiens) concluded that it is encouraged by higher light intensities 43,055.6 lx while light intensities below 32,291.7 lx elongated stem and reduced flowering. Munir *et al.* (2004) observed that plant height of *Anthirrinum majus* L. was significantly ( $P < 0.05$ ) increased as the light intensity decreased and it was obvious that generally they should be used with no shading at all, as the control plants produced the biggest number of flower buds in and they were the best looking compact plants.

The aim of this research was to examine the impact of different shading levels on annual flowering plants in order to determine the level of shading in which they do not lose their aesthetic value, by monitoring plant height and number of inflorescences of selected plants.

Plants selected for this research were French marigold (*Tagetes patula* L.) and sweet alyssum (*Alyssum maritimum* L.), very important ornamental annual plants which are as typical helophyte flowering plants used in flower beds exposed to full sunlight.

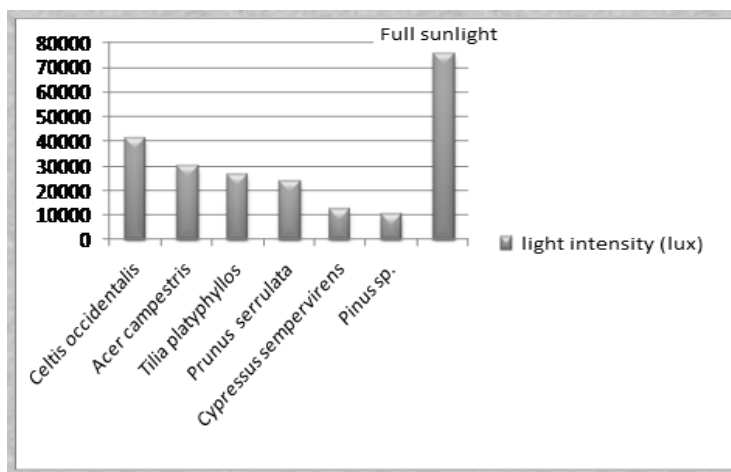
## MATERIAL AND METHODS

The research was conducted during two vegetative seasons, 2014 and 2015 at Mostar (60 m a.s.l., 43° 13' 48" N; 17° 51' 3" E). In order to examine the impact of shading on selected plants, the plants were divided at random into three groups (30 plants per group) which were subjected to three different light intensities (shade I-30%, shade II-50% and shade III-60% of total light intensity) and the fourth control group without shade. The shades were obtained with layers of shade cloths, propylene nets. Daily variations of photosynthetic active radiations (400-700 nm), were measured with digital lux-meter and expressed in lux as it is shown in the graph 1. The light intensity was measured on the same day in the month of July in both years, at the same height every full hour from 08.00 to 19.00 hrs.



Graph 1. Sun intensity variations during the day under three shade levels and at the control plot

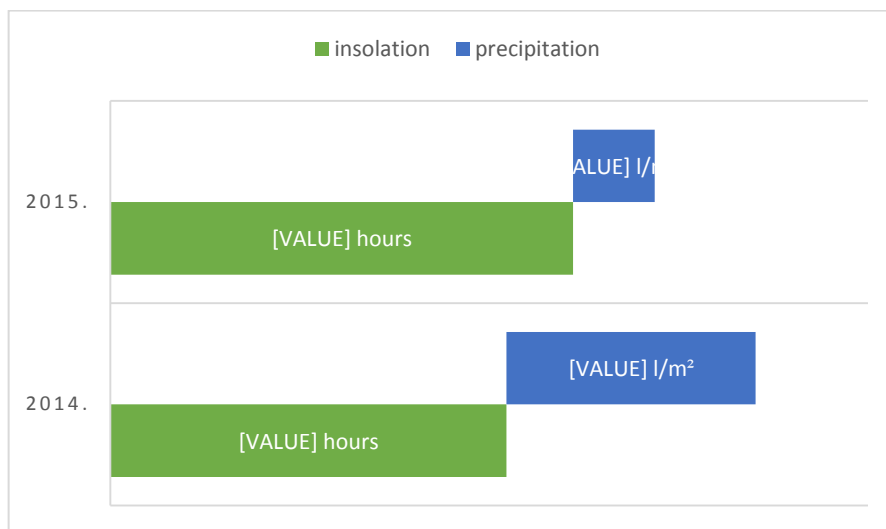
To use this investigation results into practical purposes, the light intensity under the canopies of the most often used park trees in the area of Mostar was measured with the same lux-meter under the same conditions (height, day) and results are presented in the graph 2. The results showed that the shade level of *Prunus serrulata* L. and *Tilia platyphyllos* L. canopies correspond to the shade level of 30% in the research.



Graph 2. Sun intensity variations during the day under different trees and control plot

Ecological conditions during both research years were monitored, and the results shown that the years of 2014 and 2015 were completely different years in meteorological sense. The year of 2014 was rainy year with lower average temperatures during the vegetative season, while 2015, was dry year with higher average temperatures. The total amount of precipitation during vegetative season in 2014 was 657,0 l/m<sup>3</sup> actually 215,2 l/m<sup>3</sup> in 2015, while the total number of insolated hours in 2014 was 1046,1 and 1221,9 in 2015, (Graph 3.), so the ratio between hours

of insolation and precipitation in  $l/m^3$  is supporting the fact that these were two meteorologically different years.



Graph 3. Insolation and precipitation in 2014 and 2015

Evaluations were performed at full blooming for the following traits: plant height and number of inflorescences per plant.

The data were submitted to ANOVA and main trait averages were compared by Tukey test at  $p < 0.05$ .

## RESULTS AND DISCUSSION

The results of the research number of inflorescences and plant height of *Tagetes patula* L. and *Alyssum maritimum* L. are presented in Graphs 4., 5, 6. and 7.

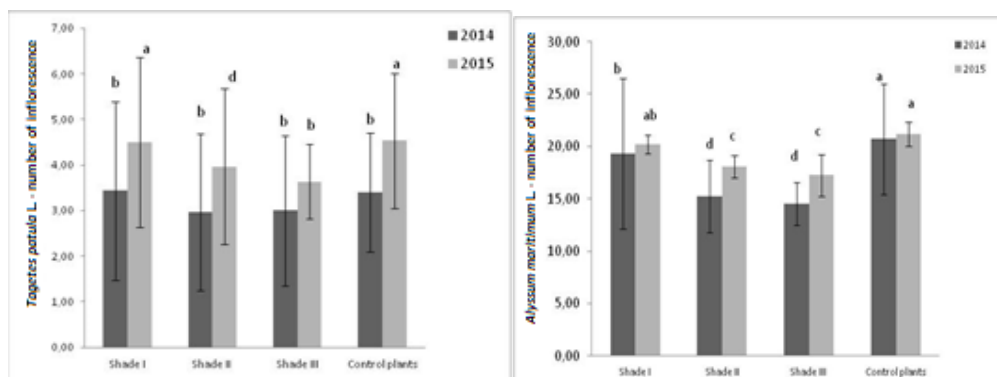
### Number of inflorescences

There was no impact of shading on a number of inflorescences for *Tagetes patula* L. plants in 2014, (Graph 3.), while in 2015, the number of inflorescences decreased with the increase of a shade level, leading to the conclusion that meteorological factor had larger impact on this trait, then the shading itself. There was no significant difference between number of inflorescences in control group and shade I 2015, while there was a significant difference in the number of inflorescences between plants from shade II and III.

For *Alyssum maritimum* L. the number of inflorescences (Graph 4.), was not significantly different in groups II and III in both years, and the control groups caused formation of larger number of inflorescences per plant. Both plants had generally larger number of inflorescences in dry 2015, comparing to the inflorescences number in rainy 2014 (Graph 3.).

The smallest number of inflorescences per plant for both species was observed in the plants from the shade III, pointing that decreased light intensity decreased the number of inflorescences.

There were negligible differences in a number of inflorescences in the shades larger than 30%, and it may be concluded that shading causes formation of smaller number of inflorescences which reduced aesthetic value (Figure 1. and 2.), while light moderate shade of 30% and full sunlight resulted with larger or same number of inflorescences. Similar results have been observed for different species of ornamental plants such as yellow and wild passion flower (Cavichioli *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2012). Effect of different shading levels on *Spiraea alba* and *Spiraea tomentosa* was studied by Stanton *et al.* (2010) and they concluded that both plants produced the most of inflorescences in full sun and light shade. According to Kessler and Armitage (1992) *Begonia semperflorens-cultorum* plants grown under shade produced smaller and fewer inflorescences compared to plants in ambient light.



Graph 4. and 5. Number of inflorescences of *Tagetes patula* L. and *Alyssum maritimum* L. plants (pcs)

Remark: Average values are presented  $\pm$  SD (standard deviation). Different letter on average values show that shades and years are significantly different in studied characteristic - Tukey test  $p \leq 0,05$

### Plant height

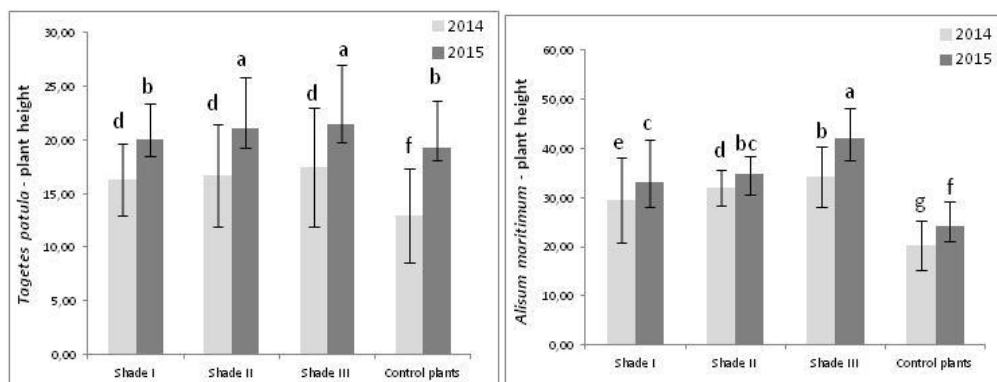
As it can be observed in the graphs 4 and 5, the highest plants were the plants grown in all shaded areas during both years compared to the control plants. The height of plants increased with the increase of shade level. The control plants were the lowest in both years. Graph 3. shows that in 2014, *Tagetes patula* L. plants from all the shade levels had no significant difference in their height. In 2015, the plants from the shade III and II had no significant difference, while there was a significant difference between them and the plants from the shade I and control plants. *Alyssum maritimum* L. plants from the shade III in 2014 and shade II in 2015 showed no significant difference in their height, while all the other showed significant difference between

groups. Generally, all the plants grown in 2015 were higher than in 2014 due to favourable ecological conditions in that year (Hadziabulic, 2017).

Similar results for *Paeonia lactiflora* L. were recorded by Zhao *et al.* (2012) when different shading levels influenced higher plants. The results from Jeong *et al.* (2009) who investigated six *Begonia* species confirmed that the optimal shading for each species is different.



Figure 1. and 2. *Alyssum maritimum* L. grown in shade III and II in 2015



Graph 6. and 7. Plant height of *Tagetes patula* L. and *Alyssum maritimum* L. plants (cm)

Remark: Average values are presented  $\pm$  SD (standard deviation). Different letter on average values show that shades and years are significantly different in studied characteristic - Tukey test  $p \leq 0,05$

## CONCLUSIONS

The results of this experiment clearly indicate that for *Tagetes patula* L. and *Alyssum maritimum* L. plants, different shading levels as well as different ecological conditions influenced their height and number of inflorescences per plant. Both plants, in all treatments, achieved larger height and had larger number of inflorescences in dry 2015, comparing to the rainy 2014. The height of both plant species increased with an increase of shading level, while the number of inflorescences decreased. So, both

plants were highest in the shade III - 60% of total light intensity, while plants grown in a full sun were the lowest. Especially, increased shade had bad influence on *Alyssum maritimum* L. plants since their stems elongated too much, so they lost their compactness, while the number of inflorescences was too low and ruined their aesthetic value.

These results could provide us with a theoretical basis for further use of *Tagetes patula* L. and *Alyssum maritimum* L. in the greening of urban spaces. As a practical result we can recommend use of these plants under canopies of *Prunus serrulata* L. and *Tilia platyphyllos* L. in the area of Mostar, since that light intensity results with the height and number of inflorescence which allow them to keep their aesthetic value.

## REFERENCES

- Banner, W. and M. Klopmeier (eds). 1995. New guinea impatiens—A Ball guide. Ball Publ., Batavia, II
- Cavichioli, J. C., Ruggiero, C., Volpe, C. A., Paulo, E. M., Fagundes, J. L., Kasai, F. S. (2006): Flowering and fructification of yellow passion fruit submitted to artificial light, irrigation and shade. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28:92-96
- Dai, Y., Shen, Z., Liiu, Y., Wang, L., Hannaway, K., Lu, H. (2009): Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg. *Environmental and Experimental Botany*, v. 65, n. 2-3, 177-182
- Hadziabulic, A. (2017): Uticaj zasjenjenja i sadržaja hlorofila na morfološke i fenološke karakteristike jednogodišnjih cvjetnih kultura. Doktorska disertacija
- Jeong, K. Y., Pasian, C. C., McMahon, M., Tay, D. (2009): Growth of Six Begonia Species Under Shading. *The Open Horticulture Journal*, 2009, 2, 22-28
- Kessler, J. R., Armitage A. M. (1992): Effects of shading on growth rate, flower initiation and flower development of *Begonia semperflorens-cultorum*. *J Hort Sci*; 67(6): 849-54.
- Munir, M., Jamil, M., Baloch, J., Khattak, K. (2004): Impact of light intensity on flowering time and plant quality of *Antirrhinum majus* L. cultivar Chimes White. *J Zhejiang Univ SCI* 2004 5(4):400-405.
- Santos, E. A., Souza, M. M., Pio Viana, A., Furtado de Almeida, A., Araujo, I. S., Freitas, J. C. (2012): Development and bloom in hybrids of wild passion fruit cultivated in different types of pots and shading levels. *Scientia Agricola*.v.69, n.2, p126-134.
- Stanton, K. M., Weeks, S. S., Dana, M. M. (2010): Light Exposure and Shade Effects on Growth, Flowering, and Leaf Morphology of *Spiraea alba* Du Roi and *Spiraea tomentosa* L. *HortScience* December 2010 vol. 45 no. 12 1912-1916.

Zhao, D., Hao, Z., Tao, J. (2012): Effects of shade on plant growth and flower quality in the herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.). *Plant Physiol Biochem Dec*; 61:187-96. doi: 10.1016/j.plaphy.2012.10.005. Epub 2012 Oct 26.

## **UTICAJ ZASJENJENJA NA BROJ CVASTI I VISINU BILJKE NISKE KADIFICE (*TAGETES PATULA* L.) I ALISUMA (*ALYSSUM MARITIMUM* L.) U PODRUČJU HERCEGOVINE**

### **Rezime**

Niska kadifica (*Tagetes patula* L.) i alisum (*Alyssum maritimum* L.) su važne ukrasne jednogodišnje biljke, koje se kao tipične heliofitne cvjetajuće biljke koriste u cvjetnim gredicama na sunčanim položajima. Zbog ograničenog broja jednogodišnjih ukrasnih biljaka koje se mogu uzgajati u zasjeni, cilj ovog dvogodišnjeg istraživanja (2014 i 2015) je bio da se istraži efekat različitih nivoa zasjene na visinu i broj cvasti kod niske kadifice (*Tagetes patula* L.) i alisuma (*Alyssum maritimum* L.) odnosno da se utvrdi pri kojem stepenu zasjenjenja još uvijek zadržavaju svoj tipičan habitus i estetske karakteristike. Eksperiment je postavljen u području Mostara, biljke su bile izložene vještački smanjenim intenzitetima svjetlosti, 30%, 50% i 60% zasjene, dok su kontrolne biljke (0%) bile na sunčanom položaju. Rezultati su pokazali da se sa smanjenjem nivoa zasjene, smanjio i broj cvasti, dok se visina biljaka povećala, u poređenju sa kontrolnim biljkama na sunčanom položaju. Poredeći intenzitet svjetlosti u umjetnim sjenama sa prirodnim zasjenama parkovskog drveća, date su preporuke za korištenje ovih biljaka u sjenovitim gredicama. Pošto je eksperiment obavljen u toku dvije meteorološki dosta različite godine, postojao je značajan uticaj faktora godina na oba parametra.

Ključne riječi: *intenzitet svjetlosti, Tagetes patula* L., *Alyssum maritimum* L., broj cvasti, visina biljke



## RASPROSTRANJENOST ERIOFIDNE GRINJE *Aceria kuko* (Kishida) (Acari: Eriophyidae) U BOSNI I HERCEGOVINI

Mladen Zovko<sup>1</sup>, Ivan Ostojčić<sup>1</sup>, Luka Bošnjak<sup>2</sup>

Originalni naučni rad – *Original scientific paper*

### Rezime

*Aceria kuko* (Kishida, 1927) je eriofidna grinja podrijetlom iz jugoistočne Azije. Najznačajniji domaćini ove grinje su vučije ili goji bobice *Lycium chinense* Miller i *L. barbarum* L. Na području Bosne i Hercegovine grinja je prvi put zabilježena 2016. godine na nekoliko goji grmova zasađenih na obiteljskom imanju na lokalitetu Donja Papratnica (Žepče). Ishranom na listovima, grinje uzrokuju nastanak okruglih gala promjera 3-5 mm. Sa zaraženih biljaka prikupljeni su listovi za laboratorijsku analizu. Analiza je obavljena na Zavodu za zaštitu bilja Agronomskog i prehrambeno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Mostaru te je na osnovu morfoloških karakteristika utvrđeno da grinje pripadaju vrsti *A. kuko*. Istraživanjem provedenim 2016. i 2017. godine vrsta je utvrđena na još četiri lokaliteta sa područja općine Žepče te na jednom lokalitetu sa područja općine Teslić. Vrsta nije utvrđena na lokalitetima sa područja Srednjobosanske i Hercegovačko-neretvanske županije. Budući da se goji bobice u Bosni i Hercegovini uzgajaju na manjim površinama, uglavnom kao pojedinačne biljke, ova eriofidna grinja ne predstavlja ekonomski značajnog štetnika. Međutim, grinja predstavlja potencijalnu opasnost jer se kao domaćini ove grinje navode paprika (*Capsicum annuum* L.) i crna pomoćnica (*Solanum nigrum* L.) te postoji mogućnost prelaska grinje na ove kulture.

Ključne riječi: *Aceria kuko*, eriofidna grinja goji bobica, *Lycium* sp.

### UVOD

Rod *Aceria* obuhvaća preko 900 različitih vrsta raširenih širom svijeta na velikom broju biljaka iz različitih porodica (Amrine i Stasny, 1994). Na području Europe do sada je opisano približno 270 vrsta (de Lillo, 2012). Na biljkama iz roda *Lycium* (Solanaceae) opisano je 10 vrsta grinja iz roda *Aceria* (Amrine i Stasny, 1994). Eriofidna grinja *Aceria kuko* (Kishida, 1927) (Acari: Eriophyidae) porijeklom je iz jugoistočne Azije. Vrsta je prvi puta opisana u Japanu 1927. godine na *Lycium chinense* Miller, a geografski je raširena na području Kine, Južne Koreje i Tajvana (Amrine i Stasny, 1994; Anderson i Ostojá-Starzewski, 2009). U Europi grinja je prvi puta zabilježena na području Velike Britanije 2007. godine (EPPO, 2008;

---

<sup>1</sup> Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilišta u Mostaru / Faculty of Agriculture and Food Technology, University of Mostar

<sup>2</sup> Sjemenarna d.o.o. Široki Brijeg

Anderson i Ostojá-Starzewski, 2009). Na područje Velike Britanije grinja je preko Nizozemske dospjela ilegalnim uvozom zaraženih goji sadnica iz Kine (Ostojá-Starzewski, 2009; Anderson i Ostojá-Starzewski, 2009). Kako bi se spriječio unos štetnih invazivnih vrsta, ekonomski važnih kultura poput rajčice i paprike, prema Direktivi 2000/29/EC zabranjen je uvoz biljaka iz porodice *Solanaceae* iz "trećih zemalja" u Europu. Unatoč tome, Giltrap i sur. (2009) navode da je tijekom 2007. godine na područje Velike Britanije poštom poslano 38000 sadnica goji biljaka za 8000 kupaca, a u 2008. godini za 19000 kupaca je isporučeno 45000 goji biljaka. Nakon Velike Britanije prisutnost grinje je utvrđena i na području Njemačke (EPPO, 2011). Iako su tijekom 2008. godine na području Velike Britanije i 2011. godine na području Njemačke poduzete mjere eradikacije, vrsta je ponovo pronađena na području ovih zemalja (Ciceoi i Mardare, 2016). Osim u Velikoj Britaniji i Njemačkoj, grinja *A. kuko* je do danas utvrđena i u Grčkoj (Bardas, 2012), Sloveniji (Seljak, 2013), Cipru (Seraphides, 2014), Francuskoj (Anses, 2015), Rumunjskoj (Chireceanu i sur., 2015), Mađarskoj (Ripka i sur., 2015), Srbiji (Vidović i sur., 2015), Bugarskoj (Bulgarian Food Safety Agency, 2016), Hrvatskoj (Oštrkapa-Međurečan i Masten Milek, 2018) i Češkoj (Hrudová i Šafránková, 2018). Na području Bosne i Hercegovine grinja je po prvi put zabilježena 2016. godine (Zovko i Ostojić, 2017). Kao i većina eriofidnih grinja tako i *A. kuko* ima veoma mali broj biljaka domaćina. Anderson i Ostojá-Starzewski (2010) kao biljke domaćine navode *L. chinense*, *L. barbarum*, crnu pomoćnicu (*Solanum nigrum*) i papriku (*Capsicum annuum*). Prema Ostojá-Starzewski (2009) pri temperaturi od 25°C i 65% relativnoj vlažnosti zraka grinja lako formira gale na listovima paprike. Listovi se znatno deformiraju, a dva tjedna nakon paprika odbacuje listove sa galama. U provedenim pokusima, prijenos grinje na rajčicu, petunije i duhan nije bio uspješan (Ostojá-Starzewski, 2009). Do sada ne postoje izvještaji o napadu grinje na nekoj biljnoj vrsti koja ne pripada porodici *Solanaceae*. Odrasli oblici grinje su crvolika izduženog oblika, svijetlo žućkaste do oker boje sa dva para nogu, veoma malih tjelesnih dimenzija. Ženke su nešto veće od mužjaka, dužine 178 - 290 µm i približno 60 µm širine, tijelo mužjaka je 160 - 197 µm dužine i 65 µm širine. Ličinke su bijele, dužine 117 - 182 µm (Ripka i Sanchez, 2017). Zbog malih tjelesnih dimenzija veoma teško ih je primijetiti na biljci prije nego što se pojave simptomi napada. Pri temperaturi u rasponu od 25 do 35°C ženka tijekom 6 dana odloži 28 jaja. Razvoj jedne generacije traje 7,5 do 12 dana, a u optimalnim uvjetima grinja tijekom godine razvije 6 do 7 preklapajući generacija. Odrasli u prosjeku žive između 25 i 30 dana. Iako je termofilna vrsta, Kim (1968) navodi da je grinja aktivna i pri temperaturama ispod 0°C. Prema istraživanju Ciceoi i Mardare (2016) grinja može preživjeti i temperature od -25°C, što pokazuje njenu sposobnost prilagođavanja različitim okolišnim uvjetima. Kim (1968) navodi da grinja prezimi kao odrasli oblik u galama na listu. Međutim, prema istraživanjima provedenim u Europi grinja prezimi kao odrasla ženka između ljuski pupova ili u pukotinama kore (Ostojá-Starzewski, 2009). Goji sadnice koje se kupcima šalju poštom nemaju listova, tako da ovaj način prezimljavanja ima veliki značaj u širenju

vrste na veće udaljenosti međunarodnom trgovinom (Ciceoi i Mardare, 2016). Na kraće udaljenosti grinja se pasivno prenosi pomoću vjetra, smjer i intenzitet vjetra ima velik utjecaj u širenju vrste (Kim, 1968). Osim vjetrom, kukci i ptice mogu pasivno prenijeti grinju na kraće udaljenosti (Ostojá-Starzewski, 2009). Sisanjem na organima goji biljaka, grinja uzrokuje pojavu gala. Gale su u početku sitne, svijetlo zelene boje. Kako se grinje hrane i razvijaju unutar gala tako se i gale povećavaju dostižući veličinu od 3 do 5 mm. Potpuno razvijene gale su žućkasto zelenkaste boje gledano sa naličja lista, a ljubičasto crvenkaste na licu lista. Donji listovi na grmu su većinom bez ili sa nekoliko gala, dok su vršni listovi na mladim izbojcima često potpuno prekriveni galama. Veliki broj gala na listu smanjuje sposobnost fotosinteze, što se odražava na prinos i kvalitetu plodova. Vrlo često jako zaraženi vršni listovi žute i otpadaju. Prema Ciceoi i Mardare (2016) *A. kuko* stvara gale i na mladim grančicama, što olakšava brz pregled biljaka kod uvoza. Ciceoi i Mardare (2016) u eksperimentalnom nasadu na području Bukurešta, zabilježili su jak intenzitet napada grinjom, a budući da je većina cvjetova i pupova bila oštećena, gubici ovisno o biotipu iznosili su između 80 i 100%. Prisutnost velikog broja gala na organima ometa protok i razmjenu biljnih sokova što za posljedicu ima kvalitativne i kvantitativne gubitke, pa čak i ugibanja jako zaražene biljke (Ciceoi i Mardare, 2016). Budući da se radi o novom štetniku, za sada ne postoje literaturni podatci o mehaničkom, kemijskom ili biološkom suzbijanju vrste *A. kuko* u Europi (Ciceoi i Mardare, 2016). Nužnost primjene kemijskih pripravaka predstavlja veliki problem za proizvođače goji bobica, budući da ih većina kako bi osigurali veće ekonomske prihode nastoji biti certificirana kao organski proizvođači. Svakodnevna berba plodova, od lipnja do studenog, zbog karence ne dozvoljava primjenu sistemskih akaricida u ovoj voćnoj kulturi (Balan i sur. 2014). U SAD-u gdje se goji bobice komercijalno uzgajaju, a eriofidna grinja smatra važnim štetnikom. Kao mjera kontrole preporučuje se primjena pripravaka na osnovi sumpora, insekticidnih sapuna i ulja različitih hortikulturnih vrsta (Maughan i Black, 2015).

## MATERIJAL I METODE

U Bosni i Hercegovini eriofidna grinja *A. kuko* je po prvi puta utvrđena na lokalitetu Donja Papratnica – Žepče (44°25'47.04"; 17°59'17.74") tijekom svibnja 2016. godine. Sa zaraženih biljaka prikupljeni su dijelovi biljaka koji su ispoljavali simptome napada. Laboratorijska analiza uzoraka obavljena je u laboratoriju za zaštitu bilja na Agronomskom i prehrambeno-tehnološkom fakultetu, Sveučilišta u Mostaru. Uzorci listova pregledani su uz pomoć stereolupe (Leica EZ4D). U galama su pronađeni svi stadiji grinje. Ekstrakcija grinja sa biljaka je rađena po metodi de Lillo i sur. (2010). Trajni preparati grinja pripremljeni su u Keifer F mediju (Keifer, 1975) i promatrani pomoću mikroskopa (Motic BA310). Identifikacija vrste, morfološke karakteristike grinje mjerene su prema Amrine i Manson (1996); Ripka i Sánchez (2017). Analizom morfoloških karakteristika utvrđeno je da nađene eriofidne grinje pripadaju vrsti *Aceria kuko*. Kako bismo utvrdili moguću prisutnost grinje i na drugim

lokalitetima na području Bosne i Hercegovine, tijekom vegetacijske sezone 2016. obavljen je vizualni pregled pronađenih goji biljaka sa područja Zeničko-dobojske, Srednjobosanske i Hercegovačko-neretvanske županije. Sa goji biljaka uzeti su uzorci listova te obavljeni pregledi istih u laboratoriju za zaštitu bilja na Agronomskom i prehrambeno-tehnološkom fakultetu.

Tijekom 2017. godine ponovno su uzeti listovi sa goji biljaka na lokalitetima kao i u 2016. godini ali i sa goji biljaka na drugim lokalitetima na kojima su pronađene goji sadnice. U svim slučajevima obavljen je vizualni pregled listova pojedinačnih ili nekoliko goji biljaka zasađenih u vrtovima i okućnicama.

## REZULTATI I RASPRAVA

Tijekom 2016. i 2017. godine istraživanje prisutnosti eriofidne grinje goji bobica provedeno je na području Zeničko-dobojske, Srednjobosanske i Hercegovačko-neretvanske županije i u općini Teslić (Republika Srpska). Rezultati provedenih istraživanja dati su u tablici 1.

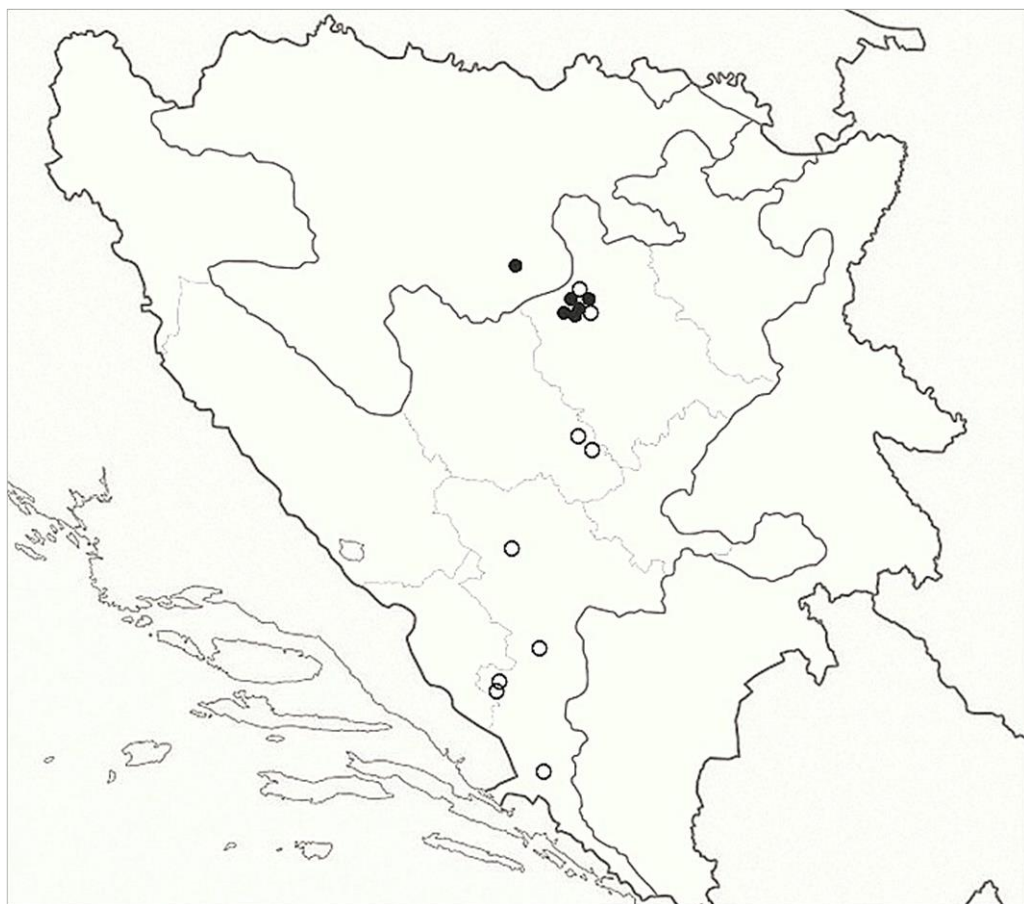
Tablica 1. Rezultati dvogodišnjeg istraživanja rasprostranjenosti eriofidne grinje *A. kuko* na području Bosne i Hercegovine

*Table 1 Results of two-years research of goji gall mite A. kuko distribution in the territory of Bosnia and Herzegovina*

Županija County	Lokalitet Site	Godina istraživanja Year of research	Koordinate Coordinates	Prisutnost štetnika Pest presence
Zeničko-dobojska	Donja Papratnica (Žepče)	2016; 2017	44°25'47.04" 17°59'17.74"	<b>Prisutnost utvrđena</b>
	Gornja Papratnica (Žepče)	2017	44°26'12.48" 17°58'12.30"	<b>Prisutnost utvrđena</b>
	Ljubna (Žepče)	2016; 2017	44°26'30.66" 17°59'34.98"	Prisutnost nije utvrđena
	Donje Ravne (Žepče)	2017	44°25'32.16" 18°00'52.95"	<b>Prisutnost utvrđena</b>
	Opšenić (Žepče)	2017	44°26'22.72" 18°02'10.95"	<b>Prisutnost utvrđena</b>
	Orahovica (Žepče)	2016; 2017	44°25'04.61" 18°02'39.61"	Prisutnost nije utvrđena
	Begov Han (Žepče)	2017	44°21'24.89" 17°59'46.56"	<b>Prisutnost utvrđena</b>
Srednjobosanska	Gromljak (Kiseljak)	2016; 2017	43°58'02.74" 18°01'47.95"	Prisutnost nije utvrđena
	Rauševac (Kiseljak)	2016; 2017	43°59'57.19" 18°02'36.65"	Prisutnost nije utvrđena

Hercegovačko-neretvanska	Rodoč (Mostar)	2016; 2017	43°18'48.26" 1748°15.04"	Prisutnost nije utvrđena
	Doljani (Jablanica)	2016, 2017	43°41'26.63" 1740°06.69"	Prisutnost nije utvrđena
	Brštanica (Neum)	2016; 2017	42°59'45.28" 1746°30.64"	Prisutnost nije utvrđena
	Bašaga (Čitluk)	2016; 2017	43°13'36.93" 1740°43.20"	Prisutnost nije utvrđena
	Blizanci (Čitluk)	2016; 2017	43°12'13.41" 1744°50.07"	Prisutnost nije utvrđena
Republika Srpska	Čečava (Teslić)	2017	44°41'42.8" 1745°45.03"	<b>Prisutnost utvrđena</b>

Na području općine Žepče (Zeničko-dobojska županija) prisutnost eriofidne grinje je utvrđena na lokalitetima Donja Papratnica, Gornja Papratnica, Donje Ravne, Opšenik i Begov Han. Posebno jak napad grinje zabilježen je na lokalitetima Gornja Papratnica i Donja Papratnica, biljke su već u srpnju ostale bez većine listova, što je dovelo do sušenja vrhova izboja i odbacivanja plodova. Prisutnost grinje nije utvrđena vizualnim pregledom biljaka na lokalitetima Ljubna i Orahovica. Vizualnim pregledom goji biljaka na lokalitetima Gromljak i Rauševac u općini Kiseljak (Srednjobosanska županija) nije utvrđena prisutnost eriofidne grinje. Prisutnost grinje nije utvrđena ni na lokalitetima u Hercegovačko-neretvanskoj županiji. Jak napad grinje zabilježen je i na lokalitetu Čečava u općini Teslić (Republika Srpska).



Slika 1. Lokaliteti na kojima je provedeno istraživanje rasprostranjenosti eriofidne grinje *A. kuko* na području Bosne i Hercegovine u 2016. i 2017. godini (● – prisutnost štetnika utvrđena; ○ – prisutnost štetnika nije utvrđena)

## ZAKLJUČCI

Na osnovu istraživanja provedenih tijekom 2016. i 2017. godine mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- Istraživanje prisutnosti eriofidne grinje *A. kuko* na području BiH provedeno je tijekom 2016. godine na 10 lokaliteta, a tijekom 2017. godine na 15 lokaliteta. Prilikom istraživanja u 2016. godini grinja je pronađena na jednom lokalitetu, a u 2017. godini prisutnost grinje je potvrđena na 6 lokaliteta.
- Na području općine Žepče grinja je utvrđena na lokalitetima Donja Papratnica, Gornja Papratnica, Donje Ravne, Opšenik i Begov Han.
- Vizualnim pregledom goji biljaka prisutnost grinje nije utvrđena na lokalitetima sa područja općine Kiseljak (Srednjobosanska županija).

- Prisutnost grinje nije utvrđena na vizualno pregledanim goji biljkama u Hercegovačko-neretvanskoj županiji.
- Osim na lokalitetima sa područja općine Žepče, eriofidna grinja *A. kuko* je utvrđena i na lokalitetu Čečava u općini Teslić.
- Kako bi se spriječilo širenje grinje u druga područja, sve zaražene biljke su uništene.

S obzirom na to da su goji bobice u Bosni i Hercegovini nova i slabo zastupljena voćna vrsta, eriofidna grinja ne predstavlja ekonomski značajnog štetnika, no prisutnost grinje predstavlja potencijalnu opasnost za uzgoj paprike. Osim paprike kao domaćin grinje navodi se i raširena korovska vrsta crna pomoćnica (*S. nigrum* L.) te postoji mogućnost prelaska i širenja grinje sa *Lycium* sp. na ove biljne vrste. Kako ne postoje podaci gdje se goji bobice uzgajaju, postoji velika mogućnost prisutnosti eriofidne grinje *A. kuko* na drugim lokalitetima u Bosni i Hercegovini. Ukoliko se prisutnost eriofidne grinje potvrdi i na drugim područjima u BiH dodatno će biti potrebno istražiti biologiju, ekologiju te mogućnosti suzbijanja ovog štetnika.

## LITERATURA

- Amrine, J. W. Jr., Manson, D. C. M. (1996). Preparation, mounting and descriptive study of eriophyoid mites. In: Lindquist, E. E., Sabelis, M. W., Bruin, J. (Eds.), Eriophyoid Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam, World Crop Pests, Vol. 6, pp. 383-396.
- Amrine, J. W. Jr., Stasny, T. A. (1994). Catalog of the Eriophyoidea (Acarina: Prostigmata) of the World. International Journal of Acarology, 22, 295-304.
- Anses (2015). Rapport annuel d'activité, année 2015. Laboratoire National de Référence, 12 pp. <https://www.anses.fr/system/files/LABO-FRa2015LNRInsectes.pdf>
- Anderson, H., Ostojica-Starzewski, J. C. (2009). Fera Pest Risk Analysis for *Aceria kuko*. York, The Food and Environment Research Agency: 1–12.
- Anderson, H., Ostojica-Starzewski, J. C. (2010). Fera Pest Risk Analysis for *Aceria kuko*. 1–12. Available at <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk>
- Bardas, G. A. (2012). The first record of the species *Aceria kuko* in Goji berry cultivation in Greece <http://plantdirect.blogspot.ro/2012./08/aceria-kuko-goji-berry.html>.
- Balan, V., Tudor, V., Mencinicopschi, O. I., Manole, C., Stefan, E. (2014). Suitability for urban agriculture and permaculture of some biotypes and new varieties of species with sanogene characteristics and qualities, Agrolife Scientific Journal, 3(1): 15-24.
- Bulgarian Food Safety Agency (2016). The Bulgarian Food Safety Agency has taken action against a new pest.

- Ciceoi R., Mardare E. S. (2016). *Aceria kuko* mites: a comprehensive review of their phytosanitary risk, pathways and control. *Bulletin UASVM Horticulture*, 73: 89–100.
- Chireceanu, C., Chiriloaie, A., Teodoru, A., Sivu, C. (2015). Contribution to knowledge of the gall insects and mites associated with plants in Southern Romania. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. Vol. LIX, 27-36.
- de Lillo, E. (2012). Fauna Europaea: Eriophyoidea. In: Magowski, W.Ł. (Ed.) *Fauna Europaea: Acari: Acariformes*. Fauna Europaea version. 2.4. dostupno na: <http://www.faunaeur.org>
- de Lillo, E., Craemer, C., Amrine, J. W. Jr., Nuzzaci, G. (2010). Recommended procedures and techniques for morphological studies of Eriophyoidea (Acari: Prostigmata). *Exp. Appl. Acarol.* 51: 283-307.
- EPPO (2008). *Aceria kuko* found on lycium plants imported from China. *EPPO Reporting Service* 2008/222:6-7.
- EPPO (2011). First report of *Aceria kuko* in Germany. *EPPO Reporting Service* no. 10-2011/218, 10.
- Giltrap, N., Eyre, D., Reed, P. (2009). Internet sales of plants for planting - an increasing trend and threat? *EPPO Bulletin*, 39:168-170.
- Hrudová, E., Šafránková, I. (2018). Goji Berry Gall Mite *Aceria kuko* Occurrence in the Czech Republic – Short Communication. *Plant Protect. Sci.*, Vol. 54, No. 1: 39-42.
- Keifer, H. H. (1975). Eriophyoidea Nalepa. In: Jeppson, L.R., Keifer, H.H., Baker, E.W. (Eds.), *Mites Injurious to Economic Plants*. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, pp. 327-533.
- Kim, C. H. (1968). Some biological notes on *Eriophyes kuko* Kishida: Its biology and life history: *Kor J. Appl. Entomol.* 5/6: 59-63.
- Maughan, T., Black, B. (2015). Goji in the Garden. *Extension–Horticulture/Fruit*, 5: 1–4. Dostupno na [http://extension.usu.edu/files/publications/publication/Horticulture\\_Fruit\\_2015-05.pdf](http://extension.usu.edu/files/publications/publication/Horticulture_Fruit_2015-05.pdf)
- Ostoja-Starzewski, J. C. (2009). Goji gall mite *Aceria kuko* (Kishida). *Plant Pest Factsheet*. Dostupno na: <http://fera.co.uk/news/resources/documents/pests-disease-gojiGallMite.pdf>
- Oštrkapa-Međurečan, Ž., Masten Milek, T. (2018). *Aceria kuko* – novi štetnik u Hrvatskoj. *Glasiló biljne zaštite. Zbornik sažetaka 62. seminara biljne zaštite, Opatija, 6.-9. veljače 2018.*, str. 10-11.
- Ripka, G., Sánchez, I. (2017). A new *Aceria* species (Acari: Eriophyidae) from Spain on *Pycnocomon rutifolium* (Dipsacaceae) and supplementary descriptions of *Aceria eucricotes* and *A. kuko* from *Lycium* spp. (Solanaceae). *Zootaxa* 4244 (2): 195-206.
- Ripka, G., Érsek, L., Rózsahegyi, P., Véték, G. (2015). First occurrence of an aline eriophyoid mite species, *Aceria kuko* (Kishida) (Prostigmata: Eriophyidae) in Hungary. *NÖVÉNYVÉDELEM* 51 (7) 301-307.



- Seljak, G. (2013). The dynamics of introduction of alien phytophagous insects and mites into Slovenia. *Acta Entomologica Slovenica* 21(2): 85-122.
- Seraphides, N. A. (2014). First record of the Goji gall mite, *Aceria kuko* (Acari: Eriophyidae), The Review of the Agricultural Research Institute for 2012-2013, p. 42, LEFKOSIA, ISSN 1018-9475.
- Vidović, B., Vajgand, D., Marinković, S., Petanović, R. (2015). *Aceria kuko* (Kishida) (Acari: Eriophyoidea) - nova štetočina u fauni Srbije. XIII Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor, 23-26.
- Zovko, M., Ostojić, I. (2017). Prvi nalaz eriofidne grinje *Aceria kuko* (Kishida, 1927) (Acari: Eriophyidae) u Bosni i Hercegovini. 14. Simpozij o zaštiti bilja u Bosni i Hercegovini, Mostar, 7.-9. 11. 2017. godine, Zbornik sažetaka str. 11-12.

### **THE PREVALENCE OF THE GOJI GALL MITE, *Aceria kuko* (Acari: Eriophyidae), IN BOSNIA AND HERZEGOVINA**

#### **Summary**

*Aceria kuko* (Kishida, 1927) is an eriophyid mite originating in Southeast Asia. The most significant hosts of these mites are wolfberry or goji berry (*Lycium chinense* Miller and *L. barbarum* L.). In the territory of Bosnia and Herzegovina, mite was first recorded in 2016 on several goji shrubs, planted on a family estate in the locality of Donja Papratnica (Žepče). With the diet on the leaves, mites cause formation of the round 3-5 mm diameter galls. Leaves from the infected plants were collected for laboratory analysis. The analysis was carried out at the Department of Plant Protection of the Faculty of Agriculture and Food Technology University of Mostar and based on the morphological characteristics it was determined that the mites belong to the *Aceria kuko* species. In a survey conducted in 2016 and 2017, the species was identified in four other localities in the area of the municipality of Žepče, and in one locality from the area of Teslić municipality. The species was not found in the localities of the Central Bosnia and Herzegovina-Neretva County. Since the goji berries are grown on smaller surfaces, mainly as individual plants, this eriophyid mite is not an economically significant pest in Bosnia and Herzegovina. However, the mite pose a potential danger, as the reported hosts of these mites are pepper (*Capsicum annum* L.) and black nightshade (*Solanum nigrum* L.), and there is a possibility of mite transfer to these crops.

Key words: *Aceria kuko*, goji berries gall mite, *Lycium* sp.

## EFFECT OF LIVE YEAST CULTURE *Saccharomyces cerevisiae* – YEA SACC<sup>1026</sup> ON GOAT MILK COMPOSITION\*

Emina Mušanović<sup>1</sup>, Senada Čengić-Džomba<sup>2</sup>, Salko Muratović<sup>2</sup>, Emir Džomba<sup>2</sup>,  
Dženan Hadžić<sup>2</sup>

*Original scientific paper*

### Summary

The feeding system of dairy goats in Bosnian mountain region is mostly based on grazing pasture from early spring to late autumn period. In such conditions, the quality of the pasture not meet the needs the animals, especially regarding on protein content as well as energy/protein ratio in the daily rations. The experiment was carried out at goats milk farm located near Sarajevo - Bosnia and Herzegovina. Forty Alpine goats in late lactation were used in feeding trial to determine the effect of addition of live yeast culture *Saccharomyces cerevisiae* – Yea Sacc<sup>1026</sup> on the milk composition. Four grams of Yeast culture was added in to 20 g of feed mixture and offered to goats in the morning. Goats from both treatments (control and Yeast added) grazed and browsed on pasture. Milk samples were collected three times during the experiment. Obtained data was processing by ANOVA using SPSS 17 statistical software package. Adding of Yea Sacc<sup>1026</sup> in rations significantly decreased milk urea content (from 13.26 to 9.97 mg/dl). On protein, milk fat, lactose, total dry matter, non fat dry matter and somatic cells content in milk, added yeast had no effect. The obtained results suggested that probiotic effect of Yea Sacc<sup>1026</sup> would be more pronounced during extended supplementation by yeast.

Key words: *dairy goats feeding, milk, urea, yeast*

### INTRODUCTION

Milk urea nitrogen (MUN) is influenced by different factors such as parity, season, stage of lactation, milk yield and herd (Schepers and Meijer, 1998; Giaccone *et al.*, 2007). The major determinants of urea formation are the amount of daily crude protein (CP) intake and the dietary ratio of CP to energy intake. An increased CP in diet that is not balanced with available energy causes a surplus of ammonia in rumen which rumen bacteria can not synthesis in their body proteins. The extra ammonia, which is toxic for animals, is absorbed from the digestive tract and enhances the formation of urea in the liver. From there, the urea passes into the plasma

---

\*Rad prezentiran na 28. Međunarodnoj naučno-stručnoj konferenciji poljoprivrede i prehrambene industrije / Paper presented at the 28th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, 27–29 September, 2017, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

<sup>1</sup> High school of agriculture, food, veterinary and service activities, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

<sup>2</sup> Faculty of Agriculture and food science Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

(Harmeyer and Martens, 1980). Entry of the urea into the rumen from the plasma constitutes a recycling mechanism of the urea that improves nitrogen utilization efficiency, since urea is used as a precursor of microbial protein synthesis (Brun-Bellut, 1996). Urea concentrations in urine, blood and milk are closely correlated.

MUN is considered to be good indicators of protein intake, ammonia loss from the rumen and the efficiency of processes related to protein metabolism in dairy cows (Roseler *et al.*, 1993; Hof *et al.*, 1997; Shepers and Meijer, 1998) and are currently used in the diagnosis of protein feeding. Taking into account that milk is easier to collect than blood and that milk urea can be accurately determined by enzymatic or physical methods, it is suggested that milk urea determination can be used to evaluate the on-farm efficiency of dietary N utilisation and the adequacy and balancing of diets. MUN might represent a fundamental nutritional tool for grazing small ruminants.

The effect of nutrition on milk urea content was confirmed by a number of studies carried out mainly on cattle (Stojanović *et al.*, 2006., Kohn *et al.*, 2002., Marenjak *et al.*, 2004). In many countries MUN is used as an indicator of diets protein content or as a balance of protein and energy content in ruminant diets. On the other hand, a small number of studies related to the effect of nutrition on urea content in sheep and goat milk have been conducted. According to Spuzs and Selegovska (2004) optimal urea concentration in goat milk ranges from 9 to 14 mg/dl in cases where goats are fed with diets containing 12% protein. According to Mellado *et al.*, (2004), levels of plasma urea content higher than 10 mg/dl were found to be associated with increased risk of abortion and low conception and kidding rates.

Aim of this experiment was to investigate effect of addition of live yeast culture *Saccharomyces cerevisiae* – Yea Sacc<sup>1026</sup> on the milk composition and somatic cells (CC) content in goat's milk fed on low productivity and low quality mountains pastures.

## MATERIAL AND METHODS

### **Basic farm information, animals, diets, and experimental design**

The research was carried out on a goat farm located in the village Tvrdimići near Sarajevo. The farm currently has about 150 alpine breed goats. Animal management was in accordance with traditional goat farming. Goats were fed pasture and browse (no concentrate supplementation was used). During the period from May to late autumn animals grazing on the mountain native pastures. Goats kidded from March to April. The animals were hand-milked once a day in the morning, and the rest of the day were spent on pasture along with kids. Kids were milk fed by their dams and weaned when they were about 6 weeks old. Reproduction was based on natural mating. The pastures are located at an altitude of 800 to 1200 meters.

During the winter period, the diet is based on the hay with the addition of concentrate, mainly cereals and cereals by-products. During this period, goats are located in open-type stables.

The research was conducted from 27.10 to 11.11.2015. Forty alpine dairy goats in late lactation (260. day) uniform in body weight, parity, body condition score and a milk production (1000 g average), were randomly allocated into two groups: A - control and B – goats supplemented with a 4 g live yeast culture *Saccharomyces cerevisiae* – Yea Sacc<sup>1026</sup> per head per day. Yeast culture was mixed with 20 g feed mixtures composed of the same amount (5 grams) of corn, oats, wheat meal and beet pulp. The concentrate mixture was offered to goats in stall in the morning and each goat was observed after the feeding to ensure complete consumption. All goats were allowed to continuously graze together during the day from 8:00-17:00. Before and after grazing, the goats were housed in an open type stable. They received water *ad libitum*.

Pre-treatment period lasted for 10 days. During this period all goats fed by same diet – grazing and browsing on pasture. The experimental period lasted for five days. During this period, the experimental group of goats (B) was supplemented with 20 g of feed mixture with live yeast cultures *Saccharomyces cerevisiae* Yea-Sacc<sup>1026</sup> (Table 1.)

Table 1. Experimental design

Period	Days	Animals per group	Diet
Pre-treatment period	10	20	Pasture + browse (Basic meal - BO)
Experimental period	5	20	Basic meal + 20 g feed mixture + 4 g Yea Sacc <sup>1026</sup>

### Determination of crude nutrients in feedingstuffs

Feed samples (pasture biomass, herbage selected by goats and feed mixture) were taken in accordance with Regulations Directive – (Službeni glasnik BiH, 65/2013).

Selected herbage samples were collected after monitoring by direct observations of goats preferences for different grass and herbage species during grazing. The samples of herbage were dried at 60 °C for 48 h and ground with a 1-mm screen for subsequent chemical analysis. For herbage and ingredients of feed mixture, the DM content was determined by drying samples at 105 °C until reaching constant weight, and ash content in a muffle furnace at 550 °C for 3 h. Crude protein was determined as N\*6.25 using the Kjeldahl method and ether extract with the Soxhlet method. Nutritional composition of biomass consumed by goats is shown in Tables 2 and 3.

Table 2. The ingredients and chemical composition of the concentrate feed (on dry matter basis)

Feedstuffs	Nutritional composition, %					
	Crude ash (CA)	Organic matter (OM)	Crude protein (CP)	Ether extract (EE)	Crude fibre (CF)	Nitrogen Free Extract (NFE)
Corn, grain	2.22	80.80	8.63	4.47	3.09	64.64
Dried beet pulp	6.68	93.32	9.23	0.62	16.71	66.76
Wheat barn	5.41	94.59	16.92	3.97	6.38	67.33
Oats, grain	3.34	96.66	11.46	3.16	12.72	69.27

Table 3. The ingredients and chemical composition of pasture and browse (on dry matter basis)

	Nutritional composition, %					
	CA	OM	CP	EE	CF	NFE
Hay of natural meadow	5.87	94.13	6.69	1.28	27.76	58.39
Wild blackberry, leaf	4.87	95.13	12.99	4.36	12.14	65.65
Juniper, needles	5.11	85.59	5.71	8.17	20.60	51.04
Pine, needles	2.99	97.01	8.78	1.69	23.44	63.09
Spruce, needles	4.73	95.27	6.76	1.22	23.16	64.11
Pasture	9.40	90.60	7.45	1.88	24.71	56.16
Wild apple, fruit	3.14	96.85	1.95	1.69	11.11	82.10

### Sampling and determination of chemical parameters of goat milk

Samples of raw goat milk were analysed in the milk control laboratory in Banja Luka. Milk sampling and sample procedure were carried out in accordance with the B&H Harmonized Standard: Milk and dairy products - Sampling instructions BAS EN ISO 707/2008.

Milk sampling were done 3 times during the experiment (on the first day of the pre-treatment period and the first and last (fifth) day of the experimental period) and analysed for dry matter, fat, protein, lactose and urea using a DairySpec Fourier Transform Spectrometer (FT) with infrared spectrometry (FTIR) (Bentley Instruments). The results are expressed in g/100g. Somatic cells was determined using Somacaunt FC Cell Counter (Bentley Instruments) with DyeBuffer Solution (1000 cells/ml row milk).

Statistical analysis of *Saccharomyces cerevisiae* Yea-Sacc<sup>1026</sup> effect on goat's milk composition was performed by analysis of variance (General Linear Model) in SPSS 17 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

## RESULTS AND DISCUSSION

The ingredients and chemical composition of goats diet is given in the Table 4. Goats feeding was based exclusively on voluminous fodder during the experimental period. The diet consisted of pastures, browsing material and hay. Due to a small amount (20 g) concentrated fodder which was added yeast culture in, it had no effect on the nutritive value of the meal.

CP contents of pasture, selected herbage and hay were 7.45%, 6.91% and 6.69% on DM basis respectively. The protein content in the pasture is significantly below the value stated by the Domaćinović (2006) and Handžić *et al.*, (1997), while the content of crude fibers was at the level of values indicated by the same authors. Protein content in experimental diets was below recommended values for nutritional requirements of lactating goats (NRC, 2007).

### Milk urea nitrogen (MUN) content

MUN value was significantly influenced ( $P < 0.002$ ) by feeding regime. MUN content in the control group and in the group supplemented with yeast were 13.5 and 9.97 mg/dl, respectively, what is analogous to values reported by Spuzs and Selegovska (2004). According to Tirado *et al.* (2005) the MUN value range was 9.7-35.4 mg/dl in the goats fed with similar diets. Relatively lower MUN average values, for the control and experimental group, can be explained by low protein levels in the rations. Diets protein level was below the recommendations for goats in late lactation and an average milk production 1000 g. The physiological response of goats on the low diets protein content is degradation of body proteins, causing an increase of urea content in the milk while the milk protein level is not changed (Table 5). Although both values for MUN (13.5 and 9.97 mg/dl) are within the optimal values, however, the MUN content in the group supplemented with the live yeast culture is significantly lower compared to the control group. The explanation can be found in the fact that the addition of live yeast cultures improves protein digestion in rumen. In this way, the mobilization of body protein is reduced.

Table 5. Chemical parameters of goat milk (g/100g)

	Treatment		P
	Control	Yea Sacc	
Fat, %	3,56 ± 0,37	3,28 ± 0,20	0,523
Proteins, %	4,35 ± 0,18	4,11 ± 0,14	0,304
Lactose, %	4,16 ± 0,09	4,22 ± 0,05	0,569
Total solids (TS), %	12,88 ± 0,41	12,41 ± 0,31	0,368
Non-fat solids (SNF), %	9,33 ± 0,17	9,13 ± 0,18	0,415
Urea, mg/dl	13,26 ± 0,75	9,97 ± 0,61	0,002
SCC	2542,00 ± 782,740	1099,76 ± 315,795	0,097

However, many authors stated that live yeast cultures are most efficient when animals are fed diets poor in nutrient supply (Plata *et al.*, 1994). Milk protein synthesis is very complex process and besides protein/amino acids supply depend on availability of metabolized energy (Bionaz *et al.*, 2012). Generally, effect of yeast on milk composition might be more effective under stress including insufficient nutrient supply than in normal conditions.

So, prolonging goats feeding until late vegetative season followed by decreasing quantity and quality of the forage could led to higher shortage of nutrient supply in the middle experiment comparing to pre-treatment period increasing MUN in goat's milk. Improving digestion processes after yeast supplementation decreased MUN on original level (Figure 1).

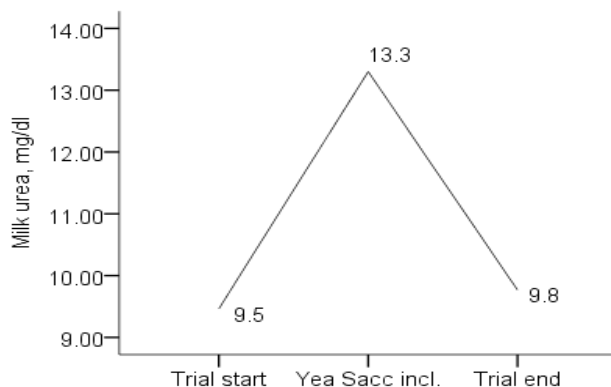


Figure 1. Effect of adding live yeast culture *saccharomyces cerevisiae* – Yea Sacc<sup>1026</sup> in goats diets on milk urea content

Other goats milk parameters (fat, protein, urea, lactose, TS, SNF and SCC) were similar on both experimental groups ( $p < 0.05$ ). These mean productive parameters and their variations were in accordance with other results reported in literature for the same breed reared in analogous environmental conditions (Todaro *et al.*, 2005). The nutritional treatments did not significantly modify milk composition although somatic cell content tended to be lower in goats supplemented with yeast than in goats fed with control diet. Nevertheless no significant difference was detected between groups.

## CONCLUSIONS

The results of this study indicate that adding live yeast cultures to dairy goats' meals can improve digestion of diets poor in nutrient supply. Even a short period of adding yeast culture in goats diets resulted in the reduction of milk urea content. MUN might represent a fundamental nutritional tool for grazing small ruminants.

## REFERENCES

- BAS EN ISO 707/2008. Mlijeko i mliječni proizvodi – Vodič za uzorkovanje. Institut za standardizaciju, Bosna i Hercegovina.
- Bionaz, M., Hurley, W. and Looor, L. 2012. Milk Protein Synthesis in the Lactating Mammary Gland: Insights from Transcriptomics Analyses. In: Milk Protein. Edited by Walter L. Hurley, ISBN 978-953-51-0743-9, and Publisher: InTech, Chapters published September 12, 2012. pp 286-324. DOI: 10.5772/2933.
- Brun-Bellut, J. 1996. Urea recycling in the rumen of dairy goats: effects of physiological stage and composition of intake. *Small Ruminants Res.* 23, 83-90.
- Domaćinović, M. 2006. Hranidba domaćih životinja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. RH.
- Giaccone, P., Todaro, M., Scatassa, M. L. 2007. Factors associated with milk urea concentrations in Girgentana goats. *Italian Journal of Animal Science.* Vol. 6 Suppl. 1), 622-624, 2007.
- Handžić R., Muratović, S., Galijašević-Pobrić, Š. Čengić, S., Vokalović, B. 1997. Ishrana domaćih životinja. Studentska štamparija Univerziteta Sarajevo.
- Harmeyer, J. and H. Martens. 1980. Aspect of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. *J. Dairy Sci.* 63: 1707-1728.
- Hof, G., Vervoorn, M. D., Lenaers, P. J., Tamminga, S. 1997. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 80 (2), 3333-3340.
- Kohn, R. A., Kalscheur, K. F., Russek-Cohen E. 2002. Evaluation of models to predict urinary excretion and milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.* 85:227-233.
- Marenjak, T. S., Poljičak-Milas N., Stojević, Z. 2004. Svrha određivanja koncentracije ureje u kravljem mlijeku. *Praxis veterinaria*, 52, 233-241;
- Mellado, M. R., Valdez, L. M., García Lara, J. E. 2004. Risk factors involved in conception, abortion, and kidding rates of goats under extensive conditions. *Small Ruminant Res.* 55:191–198.
- NRC. 2007. Nutrition requirements of small ruminants. Animal nutrition series. National Research Council. The National Academy Press. Washington DC, USA.
- Plata, P. F., Mendoza, G. D., Bárcena-Gama, J. R. & González S. M. 1994. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on neutral detergent fiber digestion in steers fed oat straw diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 49. 203-210.
- Roseler, D. K., Ferguson, J. D., Sniffen, C. J., Herrema, J. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76:525-534.
- Schepers, A. J. and Meijer, R. G. M. 1998. Evaluation of the utilization of dietary nitrogen by dairy cows based on urea concentration in milk. *Journal of Dairy Science*, Volume 81, Issue 2, 579-584.



Službeni glasnik BiH br. 65/2013 – Pravilnik o metodama uzorkovanja i analitičkim metodama za provedbu službenih kontrola hrane za životinje.

Spruzs, J., Selegovska, E. 2004. Feeding of goats under conditions of organic farming. Veterinarija i Zootehnika. T. 27 (49). 2004.

Stojanović, B., Grubić, G., Dorđević, N. 2006. Sadržaj uree u mleku kao pokazatelj optimalnog sadržaja proteina u obroku mlečnih krava. Simpozijum: Mleko i proizvodi od mleka, Tara, 21–25. maj 2006. Str. 27–30 (2006).

Todaro, M., Scatassa, M. L., Giaccone, P. 2005. Multivariate factor analysis of Girgentana goat milk composition. Ital. J. Anim. Sci., 4:403-410.

## **EFEKAT DODAVANJA KVASCA *Saccharomyces cerevisiae* – YEA SACC<sup>1026</sup> U OBROKE LAKTIRAJUĆIH KOZA NA SASTAV KOZIJEK MLIJEKA**

### **Rezime**

Ishrana mliječnih koza u planinskom području Bosne i Hercegovine je zasnovana na iskorištavanju prirodnih pašnjaka od ranog proljeća do kasne jeseni. U uobičajenim uslovima, kvaliteta ispaše ne može zadovoljiti potrebe životinja, posebice u sadržaju proteina te u odnosu energije i proteina u obrocima. Eksperiment je proveden na privatnoj farmi mliječnih koza lociranoj u blizini Sarajeva – Bosna i Hercegovina. Četrdeset koza alpske pasmine u kasnoj laktaciji je korišteno da bi se ispitalo utjecaj dodavanja živih kultura *Saccharomyces cerevisiae* – Yea Sacc<sup>1026</sup> na hemijske i higijenske parametre mlijeka. U 20 g mješavine koncentratnih krmiva dodano je 4 g kvasca i nuđeno kozama tokom jutarnjih sati. Nakon toga su obje grupe koza (i kontrolna i grupa suplementirana kvascem) boravile na pašnjaku konzumirajući pašnjačke biljne kulture i brst. Uzorci mlijeka uzimani su tri puta tokom eksperimenta. Dobiveni rezultati su procesuirani analizom varijanse korištenjem statističkog programa SPSS 17. Dodavanje Yea Sacc<sup>1026</sup> u obroke koza je signifikantno smanjilo sadržaj uree u mlijeku (sa 13.26 u kontrolnoj skupini na 9.97 mg/dl u kvascem suplementiranoj skupini). Na sadržaj proteina, mliječne masti, laktoze, ukupne i bezmasne suhe materije, kao i na sadržaj somatskih ćelija u mlijeku dodani kvasac nije imao utjecaj. Rezultati ukazuju da bi probiotski efekat Yea Sacc<sup>1026</sup> mogao biti mnogo izraženiji pri dužem suplementiranju ishrane koza živim kulturama *Saccharomyces cerevisiae* – Yea Sacc<sup>1026</sup>.

Ključne riječi: *ishrana mliječnih koza, mlijeko, urea, kvasac*

## TROPHIC INTERACTIONS OF *LEPOMIS GIBBOSUS* (LINNAEUS, 1758) (ACTINOPTERYGII: PERCIFORMES) IN JABLANICA RESERVOIR ON THE RIVER NERETVA

Adi Vesnić<sup>1</sup>, Mahir Gajević<sup>1</sup>, Aldijana Mušović<sup>1</sup>, Samir Đug<sup>1</sup>, Nusret Drešković<sup>2</sup>,  
Enad Korjenić<sup>1</sup>, Rifat Škrijelj<sup>1</sup>

*Original scientific paper*

### Summary

In this paper local ecological feeding adaptation of allochthone *Lepomis gibbosus* in Jablanica power plant reservoir were investigated. Data on feeding behaviour showed molluscivorous feeding behaviour in the investigated population. The trophic position of *Lepomis gibbosus* in Jablanica reservoir indicate dependence of the species within feeding area in littoral zone; that is under high water level oscillation stress. Possible negative effects of *Lepomis gibbosus* on autochthone fishes' species in Jablanica reservoir indicate possible feeding niche overlap and competition with *Leuciscus svallize* and *Squalius cephalus*. Fulton's K condition index of body length – body weight ratio indicates negative allometric growth with the index values between 2.08 and 2.35 indicating poor habitat conditions for *Lepomis gibbosus* in Jablanica reservoir. Relative weight index indicates 93.2% of individuals below standard weight and in the range of relative weight index 90-110, 69.8% individuals were found.

Key words: *Lepomis, gibbosus, pumpkinseed, allochthone species, Bosnia and Herzegovina*

### INTRODUCTION

By the end of 19<sup>th</sup> century *Lepomis gibbosus* has spread from its native North America habitats in Europe. Now it is widely distributed non-native fish in Europe inhabiting ponds and slow-flowing large rivers, canals and water reservoirs. It is abundant in warm waters and it reproduces in summer when temperature of water is 16-18°C. Literature data on *Lepomis gibbosus* indicate body weight between 230 g and 340 g (Holtan, 1998; Froese & Pauly eds., 2017). Within its natural distributional range, *L. gibbosus* inhabits lentic environments (Fox, 1994; Robinson *et al.*, 2000), where it feeds on zooplankton and benthic invertebrates (Scott & Crossman, 1979; Deacon & Keast, 1987).

---

<sup>1</sup> Faculty of Science, University of Sarajevo, Biology Department, Zmaja od Bosne 33-35,  
71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

<sup>2</sup> Faculty of Science, University of Sarajevo, Geography Department, Zmaja od Bosne 33-35,  
71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina  
Corresponding author, e-mail: vesnicadi@gmail.com

On Balkan Peninsula, warm water habitats are important for distribution and survival of several invasive fish species among which is *Lepomis gibbosus* (Piria *et al.*, 2017). Stable populations of *L. gibbosus* in Neretva River are located in power plant reservoirs that have higher water temperature rates and allow survival and reproduction of this introduced species (Trožić-Borovac *et al.*, 2003).

Introduced species as *Lepomis gibbosus* can cause extinction of autochthone fish species (Welcomme, 1992). The fish community in Jablanica reservoir includes 10 species; one endemic fish *Leuciscus svallize* and seven allochthone species (Škrijelj, 2002; Škrijelj *et al.*, 2016).

To predict impact of *Lepomis gibbosus* on native and endemic species we investigated feeding niche overlap and body weight condition. The main aim of the study was to analyse autecology of *Lepomis gibbosus* in Jablanica reservoir and potential feeding niche overlap with other autochthone species in this ecosystem. Particular attention was paid to adaptation and trophic relationship of *Lepomis gibbosus* with native fish community.

## MATERIAL AND METHODS

In order to define local feeding adaptation and feeding ecological niche of *Lepomis gibbosus* we analysed stomach content, prey selection, body condition indices and population structure. The samples of *Lepomis gibbosus* were collected on September 15<sup>th</sup> 2016 from three localities on Jablanica reservoir:

1. Hydro plant entrance, lat: 43°40'52.76"N; lon: 17°46'16.68"E,
2. Donje Paprasko, lat: 43°41'3.02"N; lon: 17°47'8.11"E,
3. Babin potok, lat: 43°41'8.89"N; lon: 17°46'41.12"E (Fig. 1-2.).



Sampling was carried out using standard procedure BS EN 14757: 2005 – Water quality Sampling of fish with multi – mesh gill nets. The nets were taken out after 24 hours. A total of 53 specimens were collected and stomach content was analysed in 33 males and 20 females. Individuals were stored in plastic containers and preserved in 4% formaldehyde. Morphometric and digestive tract content analysis were carried out at Faculty of Science Sarajevo, Biology department, Laboratory for Animal Ecology. Individuals were measured and labelled. Morphometric analysis included: total and standard body length. Intact fish specimens were weighed to the nearest 0.01 g. After total body mass weight, the individuals were dissected for digestive tract extraction and sex determination. The total weight of dissected digestive tract was measured to the nearest 0.01 g.

#### *Stomach food composition analysis*

The stomachs were removed, slit open and the content was displayed in Petri dishes with distilled water. Prey items were identified to the lowest possible taxonomic level. To assess the food composition, we used frequency of occurrence and numerical abundance.

#### *Body mass indices, relative condition indices and trophic indices*

Fultons K condition index was calculated as  $Fk = \text{weight in grams (W)}/\text{length in millimetres (TL)}^3 * 100000$

$$Fk = \frac{W}{TL^3} * 100000$$

Standard weight index ( $W_s$ ) and relative weight index ( $W_r$ ) were calculated using  $W_s$  equation in metric units for pumpkinseed  $\log_{10}W_s = -5.179 + 3.237 (\log_{10}(TL))$  (Hongsheng, 1994).

- $W_r$  – relative condition index was used to calculate typical average weights for fishes of specific length. It is calculated by dividing an observed weight by a standard weight ( $W_s$ ) of fishes.
- $W_r = W/W_s * 100$

$W$  – weight of a certain length

$W_s$  – calculated standard weight for the same length

#### *Gravimetric methods*

Wet gravimetric method for analysis of stomach content was used in *Lepomis gibbosus* dietary studies.

- **MWC** – Mean weight of stomach was analysed as full stomach weight/total fish weight\*100.

- **DPI**– The estimate of relative importance was used as subjective method to estimate most abundant food item; in the study proportion of counted number of dominant pray item/total number of food items.
- **FO** – the frequency of occurrence express the population food habits based on the number of stomachs in which a food item was found as percentage of the total number of full stomachs (Cailliet, 1977).
- **Cn** – Numerical abundance was the number of each pray item in all non-empty stomachs in a sample expressed as the total number of food items in all stomachs (Hyslop, 1980).

## RESULTS

The average total body length of *Lepomis gibbosus* in the sample was 14.35 cm  $\pm$  0.84 (13.00-16.26) and standard body length was 12.05 cm  $\pm$  0.70 (11.00-13.75). The average weight of the *Lepomis gibbosus* was 60.53 g  $\pm$  12.84 (41.80 – 96.00), and the average digestive tract weight 3.59 g  $\pm$  5.22 (1.30 – 3.80). Females had on average higher total and standard body length values than males; within male population, maximal and minimal total and standard body length values were recorded (Tab. 1.). The weight of digestive tract in females of *Lepomis gibbosus* was on average lighter in comparison to males (Tab. 1.). Total weight of digestive tract had the highest variability with the coefficient of variation 147.72%.

Table. 1. Variation of morphometric body characters analysed on *Lepomis gibbosus* from Jablanica reservoir: AV – average, SD – standard deviation, MIN – minimal value, MAX – maximal value Coeff. var. – coefficient of variability, N – number of individuals

*Varijacija morfometrijskih karaktera analiziranih na vrsti Lepomis gibbosus iz Jablaničkog jezera: AV – prosječna vrijednost, SD – standardna devijacija, MIN – minimalna vrijednost, MAX – maksimalna vrijednost, Coeff. var. – koeficijent varijabilnosti, N – broj jedinki*

	MALES (N = 33)		FEMALES (N = 20)	
	AV $\pm$ SD (MIN-MAX)	Coeff. var.	AV $\pm$ SD (MIN-MAX)	Coeff. var.
<b>TOTAL BODY LENGTH</b>	14.27 $\pm$ 0.89 (13.00-16.25)	6.18%	14.86 $\pm$ 0.6 (14.50-15.50)	2.40%
<b>STANDARD BODY LENGTH</b>	12.00 $\pm$ 0.73 (11.00-13.75)	6.07%	12.43 $\pm$ 0.21 (12.25-12.75)	1.70%
<b>BODY WEIGHT</b>	59.30 $\pm$ 13.40 (41.80-96.00)	22.48%	65.50 $\pm$ 6.11 (59.00-70.00)	6.10%
<b>DIGESTIVE TRACT WEIGHT</b>	2.64 $\pm$ 0.56 (1.30-3.80)	21.05%	2.59 $\pm$ 0.27 (2.30-3.10)	10.24%

In the total sample, four individuals of *Lepomis gibbosus* 0.08% were with an empty digestive tract. Average body weight of *Lepomis gibbosus* with empty digestive tract was 60.5 g (46.2 – 72.9), and empty digestive tract weight was 2.1 g (1.3 – 2.6 g). Relative mass (MWC) of the empty digestive tract was 3.5%. On the average weight of full *Lepomis gibbosus*, the digestive tract was 2.6 g (1.6 – 3.8) and relative proportion of full stomach weight and total body weight (MWC) was 4.3%. The proportion of the mean total weight of stomach content relative to fish weight (MVC) was used as indices for relative stomach weight. Analysis of linear regression indicates statistically significant connection between total body mass and digestive tract weight;  $R = 0,45$ ;  $r^2 = 0,23$ ;  $p = 0,016$ . The proportion of the mean weight of stomach indicated that weight of the fish could explain 45% of stomach weights. Percentage numerical abundance (Cn) and proportion of occurrence (FO) indicated gastropods as most dominant food items in the population of *Lepomis gibbosus* from Jablanica reservoir (Tab. 2.). Compared to other food items found in the stomach of *Lepomis gibbosus*, gastropods were most abundant represented by FO = 83.1% and Cn = 95.6% (Tab. 2.). The proportion of occurrence (FO) indicated that *Valvata sp.* were present in 83.1% of individuals in the sample.

The most common gastropod in the dissected stomach of *Lepomis gibbosus* was *Valvata piscinalis*, second species *Valvata cristata* was sporadic, represented by 32 individuals (Tab. 3.). The shell length of *Valvata piscinalis* collected from *Lepomis gibbosus* stomach was 3-7 mm, with 60% of shells over five millimetres in length. Largest prey item was staphylinid beetle 20 mm body length.

Table. 2. Body mass and trophic indices of *Lepomis gibbosus* from Jablanica reservoir  
*Masa tijela i trofički indeksi vrste Lepomis gibbosus iz Jablaničkog jezera*

BODY LENGTH (MM)	PROPORTION OF STOMACH WEIGHT (MVC)	PROPORTION OF DOMINANT PRAY ITEM (DPI)	PROPORTION OF OCCURRENCE (FO)	PERCENTAGE NUMERICAL ABUNDANCE (CN)
130	5.27%	291/1034 <b>28.0%</b>	13/17 <b>76.5%</b>	316/1082 <b>28.1%</b>
140	4.25%	246/1034 <b>23.0%</b>	15/18 <b>83.4%</b>	286/1082 <b>25.7%</b>
150	3.85%	462/1034 <b>45.0%</b>	15/17 <b>88.0%</b>	473/1082 <b>43.0%</b>
160	3.02%	35/1034 <b>4.0%</b>	1/1 <b>100.0%</b>	35/1082 <b>3.2%</b>
<b>ALL GROUPS</b>	<b>4.42%</b>		44/53 <b>83.1%</b>	1034/1082 <b>95.6%</b>

Table. 3. Identified taxa in digestive tract of *Lepomis gibbosus* in Jablanica reservoir  
*Identificirane skupine u digestivnom sustavu vrste Lepomis gibbosus iz Jablaničkog jezera*

FOOD ITEM	ABSOLUTE NUMBER	RELATIVE NUMBER
TOTAL ANNELIDA	5	0.46%
OLIGOCHAETA	3	
HIRUDINEA	2	
TOTAL GASTROPODA	1034	95.56%
VALVATA PISCINALIS	1002	
VALVATA CRISTAT	32	
TOTAL BIVALVIA	5	0.46%
TOTAL BRANCHIATA	19	1.76%
ASELLUS SP.	16	
GAMMARUS SP.	3	
TOTAL CHILOPOODA	5	0.46%
TOTAL INSECTA	14	1.29%
ODONATA JUV.	2	
STAPHYLINIDAE	1	
OTHER INSECTS	11	
<b>TOTAL</b>	<b>1082</b>	<b>100.00%</b>

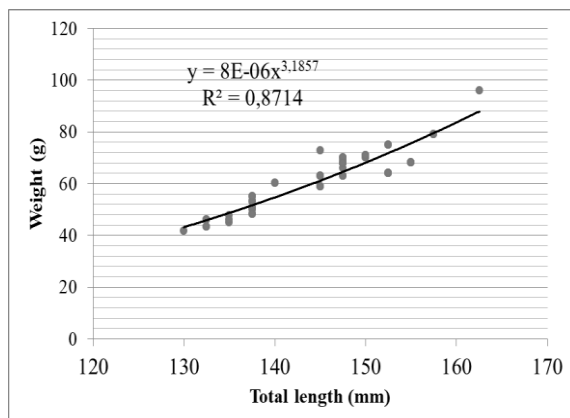
Fulton's K condition index of body length – body weight ratio indicates negative allometric growth with the index values between 2.08 and 2.35 (Tab. 4.). Values of Fulton's K index under 3.00 indicate low body mass growth and can point to poor habitat conditions for *Lepomis gibbosus* in Jablanica reservoir (Tab. 4.).

Table. 4. Results for Fultons K indices Standard and relative body weight ratio indices  
*Rezultati Fultons K indeksa i odnosa standardne i relativne mase tijela*

TOTAL LENGTH (MM)	AVERAGE BODY WEIGTH (GRAMS)	FULTONS K	STANDARD WEIGTH (WS) (GRAMS)	RELATIVE WEIGHT (WR)
130	48.5	2.21	52.7	91.9%
140	64.5	2.35	66.8	96.9%
150	70.1	2.08	77.6	90.5%
160	96.0	2.34	95.0	101.1%
<b>AVERAGE</b>	<b>61.8</b>	<b>2.24</b>	<b>66.3</b>	<b>93.2%</b>

Weight – total body length power function was calculated:  $a = 0.000008$ ,  $b = 3.19$ , indicating slight allometric growth; this function explains 87% of body mass variation by body length ( $R^2 = 0.8714$ ) (Graph. 1.).

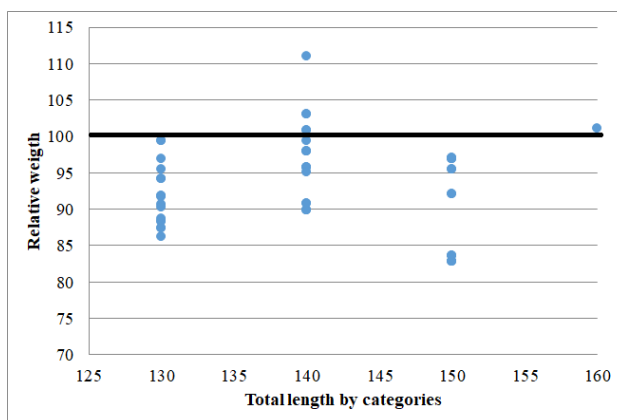




Graph. 1. Plot total length (mm) vs. weight (g) for *Lepomis gibbosus* from Jablanica reservoir; power function  $a = 0.000008$ ;  $b = 3.2$

*Grafički prikaz totalne dužine tijela (mm) sa masom (g) za Lepomis gibbosus iz Jablaničkog jezera; kvadratna funkcija  $a = 0.000008$ ;  $b = 3.2$*

Relative condition index (Wr) of total sample had in average values for different body length categories under expected standard weights, for total sample 93.2% of the standard *Lepomis gibbosus* weight indicating poor condition of *Lepomis gibbosus* in Jablanica reservoir. Relative body weight condition in total sample was under 100.0% in 47 (88.7%) individuals, and in the range of relative body weight 90-110 we found 37 (69.8%) individuals (Graph. 2.).



Graph. 2. Plot total length by categories vs. relative weight for *Lepomis gibbosus* from Jablanica reservoir, horizontal line indicate  $WR = 100$

*Odnos totalne dužine i relativne mase Lepomis gibbosus iz Jablaničkog jezera, horizontalna linija pokazuje vrijednost  $WR = 100$*

## DISCUSSION

Data on feeding behaviour of *Lepomis gibbosus* in native lakes show that *Lepomis gibbosus* is carnivorous fish feeding in shallow littoral zone on most dominant prey, usually dipteran larvae and other macroinvertebrates (Hambright & Hall, 1992; Johnson & Dropkin, 1993; Godinho *et al.*, 1997; White, 2002; Robinson *et al.*, 1993; Gillespie & Fox, 2003; McCairns & Fox, 2004).

The diet of *Lepomis gibbosus* in Jablanica reservoir consisted mainly of gastropods, which dominated in all fish size classes (Tab. 3.). Gastropods in Jablanica reservoir are distributed dominantly in littoral habitats rich with plants and gastropods. In Jablanica reservoir shallow littoral habitats rich with plants and gastropods stay on dry land during water withdraw not allowing feeding of *Lepomis gibbosus*. Due to the water oscillation in Jablanica reservoir, the negative effects of *Lepomis gibbosus* in the littoral food web are questionable.

Digestive tract content is important for estimation of *Lepomis gibbosus* position in trophic niche and for assessment of possible negative effects on autochthone fish species in artificial hydro accumulations such as Jablanica reservoir. The negative effects of non-native fishes on native species due to increased predation, competition for food or habitat modifications were reported in other studies (Museth *et al.*, 2007, 2010; Borgstrøm *et al.*, 2010; Vitule *et al.*, 2009; Gozlan *et al.*, 2010; Cucherousset & Olden 2011; Garcý'a-Berthou, 2007; Gozlan *et al.*, 2010; Cucherousset & Olden, 2011; Almeida *et al.*, 2014). Due to competition in the trophic niche, allochthone fish species can have a negative impact on native ichthyofauna (Baxter *et al.*, 2004; Munawar *et al.*, 2005; Cucherousset & Olden, 2011; Gkenas *et al.*, 2016). The results of the recent investigations have shown the minimal negative effect of *Lepomis gibbosus* on native *Salmo trutta* (Jackson *et al.*, 2016). In Spain and Portugal Godinho *et al.*, (1997), reported *Lepomis gibbosus* mainly in disturbed, lentic parts of river systems where it has impact on community structure (Angeler *et al.*, 2002; Prenda-Marin *et al.*, 2003; Mesquita *et al.*, 2006; Almeida *et al.*, 2009). In the Netherlands, impacts on the composition of macroinvertebrate assemblages have been reported in lentic ecosystems invaded by *Lepomis gibbosus*, (Van Kleef *et al.*, 2008).

In Southern Europe investigated fish inhabit lotic and lentic environments and in both cases, it is characterized by faster juvenile growth and earlier maturity, thus increasing recruitment and the potential for damaging effects on the ecosystem (Fox *et al.*, 2007). Small body dimensions and feeding based on gastropods and rarely on other invertebrates raise the question about negative effects of *Lepomis gibbosus* on autochthone fish species in the investigated Jablanica reservoir. Compared to populations from North America morphometric data on *Lepomis gibbosus* from Jablanica reservoir indicated on average smaller body weight between 41.80 and 96.00 g, and body weight indices showing malnutrition and negative allometric growth of investigated fish.

The possible negative effects of *Lepomis gibbosus* on native species in Jablanica reservoir are hard to estimate due to the presence of other invasive predatory fish species. Although the fish is carnivorous it is not a specialized predator, therefore the competition with native fishes such as *Leuciscus svallize* and *Squalius cephalus* is probably low. Interspecific competition and predation are an important factor in succession and composition of animal communities but in Jablanica reservoir beside introduced predators *Sander lucioperca* significant factor is variation in reservoir level oscillations what is probably the most dominant factor in the littoral zone of the reservoir.

## CONCLUSION

In Jablanica reservoir diet of *Lepomis gibbosus* is mainly constituted of two gastropod species: *Valvata cristata* and *Valvata piscinalis*.

The digestive tract content of *Lepomis gibbosus* indicates feeding area in littoral zone that is rich with plant vegetation and snails. The water withdrawal from littoral zone rich with gastropods and vegetation probably limits food availability and has strong negative effects on *L. gibbosus* feeding.

Two autochthone species *Leuciscus svallize* and *Squalius cephalus* in Jablanica reservoir are also feeding with invertebrate and could be in competition with *Lepomis gibbosus* due feeding niche overlap.

The body length and body weight of *Lepomis gibbosus* from Jablanica reservoir indicated smaller body dimensions compared to native populations. Fulton's K and relative weight index (Wr) indicated malnutrition and poor status of investigated species. Data on body weight condition indicate low degree of adaptation of *Lepomis gibbosus* in Jablanica reservoir. Low adaptation is reflected in lower average body weight compared to indigenous populations of investigated fish.

## REFERENCES

- Almeida, D., Almodóvar, A., Nicola, G. G., & Elvira, B. (2009): Feeding tactics and body condition of two introduced populations of pumpkinseed *Lepomis gibbosus*: taking advantages of human disturbances. *Ecology of freshwater fish*, 18(1), 15-23.
- Almeida, D., Vilizzi, L., Copp, G. H. (2014): Interspecific aggressive behaviour of invasive pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in Iberian fresh waters. *PLoS One*, 9: e88038.
- Angeler, D. G., Lvarez-Cobelas, M. A., Sa'nchez-Carrillo, S., M. Rodrigo, A. (2002): Assessment of exotic fish impacts on water quality and zooplankton in a degraded semi-arid floodplain wetland. *Aquatic Sciences*, 64, 76–86.
- Baxter, C. V., Fausch, K. D., Murakami, M., Chapman, P. L. (2004): Fish invasion restructures stream and forest food webs by interrupting reciprocal prey subsidies. *Ecology*, 85, 2656–2663.

- Borgstrøm, R., Museth, J., Brittain, J. E. (2010): The brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: long-term changes in population dynamics due to exploitation and the invasive species, European minnow (*Phoxinus phoxinus*). *Hydrobiologia*, 642, 81–91.
- Caillet G. M. (1977): Several approaches to the feeding ecology of fishes. In: *Fish Food Habits Studies. First Pacific Northwest Technical Workshop* (Simenstad C. A. & S. J. Lipovsky, eds), pp. 1-13. Seattle: Washington Sea Grant Publication.
- Cucherousset, J., Olden, J. D. (2011): Ecological impacts of nonnative freshwater fishes. *Fisheries*, 36, 215–230.
- Deacon, L. I., Keast, J. A. (1987): Patterns of reproduction in two populations of pumpkinseed sunfish, *Lepomis gibbosus*, with differing food resources. *Environmental Biology of Fishes*, 19, 281–296.
- Fox, M. G. (1994): Growth, density, and interspecific influences on pumpkinseed sunfish life histories. *Ecology*, 75, 1157– 1171.
- Fox, M. G., Vila-Gispert, A., Copp, G. H. (2007): Life-history traits of introduced Iberian pumpkinseed *Lepomis gibbosus* relative to native populations. Can differences explain colonization success? *Journal of Fish Biology*, 71, 56–69.
- García-Berthou, E. (2007): The characteristics of invasive fishes: what has been learned so far? *Journal of Fish Biology* 71:33–55.
- Gkenas, C., Magalhães, M. F., Cucherousset, J., Domingos, I., Ribeiro, F. (2016): Long term patterns in the late summer trophic niche of the invasive pumpkinseed sunfish *Lepomis gibbosus*. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, (417), 19.
- Gillespie, G. J., Fox, M. G. (2003): Morphological and life-history differentiation between littoral and pelagic forms of pumpkinseed. *Journal of Fish Biology*, 62, 1099-1115.
- Godinho, F., Ferreira, M. T., Cortes, R. V. (1997): The environmental basis of diet variation in pumpkinseed sunfish, *Lepomis gibbosus*, and largemouth bass, *Micropterus salmoides*, along an Iberian river basin. *Environmental Biology of Fishes*, 50, 105–115.
- Gozlan, R. E., Britton, J. R., Cowx, I. G., Copp, G. H. (2010): Current knowledge on non-native freshwater fish introductions. *Journal of Fish Biology*, 76, 751–786.
- Hambright, K. D., Hall, R. O. (1992): Differential zooplankton feeding behaviors, selectivities, and community impacts of two planktivorous fishes. *Environ. Biol. Fish.*, 35, 401-411.
- Holtan, P. (1998): Pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*). Wisconsin Department of Natural Resources, Bureau of Fisheries Management, 1-6.
- Hongsheng, L., (1994): "The Relative Weight (Wr) Condition Index as a Predictor of Growth, Prey Abundance and Environmental Conditions". Masters Theses. 2063. <http://thekeep.eiu.edu/theses/2063>

- Hyslop, E. J. (1998): Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17, 41 1-429.
- Jackson, L. C., Andrew Peterson, K., Roberts, C. D., Richard A. W. (2016): Recent slowing of Atlantic overturning circulation as a recovery from earlier strengthening. *Nature Geoscience*, 9, 518–522.
- Johnson, J. H., Dropkin, D. S. (1993): Diel variation in diet composition of a riverine fish community. *Hydrobiologia*, 271, 149-158.
- McCairns, R. J., Fox, M. G. (2004): Habitat and home range fidelity in the trophically dimorphic pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*) population. *Oecologia*, 140, 271-279.
- Mesquita, N., Coelho, M. M., Filomena, M. M. (2006): Spatial variation in fish assemblages across small Mediterranean drainages: effects of habitat and landscape context. *Environmental Biology of Fishes*, 77, 105–120.
- Munawar, M., Munawar, I. F., Mandrak, N. E., Fitzpatrick, M., Dermott, R., Leach, J. (2005): An overview of the impact of non-indigenous species on the food web integrity of North American Great Lakes: Lake Erie example. *Aquatic Ecosystem Health & Management*. 8, 375–395.
- Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O. T., Thorstad, E. B., Ugedal, O. (2007): The history of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in Norway: from harmless species to pest. *Journal of Fish Biology*, 71, 184–195.
- Museth, J., Borgstrøm R., Brittain, J. E. (2010): Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia*, 643, 93–100.
- Prenda-Marin, J., Blanco, F., Clavero, M. (2003): The impact of introduced centrarchids on native fish fauna and otter (*Lutra lutra*) diet in a Mediterranean river basin. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 326 (Supplement 1), 224.
- Piria, M., Simonović, P., Kalogianni, E., Vardakas, L., Koutsikos, N., Zanella, D., Ristovska, M., Apostolou, A., Adrović, A., Mrdak, D., Tarkan, A. S., Milošević, D., Zanella, N. L., Bakiu, R., Ekmekçi, F. G., Povž, M., Korro, K., Nikolić, V., Škrijelj, R., Kostov, V., Gregori, A., Michae, K. Y. (2017): Alien freshwater fish species in the Balkans-Vectors and pathways of introduction. *Fish and Fisheries*, 1, 1–32. <https://doi.org/10.1111/faf.12242>
- Robinson, B. W., Wilson, D. S., Margosian, A. S., Litito, P. T. (1993): Ecological and morphological differentiation of pumpkinseed sunfish in lakes without bluegill sunfish. *Evol. Ecol.*, 7, 451-464.
- Robinson, B. W., Wilson, D. S., Margosian, A. S. (2000): A pluralistic analysis of character release in pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*). *Ecology*, 81, 2799–2812.
- Scott, W. B., Crossman, E. J. (1979): *Freshwater fishes of Canada*. Ottawa: Minister of Supply and Services Canada, 966 pp.

- Škrijelj, R. (2002). Populacije riba Neretvanskih jezera. Ihtiološka monografija. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
- Škrijelj, R., Korjenić, E., Đug, S., Trožić-Borovac, S., Hamzić, A., Šljuka, S., Gajević, M., Vesnić, A. (2016): Revizija ribarske osnove za ribolovno područje HNK/Ž ribolovne zone Jablanica. Prirodno-matematički fakultet Sarajevo, Elaborat 1-155.
- Trožić-Borovac, S., Sofradžija, A., Hadžiselimović, R., Škrijelj, R., Guzina, N., Korjenić, E., Hamzić, A. (2003): Pojava sunčanice (*Lepomis gibbosus* Linnaeus, 1758) u hidroakumulaciji Jablanica kao rezultat slučajne introdukcije. Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 48 (53): 13-18.
- Van Kleef, H. H., Van der Velde, G., Leuven, R. S. E., Esselink, H. (2008): Pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*) invasions facilitated by introductions and nature management strongly reduce macroinvertebrate abundance in isolated water bodies. *Biological Invasions*, 10, 1481–1490.
- Vitule, J. R., Freire, C. A., Simberloff, D. (2009): Introduction of non-native freshwater fish can certainly be bad. *Fish and Fisheries*, 10, 98–108.
- Welcomme, R. L. (1992): A history of international introductions of inland aquatic species. *ICES Marine Science Symposium*, 194, 3-14.

## TROFIČKI ODNOSI *LEPOMIS GIBBOSUS* (LINNAEUS, 1758) (ACTINOPTERYGII: PERCIFORMES) U HIDROAKUMULACIJI JABLANICA NA RIJECI NERETVI

### Rezime

U radu je analizirana ekološka adaptacija i status alohtone vrste *Lepomis gibbosus* u Jablaničkom jezeru kroz analizu ishrane i stepena uhranjenosti. Analizom trofičkog statusa istraživane vrste sagledani su mogući efekti introducirane vrste u hidroakumulaciji Jablanica u kontekstu moguće kompeticije u hranidbenoj dimenziji niše sa autohtonim vrstama riba.

Trofički položaj vrste u ovom istraživanju pokazuje da je sunčanica u jezeru Jablanica molluscivorna. Utvrđeni trofički položaj vrste indicira povezanost sa područjem hranjenja u litoralnoj zoni jezera koja je pod velikim pritiskom zbog promjena nivoa hidroakumulacionog jezera.

Ishrana u litoralnoj zoni sa organizmima bentosa ukazuje na moguće preklapanje trofičke niše sa vrstama *Leuciscus svallize* i *Squalius cephalus*.

Fultonov K indeks kondicije sa vrijednostima između 2,08 i 2,35 pokazuje da je populacija u fazi negativnog alometrijskog rasta što ukazuje na nepovoljne trofičke uslove za *Lepomis gibbosus* u Jablaničkom jezeru. Relativni indeks kondicije pokazuje da 93,2% individua ima masu tijela ispod standardne očekivane vrijednosti a da je 69,8% individua u rasponu relativnog indeksa kondicije od 90-110.

Ključne riječi: *Lepomis*, *gibbosus*, sunčanica, alohtona vrsta, Bosna i Hercegovina

## DISTRIBUCIJA POPULACIJA SMUĐA *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) U VODOTOCIMA BOSNE I HERCEGOVINE

Senad Šljuka<sup>1</sup>, Lada Lukić Bilela<sup>1</sup>, Nusret Drešković<sup>2</sup>, Samir Đug<sup>1</sup>, Rifat Škrijelj<sup>1</sup>

Naučni rad – *Scientific paper*

### Rezime

*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) iznimno je cijenjena slatkovodna riba sa aspekta sportskog i privrednog ribolova, zbog čega se često koristila za poribljavanje različitih vodotoka. Međutim, zbog visokog adaptacijskog potencijala i izraženog predatorstva, introdukcija smuđa imala je brojne negativne efekte i dovela do smanjenja brojnosti autohtonih vrsta, te smanjenja biodiverziteta akvatičnih ekosistema. Stoga, razumijevanje mehanizma adaptabilnosti alohtonih populacija čini veliki izazov u procjeni mogućnosti širenja invazivnih vrsta i uspostavljanja mjera zaštite autohtonih vrsta kojima prijete rizik od smanjivanja areala, brojnosti populacija, čak i nestanka.

Ključne riječi: *Sander lucioperca*, smuč, distribucija, Bosna i Hercegovina

### UVOD

*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Percidae), euroazijska je vrsta slatkovodne ribe, široko rasprostranjena u vodotocima koji se ulivaju u Baltičko more, Kaspijsko jezero i Crno more. Naseljava rijeke i jezera Evrope, djelimično zapadne Azije, od Elbe do Urala, Aralskog i Baltičkog mora. Sjeverna granica njegovog rasprostranjenja su Švedska i Finska, a zadnje desetljeće pomiče se do Sjevernog mora (Säisä *et al.*, 2010). Prirodni areal smuđa, odakle vodi porijeklo, su drenaže Kaspijskog, Crnog i Baltičkog mora (Deelder & Willemsen, 1964; Svardson & Molin, 1973; Sonesten, 1991) (Slika 1).

U zemljama u kojima je prirodno prisutan, smuč se smatra važnim komercijalnim ihtioresursom, značajnim kako za sportski, odnosno rekreativni, tako i za privredni ribolov (Lehtonen, 1983). Smuč je uveden u mnoge evropske vode zbog svoje uloge u kontroli eutrofikacije reguliranjem zooplanktivornih riba (Salonen *et al.*, 1996) i uklanjanja neželjenih ciprinidnih vrsta riba (Lappalainen *et al.*, 2003) te se može smatrati biomanipulacionom alatom.

---

<sup>1</sup> Odsjek za biologiju, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu

<sup>2</sup> Odsjek za geografiju, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu



Slika 1. Prikaz distribucije smuđa *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758);

Prirodni areal je obojen sivom a područja gdje je introduciran, tamno sivom bojom.

Fig. 1. Distribution of pike-perch *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758);

The native range is shown in grey and introduced area with dark gray (Freyhof *et al.*, 2008).

Unatoč detaljnim biogeografskim studijama te molekularno-genetičkim podacima o populacijama vrste *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), još uvijek nema naučno prihvatljive hipoteze o potencijalnim postglacijalnim rutama kolonizacije ove vrste (Poulet *et al.*, 2004, 2009; Björklund *et al.*, 2007). Međutim, Nesbø sa saradnicima (1999) navodi četiri potencijalna refugijuma (Podunavlje, Crno more, zapadna i istočna Evropa) gdje su tokom glacijacije preživjele mnoge vrsta riba, a među njima i smuđ, odakle su nakon glacijacije vodenim tokovima i različitim drenažama „kolonizirale“ zapad i sjever Evrope. Nakon posljednjeg ledenog doba *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) je svoje širenje započeo iz kaspijsko-crnomske regije prije, otprilike, 6000 godina (Lonnberg, 1898; Reid & Orlova, 2002; Haponski & Stepien, 2013).

Smuđ je introdukcijom, započetom još od ranog devetnaestog vijeka, naseljen u vodotoke zapadne Evrope, prvenstveno Francuske, Belgije, Holandije i Velike Britanije (Säisä *et al.*, 2010), ali i vode Sjeverne Amerike, Afrike i Azije. Intenzivna introdukcija smuđa u brojna evropska, prirodna i vještačka, jezera značajno je proširila njegov areal (Löffler, 1998).

Nekontrolirana, naučno neprihvatljiva introdukcija alohtonih ribljih vrsta, često vršena u okviru poribljavanja s ciljem smanjenja posljedica negativnih antropogenih utjecaja, imala je dugoročno štetne posljedice. Čak i poribljavanje s mladi iz uzgoja, kako navode Poteaux *et al.* (1999), Hansen *et al.* (2001, 2002), Ruzzante *et al.* (2001) i Araki *et al.* (2007) može imati negativne i dugotrajne posljedice po lokalne, divlje



ihitopopulacije. Jedna od važnijih posljedica takvih zahvata je svakako gubitak, kroz hibridizaciju, specifičnog i često endemičnog genofonda (Koskinen *et al.* 2002a, Sušnik *et al.* 2004).

U hidrografskom smislu Bosna i Hercegovina pripada crnomorskom i jadranskom slivu. Vododjelnica između slivova je orografsko razvođe koje prolazi preko planina: Plješevica, Šator, Cincar, Raduša, Bitovnja, Bjelašnica, Treskavica, Zelengora i Volujak. Crnomorski sliv zahvata oko 70% od ukupnog prostora Bosne i Hercegovine, jadranski sliv zahvata ≈24%, dok se sa ≈6% teritorije površinske vode odvode u podzemlju krša.

## Cilj

Budući da poznavanje areala omogućuje kako uvid u historijski razvoj taksona tako i u njegovu ekologiju (Đug & Škrijelj, 2009), od iznimne je važnosti određivanje granica areala i precizno definiranje ekoloških faktora koji djeluju unutar tih granica. Distribucija populacija smuđa *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) u Bosni i Hercegovini, u vodotocima crnomorskog i jadranskog sliva, u ovoj je studiji analizirana s ciljem procjene negativnog utjecaja introdukcije u jadranski sliv.

## MATERIJAL I METODE

Jedinke vrste *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) uzorkovane su iz oba slivna područja Bosne i Hercegovine tokom dugogodišnjih terenskih istraživanja za potrebe Ribarsko-gospodarskih osnova istraživanih područja (Škrijelj, 2002; Škrijelj *et al.*, 2011; Škrijelj *et al.*, 2015) te doktorskih disertacija (Mitrašinović, 2011; Šljuka, 2016). Obzirom na preporuke Okvirne Direktive o Vodama (ODV), prilikom monitoringa, odnosno uzimanja ihtiouzorka korištene su standardizirane metode koje omogućuju naučnu kvalitetu i usporedivost. Jedinke su nakon determinacije, neozlijeđene, puštane u vodotok.

Uzimanje uzoraka iz jezera ima multimetodski pristup koji uključuje korištenje mreža raznih veličina okaca za uzorkovanje na različitim dubinama, s ciljem da se izbjegne selektivnost uzorka. Ova procedura je vršena u skladu sa evropskim normativom EN 14757:2005 (CEN, 2005). Lokacija svake od mreža je slučajno odabrana a mreže su postavljane u poslijepodnevnim satima te ostavljene preko noći uz nadzor ribočuvarske službe. Vađenje mreža vršeno je u prijedpodnevnim satima kako bi se postiglo obuhvaćanje perioda najveće aktivnosti svih vrsta riba. U priobalnim područjima obraslim vegetacijom kao i na tekućicama, korišteni su agregati za elektroribolov snage 1,2 kW i 2,0 kW.

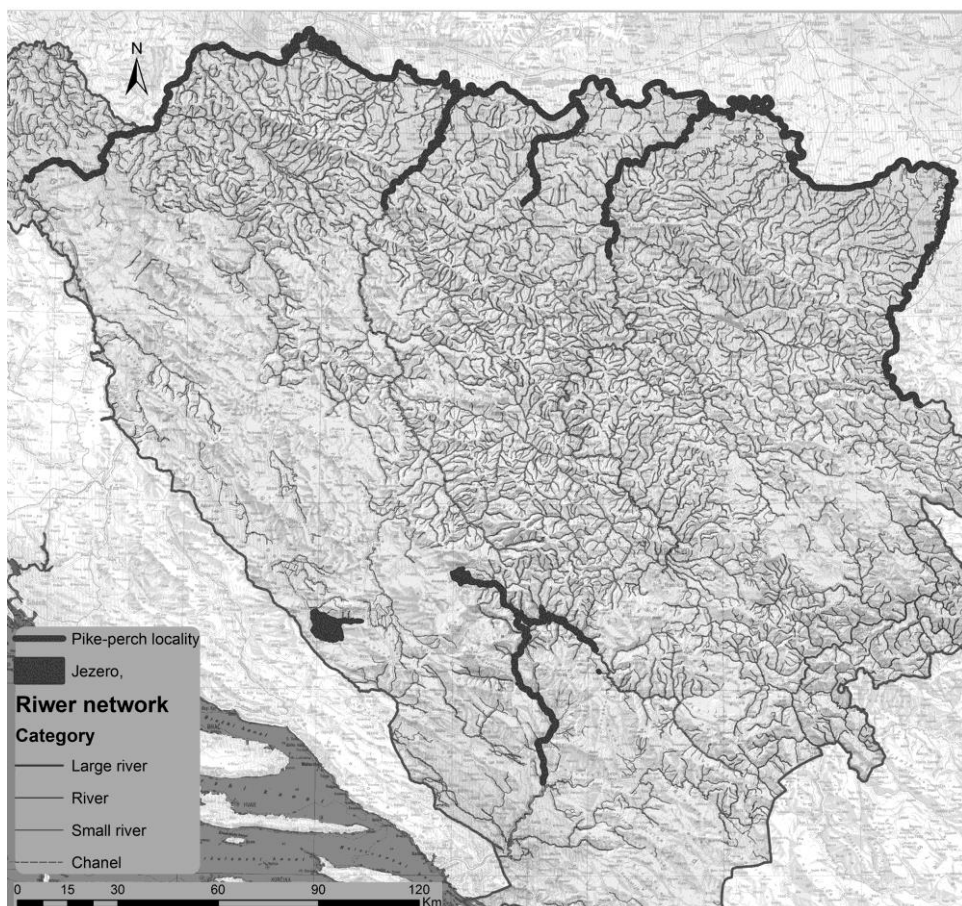
Posljednje uzorkovanje izvršeno je u periodu od oktobra do decembra 2014. godine, uz odgovarajuću dozvolu Federalnog ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva (broj: 03-3-24/3-916/14), a u skladu s važećim Zakonom o slatkovodnom ribarstvu. Determinacija uzoraka do nivoa vrste vršena je na terenu prema Vuković i Ivanović (1971) i Vuković (1977), a potvrđena u laboratoriju Centra za ihtiologiju i

ribarstvo Prirodno-matematičkog fakulteta Sarajevo prema Kottelat & Freyhof (2007) i Sofradžija (2009).

## REZULTATI I DISKUSIJA

U Bosni i Hercegovini smuđ *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) prirodno je zastupljen u rijeci Savi i donjim tokovima njenih glavnih pritoka, a od devedesetih godina XX vijeka prisutan je i u jadranskom slivu (Sofradžija, 2009). Naime, u Bosni i Hercegovini je krajem prošlog vijeka smuđ introduciran i u sliv rijeke Neretve gdje se, sudeći po brojnosti populacija, izvanredno adaptirao (Slika 2). Smuđ u Bosni i Hercegovini i dalje nastavlja širenje areala i zauzimanje novih ekoloških niša. Naime, kada Sofradžija (2009) u svojoj knjizi Slatkovodne ribe Bosne i Hercegovine konstatirao njegovo prisustvo u sistemu neretvanskih hidroakumulacija, danas je njegovo prisustvo evidentirano i u Boračkom (Škrijelj *et al.*, 2011a) i Buškom jezeru (Škrijelj *et al.*, 2015). Značajna brojnost, većinom mladih jedinki smuđa, zabilježena je tokom međunarodne speleoronilačke ekspedicije Ponor Kovači – Izvor Ričine 2015. godine, na samom izvoru Ričine, u špilji u tzv. Gornjem jezeru (Ozimec *et al.*, 2017), dok tokom ekspedicije 2014. godine ova vrsta nije uočena.

Sa kratkoročnog ekonomskog aspekta ova introdukcija može biti opravdana, zbog značaja ove vrste za sportski ribolov. Međutim, sa aspekta uticaja na autohtonu i endemičnu ihtiofaunu sliva rijeke Neretve, efekti introdukcije smuđa, vrste koja predstavlja dominantnog predatora, bili su izrazito negativni. Od devedesetih godina prošlog vijeka, kada je ubačen u sistem neretvanskih hidroakumulacija (Škrijelj, 1995; Škrijelj & Mašović, 2001; Škrijelj *et al.*, 2011b), smuđ je ovladao adaptivnim zonama koje inače pripadaju drugim, njima odgovarajućim, adaptivnim tipovima što je dovelo do nesagledivih posljedica po autohtonu ihtiofaunu u smislu iznimnog smanjenja populacija autohtonih vrsta kao što su potočna pastrmka, *Salmo trutta* Linnaeus, 1758, glavatica *Salmo marmoratus* Cuvier, 1829, neretvanska mekousna pastrmka, *Salmo obtusirostris* (Heckel, 1851), zatim vrsta iz roda *Phoxinus* i *Phoxinelus*, od kojih su neke i endemične.



Slika 2. Prikaz distribucije smuđa *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) u vodotocima Bosne i Hercegovine.

Fig. 2. Distribution of pike-perch *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) in watercourses of Bosnia and Herzegovina.

Nakon introdukcije smuđa u vodotoke gdje prirodno ne pripada, zabilježeni su negativni utjecaji na lokalne, native riblje populacije. Tako, u Turskoj je zabilježen nestanak čak tri endemične vrste riba (Crivelli, 1995.), u bočatim vodama južne Francuske, došlo je do smanjenja brojnosti populacija malog gavuna, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Kiener, 1968), dok je u Engleskoj došlo do pada brojnosti populacija ciprinidnih vrsta riba (Kell, 1985; Manchester *et al.*, 2000). Iz navedenih razloga, smuđ se često smatra invazivnom vrstom (Fickling & Lee, 1983).

Međutim, introdukcija smuđa u vode kojima je ova vrsta nativna također može imati negativne efekte. Primjer je Finska gdje je smuđ jedna od ekonomski najznačajnijih

vrsta riba ali se zbog prekomjernog izlova održavanje gustine populacija postiže različitim programima poribljavanja (Säisä *et al.*, 2010). Za poribljavanje se uzima mlađ iz nekoliko ribnjaka, čije roditeljske populacije potiču iz južnih dijelova Finske, što za posljedicu ima smanjenje i gubitak genetičke raznolikosti (Toivonen *et al.*, 1981).

## ZAKLJUČAK

Smuđ *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), euroazijska vrsta slatkododne ribe, u Bosni i Hercegovini prirodno je zastupljena u rijeci Savi i gornjim tokovima njenih pritoka. Nekontrolirana i naučno neprihvatljiva introdukcija u neretvanske hidroakumulacije, ove vrste alohtone za jadranski sliv, dovela je do brojnih negativnih posljedica u smislu značajnog smanjenja brojnosti populacija endemičnih vrsta iz porodice Salmonidae, glavatice *Salmo marmoratus* Cuvier, 1829 i neretvanske mekousne pastrmke *Salmo obtusirostris* (Heckel, 1851), dok je opstanak potočne pastrmke *Salmo trutta* Linnaeus, 1758 te drugih vrsta riba izuzetno ugrožen.

## LITERATURA

- Araki, H., Cooper, B., & Blouin, M. S. (2007): Genetic effects of captive breeding cause a rapid, cumulative fitness decline in the wild. *Science*, 318: 100-103.
- Björklund, M., Aho, T. & Larsson, C. (2007): Genetic differentiation in pikeperch (*Sander lucioperca*): the relative importance of gene flow, drift and common history. *J. Fish Biol.* 71 (B): 264 – 278.
- Crivelli, A. J. (1995): Are fish introductions a threat to endemic freshwater fishes in the Northern Mediterranean Region? *Biol. Conserv.*, 72: 311–319.
- Deelder, C. L., & Willemsen, J. (1964): Synopsis of biological data on pike-perch *Lucioperca lucioperca* (Linnaeus 1758). — FAO Fisheries Synopsis No. 28: Rome. 52 pp.
- Đug, S., & Škrijelj, R. (2009): Biogeografija. Prirodno-matematički fakultet, Sarajevo.
- Fickling, N. J., & Lee, R. L. G. (1983): A review of the ecological impact of the introduction of the zander (*Stizostedion lucioperca* L.) into waters of the Eurasian mainland. *Fish Manage*, 14: 151–155.
- Freyhof, J., & Kottelat, M. (2008): *Sander lucioperca*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T20860A9231839.  
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T20860A9231839.en>. Downloaded on 15 March 2018.
- Hansen, M. M., Ruzzante, D. E., Nielsen, E. E., Bekkevold, D., & Mensberg, K-L.D. (2002): Long-term effective population sizes, temporal stability of genetic composition and potential for local adaptation in anadromous brown trout (*Salmo trutta*) populations. *Molecular Ecology*, 11: 2523-2535.

- Haponski, A. E., & C. A. Stepien (2013): Phylogenetic and biogeographical relationships of the *Sander* pikeperches (Percidae: Perciformes): patterns across North America and Eurasia. *Biol. J. Linn. Soc. Lond.*, 110: 156–179.
- Kell, L. T. (1985): The impact of an alien piscivore the zander (*Stizostedion lucioperca* L.). Ph.D. Thesis, University of Liverpool, Liverpool.
- Kiener, A. (1968): L' évolution des populations de sandre dans deux étangs méditerranéens. *La Terre et la Vie*, 22: 470–491.
- Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007): Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland & Freyhof, Berlin, Germany.
- Lappalainen, J., Dörner, H. & Wysujack, K. (2003): Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) - a review. *Ecol. Freshwat. Fish*, 12: 95–106.
- Lehtonen, H. (1983). Stocks of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* L.) and their management in the Archipelago Sea and the Gulf of Finland. *Finn. Fish Res.*, 5: 1–16.
- Löffler, H. (1998): Pike-perch, *Stizostedion lucioperca*, in Lake Constance (Bodensee-Obersee): an example of a successful introduction? Fishing News books. Oxford, 201-208.
- Lönnerberg, L. (1898): Notizen über das Vorkommen des Zanders in Schweden. *Fischerei Zeitung Neudamm*, 1: 796–799.
- Manchester, S. J., & Bullock, J. M. (2000): The impacts of non-native species on UK biodiversity and the effectiveness of control. *J. Appl. Ecol.*, 37: 845–864.
- Mitrašinović, M. (2011): Cirkannualni monitoring hematološkog statusa smuđa *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) u različitim okolišnim uvjetima. Doktorska disertacija. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
- Nesbø, C. L., Fossheim, T., Vøllestad, L. A. (1999). Genetic divergence and phylogeographic relationships among European perch (*Perca fluviatilis*) populations reflect glacial refugia and postglacial colonization. *Mol. Ecol.* 8: 1387 – 1404.
- Ozimec, R., Baković, N., Bevanda, L., Bonacci, O., Dilber, S., Heffer, M., Karaman, G., Kotrošan, D., Lukić Bilela, L., Marković, J., Matočec, N., Miculinić, K., Radoš, D., Radoš, M., Rnjak, G., Šarac, M., Trakić, S., Špelić, I., Šumanović, M., Topić, G., Vujević, D., Zjalić, M. (2017). *Naših prvih 7 ekspedicija*. Udruga “Naša baština Zagreb”, Tomislavgrad-Zagreb, pp 1-159.
- Poteaux, C., Bonhomme, F., & Berrebi, P. (1999): Microsatellite polymorphism and genetic impact of restocking in Mediterranean brown trout (*Salmo trutta* L.). *Heredity*, 82: 645-653.
- Poulet, N., Arzel, C., Messad, S., Lek, S., & Argillier, C. (2005): Diel activity of adult pikeperch *Sander lucioperca* (L.) in a drainage canal in the Mediterranean basin during spring. *Hydrobiologia*, 543(1-3): 79-90.
- Reid, D. F., & M. I. Orlova (2002): Geological and evolutionary underpinnings for the success of Ponto-Caspian species invasions in the Baltic Sea and North American Great Lakes. *CJFAS*, 59: 1144–1158.

- Ruzzante, D. E., Hansen, M. M., & Meldrup, D. (2001): Distribution of individual inbreeding coefficients, relatedness and influence of stocking on native anadromous brown trout (*Salmo trutta*) population structure. *Molecular Ecology*, 10: 2107-2128.
- Säisä, M., Salminen, M., Koljonen, M.-L., & Ruuhijärvi, J. (2010): Coastal and freshwater pikeperch (*Sander lucioperca*) populations differ genetically in the Baltic Sea basin. *Hereditas*, 147: 205–214.
- Salonen, S., Helminen, H. & Sarvala, J. (1996): Feasibility of controlling coarse fish populations through pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) stocking in Lake Koeylioenjaervi, SW Finland. *Ann. Zool. Fenn.*, 33: 451–457.
- Sofradžija, A. (2009): Slatkovodne ribe Bosne i Hercegovine. Vijeće kongresa bošnjačkih intelektualaca.
- Sonsten, L. (1991): The biology of pikeperch - a literature review. Information från Söttenvattenslaboratoriet, Drottningholm, 1: 1-89.
- Sušnik, S., Berrebi, P., Dovč, P., Hansen, M. M., & Snoj, A. (2004): Genetic introgression between wild and stocked salmonids and the prospects for using molecular markers in population rehabilitation: the case of the Adriatic grayling (*Thymallus thymallus* L. 1785). *Heredity*, 93: 273-282.
- Svärdson, G., & Molin, G. (1973): The impact of climate on Scandinavian populations of the sander *Stizostedion lucioperca* L. — Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, 53: 112–139.
- Škrijelj, R. & Mašović, M. (2001): Populacija smuđa (*Stizostedion lucioperca* L.) u neretvanskim hidroakumulacijama. *Ribarstvo*, 59(2): 57-69.
- Škrijelj, R. (2002): Populacija riba neretvanskih akumulacija. Ihtiološka monografija. Prirodno-matematički fakultet Univerzitet u Sarajevu, 137 pp.
- Škrijelj, R., Kurtović, M., Korjenić, E., Trožić-Borovac, S., Vegara, M., Omanović-Miklićanin, E., Mitrašinović-Brulić, M., Drešković, N., Muhamedagić, S., Đug, S., Hamzić, A., Karahmet, E., Šljuka, S., Gajević, M., Džano, A. & Habibović, E. (2011a): Ribarska osnova za dio ribolovnog područja – ribolovna zona Konjic. Prirodno-matematički fakultet Sarajevo i Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Sarajevo.
- Škrijelj, R., Mitrašinović, M., Ivanc, A., Krnić, J., Đug, S., Šljuka, S., Mušović, A. (2011b): Ekološka, morfološko-taksonomska i hematološka karakterizacija smuđa (*Sander lucioperca*, Linnaeus 1758) iz neretvanskih hidroakumulacija. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo*, 69 (2), 71-79.
- Škrijelj, R., Korjenić, E., Trožić-Borovac, S., M., Drešković, N., Đug, S., Hamzić, A., Gajević, M., Mušović, A., Džano, A., & Vesnić, A. (2015): Revizija ribarsko-gospodarske osnove ribolovne zone Buško jezero. Prirodno-matematički fakultet Sarajevo.
- Šljuka, S. (2016): Komparativna analiza odabranih merističkih značajki i molekularnih markera u određivanju strukture i genetičkog diverziteta populacija *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) u slivu rijeka Neretve i Save.

Doktorska disertacija. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.

Toivonen, J., Antere, I. & Lehtonen, H. (1981): Kuhan esiintyminen Suomessa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalantutkimusosasto. – Tiedonantoja, 17: 31-50.

Vuković, T. (1977): *Ribe Bosne i Hercegovine* - ključ za određivanje. IGKRO "Svjetlost" OOUR Zavod za udžbenike, Sarajevo.

Vuković, T., & Ivanović, B. (1971): *Slatkovodne ribe Jugoslavije*. Zemaljski muzej BiH, Sarajevo, Posebno izdanje.

## **DISTRIBUTION OF PIKE-PERCH *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) POPULATIONS IN WATERCOURSES OF BOSNIA AND HERZEGOVINA**

### **Summary**

*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) is considered a highly desirable species for recreational and commercial fishing. However, the pike-perch introduction, due to the high adaptation potential and the pronounced predator features, had a negative effects in terms of the population density reduction of indigenous species and the biodiversity loss of aquatic ecosystems. Understanding the adaptive mechanisms of allochthon populations is a major challenge in assessing the possibility of invasive species spreading, establishing monitoring programs and adequate protection of indigenous species endangered by areal reduction, a decrasing population density, even extinction.

Key words: *Sander lucioperca*, pike perch, distribution, Bosnia i Hercegovina

## **FEKUNDITET U SEZONAMA (ZIMA, PROLJEĆE, LJETO) I ANALIZA VANJSKIH FIZIČKIH OSOBINA JAJA ODABRANIH PRIPADNIKA VRSTE *Columba livia* Gmelin, 1789 (Aves: Columbiformes) IZ SARAJEVA**

Sabiha Aganović<sup>1</sup>, Suvad Lelo<sup>2</sup>

Originalni naučni rad

### **Rezime**

Istraživanja su provedena 2013. godine u sezonama zima, proljeće i ljeto na lokaciji općine Novo Sarajevo. Ogljed je rađen na dva para „lotalica“ golubova sa lokaliteta Baščaršija, Sarajevo i dva para čistog varijeteta uzgojne linije rase „sarajevski prevrtač“ (*Columba livia* Gmelin, 1789) u kontrolisanim uslovima. Cilj rada bio je ispitati vanjske fizičke osobine jaja i na osnovu rezultata utvrditi biološke razlike odabranih pripadnika vrste *Columba livia* Gmelin, 1789. Ukupan broj jaja praćen je u sezonama zima, proljeće i ljeto. U zimskoj sezoni kod „lotalica“ golubova zabilježeno je samo jedno nošenje te je ukupan broj snešenih jaja bio dvostruko manji u odnosu na „pitomi“ par u istoj sezoni. Oba para imala su identičan broj jaja u proljetnoj i ljetnoj sezoni. Pomoću digitalnog pomičnog mjerila (njem.Schublehre) mjerena je debljina ljuski jaja. Prosječne vrijednosti debljine ljuske kod „pitomog“ para golubova kretale su se od 0,18 do 0,27 mm, a kod „lotalica“ para od 0,21 do 0,28 mm, odnosno prosječna vrijednost debljine je za 0,02 mm veća od „pitomog“ para golubova. Mjerenja su rađena na sredini i vrhovima jaja. Potapanjem jaja u graduisanu menzuru sa tečnosti (prema Arhimedovom zakonu volumen potopljenih jaja je jednak volumenu istisnute tečnosti), došlo se do prosječnih vrijednosti volumena jaja, a koje su identične kod oba posmatrana para golubova (12,50 ml), dok je maksimalna vrijednost kod „pitomog“ para golubova bila veća za 0,70 ml. Volumen jaja „pitomog“ para je u prosjeku iznosio 14,43 ml tj. za 0,68 ml više u odnosu na volumen jaja „lotalica“ para. Boja ljuske jaja mjerena je na kolorimetru (Chroma meter Konica Minolta CR-400, Japan) sa displejom i softverom. Komparacijom prosječnih vrijednosti u CIE L\*a\*b\* prostoru na dijagramu hromatičnosti utvrđeno je da su jaja „lotalica“ goluba blago bež boje (boja lana), a kod „pitomih“ bijele boje (boja dima). Razlike između „lotalica“ i „pitomih“ parova golubova nisu bile značajne.

Ključne riječi: *Columba, livia, jaja, fekunditet.*

---

<sup>1</sup> Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Sarajevo, Univerzitet u Sarajevu / Faculty of Agriculture and Food Sciences Sarajevo, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, E-mail: sabiha.aganovic@gmail.com

<sup>2</sup> Faculty of Science, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, E-mail: suvad\_lelo@hotmail.com



## UVOD

Golubovi žive u manjim naseljima, gradovima i na obalnim hridinama širom svijeta, a označavaju se naučnim imenom *Columba livia* Gmelin, 1789 (Townsend, 1915; Baptista *et al.*, 1997). Taksonomija vrsta unutar roda *Columba* Linnaeus, 1758 još uvijek nije riješena, stoga je neophodno dodati da Komisija ICZN-a (International Committee for Zoological Nomenclature) nije istakla pravo prvenstva taksona *livia* Gmelin, 1789 nad *domestica* Linnaeus, 1758 (Donegan, 2015). U kolokvijalnom imenovanju „divlji golubovi“ mogu se označavati bilo koje skupine golubova koje nisu dio uzgojne linije („domaći golubovi“). Pripitomljavanjem i selektivnim uzgojem golubova utjecalo se na razvoj velikog broja određenih domaćih rasa sa prepoznatljivim perjem. Neke jedinke spomenutih skupina ptica su se nakon bježanja pridružile „divljim“ populacijama, a što je uslovalo pojavu raznobojnih pera koja se danas mogu vidjeti kod predstavnika „divljeg goluba“ (smatramo korektnije „golubova lualica“ upravo zbog navedenih ukrštanja sa uzgojnim linijama ili rasama) u gradovima i naseljima (Goodwin, 1983).

Divlje golubove karakteriše produžena sezona polaganja od osam do 10 mjeseci i mogu se reprodukovati tokom cijele godine ako im je hrana dostupna u većim količinama (Johnston & Janiga, 1995). Interval između polaganja prvog jajeta nakon izgradnje gnijezda kreće se od 48 do 73 sata (Sengupta, 1974). Prvo jaje obično polažu oko 17 sati (Abs, 1983b). Utvrđeno je značajno odstupanje u vezi intervala između polaganja dva jajeta u gnijezdo divljih golubova: manje od 24 sata (Pikula *et al.* 1982), 24 sata (Sengupta, 1974), 35,5 sati (Angal't, 1982), 40 sati (Goodwin 1983b, Abs 1983b), 44 sata (Johnston & Janiga, 1995). Divlji golubovi su među vrstama roda *kolumba* koji polažu dva jajeta i za koje se tvrdi da imaju ekskluzivno velika jaja među kolumbideama (Robertson, 1988). Nasuprot tome kolumbidi koji polažu dva jajeta imaju znatno manja jaja u odnosu na druge vrste ptica - jedno jaje divljih golubova teži samo oko 4-5% mase odrasle ženke (Murton & Westwood, 1977; Walsberg, 1983). Dokazano je da je veličina jaja povezana s kvalitetom potomaka i preživljavanjem mnogih vrsta (Grant, 1991, Hipfner & Gaston, 1999). Golubovi u pravilu polažu samo dva jajeta, a kako postoji razmak između polaganja prvog i drugog, ptice otpočinju sa inkubacijom od momenta polaganja prvog jajeta (Cowan, 1952, Johnston & Janiga, 1995).

Interval između dva gniježđenja kreće se od 27 do 37 dana u zavisnosti od sezone. Težina jaja se kreće u intervalu 13,61-16,79 g. Na osnovu dužine (36,50-37,67 mm) i širine jaja (27,50 do 28,33 mm), utvrđeno je da su jaja golubova okruglog oblika (indeks oblika 74,44 do 75, 71%). Jaja snešena u ljetnim mjesecima su malo izduženija, dok u zimskim i proljetnim mjesecima su više okruglog oblika. Jaja „pitomog“ goluba su teža, duža i šira u odnosu na jaja „lualica“ goluba (Aganović, 2017).

U Rusiji je težina jaja u prosjeku manja od 17 g pri polaganju (15,3 g: Belikov, 1975; 16,6 g: Tarasov, 1981; 16,4-17 g: Bolotnikov *et al.*, 1985; 16,2-17,4 g, odnosno 13,2-19,9: Angal't, 1978; 17,0 g, odnosno 13,8-19,8: Dorzhiev, 1991). Na

prostorima zapadne Evrope ustanovljene su sljedeće težine jaja: 17,0 g, odnosno 13,8-19,8 (Glutz von Blotzheim & Bauer, 1980), 17,3 g, odnosno 16,5-19,5 (Antikainen, 1974). Jaja izvagana u južnoj Indiji su manja: 13,9 g (Sengupta, 1974), što je u skladu s izraženim fenotipom golubova u ovoj regiji. Jaja izvagana u Kansasu su prosječne težine od 14,6 g (Jonhston & Johnson, 1990).

Ljuska ptičjeg jajeta, treći sloj koji štiti embrio, je jedinstvena mineralizirana struktura koju proizvode ptice (Chien *et al.*, 2009). Funkcija ljuske jaja je zaštita unutrašnjeg sadržaja od mehaničkih utjecaja i mikrobakterijskih invazija te kontrola razmjene plinova i vode kroz pore tokom razvoja embrija (Nys *et al.*, 2004). Smatra se da je evolucija kalcifikacije ljuske povezana s selektivnim pritiskom uzrokovanim mikroorganizmima tla, jer bi zajednički prethodnik ptica i gmizavaca vjerovatno bio izložen riziku od mikrobne invazije (Packard & Packard, 1980). Budući da embrij u razvoju iskorištava kalcij iz ljuski jaja za očekivati je da će razvojna faza izazvati stanjivanje ljuske (Vanderstoep & Richards, 1970; Bunck *et al.*, 1985; Bennett, 1995; Castilla *et al.*, 2007; Karlsson & Lilja, 2008). Uprkos značajnom broju istraživanja posvećenih karakteristikama jaja, bilo u znanosti o peradi (Hunton, 1995; Carnarius *et al.*, 1999) ili divljih ptica (Massaro & Davis, 2004, 2005; Castilla *et al.*, 2007, 2009b), učinak u razvojnoj fazi na debljinu ljuske i čvrstoću ostao je nepoznat za većinu divljih vrsta. Mišljenja su da na debljinu ljuski jaja imaju utjecaj mnogi faktori uključujući i: genetiku, boju, veličinu, vrijeme provedeno u maternici, osobine ženke (stanje, dob, stres, zdravstveni status) i ishrana ženke (Kennedy & Vevers, 1973; Nys *et al.*, 1991; Francesch *et al.*, 1997; Ciftci *et al.*, 2003; Boersma *et al.*, 2004; Riczu *et al.*, 2004; Castilla *et al.*, 2007, 2009b; Birchard & Deeming, 2010). Postoji nekoliko direktnih i indirektnih metoda za procjenu kvaliteta jaja, otpornost na lomljivost, deformitet i dinamičku tvrdoću (Coucke *et al.*, 1999; De Ketelaere *et al.*, 2000; Dunn *et al.*, 2005; Solomon, 2010). Debljina ljuske jaja se smatra jednim od glavnih indirektnih parametara (Khatkar *et al.*, 1997). Međutim, ona se razlikuje od tačke do tačke u cijeloj ljusci jajeta. Varijacija debljine ljuske od tupih do oštih krajeva jajeta je velika, a varijacija oko širine je mala (Tyler & Geake, 1964). Prirodnjaci su više od jednog vijeka pokazivali interesovanje o varijacijama u obojenosti jaja (Wallace, 1889, Kilner, 2006, Cherry & Gosler, 2010). Percertualne predrasude u prošlosti su diktirale kako istraživači da kvantificiraju varijaciju u boji pa su te pristrasnosti utjecale na teorije o percepciji boja životinja (Bennett *et al.*, 1994). To ilustrira da je boja više nego spektralna svojstva koja emituje objekat, zapravo je fiziološki doživljaj za posmatrača. Dobra, psihološki utemeljena definicija boje koju treba prihvatiti je da je boja perceptualna sposobnost posmatrača da diskriminiše dvije ekvivalentno osvijetljene strukture jednake veličine i oblika, različitim spektralnim sastavom samoreflektirane svjetlosti (Wyszceki & Stiles, 1982). Podlogu za boju stvaraju dva pigmenta, a koji se mogu naći neovisno jedan od drugog ili u kombinaciji: protoporfirin koji proizvodi braon boje i biliverdin koji proizvodi plavo-zelene boje (Romanoff & Romanoff, 1949; Kennedy & Vevers, 1976; Miksik *et al.*, 1994, 1996; Gorchein *et al.*, 2009). Iako se smatra da ovu raznovrsnost proizvode samo dva tipa pigmenta (Kennedy & Vevers 1976;

Gorchein *et al.*, 2009), dramatične varijacije u boji jaja između vrsta ukazuju na to da mehanizmi obojenja nisu u potpunosti objašnjeni. Boje na površini ptičjih jaja odražavaju mnoštvo nijansi unutar ljudskog vizuelnog opsega (400-700 nm). Međutim, ukoliko želimo razumjeti funkciju i evoluciju boje signala kroz različite takse, neophodno je imati širu i općenito primjenjivu procjenu obojenosti (Endler, 1990, Bennett *et al.*, 1994). U ljudskom vizuelnom sistemu svaka boja može se objasniti dvjema kromatskim (nijansa, zasićenost) i jednom akromatskom (osvjetljenjem) aspektu boje. Varijacije u bojama detektuju se kombinovanim izlazom fotoreceptora. Ovi receptori se aktiviraju na različitim graničnim vrijednostima svjetlosti. (Jacobs, 1981; Kelber *et al.*, 2003). Brojni pojmovi koriste se za opisivanje boje kao što su: nijansa, zasićenost, kromatičnost i osvjetljenost. Ovo je komplikovano zbog kolokvijalnih upotreba pojmova o bojama koje se također koriste u tehničkom smislu (MacAdam, 1997). Nijansa predstavlja percepciju dominantnih talasnih dužina boje, kao što su crvena, plava, žuta i dr. Zasićenje i hromatičnost mogu se smatrati stepenom čistoće boje, dok se osvjetljenost odnosi na vrijednosti od bijele prema crnoj boji (Kelber *et al.*, 2003).

## MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su provedena u sezonama zima, proljeće i ljeto 2013. godine na lokaciji općine Novo Sarajevo. Rad je bio usmjeren na istraživanja četiri para golubova (*Columba livia* Gmelin, 1789) i to dva para „litalica“ sa Baščaršije i dva para čistog varijeteta uzgojne linije rase „sarajevski prevrtač“ u kontrolisanim uslovima.



Sl. 1-4. Prikaz formiranih parova podvrste *Columba livia domestica* Linnaeus, 1758: litalice ili gradski golubovi (1-2) i uzgojne linije sarajevski prevrtač (3-4).

Parovi golubova su smješteni u četiri jednaka kaveza (golubarnik) površine oko 1,80 m<sup>2</sup> i visine 1,50 m. U cilju efikasnijeg praćenja kavezi su obilježeni oznakama: A, B, C i D. U kavezima su postavljene posude za vodu i hranu.

Tokom ispitivanja golubovi su hranjeni standardnim komercijalnim smjesama žitarica i sjemenki za ishranu golubova, koje su sadržavale: kukuruz, pšenicu, kokičar kukuruz, sirak, suncokret i heljdu. Sadržaj hranjivih materija u smjesi je: sirovi protein 14,17%; sirova mast 2,81%; sirova vlakna 3,90%; pepeo 2,00%. Vitamini su dodavani kao specijalni suplementi za golubove, a minerali u obliku tzv. grita.

Debljine ljuski jaja mjerene su digitalnim pomičnim mjerilom (njem. Schublehre). Pomoću skala mehaničkog noniusa čija skala je podijeljena na deset jednakih dijelova i pomicanjem klizača u krajnje lijevi položaj odredila se nulta tačka na milimetarskoj i skali noniusa. Pomicanjem klizača  $n/10$  milimetra udesno,  $n$ -ta se podjela noniusa poklapala s jednom od podjela na milimetarskoj skali.

Potapanjem jaja u graduisanu menzuru sa tečnosti dobiveni su podaci o volumenu jaja prema Arhimedovom zakonu (volumen potopljenih jaja je jednak volumenu istisnute tečnosti).

Mjerenja za utvrđivanje boje ljuske jaja rađena su prenosivim kolorimetrom tipa Konica Minolta Chroma metar CR-400 sa displejom i softverom, a mjerenje se temeljilo na uspoređivanju ispitivane boje sa bojom nastalom u kolorimetru miješanjem osnovnih boja aditivne sinteze prema Grassmanovim zakonima. Prije početka rada rađena je kalibracija kolorimetra. Nakon kalibracije nastavak za mjerenje naslanjan je na ljusku jaja koju ispituje. Na mjernom uređaju očitavane su vrijednosti parametara  $L^*a^*b^*$ , a zatim pohranjivane na uređaj i obrađene u odgovarajućem softverskom programu. Komparacijom prosječnih vrijednosti u CIE  $L^*a^*b^*$  prostoru na dijagramu hromatičnosti definirana je boja jaja.



Sl. 2. Kolorimetar-hromometar Konica Minolta CR-400 sa nastavkom i displejom

Aritmetičkom sredinom, odnosno prosječnim vrijednostima reprezentirane su ispitivane fizičke osobine posmatranih parova. Za analiziranje promjenjivosti rezultata oko srednje vrijednosti korišten je statistički pokazatelj standardna devijacija (Aganović, 2017).

## REZULTATI RADA I DISKUSIJA

U tabeli 1. prikazan je ukupan broj snešenih jaja po sezonama (zima, proljeće i ljeto) za „pitomi“ i „lutalica“ par golubova. U zimskoj sezoni kod „lutalica“ para golubova zabilježeno je samo jedno nošenje te je ukupan broj snešenih jaja bio dvostruko manji u odnosu na „pitomi“ par u istoj sezoni. U proljetnoj sezoni zabilježena su tri, a u ljetnoj dva nošenja kod oba ispitivana para, odnosno oba para su imala identičan broj snešenih jaja. Po jednom nošenju bilo je dva jajeta za oba para u sve tri ispitivane sezone.

Tab. 1. Ukupan broj snešenih jaja „pitomog“ i „lutilica“ para golubova (*Columba livia*) po sezonama (zima, proljeće, ljeto)

Sezona	Ukupan broj jaja po sezonama	
	Pitomi par	Lutilica par
Zima	4	2
Proljeće	6	6
Ljeto	4	4

Posmatrajući podatke tabele 2. dobivenih vrijednosti debljine ljuske jaja „pitomog“ i „lutilica“ para golubova može se konstatovati da je kod „pitomog“ para minimalna vrijednost debljine iznosila je 0,18 mm, a maksimalna 0,27 mm, dok je kod „lutilica“ para zabilježeno manje odstupanje. Dijapazon debljine ljuske jaja kod „lutilica“ para kretao se od 0,21 do 0,28 mm, a prosječna vrijednost debljine je za 0,02 mm bila veća od „pitomog“ para golubova.

Tab. 2. Prikaz debljine ljuske jaja „pitomog“ i „lutilica“ golubova (*Columba livia*)

Osobina	Izmjerene vrijednosti debljine ljuske jaja, mm	
	Pitomi golub	Lutilica golub
Minimum	0,18	0,21
Maksimum	0,27	0,28
Prosječna vrijednost	0,23	0,25
Standardna devijacija	0,06	0,05

U tabeli 3. dat je pregled volumena jaja kod „lutilica“ i „pitomog“ para golubova. Minimalne vrijednosti volumena jaja identične su kod oba posmatrana para golubova (12,50 ml), dok je maksimalna vrijednost bila veća za 0,70 ml kod „pitomog“ para. Prosječna vrijednost volumena jaja „pitomog“ para je iznosila 14,43 ml, a što je za 0,68 ml više u odnosu na volumen jaja „lutilica“ para.

Tab. 3. Prikaz volumena jaja „pitomog“ i „lutilica“ para golubova (*Columba livia*)

Osobina	Volumen jaja (ml)	
	Pitomi golub	Lutilica golub
Minimum	12,50	12,50
Maksimum	15,70	15,00
Prosječna vrijednost	14,43	13,75
Standardna devijacija	1,36	1,04

Analizom boje kolorimetrijski u L\*a\*b prostoru dobivene su vrijednosti \*a i \*b, kao hromatske koordinate u odgovarajućoj tački na dijagramu hromatičnosti. Vrijednost L označava procenat refleksije u usporedbi sa idealnom refleksijom od 100%.

U tabeli 4. prikazane su dobivene prosječne vrijednosti boje ljuske jaja za „pitomog“ (L je 95,35, koordinata \*a iznosi -0,43, a koordinata \*b ima vrijednost 1,40) i „lutalica“ (L 90,38; \*a -0,60; \*b 4,63) para golubova. Očitanjem na dijagramu hromatičnosti vrijednost L za „pitomi“ par golubova iznosila je 95,35%, što je odgovaralo boji definisanoj kao dimno bijela boja, a na osnovu dobivenih prosječnih vrijednosti (L 90,38; \*a -0,60; \*b 4,63) došlo se do podatka da je boja jaja „lutalica“ para golubova blago bež boje.

U tabeli 4. prikazane su dobivene vrijednosti boje jaja za „pitomi“ par golubova (L je 95,35, koordinata \*a iznosi -0,43, a koordinata \*b ima vrijednost 1,40), što je očitanjem na dijagramu hromatičnosti odgovaralo boji definisanoj kao dimno bijela, dok je za „lutalica“ par (L 90,38; \*a -0,60; \*b 4,63) i očitanjem na dijagramu hromatičnosti za „lutalica“ par definisana blago bež boja jaja.

Tab. 4. Prikaz dobivenih prosječnih vrijednosti boje ljuske jaja u CIE L\*a\*b prostoru „pitomog“ i „lutalica“ para golubova (*Columba livia*)

Osobina	Pitomi golub			Divlji golub		
	L	*a	*b	L	*a	*b
Prosječna vrijednost	95.35	-0.43	1.4	90.38	-0.6	4.63
Standardna devijacija	0.12	0.06	0.23	1.34	0.01	0.14

Na kraju smo obavezni navesti da u dostupnoj literaturi nismo uspjeli pronaći decidne podatke za komparaciju navedenih podataka prezentiranih u rezultatima (Aganović, 2017, Aganović & Lelo, 2017a, 2017b).

## ZAKLJUČCI

Zadatak rada je bio provesti istraživanja na četiri para golubova (*Columba livia* Gmelin, 1789) i to dva para „lutalica“ golubova sa lokaliteta Bašćaršija, Sarajevo i dva para čistog varijeteta uzgojne linije rase „sarajevski prevrtač“ u kontrolisanim uslovima da bi se pratio ukupan broj jaja po sezonama (zima, proljeće i ljeto), debljina ljuske, volumen i boja jaja.

Na osnovu provedenih istraživanja i dobivenih rezultata izvedeni su sljedeći zaključci: U zimskoj sezoni kod „lutalica“ para golubova zabilježeno je samo jedno nošenje te je ukupan broj jaja bio dvostruko manji u odnosu na „pitomi“ par u istoj sezoni. Oba istraživanja para imala su identičan broj jaja u proljetnoj i ljetnoj sezoni.

Minimalne vrijednosti volumena jaja identične su kod oba posmatrana para golubova (12,50 ml), a maksimalna vrijednost bila je veća za 0,70 ml kod „pitomog“ para. Prosječan volumen jaja „pitomog“ para iznosio je 14,43 ml, odnosno za 0,68 ml više u odnosu na volumen jaja „lutalica“ para.

Usporedbom prosječnih vrijednosti u CIE L\*a\*b\* prostoru, odnosno očitanjem na dijagramu hromatičnosti utvrđeno je da su jaja „lutalica“ para golubova blago bež (boja lana), a „pitomog“ dimno bijele boje (boja dima).

Značajne razlike između „pitomog“ i „lutilica“ para golubova uglavnom nisu evidentne.

## LITERATURA

- Abs, M. (1983). *Physiology and behaviour of the pigeon*. (Ed.) Academic press. London.
- Aganović, S. (2017). Cirkadijalna i sezonska ritmika odabranih pripadnika vrste *Columba livia* Gmelin, 1789 (Aves: Columbiformes) iz Sarajeva. Magistarski rad. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Aganović, S. & Lelo, S. (2017a). Ocjena probavljivosti hrane u različitim sezonama odabranih pripadnika vrste *Columba livia* Gmelin, 1789 (Aves: Columbiformes) iz Sarajeva. *Prilozi fauni Bosne i Hercegovine*, 13, 71-77.
- Aganović, S. & Lelo, S. (2017b). Porast mladih potomaka te vrijeme aktivnosti i mirovanja odabranih pripadnika vrste *Columba livia* Gmelin, 1789 (Aves: Columbiformes) iz Sarajeva u sezonama zima, proljeće i ljeto. *Prilozi fauni Bosne i Hercegovine*, 13, 79-86.
- Angal't V. Z. (1978). On the question of the Feral Pigeon in breeding Kamskoe Predurale. *Gnezdovaya zhizn' ptits*, p. 21-27. Russian.
- Angal't V. Z. (1982). Breeding of Feral pigeon in Kamskoe Predurale. *Gnezdovaya zhizn' ptits*, 25-31. Russian.
- Antikainen, E. (1974). Aspects of the nesting habits of the Feral Pigeon *Columba livia domestica*. *Ornis Fennica*. 51: 122-125.
- Baptista, L. F., Trail, P. W., & Horblit, H. M. (1997). Family Columbidae (pigeons and doves). Pp. 60-243 in del Hoyo, J. et al. (Eds.), *Handbook of the birds of the world*, Vol. 4. Sandgrouse to cuckoos. Lynx Editions, Barcelona.
- Bennett, J. S., Tredway, T. L., Dizikes, G. J., Nawrocki, J. F. (1994). Properties of a novel gene isolated from a Hodgkin's disease cell line that is expressed early during lymphoid cell activation. *J. Immun.* 152: 2229-2240.
- Belikov, V. I. (1975). Energetic resources of the embryonic development of Feral Pigeons, *Gnezdovaya zhizn' ptits*, p. 113-116. Russian.
- Bennett, R. S. (1995). Relative sensitivity of several measures of eggshell quality to the stage of embryonic development. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 54, 428-431.
- Birchard, G. F., Deeming, D. C. (2010). Avian eggshell thickness: scaling and maximum body mass in birds. *J. Zool. Lond.* 279, 95-101.
- Boersma, P. D., Rebstock, G. A., Stokes, D. L. (2004). Why penguin eggshells are thick. *Auk* 121, 148-155.
- Bolotnikov A. M., Shurakov A. I., Kamenskiy J. N., Dobrinskiy L. N. (1985). Ecology of early ontogenesis of birds. *Akad. Nauk SSSR, Ural Sci. Centr., Sverdlovsk.*
- Bunck, C. M., Spann, J. W., Pattee, O. H., Fleming, W. J. (1985). Changes in eggshell thickness during incubation: implications for evaluating the impact of

- organochlorine contaminants on productivity. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 35, 173–182.
- Carnarius, K. M., Conrad, K. M., Mast, M. G., Mac Neill, J. H. (1996). Relationship of eggshell ultrastructure and Shell Strength to the Soudness of Shell Eggs. *Poultry Science* 75:656-663.
- Castilla, A. M., Herrel, A., Díaz, G., Francesch, A. (2007). Developmental stage affects eggshell breaking strength in two ground-nesting birds: the partridge (*Alectoris rufa*) and the quail (*Coturnix japonica*). *J. Exp. Zool.* 307A, 471–477.
- Castilla, A. M., Herrel, A., Van Dongen, S., Furio, N., Negro, J. (2009). Determinants of egg shell strength in endangered raptors. *J. Exp. Zool.* 311A, 303–311.
- Cherry, M. I., & Gosler, A. G. (2010). Avian eggshell coloration: new perspectives on adaptive explanations. *Biological Journal of the Linnean Society* 100:753-762.
- Chien, Y. C., Hincke, M. T., & McKee M. D. (2009). Ultrastructure of avian eggshell during resorption following egg fertilization. *J. Struct. Biol.* 168:527–538.
- Ciftci, I., Yenice, E., Eleroglu, H. (2003). Use of triticale alone and in combination with wheat or maize: effects of diet type and enzyme supplementation on hen performance, egg quality, organ weights, intestinal viscosity and digestive system characteristics. *Anim. Feed Sci. Technol.* 105, 149–161.
- Coucke, P J., Van Hauwe, P., Kelley P. M., Kunst, H., Schatteman I., Van Velzen, D., Meyers, J., Ensink, R. J., Verstrecken, M., Declau, F., Marres, H., Kastury, K., Bhasin, S., McGuirt, W. T., Smith, R. J., Cremers, C. W., Van de Heyning, P., Willems, P. J, Smith, S. D., Van Camp, G. ( 1999). Mutations in the KCNQ4 gene are responsible for autosomal dominant deafness in four DFNA2 families. *Hum Mol Genet.*8:1321–8.
- Cowan, J. B. (1952). Life history and productivity of a population of western mourning doves in California. *California Fish and Game* 38:505-521.
- De Ketelaere, Coucke, B. P., & De Baerdemaeker, J. (2000). Eggshell crack detection based on acoustic resonance frequency analysis. *J. Agric. Eng. Res.* 76:157–163.
- Donegan, T. M. (2015). The pigeon names *Columba livia*, *C. domestica* and *C. oenas* and their type specimens. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, 136(1), 15-28.
- Dorzhev, Ts. Z. (1991). Ecology of sympatric populations of pigeons. *Nauka, Moscow*. Russian.
- Dunn, I. C., M. Bain, Edmond, A., Wilson, P. W., Joseph, N., Solomon, S., De Ketelaere, B., De Baerdemaeker, J., Schmutz, M., Preisinger, R., & Waddington, D. (2005). Heritability and genetic correlation of measurements derived from acoustic resonance frequency analysis; A novel method of determining eggshell quality in domestic hens. *Br. Poult. Sci.* 46:280–286.
- Endler, J. A. (1990). On the measurement and classifications of colour in studies of animal colour patterns. *Biological Journal of the Linnean Society of London.* 41, 315-352.



- Francesch, A., Estany, J., Alfonso, L., Iglesias, M. (1997). Genetic parameters for egg number, egg weight and eggshell color in three Catalan poultry breeds. *Poult. Sci.* 76, 1627–1631.
- Glutz von Blotzheim, U. N., & Bauer, K. M. (1980). *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Band 9. Wiesbaden: Akademische Verlagsgesellschaft Frankfurt. Germany.
- Goodwin, D. (1983). *Pigeons and Doves of the World*. 3rd edition. 363 pp. Cornell University Press, Ithaca.
- Goodwin, D. (1983b). *Pigeon and doves of the world*. 3rd ed. Ithaca, NY: Cornell Univ. Press.
- Gorchein, A., Lim, C. K., & Cassey, P. (2009). Extraction and analysis of colourful eggshell pigments using HPLC and HPLC/electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Biomedical Chromatography* 23:602-606.
- Grant, M. C. (1991). Relationships between egg size, chick size at hatching, and chick survival in the whimbrel *Numenius phaeopus*. *Ibis* 133:127–133.
- Hipfner, J. M., & Gaston, A. J. (1999). The relationship between egg size and posthatching development in the thick-billed murre. *Ecology* 80:1289–1297.
- Hunton, P. (1995). Understanding the architecture of the egg-shell. *World's Poult. Sci. J.* 51, 141–147.
- Jacobs, G. H. (1981). *Comparative color vision*. Academic Press, New York.
- Johnston, R. F., Janiga, M. (1995). *The Feral Pigeons*. Oxford University Press, New York.
- Johnson, S. G., & Johnston, R. F. (1990). Environmental variation and quantitative genetic parameters in the Feral Pigeon, *Columba livia*. *Biol. J. Linn. Soc.* 40:321-332.
- Karlsson, O., & Lilja, C. (2008). Eggshellstructure, mode of development and growth rate in birds. *Zoology* 111, 494–502.
- Kelber, A., Vorobyev, M., Osorio, D. (2003). Animal colour vision - behavioural tests and physiological concepts. *Biological Reviews* 78:81-118.
- Kennedy, G. Y., & Vevers, H. G. (1973). Eggshell pigments of the arauco fowl. *Comp. Biochem. Physiol.* 44B, 11–25.
- Kennedy, G. Y., & Vevers, H. G. (1976). A survey of avian eggshell pigments. *Comp. Biochem. Physiol. B* 55:117-123.
- Khatkar, M. S., Sandhu, J. S., Brah, G. S., Chaudhary, M. L. (1997). Estimation of egg shell breaking strength from egg characteristics in layer chickens. *Int. J. Poult. Sci.* 32:111–113.
- Kilner, R. M. (2006). The evolution of egg colour and patterning in birds. *Biological Reviews* 81:383-406.
- MacAdam, D. L. (1997). The physical basis of color specification. pp. 33 - 63 in A. Bryne, and D. R. Hilbert, eds. *Readings on color, the science of color*. the MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

- Massaro, M., Davis, L. S. (2004). The influence of laying date and maternal age on eggshell thickness and pore density in yellow-eyed penguins. *Condor* 106, 496–505.
- Massaro, M., Davis, L. S. (2005). Differences in egg size, shell thickness, pore density, pore diameter and water vapour conductance between first and second eggs of snares penguins *Eudyptes robustus* and their influence on hatching asynchrony. *Ibis* 147, 251–258.
- Miksik, I., V. Holan, & Deyl, Z. (1994). Quantification and variability of eggshell pigment content. *Comparative Biochemistry and Physiology, Series A* 109:769772.
- Miksik, I., V. Holant, & Deyl, Z. (1996). Avian eggshell pigments and their variability. *Comp. Biochem. Physiol. B* 113B:607-612.
- Murton, R. K., Westwood, N. J. (1977). *Avian breeding cycles*. Clarendon Press, Oxford, UK.
- Nys, Y., Gautron, J., Garcia-Ruiz, J. M., & Hincke, M. T. (2004). Avian eggshell mineralization: Biochemical and functional characterization of matrix proteins. *C. R. Palevol* 3:549–562.
- Nys, Y., Zawadzki, J., Gautron, J., Mills, A. D. (1991). Whitening of brown-shelled eggs: mineral composition of uterine fluid and rate of protoporphyrin deposition. *Poult. Sci.* 70, 1236–1245.
- Packard, G. C. Packard, M. J. (1980). Evolution the cleidoic egg among reptilian antecedents of birds. *Am. Zool.* 20:351-362.
- Pikula, J., Beklova, M., Kubik, V. (1982). The Nidobiology of feral *Columba livia f. domestica* II. *Acta Sci. Nat. Acad. Sci. Bohem. Brno* 16: 1–44
- Purcell, R., Hall, L. S., Corado, R. (2008). *Egg and nest*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.
- Riczu, C. M., Saunders-Blades, J. L., Yngvesson, A. K., Robinson, F. E., Korver, D. R. (2004). End-of-cycle bone quality in white- and brown-egg laying hens. *Poult. Sci.* 83, 375–383.
- Romanoff, A. L., & Romanoff, A. J. (1949). *Biochemistry of the Avian Embryo*. Wiley, New York.
- Robertson, H. A. (1988). Relationships between body weight, egg weight, and clutch size in pigeons and doves (Aves: Columbiformes). *J. Zool.* 215: 217–229.
- Sengupta, S. (1974). Breeding biology of the Blue rock (domestic) pigeon *Columba livia* Gmelin. *Pavo* 12: 1-12.
- Solomon, S. E. (2010). The eggshell: Strength, structure and function. *Br. Poult. Sci.* 51 (Suppl.1): 52–59.
- Stagiritis, A. 350 BC. The history of animals. in The internet classics archive. D. C. Stevenson, ed [http://classics.mit.edu/Aristotle/history\\_anim.html](http://classics.mit.edu/Aristotle/history_anim.html).
- Tarasov, V. V. (1981). K voprosu o bioekologicheskoy pasportizatsiy sornyh rasteniy lesnyh kultur Dnepropetrovskoy oblasti. *Voprosy stepnogo lesovedeniya i rekultivatsiy zemel*, 122–139. (In Russian).

- Townsend, C. W. (1915). Notes on the Rock Dove (*Columba domestica*). *Auk*, 32, 306-316.
- Tyler, C., & Geake, F. H. (1964). The testing of methods for cracking egg shells, based on paired readings from individual eggs and the measurement of some effects of various treatments. *Br. Poult. Sci.* 5:19–28.
- Vanderstoep, J., & Richards, J. F. (1970). The changes in eggshell strength during incubation. *Poult. Sci.* 49, 276–285.
- Wallace, A. R. (1889). *Darwinism: An exposition of the theory of natural selection with some of its applications*. Macmillan, London.
- Walsberg, G. E. (1983). Avian ecological energetics. In Farner, D.S., King, J.R. & Parkes, K.C. (eds) *Avian Biology*, Vol. 7: 161–200. New York: Academic Press.
- Wyszecki, G., & Stiles, W. S. (1982). *Color Science: concepts and methods, quantitative data and formulae*. (2nd ed.). New York: Wiley.

**FECUNDITY IN DIFFERENT SEASONS (WINTER, SPRING, SUMMER)  
AND ANALYSIS OF OUTER PHYSICAL PROPERTIES OF EGGS OF  
SELECTED SPECIES *Columba livia* Gmelin, 1789 (Aves: Columbiformes)  
FROM SARAJEVO**

**Summary**

The study was performed in winter, spring and summer season of 2013 at location of Novo Sarajevo municipality. The study included two pairs of local “trump” pigeons from Bascarsija, Sarajevo and two pairs of pure breeding variety “Sarajevan tumbler” (*Columba livia* Gmelin 1789) in controlled conditions. The aim of the study was to assess outer physical properties of eggs and based on results to try to identify biological differences of selected species. The total amount of eggs was followed during winter, spring and summer. During the winter season, only one laying of eggs was recorded for the trump pair; two times less compared to the breeding pair in the same season. Both pairs had identical number of eggs in the spring and summer season. The thickness of shell was measured using a digital sliding calliper. Average thickness values for breeding pair were between 0,18 and 0,27 mm, while for the trump pair these values were between 0,21 and 0,28 mm, indicating average higher thickness of 0,02 mm for breeding pair of pigeons. The measurements were performed in the middle and on the top of the eggs. By immersing the eggs in water filled graded gauge glass, the volume of the eggs was determined (Archimedes' principle). The results indicated similar average values for both pairs (12,50 ml), while the maximum value for the breeding pair was higher for 0,70 ml. Volume of eggs of the breeding pair in average was 14,43 ml, higher for 0,68 ml compared to eggs volume of the trump pair. Eggshell colour was determined using colorimeter with integrated display and software (Chroma meter Konica Minolta CR-400, Japan). Comparing the average L\*, a\* and b\* values showed that shell colour of the trump pair was slightly beige (similar to flaxseed colour) and breeding pair white colour (similar to smoke colour). The study identified no significant differences between the trump and breeding pairs of selected species.

Key words: *Columba*, *livia*, *eggs*, *fecundity*.

## PREDIKTIVNO MODELIRANJE DISTRIBUCIJE POPULACIJA ŠIŠMIŠA (CHIROPTERA) SA DODATKA II DIREKTIVE O STANIŠTIMA NA PODRUČJU BOSNE I HERCEGOVINE

Lada Lukić Bilela<sup>1,2</sup>, Maja Hodžić<sup>1</sup>, Adi Vesnić<sup>1,2</sup>, Samir Đug<sup>1,2</sup>

Naučni rad – *Scientific paper*

### Rezime

Ekološko modeliranje predstavlja temelj praćenja dinamike populacija i planiranja monitoringa u svim sezonskim aspektima s ciljem održivog upravljanja resursima i njihove adekvatne zaštite. Distribucija 11 vrsta reda Chiroptera svrstanih na Anex II Direktive o staništima 92/43/EEC, na predloženim Natura 2000 (NK2) područjima u Bosni i Hercegovini, prikazana je korištenjem metoda prediktivnog modeliranja. Najgušća zastupljenost na predloženim NK2 područjima odnosi na potkovnjake: *Rhinolophus ferrumequinum* Schreber, 1774, *R. hipposideros* Bechstein, 1800 i *R. euryale* Blasius 1853 a potom na vrste roda *Myotis*: *M. myotis* Borkhausen, 1797 i šišmiš *M. blythii* Tomes, 1857.

Sve vrste šišmiša koje naseljavaju područje Bosne i Hercegovine su insektivorne, stoga su važni sudionici lanaca ishrane osobito u vodenim ekosustavima, u čijoj se blizini često nalaze i poljoprivredne površine. Kontroliraju brojnost populacija insekata, vrlo često onih koji sudjeluju u prijenosu zoonoza. Ugroženi su zbog različitih antropogenih utjecaja, najčešće uznemiravanja, istrebljivanja te korištenja pesticida i organofosfornih spojeva u poljoprivrednoj proizvodnji.

Budući da su podaci o o fauni šišmiša i njihovoj distribuciji u Bosni i Hercegovini još uvijek oskudni, prediktivne mape distribucije pružaju uvid o istraženosti pojedinih vrsta na području Bosne i Hercegovine, te omogućavaju uspostavljanje sustavnog monitoringa i adekvatne zaštite ove ugrožene skupine sisavaca.

Ključne riječi: *Šišmiši, Chiroptera, ekološko modeliranje, Direktiva o staništima*

### UVOD

U Bosni i Hercegovini je do danas zabilježeno 29 vrsta podreda Microchiroptera Dobson, 1875 reda Chiroptera Blumenbach, 1779 (Mulaomerović, 2013). Njih 11, svrstanih u tri porodice i četiri roda, nalazi se na Dodatku II Direktive o staništima 92/43/EEC: Rhinolophidae Gray, 1825 (*Rhinolophus euryale* Blasius, 1853, *R. ferrumequinum* Schreber, 1774, *R. hipposideros* Bechstein, 1800 i *R. blasii* Peters, 1866); Vespertilionidae Gray, 1821 (*Barbastella barbastellus* Schreber, 1774, *Myotis bechsteinii* Kuhl, 1817, *M. capaccinii* Bonaparte, 1837, *M. emarginatus* Geoffroy,

<sup>1</sup> Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu

<sup>2</sup> Biospeleološko društvo u Bosni i Hercegovini (BIOSPELD)

1806, *M. myotis* Borkhausen, 1797 i *M. blythii* Tomes, 1857) te *Miniopteridae* Dobson, 1875 (*Miniopterus schreibersii* Kuhl, 1819) (Miller – Butterworth *et al.*, 2007).

Većina europskih i sve vrste šišmiša koje naseljavaju područje Balkanskog poluotoka su insektivorne i zbog toga su vrlo važne u reguliranju brojnosti populacija insekata. Zbog toga su od velike koristi za šumske i poljoprivredne ekosustave jer smanjuju brojnost populacija insekata koji negativno utječu na kvalitetu i količinu prinosa poljoprivrednih kultura odnosno prenose uzročnike bolesti ljudi i životinja. Monitoring šišmiša i njihovih skloništa osobito je važan s aspekta konzervacijske biologije. Napredak u tehnologiji znatno je povećao mogućnosti daljinskog praćenja šišmiša. Tri su glavna cilja istraživanja na lokalnom, regionalnom ili nacionalnom nivou: inventarizacija i procjena distribucije (1), identifikacija ključnih mjesta (*key points*) i područja ishrane (2) te monitoring populacija (3) (Walsh i Catto, 2004).

U okviru opsežnog projekta Natura 2000 u Bosni i Hercegovini (2012-2015) predložena su 122 Natura 2000 (NK2) područja (sl. 1). Za svako od predloženih područja pripremljen je *Standard Data Format* (SDF). U tu svrhu korišteni su novi SDF predlošci i instrukcije Europske Komisije te su načinjene karte u razmjerama 1:25000. Ukupna površina predloženih Natura 2000 područja iznosi 9567.7 km<sup>2</sup>, što čini 18.68% teritorije Bosne i Hercegovine. Prema tipu područja, 1 je označeno kao tip A (*Special Protected Areas*; SPA), 72 su tipa B (*Sites of Community Importance*; SCI) i 49 tipa C (SPA i SCI) dok su prema administrativnoj distribuciji rapoređeni na Distrikt Brčko (3), Republiku Srpsku (61) i Federaciju Bosne i Hercegovine (58) (Milanović *et al.*, 2015).



Slika 1. Prikaz predloženih 122 Natura 2000 područja u Bosni i Hercegovini  
 Fig. 1. Selected potential 122 Natura 2000 sites in Bosnia and Herzegovina  
 Preuzeto: (<http://www.fmoit.gov.ba/ba/page/41/ekoloscaronka-mrea-natura-2000>)

Kriteriji za procjenu veličine i gustoće populacije prisutne vrste u datom području u odnosu na populaciju koja je prisutna unutar nacionalne teritorije predstavljeni su kategorijama od A do C (Natura 2000, *Standard Data Form*): A: 100%  $\geq p > 15\%$ , B: 15%  $\geq p > 2\%$ , C: 2%  $\geq p > 0\%$ . U slučajevima kada je populacija određene vrste prisutna na području, ali njeno prisustvo nije značajno, svrstavaju se u kategoriju D dok se kategorije E i F ne koriste kao kriteriji za finalnu procjenu područja za odabranu vrstu Dodatka II, jer E označava da vrsta nije prisutna, dok F označava da nema podataka za konkretnu vrstu na datom području.

Najveći dio teritorije Bosne i Hercegovine pripada eurosibirsko-sjevernoameričkoj regiji, manji dio mediteranskoj (sredozemnoj) a samo u najvišim planinskim područjima zastupljena je alpska-visokonordijska regija. Na slici 1 predložena područja su predstavljena u odnosu na tri biogeografske regije, koje su označene linijama.

Prediktivno modeliranje distribucije zauzima sve značajnije mjesto u različitim znanstvenim disciplinama: ekologiji, biogeografiji, evoluciji, konzervacijskoj biologiji te istraživanjima klimatskih promjena. Modeli distribucije vrsta (SDM, engl. *species distribution models*) su empirijski modeli koji povezuju zapažanja sa terena sa okolišnim prediktornim varijablama, osnovani na statistički ili teoretski nastalim površinama (Guisan i Thuillier, 2005). Neophodni su za procjenu vjerovatnoće da će se neka vrsta naći na području koje nije ranije istraživano a u konzervacijskoj biologiji iznimno važni jer usmjeravaju biološka istraživanja na mjesta gdje se vrste mogu naći, predstavljaju temelj za predviđanje odgovora vrste na promjene i/ili klimatske promjene te identificiraju područja sa velikim prioritetom u zaštiti. Dobiveni modeli, predstavljeni mapama određenih regija korištenjem geografskog infomacijskog sustava (GIS) prikazuju potencijalnu geografsku distribuciju istraživane vrste.

Podaci o vrsti mogu se odnositi na prisustvo vrste (engl. *presence-only*), prisustvo-odsustvo vrste (engl. *presence-absence*), zapažanja o brojnosti zasnovana na nasumičnim ili stratificiranim uzorkovanjima na terenu, te podaci dobiveni iz muzejskih kolekcija (Guisan i Thuillier, 2005). Tako, postoje dvije kategorije metoda za modeliranje distribucije vrsta: metode koje koriste podatke samo prisustva (*presence-only*) i metode koje zahtjevaju podatke o prisustvu i odsustvu vrste (*presence-absence*) kao temelju kreiranja prediktivnog modela (Tsoar *et al.*, 2007).

### **Cilj istraživanja**

Osnovni cilj ovoga rada predstavlja prikaz distribucije 11 vrsta reda Chiroptera sa Dodatka II Direktive o staništima na predloženim Natura 2000 područjima u Bosni i Hercegovini, korištenjem metoda prediktivnog modeliranja. Rezultati ovoga istraživanja temeljenog na literaturnim navodima i obimnim terenskim istraživanjima u periodu od 2011. do 2017. godine omogućavaju cjelovitiji uvid u istraženost faune šišmiša na području Bosne i Hercegovine što je temelj uspostavljanja stručno vođenog, sustavnog monitoringa te adekvatne zaštite navedenih vrsta.

## MATERIJAL I METODE RADA

U radu su korišteni literaturni podaci te podaci dobiveni opsežnim terenskim istraživanjima koja podrazumijevaju hvatanje i identifikaciju vrsta te identifikaciju eholoških signala korištenjem ultrazvučnog detektora Pettersson D1000X. Detektor sadrži heterodinski (HET), *frequency division* (FM) i *time expansion/direct recording* (MEM) sistem registriranja te uključuje ugrađeni 16-bitni sistem za snimanje pomoću Compact Flash kartice. Opremljen je visoko-kvalitetnim mikrofonom koji je dodatno poboljšán u smislu niže bučnosti, šireg dinamičkog raspona i manjeg izobličenja zvučnih signala. Jedinke su hvatanje mrežama za hvatanje šišmiša MistNet 716/(12/9/6/3p). Za vaganje jedinki korištena je vaga SpringScale LightLine za težinu do 50g. Za analizu eholoških signala korišten je ehološki ključ (Bedfordshire Bat Group, 2008), dok je identifikaciju uhvaćenih jedinki korišten identifikacijski ključ (Dietz i von Helversen, 2004) te Interni identifikacijski ključ (ustupljen ljubaznošću Dine Kovač). Nakon identifikacije jedinke su puštene na slobodu.

Popis literaturnih navoda za svaku od 11 vrsta šišmiša, na pojedinačnim lokalitetima, na svakom od 122 predložena NK2 područja moguće je naći u SDF predlošcima na stranici Federalnog ministarstva okoliša i turizma (<http://www.fmoit.gov.ba/ba/page/41/ekoloscaronka-mrea-natura-2000>). Također, pojedinačni lokaliteti za navedene vrste objedinjeni su u studiji Natura 2000 u Bosni i Hercegovini (Drešković *et al.*, 2011). Za neka NK2 područja vrijedne podatke su pružila nova istraživanja šišmiša na području Bosne i Hercegovine (Mulaomerović *et al.*, 2015; Napotnik i Pašić, 2016). Osobito značajni podaci dobivaju se višegodišnjim, sistematičnim istraživanjima jednog NK2 područja. Međunarodne speleološke/speleoronilačke ekspedicije na području Duvanjskog polja koje se organiziraju već osam godina uzastopno, od 2009. godine, i okupljaju veliki broj speleologa, speleoronilaca i znanstvenika a čiji su rezultati istraživanja objedinjeni publikacijom iz 2017. godine (Ozimec *et al.* 2017), dali su opsežan uvid u faunu šišmiša na području NK2-28-Duvanjsko polje. Pregled istraživanja potencijalnih zimskih skloništa šišmiša u potpunosti je promijenio mapu distribucije šišmiša za pojedina NK2 područja, posebno područje 122-Zvorničko jezero, gdje je zabilježeno čak sedam vrsta u kamenolomu Dardagani (Grbavci, Gornji Zvornik) (Presetnik *et al.*, 2016). Međutim, neka NK2 područja ostavljena su bez procijenjene veličine i gustoće populacija, primjerice NK2 područja 80-Raduša-Janj-Vukovsko polje RS odnosno 81- Raduša-Janj-Vukovsko polje-FBiH, budući da nije bilo moguće identificirati vrstu, nego je identifikacija izvršena do nivoa roda (*Rhinolophus* sp.; Džaića pećina prema Karapandža, 2014).

Prediktivno modeliranje distribucije vrsta načinjeno je 122 NK2 područja u programu ESRI ArcGIS 10.1. Za modeliranje distribucije su korišteni podaci iz SDF predložaka, predstavljeni kategorijama od A do F. Za svaku vrstu je napravljena po jedna karta, sa odgovarajućim kategorijama odnosno procentom gustoće populacije. Na svakoj karti



prikazana su NK2 područja s i njihova pozicija u odnosu na tri biogeografske regije (sl. 2.1-2.11).

## REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati ovoga rada objedinjavaju šestogodišnja istraživanja faune šišmiša u periodu od 2011. do 2017. godine te literaturne podatke o lokalitetima za istraživane vrste. Položaj predloženih NK2 područja, a time i distribucija vrsta, u odnosu na tri biogeografske regije prikazan je u tabeli 1. Prediktivnim modeliranjem dobivene, mape distribucije 11 vrsta šišmiša Dodatka II Direktive o staništima, na 122 predložena područja Natura 2000 u Bosni i Hercegovini prikazane su na slici 2.1-2.11).

Tabela 1. Distribucija istraživanih vrsta po biogeografskim regijama  
 Table 1. Bat species distribution according to biogeographical regions

Vrsta	Distribucija po biogeografskim regijama		
	Kontinentalna	Alpska	Mediteranska
<i>Rhinolophus euryale</i>	+	+	+
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	+	+	+
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	+	+	+
<i>Rhinolophus blasii</i>	-	-	+
<i>Barbastella barbastellus</i>	+	+	?
<i>Miniopterus schreibersii</i>	+	+	+
<i>Myotis bechsteinii</i>	+	+	+
<i>Myotis capaccinii</i>	+	+	+
<i>Myotis emarginatus</i>	+	+	+
<i>Myotis myotis</i>	+	+	+
<i>Myotis blythii</i>	+	+	+

Južni potkovanjak *Rhinolophus euryale* Blasius 1853 (sl. 2.1) prisutan je u sve tri biogeografske regije u Bosni i Hercegovini, no najširu rasprostranjenost ima očekivano, na jugu zemlje u mediteranskoj regiji. Na području NK2-59-Mišarica ispunjava kriterije za kategoriju B (preko 15%), u gdje se nalazi(la) najveća kolonija šišmiša u Bosni i Hercegovini no na ovom lokalitetu je prisutna stalna ugroženost antropogenim utjecajem iako je još 2007. godine pokrenut proces njene zaštite. Novi podaci svjedoče o njegovom prisustvu na NK2 području Zvorničkog jezera, gdje su zabilježne 3 ženke u kamenolomu Dardagani (Presetnik *et al.*, 2016).

Veličinu i gustinu populacije preko 15% u pećini Mišarici pored *R. euryale* Blasius 1853 imaju i *Rhinolophus ferrumequinum* Schreber, 1774, *Myotis myotis* Borkhausen, 1797 i *Miniopterus schreibersii* Kuhl, 1819, dok je kod *R. hipposideros* Bechstein, 1800 ona procjenjena do 2%.

Veliki potkovnjak *Rhinolophus ferrumequinum* Schreber, 1774 (sl. 2.2) jedna je od najrasprostranjenih vrsta šišmiša u Bosni i Hercegovini, i pored Mišarice, na svim

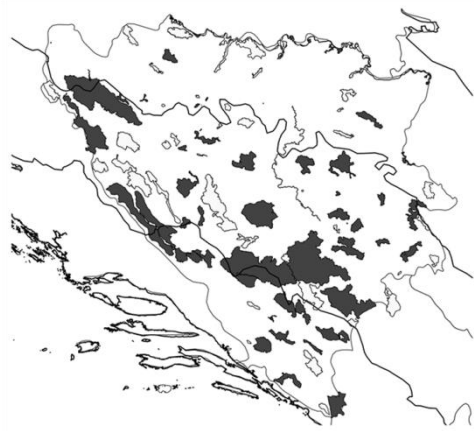
ostalim područjima za koje su poznati podaci je ona prisutna s distribucijom do 2% i označena kao kategorija C svega mali broj NK2 područja je bez podataka.

Slično rasprostranjenje ima mali potkovnjak *R. hipposideros* Bechstein, 1800 (sl. 2.3), uz nešto veći broj područja bez podataka, kao i populaciju kategorije B u pećini Hukavici na sjeverozapadu, kod Velike Kladuše (Bašagić *et al.*, 2000).

Sredozemni potkovnjak *Rhinolophus blasii* Peters, 1866 (sl. 2.4) je vrlo rijedak no prema najnovijim podacima, nalaz porodiljske kolonije ove vrste u pećini Prosječenici u Podveležju kod Mostara je ujedno i prvi nalaz ove vrste za Bosnu i Hercegovinu (Mulaomerović *et al.*, 2015). Vrsta je uvrštena na NK2 područje 111-Velež RS odnosno 112-Velež-BiH, no neophodno je proširiti granice u okviru ovih područja kako bi obuhvatile speleološke objekte teritorije Podveležja.



1. *Rhinolophus euryale* Blasius 1853



2. *Rhinolophus ferrumequinum* Schreber, 1774



3. *Rhinolophus hipposideros* Bechstein, 1800



4. *Rhinolophus blasii* Peters, 1866



5. *Barbastella barbastellus* Schreber, 1774



6. *Miniopterus schreibersi* Kuhl, 1819



7. *Myotis bechsteinii* Kuhl, 1817



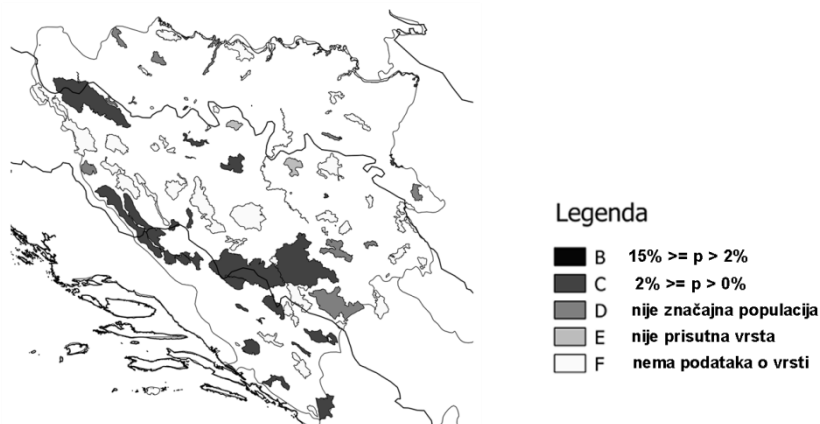
8. *Myotis capaccinii* Bonaparte, 1837



9. *Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806



10. *Myotis myotis* Borkhausen, 1797



### 11. *Myotis blythii* Tomes, 1857

Slika 2. Prikaz distribucije 11 vrsta šišmiša svrstanih na Dodatak II Direktive o staništima, na predloženim Natura 2000 područjima u Bosni i Hercegovini

*Fig. 2. The distribution of the 11 species of the order Chiroptera included in the Annex II Habitats Directive, on the proposed Natura 2000 (NK2) areas in Bosnia and Herzegovina*

Širokouhi mračnjak *Barbastella barbastellus* Schreber, 1774 (sl. 2.5) je uvrštena na ukupno 13 NK2 područja od kojih se na nekima nalaze poznati lokaliteti za ovu vrstu npr. NK2-5-Bijambare, gdje je nađena u Srednjoj Bijambarskoj pećini, NK2-49-Kupreško polje koje obuhvaća nekoliko potvrđenih lokaliteta: Vagansku pećinu i Sokolačku pećinu u općini Šipovo. Naveden je i novi nalaz ove vrste u selu Aleksići u općini Čelinac (Pašić i Napotnik, 2013). Vrsta stavljena na NK2 područje 22-Dimitor, budući da je nalaz potvrđen u Jami Ledana (Vučja poljana, Gornji Ribnik) (Presetnik *et al.*, 2016). Mada granice NK2-22 područja ne obuhvaćaju ovaj speleološki objekt, svakako bi trebalo razmotriti proširenje njegovog obuhvata. Na svim NK2 područjima veličina i gustoća populacije procijenjeni su na do 2%. Za mediteransku regiju nema podataka o njenom prisustvu (F) ili nije prisutna (E).

Dugokrili pršnjak *Miniopterus schreibersi* Kuhl, 1819 (sl. 2.6) rasprostranjna je vrsta sa populacijom preko 15% prisutan je u pećini Mišarici, također i u Rastuši, dok je gustoća populacija do 2% procijenjena na brojnim NK2 područjima većinom mediteranske regije. Podaci o nalazima velikouhog šišmiša *Myotis bechsteinii* Kuhl, 1817 (sl. 2.7) su oskudni budući da je potvrđen na svega nekoliko lokaliteta (Vaganska pećina i Sokolačka pećina u općini Šipovo). On je jedan od najrjeđih europskih vrsta te zajedno sa širokouhim mračnjakom naseljava listopadne šume, osobit stare šumske sastojine, stare voćnjake i sl. Moguće ga je očekivati u području Posavine, a kartiran je na ukupno 9 NK2 područja. O prisustvu dugonogog *Myotis capaccinii* Bonaparte, 1837 (sl. 2.8) i rideg šišmiša *M. emarginatus* Geoffroy, 1806

(sl. 2.9) podaci su također nešto oksudniji. Gustoća i veličina njihovih populacija ni na jednom NK2 području ne prelazi procijenjenih 2%.

Veliki šišmiš *Myotis myotis* Borkhausen, 1797 (sl. 2.10) i oštouhi šišmiš *M. blythii* Tomes, 1857 (sl. 2.11) imaju sličnu mapu distribucije, što je jednim dijelom i rezultat neuspješne identifikacije. Primjerice kod istraživanja u zimskom periodu kada su već prisutne hibernacijske kolonije pa zbog nemogućnosti hvatanja i mjerenja jedinki, kolonije se često navode kao *Myotis myotis*/*M. blythii*. Budući da je mješovita porodiljna kolonija ovih vrsta zabilježena u Vakuf pećini u Gornjim Studencima (Mulaomerović *et al.*, 2015), na ekspertni tim je iste godine predložio novo Natura 2000 područje, NK2-31-Gornji Studenci (kod BA8200096) površine 6,0 ha kako bi se zaštitila staništa i fauna speleoloških objekata na području općine Ljubuški.

Problem prediktivnog modeliranja distribucije u GIS-u, može predstavljati kvalitet ulaznih podataka u smislu nejednake veličine područja. U konkretnom slučaju neka NK2 područja predstavljaju užu lokalitet (npr. pećina Mišarica), a druga širi lokalitet (mpr. Kupreško polje) tako da kategorije koje označavaju veličinu i gustoću populacije nemaju jednak značaj. Na kartama je vidljivo da su u kontinentalnoj regiji predložena područja većinom užu lokaliteti, kao što su npr. pećina Rastuša ili pećina Mišarica, dok su u alpskoj i mediteranskoj regiji NK2 područja većinom širi lokaliteti npr. Bjelašnica – Igman – Visočica ili Livanjsko polje. Za pećinu Mišaricu postoje precizni podaci o vrstama, čak brojnosti pojedinih kolonija što znatno olakšava kategorizaciju datog NK2 područja. Stoga za ovako mala NK2 područja možemo koristiti podatak ne samo o prisustvu pojedinih vrsta nego i o njihovom odsustvu (*presence-absence*), u ovom slučaju označavanjem kategorijom E.

Budući da se u praksi često upotrebljava samo jedna metoda istraživanja, većinom zbog nedostataka kvalitetne opreme, dobiveni rezultati su nepouzdana. Istraživanja u zatvorenim objektima utječu na prenaplašavanje frekvencije onih vrsta šišmiša koje obično sklonište traže u zgradama. Osim toga, istraživanja pomoću ultrazvučnih detektora u manjoj mjeri bilježe vrste sa slabim eholokacijskim glasanjem, istraživanja samo hibernacijskih skloništa se ograničavaju na vrste koje hiberniraju u podzemnim objektima, a mrežama se hvataju one vrste koje lete nisko ili blizu vegetacije. Podaci o odsustvu neke vrste često su nepouzdana (Razgour *et al.*, 2011), dok su oni o prisustvu daleko više dostupni (Tsoar *et al.*, 2007).

## ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata prediktivnog modeliranja distribucije 11 vrsta reda Chiroptera svrstanih na Dodatak II Direktive o staništima, najveća zastupljenost na predloženih 122 NK2 područja odnosi se na potkovnjake, rasprostranjene u sve tri biogeografske regije: *Rhinolophus euriata* Blasius 1853, *R. ferrumequinum* Schreber, 1774 i *R. hipposideros* Bechstein, 1800 te vrste roda *Myotis*: *M. myotis* Borkhausen, 1797 i *M. blythii* Tomes, 1857.

Fauna šišmiša je još uvijek nedovoljno istražena u Bosni i Hercegovini, stoga je iznimno važno provoditi kontinuirana terenska istraživanja, rad na popularizaciji

prikupljanja podataka o fauni šišmiša i edukaciji stanovništva o njihovom značaju u ekosustavima. Temeljem prediktivnog modeliranja i potvrđivanja nalaza terenskim istraživanjima moguće je doprinijeti proširivanju predloženih granica NK2 područja, primjerice na prostoru Podveležja, ali i prijedlogu novih NK2 područja s ciljem zaštite ove ugrožene skupine sisavaca.

## LITERATURA

- Bašagić, M., Osmanković, J., Mulaomerović, J. (2000). Speleološka istraživanja sa konceptom valorizacije pećine „Hukavica” – Velika Kladuša. Earth Science Institute. Sarajevo.
- Dietz, C., & von Helvesen, O. (2004): Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronic publication. Version 1.0. <http://www.mammalwatching.com/Palearctic/Otherreports/batkey.pdf> (Preuzeto 18.11.2014.)
- Drešković, N., Đug, S., Stupar, V., Hamzić, A., Lelo, S., Muratović, E., Lukić-Bilela, L., Brujić, J., Milanović, Đ., Kotrošan, D. (2011): Natura 2000 u Bosni i Hercegovini. Centar za okolišno održivi razvoj, Sarajevo, str. 1-459.
- Guisan, A., Zimmermann, N. E. (2000): Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135, 147-186.
- Karapandža, B. (2014): Detalji o prvim istraživanjima slepih miševa (Chiroptera, Mammalia) okoline planine Vitoroga i prvim nalazima vrsta *Myotis oxygnathus monticelli*, 1885, *Myotis bechsteini* (Kuhl, 1817) i *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774) u Bosni i Hercegovini. *Naš krš*, XXXIV, 47, Suppl. 1, 2-10.
- Milanović, Đ., Brujić, J., Đug, S., Muratović, E., Lukić Bilela, L. (2015): Vodič kroz tipove staništa BiH prema Direktivi o staništima EU, Prospect C&S s.a., Brussels, Belgium, pp. 1-186.
- Miller-Butterworth, C. M., Murphy, W. J., O'Brien, S. J., Jacobs, D. S., Springer, M. S., Teeling, E. C. (2007): A Family Matter: Conclusive Resolution of the Taxonomic Position of the Long-Fingered Bats, *Miniopterus*. *Molecular Biology and Evolution* 24(7), 1553–1561.
- Mulaomerović, J. (2013): Bosanskohercegovačka nomenklatura za sve vrste šišmiša sporazuma EUROBATS i nova kontrolna lista šišmiša BiH. *Naš krš*, XXXIII, 46, Suppl. 1, 5-7.
- Mulaomerović, J., Milanolo, S., Pašić, J. (2015): Šišmiši donjeg toka rijeke Neretve. Centar za krš i speleologiju, Sarajevo, str. 1-28.
- Napotnik, I., Pašić, J. (2016): Šišmiši u kanjonu Suturlije – prvi sigurni nalaz sivog dugouhog šišmiša (*Plecotus austriacus*) u Bosni i Hercegovini, *Hypsugo*, I(1), 7-11.
- Ozimec, R. (Eds), Baković, N., Bevanda, L., Bonacci, O., Dilber, S., Heffer, M., Karaman, G., Kotrošan, D., Lukić Bilela, L., Marković, J., Matočec, N., Miculinić, K., Radoš, D., Radoš, M., Rnjak, G., Šarac, M., Trakić, S., Špelić,

- I., Šumanović, M., Topić, G., Vujević, D., Zjalić, M. (2017): Naših prvih 7 ekspedicija. Udruga "Naša baština Zagreb", Tomislavgrad-Zagreb, str. 1-159.
- Pašić, J., Presetnik, P. (2013): Vodeni šišmiš (*Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817)) nova vrsta na spisku šišmiša (Chiroptera) Bosne i Hercegovine. Naš krš, XXXIII, 46, Suppl. 1, 8-13.
- Pašić, J., Napotnik, I. (2013): Širokouhi šišmiš (*Barbastella barbastellus*) nađen među drvimama u selu Aleksići (S Bosna i Hercegovina). Naš krš, XXXIII, 46, Suppl. 1, 35-36.
- Presetnik, P., Mulaomerović, J., Pašić, J., Napotnik, I., Milanolo, S., Budinski, I., Pejić, B. (2016). Rezultati pregleda potencijalnih zimskih skloništa šišmiša u Bosni i Hercegovini u zimu 2015/16. Hysugo, I(2), 34-48.
- Tsoar, A., Allouche, O., Steinitz, O., Rotem, D., Kadmon, R., (2007): A comparative evaluation of presence-only methods for modelling species distribution. Diversity and Distributions, 13, 397-405.
- Walsh, A., Catto, C. (2004): Bat workers' manual – Survey and monitoring. Third edition. 29-38. Joint Nature Conservation Committee.

## **PREDICTIVE POPULATION DISTRIBUTION MODELLING OF THE BATS (CHIROPTERA) LISTED IN ANNEX II OF THE HABITAT DIRECTIVE IN BOSNIA AND HERZEGOVINA**

### **Summary**

Ecological modelling is necessary for population dynamics investigations and monitoring planning in all seasonal aspects, with the aim of sustainable resource management and their adequate protection. The distribution of the 11 species of order Chiroptera listed in Annex II of the Habitat Directive 92/43/EEC, on the proposed Natura 2000 (NK2) areas in Bosnia and Herzegovina, is presented using predictive modeling methods. In the proposed NK2 areas, the most prominent are rhinolophid bats *Rhinolophus ferrumequinum* Schreber, 1774, *R. hipposideros* Bechstein, 1800 and *R. euryale* Blasius 1853 followed by *Myotis myotis* Borkhausen, 1797 and *M. blythii* Tomes, 1857.

All bats inhabiting the territory of Bosnia and Herzegovina are insectivorous, important members of food web especially in aquatic ecosystems, near agricultural lands. They control the density of insect populations, very often those involved in the transmission of different zoonoses. Bats are generally endangered by various anthropogenic impacts, most commonly disturbing, exterminating and using pesticides and organophosphorus compounds in agricultural production.

Since data on the fauna of bats and their distribution in Bosnia and Herzegovina is still scarce, predictive distribution maps provide an insight into the exploration of certain species in Bosnia and Herzegovina, which is important for establishing systematic monitoring and adequate protection of these endangered mammals.

**Key words:** *Bats, Chiroptera, ecologica modelling, Directive of Habitats*

## POLIFENOLNI PROFILI JABUČNIH VINA PROIZVEDENIH SPONTANOM I INDUKOVANOM FERMENTACIJOM ŠIRE SA RAZLIČITIM SADRŽAJEM ŠEĆERA

Milenko Blesić<sup>1</sup>, Amila Vranac<sup>1</sup>, Mirela Smajić Murtić<sup>1</sup>, Nermina Spaho<sup>1</sup>

Originalni naučni rad – *Original scientific paper*

### Rezime

U četiri jabučna vina eksperimentalno proizvedena u laboratorijskim uslovima istraživani su uticaji različitih startnih koncentracija šećera u jabučnoj širi i načina realizacije alkoholne fermentacije (spontana; indukovana starter kulturom kvasca) na koncentracije polifenolnih jedinjenja. Pored toga, analizama ekstrakata plodova jabuka utvrđeni su polifenolni profili integralnih plodova jabuka sorti Idared, Lederica, Grehotulja i Budimka uzgojenh 2015. godine u Srebreniku, a koje su korišćene za proizvodnju jabučnih vina. Koncentracije deset polifenola u ekstraktima plodova jabuka i sedam polifenola u jabučnoj širi i četiri eksperimentalno proizvedena vina vršeno je HPLC+DAD tehnikom. Dobijeni rezultati ukazuju na praktično iste polifenolne profile dvije autohtone sorte jabuka Grehotulja i Budimka (epikatehin > procijanidin B2 > hlorogenska kiselina > procijanidin B1 > floridzin ...). U širi i eksperimentalno dobijenim vinima, za razliku od ekstrakata plodova jabuke, nisu konstatovani glikozidi kvercetina. U svim eksperimentalno proizvedenim vinima konstatovane su niže ukupne koncentracije detektovanih polifenola u odnosu na širu od koje su dobijena. Zanimljivo je da su u svim ili nekim od eksperimentalno proizvedenih vina zabilježene koncentracije katehina, hlorogenske kiseline i kafe kiseline iznad onih utvrđenih u širi. Faktorijalna analiza je pokazala da je na polifenolne profile eksperimentalno dobijenih vina u većoj mjeri uticala početna koncentracija šećera u širi (12,6 i 20°Brix), nego tip alkoholne fermentacije (spontana ili indukovana).

Ključne riječi: *jabučno vino, polifenoli, šećer u širi, spontana fermentacija, indukovana fermentacija*

### UVOD

U zemljama sa tradicionalno razvijenom proizvodnjom cidera (sajdera, sidra; odnosno jabučnog vina) kao što su Velika Britanija, SAD, Kanada, Francuska i Španija ustanovljene su i praktično se eksploatišu liste sorti jabuka namijenjenih za proizvodnju jabučnog vina. Na ovim listama posebno se vode sorte koje donose ugljikohidrate, sorte koje donose mirisne supstance i sorte koje donose polifenole, a

---

<sup>1</sup> Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu / Faculty of Agricultural and Food Sciences, University of Sarajevo



jabučna vina se najčešće proizvode iz smjese više sorti sa ovih lista. Pri ovom se zadnjih decenija sve više pažnje posvećuje polifenolnim jedinjenjima koji iz plodova jabuka dopijevaju u jabučna vina i bitno utiču na kvalitet njihovog okusa i boje, ali i na stabilnost vina. Istraživači su se kroz niz objavljenih saopštenja relativno često bavili tzv. polifenolnim profilima plodova sorti jabuka, često poredeći profile autohtonih ili odomaćenih sa polifenolnim profilima standardnih, u pravilu međunarodno raširenih sorti (Mangas *et al.*, 1999; Sanoner *et al.*, 1999; Guyot *et al.*, 2003; Alonso – Salces *et al.*, 2004; Marks *et al.*, 2007; Khanizadeh *et al.*, 2008; Iacopini *et al.*, 2010; Francini, Sebastiani, 2013; Thompson – Witrick *et al.*, 2014; Verdu *et al.*, 2014, Đapo *et al.*, 2016). Pored vrlo čestih i očekivanih konstatacija o većim koncentracijama polifenolnih jedinjenja u kori nego u mesu ploda jabuke, konstatuje se i u pravilu veće bogatstvo u polifenolima plodova starih, tradicionalnih sorti u poređenju sa plodovima globalno raširenih sorti jabuka (Sanoner *et al.*, 1999; Iacopini *et al.*, 2010; Đapo *et al.*, 2016). Sumirajući rezultate pomenutih i nekih drugih istraživanja (Oleszek *et al.*, 1988; Tsao *et al.*, 2003) može se reći da polifenoli identifikovani i kvantificirani u plodovima jabuka pripadaju grupama: procijanidina, hidroksicimetnih kiselina, dihidrohalkona, flavonola, flavan-3-ola i antocijanina. Treba podsjetiti da se antocijanini u pravilu ne nalaze u mesu, nego u kori crvenih plodova jabuke (Awad *et al.*, 2000; Tsao *et al.*, 2003; Alonso – Salces *et al.*, 2004).

Manji broj publikovanih istraživanja donosi rezultate o polifenolnim sastavima jabučnih vina. Madrera *et al.* (2006) i Picinelli Lobo *et al.* (2009) nakon obimnih analiza asturijskih jabučnih vina, pored relativno niskih koncentracija polifenolnih jedinjenja u vinima, izvještavaju o prosječno vodećim koncentracijama floridzina (oko 20 mg/l) i procijanidina B2 (oko 14 mg/l). Alonso – Salces *et al.* (2004a) konstatuju veće koncentracije polifenola u jabučnim vinima tipa baskijski i francuski sidr, pri čemu se ističu visoke prosječne koncentracije hlorogenske kiseline (oko 350 mg/l) i epikatehina (oko 65 mg/l) u francuskom sidru.

Mali je broj objavljenih istraživanja o promjenama koncentracija polifenola na putu od jabučnog soka do vina, odnosno tokom alkoholne fermentacije, a ovdje će se pomenuti i kasnije diskutovati istraživanja koja su predstavili: Picinelli *et al.*, 200; Nogueira *et al.*, 2008 i Ye *et al.*, 2014.

Ciljevi ovog istraživanja su, pored predstavljanja polifenolnog profila plodova tri autohtone (Lederica, Grehotulja i Budimka) i jedne međunarodne sorte (Idared), bili utvrđivanje uticaja početne koncentracije šećera u jabučnom soku (širi) i načina vinifikacije (spontana i indukovana alkoholna fermentacija) na polifenolni profil eksperimentalno proizvedenih jabučnih vina.

## MATERIJAL I METODE RADA

Za eksperimentalnu proizvodnju jabučnih vina korišćeno je ukupno 48,3 kg plodova jabuka jedne međunarodne i tri autohtone sorte (Idared 23,8 kg; Lederica 8,5 kg; Grehotulja 4 kg i Budimka 12 kg). U plodovima jabuke sorte Idared konstatovano je

14,1°Brix i 0,37 g/100 g ukupnih kiselina (kao jabučna kiselina); u plodovima sorte Lederica 9,6°Brix i 0,85 g/100 g kiselina; u plodovima sorte Grehotulja 15°Brix i 0,47 g/100 g kiselina te u plodovima sorte Budimka 12°Brix i 0,45 g/100 g ukupnih kiselina.

Nakon mljevenja u mlinu za mljevenje voća u dobijenu jabučnu kašu (kašu je činilo približno: 1/2 plodova sorte Idared + 1/4 plodova sorte Budimka + 1/6 plodova sorte Lederica + 1/12 plodova sorte Grehotulja) dodat je pektolitički enzimski preparat (Fructozym MA, Erbslöh, Germany) u dozi od 0,1 ml/kg koji je ostavljen da djeluje 30 minuta. Cijedenje jabučne kaše, uz randman od oko 42%, izvršeno je na maloj ručnoj koš cijednici. Jabučnu kašu je činilo približno: 1/2 plodova sorte Idared + 1/4 plodova sorte Budimka + 1/6 plodova sorte Lederica + 1/12 plodova sorte Grehotulja. Uzorci šire za određivanje polifenola uzimani su po partijama cijedenja kaše.

U objedinjenom soku, odnosno širi dobijenoj iz kaše smjese plodova navedenih sorti jabuke, utvrđeno je 12,6°Brix rastvorljive suve materije i 3,8 g/l ukupnih kiselina (kao jabučna).

Sumporisanje šire izvršeno je sa 0,1 g/l kalijum metabisulfit (oko 50 mg/l sumpor dioksida). Dan nakon sumporisanja ukupna količina spontano prečišćene šire podijeljena je na dva dijela. Dodavanjem saharoze sadržaj suve materije u jednoj polovini šire podignut je na 20°Brix. Poslije još jedne podjele doslađene i nedoslađene šire na dva dijela i inokulacije kvascima šira koje su za to bile predviđene, šire su prepuštene alkoholnoj fermentaciji prema slijedećoj eksperimentalnoj shemi:

Vino V1: šira sa 12,6°Brix – spontana fermentacija,

Vino V2: šira sa 20°Brix – spontana fermentacija,

Vino V3: šira sa 12,6°Brix – indukovana fermentacija i

Vino V4: šira sa 20°Brix – indukovana fermentacija.

Kod indukovanih fermentacija korišćeno je oko 0,25 g/l suve starter kultura kvasca *Saccharomyces cerevisiae* (CM, Danstar Ferment A.G., Lallemand Inc., Canada).

Planirane varijante eksperimentalnih vinifikacija izvedene su u po tri ponavljanja, u plastičnim PET bocama snabdjevenim vranjevima za vrenje. Fermentacija je počela 11. 11. 2015. godine, odvijala se u prostoru u kojem su bilježene temperature od 17,0 do 21,6°C, a završena je, odnosno prekinuta nakon 34 dana 15. 12. 2015. godine. Tokovi alkoholnih fermentacija i osnovni pokazatelji sastava eksperimentalno dobijenih vina diskutovani su u radu Blesić *et al.* (2016).

Ekstrakcija plodova jabuka potrebna za određivanje pojedinačnih polifenolnih jedinjenja izvršena je prema metodi Escarpa i Gonzalez (2000), uz određene modifikacije. Tačno 10 g usitnjenih plodova jabuke (sa pokožicom) pomiješano je sa 10 ml ekstrakcionog rastvora (metanol + 3% mravlja kiselina + 1% 2,6-di-tert-butil-4-metilfenol/BHT). Smjesa je potom prekrivena ledom i stavljena na ultrasonifikaciju u toku 1 sata, nakon čega je vršeno centrifugiranje pri 10000 rpm na 0°C tokom 7 minuta (Thermo Scientific SL16 Centrifuge Series, San Jose, CA, USA). Dobijeni supernatant je filtriran direktno u vijale, uz korištenje 0,45 µm poliamidnih filtera (Chromafil AO-45/25, Macherey-Nagel, Düren, Germany).

Pojedinačne polifenolne komponente u ekstraktu plodva jabuka, širi i eksperimentalno dobijenim vinima su kvantificirane korištenjem Thermo Scientific Finnigan Surveyor HPLC sistema sa DAD detektorom (Thermo Scientific, San Jose, CA, USA). Separacija polifenola je vršena korištenjem Pursuit XRs 3 C-18 kolone (4,6 × 150 mm, 5 μm; Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) pri temperaturi 25°C. Mobilne faze su činili: 97% acetonitril + 3% bidestilovana voda + 0,1% mravlja kiselina (A) i 97% bidestilovana voda + 3% acetonitril + 0,1% mravlja kiselina (B). Zapremina injektiranog uzorka iznosila je 20 μL. Uzorci su eluirani metodom gradijenta, pri konstantnom protoku od 0,6 mL/min tokom 45 minuta. Detekcija polifenolnih komponenti vršena je pomoću fotodiodnog detektora (DAD), na 280 nm za hlorogensku kiselinu, (+)-katehin, (-)-epikatehin, procijanidin B1, procijanidin B2, kafe kiselinu i floridzin te 350 nm za kvercetin – galaktozid, glukozid i ramnozid. Kvantifikacija polifenolnih komponenti je izvršena na osnovu njihovih retencijskih vremena uz korištenje eksternih standarda.

Primjenom tehnika jedno- i dvofaktorijalne analize varijanse te t-testa i LSD *post hoc* testiranja izvršene su analize rezultata istraživanja (Open Stat; W.G. Miller, Ver. December 2014).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U Tabeli 1 dati su podaci o rezultatima mjerenja koncentracija deset pojedinačnih polifenola u ekstraktima plodova jabuka.

Tabela 1. Koncentracije polifenola (mg/kg;  $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ ) u ekstraktima plodova jabuka sorti Idared, Lederica, Grehotulja i Budimka  
*Concentrations of polyphenols (mg/L;  $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ ) in extracts of apples of Idared, Lederica, Grehotulja and Budimka varieties*

Polifenol <i>Polyphenol</i>	Plod jabuke / Apple				Prosjek <i>Average</i>
	Idared	Lederica	Grehotulja	Budimka	
Hlorogenska kiselina	81,91 ± 1,34 <sup>b</sup>	209,88 ± 2,01 <sup>a</sup>	60,90 ± 1,17 <sup>c</sup>	79,43 ± 0,85 <sup>b</sup>	108,03
(+)-Katehin	42,04 ± 2,00 <sup>a</sup>	28,74 ± 0,57 <sup>b</sup>	13,80 ± 0,37 <sup>d</sup>	20,34 ± 0,05 <sup>c</sup>	26,23
(-)-Epikatehin	55,89 ± 2,16 <sup>d</sup>	82,18 ± 1,46 <sup>c</sup>	220,44 ± 1,30 <sup>b</sup>	237,74 ± 0,59 <sup>a</sup>	149,06
Procijanidin B1	23,02 ± 1,92 <sup>c</sup>	15,34 ± 1,40 <sup>c</sup>	50,20 ± 2,64 <sup>b</sup>	61,79 ± 3,58 <sup>a</sup>	37,59
Procijanidin B2	64,67 ± 2,18 <sup>b</sup>	43,82 ± 2,18 <sup>c</sup>	67,23 ± 1,78 <sup>b</sup>	84,05 ± 1,08 <sup>a</sup>	64,94
Kafe kiselina	1,54 ± 0,13 <sup>c</sup>	1,57 ± 0,33 <sup>c</sup>	9,35 ± 0,24 <sup>a</sup>	8,40 ± 0,06 <sup>b</sup>	5,22
Floridzin	80,63 ± 2,14 <sup>a</sup>	61,13 ± 2,00 <sup>b</sup>	27,14 ± 0,61 <sup>c</sup>	23,88 ± 1,24 <sup>c</sup>	48,20
Kvercetin galaktozid	11,65 ± 0,82 <sup>a</sup>	1,16 ± 0,11 <sup>c</sup>	6,77 ± 0,54 <sup>b</sup>	2,57 ± 0,13 <sup>c</sup>	5,54
Kvercetin glukozid	7,21 ± 0,59 <sup>a</sup>	0,94 ± 0,04 <sup>d</sup>	4,05 ± 0,09 <sup>b</sup>	2,11 ± 0,04 <sup>c</sup>	3,58
Kvercetin ramnozid	3,99 ± 0,33 <sup>b</sup>	7,54 ± 0,18 <sup>a</sup>	1,62 ± 0,08 <sup>c</sup>	0,75 ± 0,10 <sup>d</sup>	3,47
Ukupno / Total	372,55 ± 3,42 <sup>c</sup>	452,29 ± 3,13 <sup>b</sup>	461,50 ± 4,11 <sup>b</sup>	521,08 ± 2,92 <sup>a</sup>	451,86

n = 3; Različite slovne oznake uz vrijednosti u istom redu označavaju statistički značajnu razliku (LSD<sub>0,05</sub>); ns:  $F_{exp} < F_{teor}$  kod  $p \leq 0,05$

n = 3; Different letters assigned to values in the same row indicate statistically significant difference (LSD<sub>0,05</sub>); ns:  $F_{exp} < F_{teor}$  for  $p \leq 0,05$

Kako se pregledom podataka iz Tabele 1 vidi prosječno je u plodovima sve četiri sorte jabuke najzastupljeniji polifenol bio (-)-epikatehin (149,06 mg/kg) kojeg je svojom prosječnom koncentracijom slijedila hlorogenska kiselina (108,03 mg/kg). U koncentracijama nižim od 10 mg/kg konstatovani su: kafe kiselina i praktično sva tri glikozida kvercetina. Posmatrajući redoslijed koncentracijama pet vodećih polifenola po sortama primjećuje se isti polifenolni profil dvije autohtone sorte Grehotulje i Budimke (epikatehin > procijanidin B2 > hlorogenska kiselina > procijanidin B1 > floridzin). S druge strane, u plodovima sorti Idared i Lederica procijanidin B1 uopšte nije među pet koncentracijama vodećih polifenola, iako prema nekim istraživanjima procijanidini mogu činiti oko 40% ukupnih polifenola u kori i preko 50% ukupnih fenola u mesu ploda jabuke (Khanizadeh *et al.*, 2008). U plodovima ovih sorti koncentracijom je vodeća hlorogenska kiselina, dok je redoslijed ostala četiri koncentracijama vodeća polifenola različit (Idared: hlorogenska kiselina > floridzin > procijanidin B2 > epikatehin > katehin; Lederica: hlorogenska kiselina > epikatehin > floridzin > procijanidin B2 > katehin). Svojim istraživanjima u uslovima Italije Iacopini *et al.*, (2010) konstatuju znatno veće koncentracije polifenola u integralnim plodovima starih italijanskih sorti (npr. koncentracije katehina do oko 440 mg/l, epikatehina do skoro 2000 mg/l, a hlorogenske kiseline preko 6000 mg/l). O većim koncentracijama ukupnih polifenola (preko 2000 mg/l, kao zbir pojedinačno mjerenih jedinjenja) u integralnim plodovima sajder tipa jabuka u uslovima Francuske izvještavaju i Verdu *et al.* (2014). Gledajući sume koncentracija deset polifenola detektovanih ovim istraživanjem može se konstatovati da su sve tri autohtone sorte jabuka znatno bogatije ovim jedinjenjima u poređenju sa sortom Idared (372,55 mg/l), pri čemu se vrlo visokom ukupnom koncentracijom ovih deset polifenola izdvajaju plodovi sorte Budimka (521,08 mg/l). Ovakvi odnosi su inače konstatovani u nizu drugih istraživanja koja su se bavila poređenjem polifenolnog sastava starih (autohtonih) i novih, komercijalnih, sorti jabuka. Treba pomenuti istraživanja Đapo *et al.* (2016) koji su u našim uslovima u mesu plodova sorte Idared našli oko 120 mg/l, a u kori oko 390 mg/l, kao sume koncentracija sedam polifenola detektovanih tim istraživanjem te da su plodovi ove sorte u poređenju i sa pet autohtonih sorti i sa sortom Zlatni delišes bili siromašniji polifenolnim jedinjenjima.

U Tabeli 2 predstavljene su izmjerene prosječne koncentracije detektovanih polifenola u širi dobijenoj cijedenjem kljuka smjese jabuka sorti Idared, Lederica, Grehotulja, Budimka te u četiri eksperimentalno proizvedena vina.

Prvo što se može konstatovati nakon pregleda podataka iz Tabele 2 je da ni u širi ni u vinima pri uslovima ovih istraživanja nisu konstatovani glikozidi kvercetina. Njihove koncentracije ni u ekstraktima plodova jabuka nisu bile visoke, ali su one kod npr. sorti Idared i Lederica prevazilazile koncentracije kafe kiseline (Tabela 1). Prema dostupnim rezultatima drugih istraživanja, kvercetin i njegovi glikozidi (pa i flavonoli uopšte) nisu konstatovani kao polifenolna jadinjenja jabučnih vina što ukazuje na njihovu sklonost transformacijama i gubitku iz matriksa tokom prerade plodova jabuke i pripreme šire za fermentaciju.

Tabela 2. Koncentracije analiziranih polifenola (mg/l;  $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ ) u jabučnoj širi i ekperimentalno proizvedenim vinima  
*Concentrations of the analyzed polyphenols (mg/l;  $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ ) in apple juice and experimentally produced wines*

Polifenol <i>Polyphenol</i>	Šira <i>Juice</i>	Ekspperimentalno proizvedena vina / <i>Experimentally produced wines</i>			
		Vino V1	Vino V2	Vino V3	Vino V4
Hlorogenska kiselina	30,82 ± 2,94	*40,73 ± 0,62 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 32,10 ± 0,54 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 34,62 ± 2,16 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 32,73 ± 0,97 <sup>b</sup>
Katehin	20,02 ± 3,20	13,13 ± 0,88 <sup>b</sup>	47,66 ± 2,35 <sup>a</sup>	9,28 ± 1,42 <sup>b</sup>	46,19 ± 1,38 <sup>a</sup>
Epikatehin	137,42 ± 7,63	*109,54 ± 2,38 <sup>a</sup>	*112,08 ± 3,36 <sup>a</sup>	*81,67 ± 4,73 <sup>b</sup>	*107,80 ± 5,43 <sup>a</sup>
Procijanidin B1	5,37 ± 0,59	*3,31 ± 0,15 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 4,55 ± 0,40 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 4,24 ± 0,04 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 4,23 ± 0,24 <sup>a</sup>
Procijanidin B2	46,19 ± 3,37	<sup>ns</sup> 39,31 ± 0,76 <sup>a</sup>	*27,60 ± 0,09 <sup>b</sup>	*30,35 ± 1,96 <sup>b</sup>	*26,45 ± 1,18 <sup>b</sup>
Kafe kiselina	5,06 ± 0,91	7,53 ± 0,25 <sup>ab</sup>	4,77 ± 0,80 <sup>c</sup>	9,33 ± 0,70 <sup>a</sup>	5,87 ± 1,19 <sup>bc</sup>
Floridzin	9,80 ± 1,61	3,91 ± 0,08 <sup>b</sup>	5,99 ± 0,29 <sup>a</sup>	3,55 ± 0,06 <sup>b</sup>	6,02 ± 0,45 <sup>a</sup>
Kvercetin galaktozid	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Kvercetin glukozid	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Kvercetin ramnozid	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Ukupno / <i>Total</i>	254,69 ± 19,89	<sup>ns</sup> 217,46 ± 2,80 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 234,75 ± 3,59 <sup>a</sup>	*173,03 ± 10,26 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 229,29 ± 7,41 <sup>a</sup>

Šira: n = 6, vina: n = 3.

Juice: n = 6, wines: n = 3.

Različite slovne oznake uz vrijednosti u istom redu označavaju statistički značajnu razliku u koncentracijama jednog polifenola u vinima (LSD<sub>0,05</sub>); ns:  $F_{exp} < F_{teor}$  kod  $p \leq 0,05$ )

*Different letters assigned to values in the same row indicate statistically significant difference in concentrations of one polyphenol in wines (LSD<sub>0,05</sub>); ns:  $F_{exp} < F_{teor}$  for  $p \leq 0,05$ ).*

ns – Bez statističke značajne razlike u koncentraciji polifenola u širi i vinu

*ns – Statistically not significant difference between concentrations of a polyphenol in the juice and a wine*

\* - Statistički značajna razlika ( $t_{0,05}$ ) u koncentraciji polifenola u širi i vinu

*\* - Statistically significant difference ( $t_{0,05}$ ) between concentrations of a polyphenol in the juice and a wine*

U širi su koncentracijama vodeći polifenoli bili (-)-epikatehin (137,42 mg/l), procijanidin B2 (46,19 mg/l) i hlorogenska kiselina (30,82 mg/l). Potrebno je naglasiti da su koncentracije pojedinih polifenola u sokovima (širi) dobijenoj iz različitih partija cijedenja izrazito varirale ( $C_v$ : katehin = 39,2%; kafe kiselina = 44,1%, floridzin = 40,1%). Pored toga što su zbog visoke varijabilnosti ove serije morale biti isključene iz statističke analize rezultata istraživanja, ovo ukazuje i na očigledno izraženu nestabilnost polifenola jabuke tokom njene prerade i pripreme za alkoholnu fermentaciju šire.

Konstatovane su zanimljive razlike u redosljedu koncentracija tri vodeća polifenola u vinima dobijenim od doslađivane (20°Brix) i nedoslađivane šire (12,6°Brix). U vinima V2 i V4 proizvedenim od doslađivane šire (-)-epikatehin su svojom koncentracijom slijedili (+)-katehin, a zatim hlorogenska kiselina. U vinima V1 i V3 dobijenim od nedoslađivane šire nakon (-)-epikatehina su slijedili hlorogenska kiselina i procijanidin B2.

I pored toga što su njegove koncentracije u svim vinima bile statistički značajno nižih od koncentracije u širi, (-)-epikatehin je bio koncentracijom vodeći polifenol u svim eksperimentalno proizvedenim vinima. Pri ovom je u vinu V3 (indukovana fermentacija šire bez doslađivanja) njegova koncentracija od 81,67 mg/l bila statistički značajno niža u poređenju sa koncentracijama (-)-epikatehina u ostala tri vina.

U svim eksperimentalno proizvedenim vinima, pored (-)-epikatehina svojim višim koncentracijama izdvajali su se još hlorogenska kiselina, (+)-katehin i procijanidin B2. U svim vinima su zabilježene veće koncentracije hlorogenske kiseline od one konstatovane u širi (30,82 mg/l), pri čemu je njena koncentracija u vinu V1 (spontana fermentacija nedoslađivane šire; 40,73 mg/l) bila i statistički značajno veća u odnosu na njenu koncentraciju u širi. U dva vina (V1 i V3) dobijena od nedoslađivane šire (12,6°Brix) koncentracije (+)-katehina (V1: 13,13 mg/l; V3: 9,28 mg/l) bile su niže od one konstatovane u širi (20,02 mg/l), dok su u dva vina (V2 i V4) dobijena od doslađivane šire (20°Brix) one bile veće (V2: 47,66 mg/l; V4: 46,19 mg/l) od koncentracije zabilježene u širi. Koncentracije procijanidina B2 u sva četiri vina bile su niže od njegove koncentracije u širi (46,19 mg/l), uz što su njegove koncentracije u vinima V2 (27,60 mg/l), V3 (34,62 mg/l) i V4 (26,45 mg/l) bile statistički značajno manje od koncentracija i u širi i u vinu V1 (39,31 mg/l). Od početnih 5,06 mg/l kafe kiseline u širi, u vinima V3 i V1 zabilježene su njene nešto veće koncentracije (9,33 mg/l i 7,53 mg/l), nego u vinima V2 (4,77 mg/l) i V4 (5,87 mg/l). Koncentracija floridzina u širi bila je 9,80 mg/l. Njegove koncentracije u vinima V2 (3,91 mg/l) i V4 (6,02 mg/l) bile su statistički značajno veće od koncentracija u vinima V1 (3,91 mg/l) i V3 (3,55 mg/l).

Ukupne koncentracije sedam detektovanih polifenola u svim vinima bile su niže od njihove zbirne koncentracije u širi (254,69 mg/l), pri čemu je samo njihova zbirna koncentracija u vinu V3 (173,03 mg/l) bila i statistički značajno niža u odnosu i na koncentraciju u širi i na koncentracije u vinima V1 (217,46 mg/l), V2 (234,75 mg/l) i V4 (229,29 mg/l). Detaljnijim uvidom u kvantificiranu strukturu polifenola u vinu V3

vidi se da su osnovni uzroci niske ukupne koncentracije polifenola znatno smanjenje koncentracija (-)-epikatehina i procijanidina B2 tokom alkoholne fermentacije.

Imajući u vidu poznatu sklonost polifenola ka transformacijama i, shodno tome, očekivani pad njihovih koncentracija na putu od šire do gotovog vina, na osnovu dobijenih rezultata se može konstatovati da su agensi alkoholne fermentacije i početna koncentracija šećera u širi u uslovima ovih istraživanja ipak mogli uticati na povećanje koncentracija hlorogenske kiseline, (+)-katehina i kafe kiseline. Do sličnih rezultata su kod transformacija šire u vina dvije sorte sajder jabuka u Brazilu došli Nogueira *et al.* (2008). Oni konstatuju rast koncentracija kafe kiseline od oko 7 mg/l do oko 40 mg/l te rast koncentracija katehina za oko 13 mg/l. O znatnom rastu koncentracija kafe i umjerenom povećanju koncentracije hlorogenske kiseline tokom fermentacije u proizvodnji pjenušavog asturijskog jabučnog vina izvještavaju i Picinelli *et al.* (2000). Za razliku od pomenutih, Ye *et al.* (2014) istražujući uticaje alkoholne fermentacije na polifenolni sastav jabučnih vina konstatuju pad koncentracija praktično svih analiziranih polifenola (katehin, epikatehin, floridzin, rutin, hlorogenska, cimetna, *p*-kumarna, galna, kafe i ferulonska kiselina), izuzev blagog rasta koncentracije protokatehinske kiseline.

Rezultati dobijeni ovim istraživanjima još jednom ukazuju na složenosti fenomena transformacija polifenola jabuke tokom proizvodnje jabučnog vina koji, vjerovatno, uključuju kako razgradnje složenijih i pojave jednostavnih fenolnih jedinjenja, tako i sjedinjavanje jednostavnijih u složenije, prije svega procijanidinske strukture. Iako bez detaljnih rezultata istraživanja, navodi se da kvasci tokom alkoholne fermentacije mogu uticati na polifenole jabuke na dva načina: adorsptivnim vezivanjem na svoje ćelije (Nogueira *et al.*, 2008) i vjerovatnom metaboličkom produkcijom, ali i razgradnjom jednostavnijih polifenola (Alonso – Salces *et al.*, 2004a).

Međusobne sličnosti i razlike polifenolnih profila ovdje analiziranih eksperimentalno proizvedenih vina V1 i V3 (epikatehin > hlorogenska kiselina > procijanidin B2 > katehin > kafe kiselina > procijanidin B1 ≈ floridzin) s jedne strane, odnosno vina V2 i V4 (epikatehin > katehin > hlorogenska kiselina > procijanidin B2 > kafe kiselina ≈ procijanidin B1 ≈ floridzin), s druge strane, ukazuju na uticaj početne slasti šire i tipa fermentacije na koncentracije pojedinačnih polifenola u vinima dobijenim od iste jabučne šire. Izvršene analize varijanse koncentracija svih sedam polifenola detektovanih u vinima (dvostruka kalsifikacija: koncentracija šećera u širi x tip fermentacije) su pokazale su da je u uslovima ovih istraživanja početna koncentracija šećera statistički značajno uticala na iskazane različite sadržaje svih sedam polifenola u eksperimentalno dobijenim vinima, dok je tip fermentacije statistički značajnog uticaja imao samo na konstatovane različite koncentracije (-)-epikatehina i procijanidina B2.

## ZAKLJUČCI

Koncentracije deset detektovanih polifenola u plodovima autohtonih ili odomaćenih sorti jabuke Lederica, Grehotulja i Budimka bile su, sumarno posmatrano, veće od njihove koncentracije u plodovima sorte Idared. U ekstraktima plodova jabuke sorti Idared i Lederica koncentracijom vodeća je bila hlorogenska kiselina, dok se u ekstraktima plodova sorti Grehotulja i Budimka visokom koncentracijom izdvajao epikatehin. Grehotulja i Budimka imale su praktično isti polifenolni profil sa slijedećim redoslijedom pet koncentracijom vodećih polifenola: epikatehin > procijanidin B2 > hlorogenska kiselina > procijanidin B1 > floridzin. U širi i eksperimentalno dobijenim vinima detektovano je sedam polifenola (bez glikozida kvercetina utvrđenih u ekstraktima plodova jabuka). U sva četiri vina zbirne koncentracije sedam polifenola (hlorogenska kiselina, katehin, epikatehin, procijanidin B1, procijanidin B2, kafe kiselina i floridzin) bile su ispod zbirne koncentracije ovih polifenola u širi od koje su vina dobijena. Zanimljivo je da su, poredeći stanje u širi i u vinima, registrovana povećanja katehina, kafe i hlorogenske kiseline sa alkoholnom fermentacijom u svim ili nekim vinima. Sličnosti i razlike polifenolnih profila četiri eksperimentalno dobijena vina i faktorijalna analiza su pokazali da je na ispoljene različite polifenolne profile vina u većoj mjeri uticala početna koncentracija šećera u širi, nego realizacija alkoholne fermentacije kao sponatne ili indukovane starter kulturom kvasca.

## LITERATURA

- Alonso-Salces, R. M., Barranco, A., Abad, B., Berrueta, A., Gallo, B., Vincente, F. (2004): Polyphenolic profiles of Basque cider apple cultivars and their technological properties. *J. Agric. Food Chem.*, 52(10):2938-52
- Alonso-Salces, R. M., Guyot, S., Herrero, C., Berrueta, L. A., Drilleau, J. F., Gallo, B., Vicente, F. (2004a): Chemometric characterisation of Basque and French ciders according to their polyphenolic profiles. *Anal. Bioanal. Chem.*, 379: 464-475.
- Awad, M. A., De Jager, A., Van Westing, L. A. (2000): Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. *Sci. Hort.*, 83: 249-263.
- Blesić, M., Smajić Murtić, M., Vranac, A., Spaho, N., Osmić, A., Hadžiahmetović, E., Hodžić, S. (2016): Uticaj inokulacije kvascima i koncentracije šećera u jabučnom soku na tok alkoholne fermentacije i osnovne pokazatelje sastava i kiselinskih svojstava jabučnih vina. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 66(2): 153-166.
- Đapo, M., Omanović-Miklićanin, E., Velagić-Habul, E., Gaši, F., Grahić, J. (2016): Phenolic composition of different fruit tissues of five autochthonous apple cultivars in Bosnia and Herzegovina. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 66(1): 118-122.



- Escarpa A., M. C. Gonzalez. (2000): Optimization strategy and validation of one chromatographic method as approach to determine the phenolic compounds from different sources. *J. Chromatogr. A*, 897:161-170.
- Francini, A., Sebastiani, L. (2013): Phenolic compounds in apple (*Malus x domestica* Borkh.): Compounds characterization and stability during postharvest and after processing. *Antioxidants 2*: 181-193.
- Guyot, S., Marnet, N., Sanoner, P., Drilleau, J-F. (2003): Variability of the polyphenolic composition of cider apple (*Malus domestica*) fruits and juices. *J. Agric. Food Chem.*, 51(21):6240-6247.
- Iacopini, P., Camangi, F., Stefani, A., Sebastiani, L. (2010): Antiradical potential of ancient Italian apple varieties of *Malus x domestica* Borkh. in a peroxy-nitrite-induced oxidative process. *J. Food Comp. Anal.*, 23: 518–524.
- Khanizadeh, S., Tsao, R., Rekika, Dj., Yang, R., Charles, M. T., Rupasinghe, H. P. V. (2008): Polyphenol composition and total antioxidant capacity of selected apple genotypes for processing. *J. Food Compos. Anal.*, 21: 396–401.
- Madrera, R. R., Picinelli Lobo, A., Valles, B. S. (2006): Phenolic profile of Asturian (Spain) natural cider. *J. Agric. Food Chem.* 54: 120-124.
- Mangas, J. J., Rodríguez, R., Suárez, B., Picinelli, A., Dapena, E. (1999): Study of the phenolic profile of cider apple cultivars at maturity by multivariate techniques. *J. Agric. Food Chem.* 47: 4046-4052.
- Marks, S. C., Mullen, W., Crozier, A. (2007): Flavonoid and chlorogenic acid profiles of English cider apples. *J. Sci. Food Agric.*, 87(4): 719-728.
- Nogueira, A., Guyot, S., Marnet, N., Lequeré, J. M., Drilleau, J-F., Wosiacki, G. (2008): Effect of alcoholic fermentation in the content of phenolic compounds in cider processing. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 51(5): 1025-1032
- Oleszek, W., Lee, C. Y., Jaworski, A. W., Price, K. R. (1988): Identification of some phenolic compounds in apples. *J. Agric. Food Chem.*, 36: 430–432.
- Picinelli, A., Suárez, B., García, L., Mangas, J. J. (2000): Changes in phenolic contents during sparkling apple winemaking. *Am. J. Enol. Vitic.* 51(2): 144-149.
- Picinelli Lobo, A., García, Y. D., Sánchez, J. M., Madrera, R. R., Valles, B. S. (2009): Phenolic and antioxidant composition of cider. *J. Food Compos. Anal.*, 22: 644–648
- Sanoner, P., Guyot, S., Marnet, N., Molle, D., Drilleau, J-F. (1999): Polyphenol profiles of French cider apple varieties (*Malus domestica* sp.). *J. Agric. Food Chem.* 47: 4847-4853.
- Thompson-Witrick, K. A., Goodrich, K. M., Neilson, A. P., Hurley, E. K., Peck, G. M., Stewart, A. C. (2014): Characterization of the polyphenol composition of 20 cultivars of cider, processing, and dessert apples (*Malus x domestica* Borkh.) grown in Virginia. *J. Agric. Food Chem.*, 62 (41): 10181–10191.
- Tsao, R., Yang, R., Young, J. C., Zhu, H. (2003): Polyphenolic profiles in eight apples cultivars using high-performance liquid chromatography (HPLC). *J. Agric. Food Chem.*, 51: 6347–6353.

- Verdu, C.F., Childebrand, N., Marnet, N., Lebail, G., Dupuis, F., Laurens, F., Guilet, D., Guyot, S. (2014): Polyphenol variability in the fruits and juices of a cider apple progeny. *J. Sci. Food Agric.* 94(7):1305-1314.
- Ye, M., Yue, T., Yuan, Y. (2014): Evolution of polyphenols and organic acids during the fermentation of apple cider. *J. Sci. Food Agric.*, 94(14): 2951-2957.

## **POLYPHENOL PROFILES OF APPLE WINES PRODUCED BY SPONTANEOUS AND INDUCED FERMENTATION OF JUICES WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF SUGAR**

### **Summary**

The potential effects of different starting concentrations of sugar in apple juice and the method of alcoholic fermentation (spontaneous, induced with yeast starter) on concentrations of polyphenolic compounds in four apple wines experimentally produced under laboratory conditions were investigated. Besides, through analyses of apple fruit extracts polyphenol profiles of integral apple fruits of Idared, Lederica, Grehotulja and Budimka variteis grown in Srebrenik in 2015, were scanned and analysed. Concentrations of ten polyphenols in apple fruit extracts and seven polyphenols in apple juice and four experimentally produced wines were determined by HPLC + DAD technique. The obtained results point out practically the same polyphenolic profile of two autochthonous apples Grehotulja and Budimka (epicatechin > procyanidin B2 > chlorogenic acid > procyanidin B1 > phloridzin ...). Quercetin glycosides were detected in fruit apple extracts, but not in juices and experimentally obtained wines. Compared to the juice from which they were produced, all four wines contained lower sum of concentrations of the detected polyphenols. Interestingly, concentrations of catechin, chlorogenic acid, and caffeic acid found in all or some of the experimentally produced wines were above those found in the juice. Factorial analysis pointed out that the polyphenol profiles of experimentally obtained wines were more influenced by the initial concentration of sugar in the juice (12.6 or 20°Brix) than the type of alcoholic fermentation (spontaneous or induced).

*Key words: apple wine, polyphenols, apple juice sugar, spontaneous fermentation, induced fermentation*

## UTICAJ SKLADIŠTENJA NA FIZIKALNO-HEMIJSKA I SENZORNA SVOJSTVA KREŠEVKE I SARAJEVSKE KOBASICE

Sabina Operta<sup>1</sup>, Velida Smailhodžić<sup>1</sup>, Munevera Begić<sup>1</sup>

Originalan naučni rad – *Original scientific paper*

### Rezime

U ovom radu istražen je utjecaj skladištenja u trajanju od 60 dana na fizikalno-hemijska i senzorna svojstva kobasica Sarajevska i Kreševka. Uzorci kobasica su nakon proizvodnje čuvani u frižideru na temperaturi do 4 °C i relativnoj vlažnosti vazduha do 75%. Tokom skladištenja od 60 dana došlo je do značajnih promjena na nekim fizikalno-hemijskim i senzornim svojstvima kobasica Sarajevska i Kreševka.

Niska relativna vlažnost vazduha tokom skladištenja (ispod 60%), dovela je do isušivanja (gubitak vode 3,3% - 3,5%) i koncentrovanja suhe materije (sadržaj masti i proteina se povećao, prosječno za 1,2% i 2,4%). Kobasice su postale jako suhe (sadržaj vode <18%; aw-vrijednost <0,82) i izrazito masne (sadržaj masti 43% - 45,6%). Sadržaj hidroksiprolina i NaCl-a, te pH-vrijednost značajno su se povećali ( $p < 0,05$ ), a sadržaj rezidualnih nitrita značajno smanjio ( $p < 0,05$ ) kod obje kobasice tokom skladištenja.

Tokom skladištenja došlo je do pogoršanja senzornog kvaliteta kobasice. Značajne promjene ( $p < 0,5$ ) u izgledu presjeka, boji presjeka i teksturi zabilježene su samo kod kobasice Sarajevska. Nešto manje promjene senzornog kvaliteta kobasice Kreševka mogle bi se pripisati antioksidativnom djelovanju bijelog luka. Kako bi se poboljšao senzorni kvalitet i postigla povoljnija nutritivna vrijednost s aspekta zdravlja, preporučuje se smanjenje sadržaja masti i odabir poželjnijih začina u recepturi ispitivanih kobasica, te ograničavanje roka trajanja.

Ključne riječi: *fizikalno-hemijska i senzorna svojstva, fermentirane kobasice, skladištenje*

### UVOD

Fermentirane kobasice su stabilni mesni proizvodi koji se obično pripremaju od mješavine usitnjenog mesa, masti, soli i začina, a zatim se puštaju da fermentiraju pod kontroliranim uslovima temperature i vlažnosti vazduha. Glavna uloga mliječno kiselih bakterija tokom fermentacije jeste da brzo i pouzdano, od šećera, najčešće glukoze i saharoze proizvedu mliječnu kiselinu (Salminen, 1990). Najpoznatija fermentirana goveđa kobasica u Bosni i Hercegovini je sudžuk. Pored sudžuka, posljednjih godina proizvode se kulen od govedeg mesa i čajna goveđa kobasica.

---

<sup>1</sup> Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu / Faculty of Agriculture and Food Sciences University of Sarajevo

Također, na tržištu pojavile su se i dvije nove goveđe fermentirane kobasice pod nazivima Sarajevska i Kreševka, koje do sada nisu istraživane. Tokom sušenja i zrenja fermentiranih kobasica dolazi do isparavanja vode, usljed čega dolazi do koncentrovanja suhe materije i smanjenja aw-vrijednosti. Manji aktivitet vode i niža pH vrijednost inhibiraju rast nepoželjnih mikroorganizama tokom obrade i skladištenja, te se zbog toga fermentirane kobasice smatraju sigurnom hranom (Acton i sar., 1972; Suzzi i Gardini, 2003). Kod dugozrijućih fermentiranih kobasica odvija se proces proteolize, tj. razgradnja proteina do jednostavnijih komponenti. Usljed toga pH-vrijednost kobasica uglavnom se povećava. Pretpostavlja se da se isto dešava i pri skladištenju fermentiranih kobasica. Senzorni kvalitet suhih kobasica zavisi od svojstava sirovine, tehnoloških parametara i formacija u konačnom proizvodu koje nastaju razgradnjom proteina, lipida i ugljikohidrata (Ordóñez i sar., 1999). U Pravilniku o usitnjenom mesu, poluproizvodima i proizvodima od mesa (Sl. glasnik BiH 82/2013), stoji da je maksimalan sadržaj vode u fermentiranim kobasicama 40%, sadržaj ukupnih proteina mesa najmanje 20%, a relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva u ukupnim proteinima mesa (sadržaj kolagena) najviše 20%. Također, prema istom pravilniku, suhe kobasice trebaju se skladištiti na temperaturi do 15 °C, a polusuhe do 4 °C, pri relativnoj vlažnosti vazduha do 75%. Ukoliko pri skladištenju dođe do promjena u temperaturi i relativnoj vlažnosti vazduha, može doći i do promjena fizikalno-hemijskih i senzornih svojstava kobasica (Operta, 2012). U industrijskim uslovima tokom skladištenja, temperatura i relativne vlažnosti vazduha podešavaju se i mjere automatskim kontrolnim uređajima. Međutim, problem nastaje kod kupaca. Kupci fermentirane proizvode drže u frižideru, gdje se može kontrolirati temperatura, ali ne i relativna vlažnost vazduha. Pretpostavlja se da usljed neadekvatne vlažnosti vazduha, dolazi do dodatnog isparavanja, odnosno isušivanja fermentirane kobasice i promjena u senzornom kvalitetu. Stoga, cilj ovoga rada je ispitati promjene fizikalno-hemijskih i senzornih svojstva kobasica Sarajevske i Kreševke tokom čuvanja u frižideru, u trajanju od 60 dana.

## MATERIJAL I METODE RADA

### Materijal rada

Materijal za istraživanje predstavljale su dvije fermentirane goveđe kobasice Kreševka i Sarajevska proizvedene u MIS „Stanić“ u Kreševu (BiH). Kobasice su proizvedene od govedeg mesa i govedeg loja uz dodavanje: nitritne soli (2,5%), kombi smjese (začini, laktoza, dekstroza, maltodekstrin, aroma pšenica i soje, pojačivači okusa E621, E627, E631, kuhinjska so, ekstrakti začina s celerom, antioksidans E 316, aroma dima) i starter kultura. Nakon proizvodnje kobasice su podvrgnute procesima fermentacije, sušenja, dimljenja i zrenja pod istim uslovima u trajanju od 30 dana. Kobasice Sarajevska i Kreševka jako su slične, a razlikuju se u tome što se u kobasicu Sarajevska dodaje ekstrakt crvene paprike, a meso i goveđi loj se usitnjavaju na promjer od 6 mm; dok se u recepturu kobasice Kreševka dodaje bijeli luk, a

usitnjavanje mesa i loja je na promjer od 4 mm. Nakon usitnjavanja i miješanja mesa i loja s dodacima, gotov nadjev punio se u kolagene omotače (Ø55) na punilici pod vakuumom. Narednih 30 dana obje kobasice, podvrgnute su istim kontroliranim uslovima kondicioniranja (17 °C; <60% RH; 9 sati), fermentacije (22 °C; 90-92% RH; 0,5-0,8 m/s; 2 dana), dimljenja (21 °C; 80-85% RH; 0,2-0,5 m/s; 5 dana/20 minuta/dan), sušenja i zrenja (21-17 °C; 85-75% RH; 0,1-0,2 m/s; 22 dana). Nakon proizvodnje, kobasice su uskladištene i čuvane u laboratorijskom frižideru 60 dana. Bilješke o temperaturi i vlažnosti vazduha u frižideru vođene su svakodnevno (tabela 1), a parametri su očitavani sa displeja aparata za mjerenje temperature i relativne vlažnosti (Techno, WS 9450 – Temperaturstation). U frižideru nisu bile prisutne druge namirnice.

## Metode rada

Fizikalno-hemijske analize na uzorcima kobasica Sarajevske i Kreševke rađene su prvog i 60-og dana skladištenja na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu u Sarajevu. Za ispitivanje fizikalno-hemijskih i senzornih svojstava svaki uzorak korišten je u tri do pet ponavljanja zavisno od ispitivanog svojstva.

*Fizikalno-hemijske analize* - Na kobasicama su ispitivana sljedeća fizikalno-hemijska svojstva: sadržaj vode, proteina, masti, pepela, hidroksiprolina, ukupnog vezivnog tkiva (kolagena), NaCl-a, NaNO<sub>2</sub>, potom pH vrijednost, aktivitet vode (Aw) i boja (CIE L\*, a\* i b\* vrijednosti). Određivanje sadržaja vode, ukupnih proteina, masti, hidroksiprolina i pepela rađeno je po standardima BAS ISO metoda, 2007 (1442; 937, 1443; 3496 i 963). Sadržaj kolagena izračunat je na osnovu množenja sadržaja hidroksiprolina (%) sa faktorom 8. Relativan sadržaj vezivno-tkivnih proteina izračunat je iz odnosa sadržaja kolagena (%) i ukupnih proteina (%) pomnoženo sa 100. pH-vrijednost mjerenja je pomoću vodootpornog pH-metra (pHTestr 10 s elektrodom Eutech Instruments 510026) ubadanjem staklene elektrode direktno u uzorke. Aw-vrijednost mjerena je aparatom za mjerenje Aw-vrijednosti (LabSwift-aw, Novasina). Sadržaj nitrita određen je modifikovanom metodom po Grau i Mirna (1957), a sadržaj NaCl-a metodom po Mohru. Boja kobasica (CIE L\*, a\* i b\* vrijednosti) mjerena je pomoću kolorimetra (Minolta Chroma Meter, model CR-400, Osaka, Japan) na mjernom području (D65/10°, C/2°) od 8 mm.

*Senzorna analiza* – Uzorci kobasica, sat vremena prije ocjenjivanja pripremljeni su narezivanjem na listiće, 2 - 3 mm debljine, pomoću oštrog mesarskog noža. Tokom ocjenjivanja svaki uzorak pojavljivao se tri puta. Po 15 - 25 listića od svakog uzorka posloženo je na plastične tanjire i pokriveno plastičnom folijom. Uzorci su numerisani trocifrenim, slučajno, odabranim šiframa. Senzorna analiza provedena je od strane petočlane komisije. Komisija je ocijenila senzorni kvalitet kobasica na 5-bodovnoj skali prihvatljivosti (1 = veoma loš, 2 = zadovoljavajući, 3 = prihvatljiv, 4 = dobar i 5 = izvrstan), a ocjenjivana su sljedeća senzorna svojstva: izgled, izgled presjeka, boja presjeka, tekstura, miris i okus. Ukupan senzorni kvalitet se dobio primjenom sljedeće

formule:  $UK (\%) = 2 \times izgled + 4 \times izgled\ presjeka + 3 \times boja\ presjeka + 4 \times tekstura + 2 \times miris + 5 \times okus$

*Statistička obrada podataka* – Dobijeni statistički podaci obrađeni su korištenjem statističkog paketa SPSS verzija 20 (SPSS inc. Chicago, IL, USA). Studentov t-test korišten je za određivanje značajnosti razlika ( $p < 0,05$ ) u vrijednostima ispitivanih parametara kobasica između prvog i 60-og dana skladištenja.

## REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Tokom skladištenja od 60 dana, kod obje kobasice (Sarajevska i Kreševka) došlo je do gubitka vode i povećanja sadržaja proteina, masti, hidroksiprolina i kolagena (tabela 2). Promjene u sadržaju masti, pepela i kolagena kod obje ispitivane kobasice nije se statistički značajno promijenio ( $p > 0,05$ ). Također, promjene nisu bile statistički značajne i za sadržaj vode u Sarajevskoj kobasici, kao i za sadržaj proteina u kobasici Kreševka ( $p > 0,05$ ). Najveće promjene utvrđene su kod sadržaja hidroksiprolina, odnosno kod obje ispitivane kobasice došlo je do značajnog povećanja sadržaja hidroksiprolina ( $p < 0,05$ ). Naime, tokom procesa sušenja, usljed izdvajanja vode dolazi do porasta relativnog sadržaja suhe materije (Budimir, 2013). Dehidracija nadjeva zavisi, u prvom redu, od vanjskih faktora: temperature, relativne vlažnosti i cirkulacije vazduha, ali i od promjera omotača i sastava nadjeva, najčešće odnosa mišićnog i masnog tkiva (Čavlek i Mavračić, 1993). Kao što se može vidjeti iz tabele 1. relativna vlažnost vazduha u frižideru, tokom 60 dana skladištenja kretala se od 39% do 60%, što je daleko ispod 75% relativne vlažnosti vazduha. Gubitak vode (dehidracija) ispitivanih kobasica tokom skladištenja može se povezati s manjom relativnom vlažnošću vazduha u frižideru ispod 75%, usljed čega je došlo do dodatnog isparavanja vode iz ispitivanih kobasica.

Tabela 1. Uslovi skladištenja (temperatura i vlažnost vazduha) kobasica Kreševka i Sarajevska u frižideru tokom 60 dana

*Table 1. Storage conditions (temperature and air humidity) of sausage Kreševka and Sarajevska in fridge during 60 days*

Dan/Day	T (°C)	RH (%)	Dan/Day	T (°C)	RH (%)
1	3,5	56	31	1,5	46
2	3,0	46	32	1,8	54
3	2,4	53	33	3,2	45
4	1,2	48	34	2,5	56
5	1,9	56	35	3,3	44
6	2,7	55	36	2,7	51
7	2,5	54	37	2,1	55
8	3,6	57	38	1,6	46
9	2,2	54	39	2,2	59
10	3,8	42	40	3,6	57
11	3,2	57	41	2,9	42
12	3,5	56	42	1,9	51
13	3,8	51	43	3,5	44
14	2,9	42	44	2,2	48
15	2,5	60	45	3,1	50
16	2,8	44	46	1,5	48
17	3,9	56	47	1,2	44
18	2,8	57	48	1,7	39
19	3,5	56	49	2,5	57
20	3,1	43	50	3,6	49
21	2,9	54	51	2,3	58
22	3,7	55	52	2,0	53
23	3,1	40	53	3,1	42
24	1,8	39	54	2,5	55
25	2,3	45	55	2,7	46
26	2,0	50	56	3,4	43
27	3,1	55	57	1,7	56
28	2,2	47	58	2,9	53
29	2,8	55	59	3,0	45
30	2,3	53	60	1,6	40

Sadržaj vode kako prvog, tako i 60-og dana skladištenja bio je izrazito nizak i dosta niži u odnosu na rezultate sličnih govedih fermentiranih kobasica u nekim drugih istraživanjima (Siriken i sar., 2009; Operta i sar., 2007; Operta, 2008, Kozačinski i sar., 2008). Kao razlog veoma niskog sadržaja vode u kobasicama Sarajevska i Kreševka može se navesti izuzetno visok sadržaj masnoće (preko 40%) u gotovom proizvodu.

Sadržaj ukupnih proteina obje kobasice bilo je visok (28,50% – 32,50%), a sadržaj proteina vezivnog tkiva (kolagen) povoljan (< 14%), tako da se po sadržaju proteina, kobasice Sarajevska i Kreševka mogu svrstati u visoko vrijedne fermentirane

kobasice. Također, obje kobasice ispunjavale su uslove iz Pravilniku o usitnjenom mesu, poluproizvodima i proizvodima od mesa (Sl.glasnik. BiH 82/2013) jer su sadržavale više od 16% proteina i manje od 20% vezivnog tkiva. Sadržaj ukupnih proteina u ispitivanim kobasicama sličan je rezultatima sadržaja proteina u bosanskom sudžuku u istraživanjima Operta i sar. (2008; 2012). U istraživanjima Gajić (2000) prosječan sadržaj proteina u sudžuku varirao je od 22,57% do 25,11% što je niže u odnosu na Sarajevsku i Kreševku kobasicu.

Rezultati istraživanja pokazali su da se tokom skladištenja, sadržaj masti u obje ispitivane kobasice povećao. Visok sadržaj masnoće je odraz visokog sadržaja masti u recepturi obje kobasice, kao i dodatnog dehidriranja kobasica tokom skladištenja. U istraživanjima Operta i sar. (2007) prosječan sadržaj masti u sudžuku industrijskog tipa iznosio je 41,96%, što je slično rezultatima kobasica Sarajevska i Kreševka. Čaušević i sar. (1985), te Gajić (2000) navode za sudžuk dosta niže vrijednosti masti (27,35% i 36,64%).

Sadržaj pepela u kobasicama Sarajevska i Kreševka na početku i na kraju skladištenja bio je ujednačen bez značajnih razlika između kobasica, tako da nije bilo uticaja skladištenja na ovaj parametar. Sličan sadržaj pepela dobili su Tupajić (1991) i Operta i Smajić (2012), dok je mnogo niži sadržaj pepela dobila Gajić (2000).

Tabela 2. Promjene hemijskih parametara tokom skladištenja Sarajevske i kobasice Kreševka

Table 2. Chemical parameters change during the storage of sausages Sarajevska and Kreševka

Parametri/ Properties (%)	Kobasice/ Sausages	Dani skladištenja (Storage days)		
		1 <sup>st</sup> day	60 <sup>th</sup> day	T test (p<0,05)
Sadržaj vode/ Moisture content	<i>Sarajevska</i>	21,05±2,51	17,76±0,09	NS
	<i>Kreševka</i>	21,00±1,00	17,45±0,26	*
Ukupni proteini/ Total proteins	<i>Sarajevska</i>	28,90±0,59	32,42±0,11	*
	<i>Kreševka</i>	28,58±0,35	29,90±0,77	NS
Sadržaj masti/ Fat content	<i>Sarajevska</i>	41,84±2,20	43,07±0,41	NS
	<i>Kreševka</i>	44,39±1,03	45,62±4,32	NS
Sadržaj pepela/ Ash content	<i>Sarajevska</i>	4,84±0,03	4,82±0,15	NS
	<i>Kreševka</i>	4,95±0,15	4,97±0,24	NS
Sadržaj hidroksiprolina/ Hidroxyproline content	<i>Sarajevska</i>	0,47±0,001	0,53±0,01	*
	<i>Kreševka</i>	0,41±0,002	0,46±0,01	*
Sadržaj kolagena/UP X 100; Collagen content/ TP X 100	<i>Sarajevska</i>	12,99±0,22	13,12±0,21	NS
	<i>Kreševka</i>	11,59±0,19	12,42±0,48	NS

NS – not significant; \*p<0,05 ; UP - Ukupni proteini; TP - Total proteins



Tokom skladištenja došlo je do značajnog povećanja ( $p < 0,05$ ) sadržaja NaCl-a kod obje kobasice. No, sadržaj soli (oko 4,0%) 60. dana skladištenja činio je umjereno slane ove fermentirane kobasice. So utiče na organoleptička svojstva (aroma, tekstura) i tehnološka svojstva (solubilizacija miofibrilarnih proteina, pad aw vrijednosti) fermentiranih kobasica (Corral i dr., 2013).

Tokom skladištenja kobasica Sarajevske i Kreševke došlo je do značajnog smanjenja sadržaja rezidualnih nitrita. Do smanjenja sadržaja rezidualnih nitrita tokom skladištenja dolazi zbog stalnog prelaska iz oblika nitrita u nitrata i obrnuto, te vezivanja za mioglobin, kao i zbog neobjašnjivog gubitka nitrita tokom skladištenja. Sadržaj rezidualnih nitrita zavisi i od stepena masnoće. S obzirom da se nitriti ne vezuju sa masnoćom, očekivati je, da proizvodi s većim postotkom masti imaju manji sadržaj nitrita (Operta, 2012). Sadržaj rezidualnih nitrita u obje kobasice ( $< 5,0$  mg/kg) zadovoljavao je preporuke za sadržaj rezidualnih nitrita u proizvodima od salamurenog mesa koji ne smiju sadržavati više od 20 mg nitrata natrijeve soli na 100 g proizvoda.

Comi i sar. (2005) u istraživanjima prirodnih fermentiranih talijanskih kobasica navode da je u tri različite fermentacije sadržaj nitrita bio 8,83 ppm, 8,83 ppm i 8,67 ppm, što je približno sadržaju nitrita u obje ispitivane kobasice prvog dana skladištenja. Prosječan sadržaj rezidualnih nitrita u bosanskom sudžuku (7,58 mg/kg) u istraživanjima Operta i Smajić (2012) sličan je vrijednostima kobasice Sarajevske (7,79 mg/kg), ali i nešto manji od sadržaja nitrita kobasice Kreševka (9,80 mg/kg) prvog dana skladištenja.

Tokom skladištenja došlo je do značajnog ( $p < 0,05$ ) povećanja pH-vrijednosti obje kobasice. Kao razlog povećanja pH-vrijednosti može se navesti početak proteolize, odnosno razlaganja proteina na produkte, čije stvaranje utiče na povećanje pH-vrijednosti. Reddy i Rao (2000) također su primijetili porast pH-a kod pljeskavica, s produžavanjem perioda skladištenja. Pripisali su to oslobađanju metabolita koji proizlaze iz bakterijske aktivnosti tokom dužeg skladištenja. pH-vrijednost Sarajevske kobasice (sa 4,85 na 4,97) značajno je viša porasla tokom skladištenja u odnosu na pH vrijednosti Kreševke kobasice (sa 4,74 na 4,92). Slične pH-vrijednosti dobili su Kozačinski i sar. (2008) za goveđe fermentirane kobasice. Kim i sar. (2012) navode da je 90. dana skladištenja pH-vrijednost fermentiranih kobasica iznosila 4,90 što je slično prosječnoj pH-vrijednosti Sarajevske kobasice. Međutim, Kamenik i sar. (2012) navodi nešto višu pH (5,11) izmjerenu 120-og dana skladištenja, kao i Daga (2008) koja je istraživala pH-vrijednost kobasica nakon 40 dana skladištenja i dobila pH-vrijednost od 5,44. Rezultati navedenih autora govore u prilog činjenici da se produžavanjem vremena skladištenja povećava pH-vrijednost, kao rezultat završetka procesa razlaganja šećera i procesa razlaganja proteina.

Aw-vrijednost ispitivanih kobasica malo se snizila tokom skladištenja. To sniženje bilo je značajno ( $p < 0,05$ ) samo kod Kreševke. Do sniženja aw-vrijednosti došlo je usljed dehidracije, tj. smanjenja vode u kobasicama. Na osnovu kriterija Leister i Roedel-a (1975) kobasice Sarajevska i Kreševka su stabilne kobasice, trajne pri

dužem čuvanju jer tokom skladištenja imaju  $a_w < 0,91$  i  $pH < 5,0$ . Daga (2008) navodi da je 40-og dana skladištenja kobasica,  $a_w$ -vrijednost iznosila 0,89 što je značajno više u odnosu na  $a_w$ -vrijednosti istraživanih kobasica. Niska  $a_w$ -vrijednost može se povezati i sa visokim sadržajem masti istraživanih kobasica, jer mast ima mali sadržaj vode (15%) u odnosu na mišićni dio (75%). Smanjenje vodenog aktiviteta je jedan od glavnih faktora koji doprinosi mikrobiološkoj stabilnosti fermentiranog mesa (Palumbo i sar., 1977).

Na početku skladištenja, kobasica Sarajevska bila je tamnija ( $L^* = 42,54$ ) u odnosu na kobasicu Kreševka ( $L^* = 54,02$ ). Tamnija boja kobasice Sarajevska vjerovatno je nastala usljed dodatka ekstrakta crvene paprike. Na kraju perioda skladištenja, vrijednosti svjetline ( $L^*$ ) su se povećale kod obje kobasice (Sarajevska: 51,30; Kreševka: 57,07), ali je povećanje bilo statistički značajno ( $p < 0,05$ ) samo kod Kreševke.

Na početku skladištenja vrijednost parametra crvene boje ( $a^*$ ) bila je viša kod kobasice Kreševka (11,76) u odnosu na Sarajevsku (8,59), ali na kraju procesa skladištenja kod kobasice Sarajevska vrijednost crvene boje se povećala (10,11), a kod Kreševke je ostala gotovo ista (11,26). Povećanje parametra crvene boje, tokom skladištenja nije bilo značajno ( $p > 0,05$ ) ni kod jedne kobasice. Vrijednosti parametra žute boje ( $b^*$ ) tokom skladištenja kod obje kobasice su se povećale (Sarajevska: sa 14,73 na 15,48; Kreševka: sa 10,15 na 12,87), ali je to povećanje bilo statistički značajno ( $p < 0,05$ ) samo za Kreševku. Porast vrijednosti parametra crvene i žute boje, može se povezati s destrukcijom nitrozohemopigmenta, odnosno možda je došlo do njegove oksidacije tokom skladištenja (Kim i sar., 2012). Üren i Babayigit (1997) su mjerili parametre boje za 11 tipova turskih fermentiranih kobasica i dobili vrijednosti  $L^*$  (od 42,30 do 53,30) koje su bile slične vrijednostima istraživanih kobasica na početku skladištenja. Isti autori navode vrijednosti parametra crvene boje ( $a^*$ ) u rasponu od 11,30 do 20,40. U ovom rasponu se nalazi vrijednost parametra crvene boje Sarajevske, ali ne i Kreševke. Üren i Babayigit (1997) navode prosječne vrijednosti parametra žute boje ( $b^*$ ) od 17,50 s varijacijama od 11,50 do 26,20. Parametri žute boje ( $b^*$ ) kobasice Sarajevska na početku skladištenja kretali su se u rasponu koji navode prethodni autori. Niže vrijednosti parametara boje ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ ) u svojim istraživanjima dobili su Bozkurt i Bayram (2006) i Habtamu (2012). Kim i sar. (2012) za fermentirane kobasice skladištene 90 dana dobili su niže vrijednosti  $L^*$  (41,61), više vrijednosti  $a^*$  (12,67) i manje vrijednosti  $b^*$  (6,00) u odnosu na kobasice Sarajevsku i Kreševku. Boja mesnih proizvoda ovisi o njihovoj vlažnosti i sadržaju masti ali i od sadržaja hemoproteina, točnije mioglobina i njihovoj vezi s okolišom (Toldra i sar., 2007). Također, boja je pod utjecajem pada pH-vrijednosti i njenoj krajnjoj vrijednosti, a može biti i pod utjecajem prisutnih začina (crvena paprika). Višak kiseline, nastao djelovanjem laktobacila, može također, uticati na boju fermentiranih kobasica. Karakteristična boja nastaje kao reakcija nitrita s mioglobinom. Nitrit reducira na azot oksid a zatim mioglobin i azot oksid uzajamno djeluju pri čemu nastaje NO-mioglobin koji daje kobasici karakterističnu ružičasto-crvenu boju (Scott i Hui, 2004).

Tokom skladištenja kobasica Sarajevska i Kreševka došlo je do pogoršanja senzornog kvaliteta. Veće promjene senzornog kvaliteta utvrđene su kod kobasice Sarajevska. Naročito je došlo do statistički značajnih promjena ( $p < 0,05$ ) u izgledu i boji presjeka te u teksturi Sarajevske kobasice.

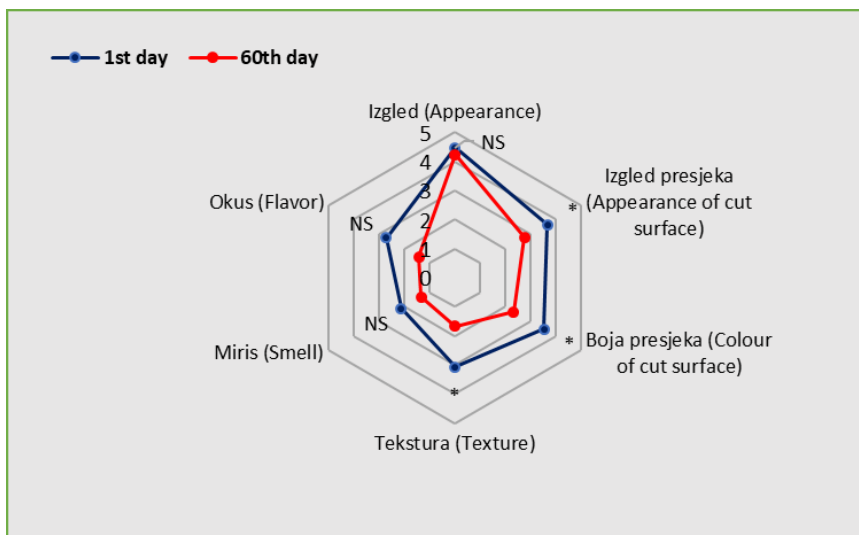
Tabela 3. Fizikalno-hemijski parametri kvaliteta kobasica Sarajevske i Kreševke  
*Table 3. Physicochemical properties of sausages Sarajevska and Kreševka*

Parametri/ Properties (%)	Kobasice/ Sausages	Dani skladištenja (Storage days)		
		1 <sup>st</sup> day	60 <sup>th</sup> day	T test ( $p < 0,05$ )
Sadržaj NaCl / NaCl content (%)	<i>Sarajevska</i>	3,71±0,17	4,02±0,005	*
	<i>Kreševka</i>	3,80±0,11	4,11±0,01	*
Sadržaj NaNO <sub>2</sub> / NaNO <sub>2</sub> content (mg/kg)	<i>Sarajevska</i>	7,79±0,18	4,21±0,20	*
	<i>Kreševka</i>	9,80±0,20	3,16±0,18	*
pH vrijednost/ pH-value	<i>Sarajevska</i>	4,84±0,00	4,97±0,02	*
	<i>Kreševka</i>	4,74±0,01	4,92±0,01	*
Aw vrijednost/ Aw-value	<i>Sarajevska</i>	0,816±0,00	0,813±0,01	NS
	<i>Kreševka</i>	0,816±0,00	0,798±0,001	*
Svjetloća (L*) / Lightness (L*)	<i>Sarajevska</i>	42,54±1,11	51,30±2,87	*
	<i>Kreševka</i>	54,02±1,62	57,07±3,59	NS
Crvenilo (a*) / Redness	<i>Sarajevska</i>	8,59±0,73	10,11±1,87	NS
	<i>Kreševka</i>	11,76±0,93	11,26±1,53	NS
Žutilo (b*) / Yellowness	<i>Sarajevska</i>	14,73±0,73	15,49±2,79	NS
	<i>Kreševka</i>	10,15±0,74	12,87±1,19	*

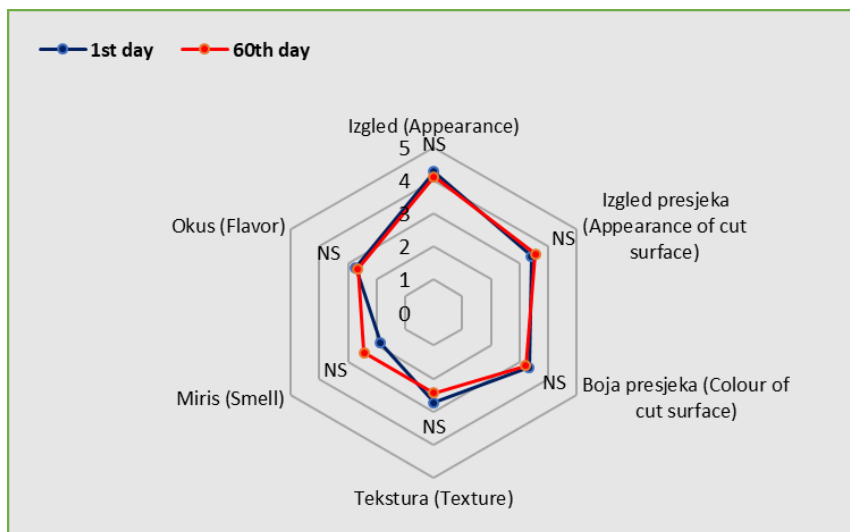
NS – not significant; \* $p < 0,05$

Kod Kreševke, senzorni kvalitet se pogoršao, ali pojedinačno, promjene u vrijednostima za pojedina svojstva nisu imale značajan karakter ( $p > 0,05$ ). Prvog dana skladištenja sva svojstva kod obje kobasice bila su dobra ili prihvatljiva, izuzev mirisa koji je bio zadovoljavajući. No, pogoršanje se naročito desilo kod teksture i mirisa obje kobasice, te kod boje presjeka i okusa Sarajevske kobasice. Iako je na početku skladištenja ukupan kvalitet Sarajevske kobasice bio bolje ocijenjen u odnosu na ukupan kvalitet kobasice Kreševke, ipak je na kraju skladištenja ukupan kvalitet Kreševke ocijenjen bolje (56,11%) u odnosu na Sarajevsku (44,00%). Kao razlog manjih promjena senzornog kvaliteta kod kobasice Kreševka, može se navesti da je u recepturu dodat bijeli luk. Kao što je poznato, bijeli luk ima antioksidativna svojstva, što je vjerovatno doprinijelo boljoj održivosti senzornog kvaliteta tokom skladištenja kobasice Kreševka. Senzorne karakteristike fermentiranih kobasica dobijaju se interakcijom mikrobioloških, fizikalnih i biohemijskih reakcija tokom fermentacije i zrenja (Verplaetse, 1994). Suhe fermentisane kobasice su relativno visoko masne namirnice i zbog dugog perioda proizvodnje i skladištenje, može doći do oksidacije lipida koja pogoršava senzorne osobine, posebno aromu i miris (Ansorena i

Astiasara, 2004). Vjerovatno je usljed previsokog sadržaja masti u recepturi istraživanih kobasica tokom skadištenja od dva mjeseca došlo do oksidacijskih promjena koje su se negativno odrazile na senzorni kvalitet kobasica.



Slika 1. Senzorni kvalitet Sarajevske kobasice  
 Figure 1. Sensory quality of Sarajevska sausage



Slika 2. Senzorni kvalitet kobasice Kreševka  
 Figure 2. Sensory quality of Kreševka sausage

## ZAKLJUČAK

Tokom skladištenja od 60 dana došlo je do značajnih promjena na nekim fizikalno-hemijskim i senzornim svojstvima kobasica Sarajevska i Kreševka. Niska relativna vlažnost vazduha tokom skladištenja (39% - 60%), dovela je do isušivanja i koncentrovanja suhe materije. Kobasice su postale jako suhe i izrazito masne. Sadržaj hidrosiprolina i soli, te pH-vrijednost značajno su se povećali, a sadržaj rezidualnih nitrita značajno smanjio kod obje kobasice tokom skladištenja. Tokom skladištenja došlo je do pada senzornog kvaliteta kobasice, ali su značajne promjene izgleda i boje presjeka te teksture, zabilježeno samo kod kobasice Sarajevska. Manje promjene senzornog kvaliteta kobasice Kreševka tokom skladištenja, mogle bi se pripisati antioksidativnom djelovanju bijelog luka. Iako su parametri čuvanja (temperatura i relativna vlažnost vazduha) bili relativno povoljni, vjerovatno oni nisu ni na koji način uticali na senzorni kvalitet kobasica, već se promjene u senzornom kvalitetu mogu povezati sa biohemijskim promjenama na proteina i mastima u proizvodu tokom skladištenja.

## LITERATURA

- Acton, J. C., Williams, J. G., Johnson, M. G. 1972. Effect of fermentation temperature on changes in meat properties and flavor of summer sausage. *J. Milk Food Technol.* 35:264–268.
- Ansorena, D., Astiasarán, I. 2004. Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. *MeatSci.* 67: 237–244.
- Bozkurt, H., Bayram, M. 2006. Colour and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat science.* 73 (2): 344 – 350.
- Budimir, K. 2013. Ispitivanje fizikalno-kemijskih i senzornih svojstava tijekom sušenja zrenja „Kreševke“ i „Sarajevske“ kobasice. Master-završni rad. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Corral, S., Salvador, A., Flores, M. 2013. Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compounds. *Meat Science*, 93:776-785.
- Comi, G., Urso, R., Iacumin, L., Rantsiou, K., Cattaneo, P., Cantoni, C., Cocolin, L. 2005. Characterisation of naturally fermented sausages produced in the North East of Italy. *Meat Sci.* 69:381-392.
- Čaušević, Z., Milanović, A., Glogovac, Ž., Lelek, M. 1985. Prilog poznavanju proizvodnje suđžuka. Radovi poljoprivrednog fakulteta. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Čavlek, B., Mavračić, Z. 1993. Utjecaj dodatka na proces zrenja fermentiranih kobasica, *Prehrambeno-tehnološka biotehnička revija* 31 (1), 6-57.
- Daga, E. S. 2008. Traditional home-made dry sausages produced in Sardinia: a study of the microflora. *Dottorato di ricerca in Biotecnologie microbiche e agroalimentari Ciclo xxi.* Università degli studi di sassari. Pp.51 – 59.

- Grau, R., Mirna, A. 1957. Über die Bestimmung von Nitrit, Nitrat und Kochsalz in Fleischwaren und Laken. *Z. anal. Chem.* 158, 182.
- Gajić, B. 2000. Kontaminiranost suhomesnatih proizvoda supstancama štetnim po zdravlje ljudi. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet Sarajevo.
- Habtamu, A. 2012. Development and evaluation of chick pea and rice based dry fermented sausages. Master Thesis, Addis Ababa Institute of Technology, School of Graduate Studies, Ethiopia.
- Kamenik, J., Saláková, A., Bořilová, G., Pavlík, Z., Standarová, E., Steinhäuser, L. 2012. Effect of Storage Temperature on the Quality of Dry Fermented Sausage Poličan. *Czech J. Food Sci.* Vol. 30, No. 4: 293–301.
- Kim, I. S., Job, C., Lee, K. H., Lee, E. J., Ahn, D. U., Kang, S. N. 2012. Effects of low-level gamma irradiation on the characteristics of fermented pork sausage during storage. *Radiation Physics and Chemistry* 81:466–472.
- Kozačinski, L., Drosinos, E., Čakovica, F., Cocolin, L., Gasparik-Reichardt, J., Vesković, S. 2008. Investigation of Microbial Association of Traditionally Fermented Sausages. *Food Technol. Biotechnol.* 46 (1) 93 - 106.
- Leistner, L., Roedel, W. 1975. The significance of water activity for microorganisms in meats. In Duckworth, R.B., (eds. 9 Water Relation in Foods). Pp 309-323.
- Operta, S. 2008. Kvalitet bosanskog sudžuka porijeklom iz komunalne klaonice. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Vol. LIII br. 59/1 20. Sarajevo. Str. 209 - 217.
- Operta, S. 2012. Tehnologija kobasica. Skripta, Autorizovana predavanja, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
- Operta, S., Dževdetbegović, M., Čorbo, S., Tahmaz, J., Šehović, A. 2012. Fizičko-hemijska i senzorna svojstva bosanskog sudžuka proizvedenog u kontrolisanim uslovima od svežeg ohlađenog i zamrznutog mesa. *Tehnologija mesa* Vol. 53, No. 2, Beograd. Str: 148 - 156.
- Operta, S., Smajić, A. 2012. Gubitak mase sušenjem, pH i Aw vrijednost bosanskog Sudžuka proizvedenog optimiziranjem tradicionalnog postupka proizvodnje u klasičnoj pušnici. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Vol. LVII br. 62/2. Sarajevo. Str. 124 - 139.
- Operta, S., Smajić, A., Ganić, A. 2007. Kvalitet bosanskog sudžuka proizvedenog u industrijskim uslovima. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Vol. LII br. 58/1. Sarajevo. Str: 239 - 247.
- Operta, S., Smajić, A., Ganić, A., Karahmet, E. 2008. Tehnologija i kvalitet bosanskog sudžuka porijeklom iz domaćinstva. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Vol. LII br. 58/1. Sarajevo. Str. 209-217
- Ordóñez, J. A., Hierro E. M., Bruna J. M. de la Hoz L. 1999. Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 39. Pp. 329–367.
- Palumbo, M., Komanowsky, V., Metzger, J.L. Smith. 1977. Kinetics of pepperoni drying. *J Food Sci* 42:1029–1033.

- Pravilnik o usitnjenom mesu, poluproizvodima i proizvodima od mesa. 2013. Službeni glasnik BiH, broj 82.
- Reddy, P. K., Rao, J. B. 2000. Effect of binders and pre-cooking meat on quality of chicken loaves. *Journal of Food Science and Technology*, 37:551–553.
- Salminen, S. 1990. The role of intestinal microbiota in preserving intestinal integrity and health with special reference to lactic acid bacteria. *An. of Medicine*. Pp 22-42.
- Scott, S. J., Hui, Y. H. 2004. *Food Processing Principles and Applications*. Victoria: Blackwell Publishing.
- Siriken, B., Cadirci, O., Inat, G., Yenisey, C. 2009. Some Microbiological and Pysicyo Chemical Quality of Turkish Sucuk (Sausage), *Journal of Animal and Veterinary Advences*. 8. (10): 2027-2032.
- Suzzi, G., Gardini, F. 2003. Biogenic amines in dry fermented sausages: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 88: 41–54.
- Toldrá, F. Aristoy, MC., Flores, M., Santandreu, MA. 2007. Quality control in *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Pp. 504.
- Tupajić, P. 1991: Tehnologija proizvodnje pršuta i sudžuka od govedeg mesa. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet Sarajevo.
- Üren, A., Babayigit, D. 1997: Colour parameters of Turkish-type fermented sausage during fermentation and ripening. *Meat Science*, 45: 539 - 549.
- Verplaetse, A. 1994. Influence of raw meat properties and processing technology on aroma quality of raw fermented meat products. In *Proceedings 40th international congress of meat science and technology* (pp. 45). 28 August–2 September 1994, The Hague, The Netherlands.

## **EFFECTS OF STORAGE ON PHYSICAL, CHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF KREŠEVKA AND SARAJEVSKA SAUSAGE**

### **Summary**

This research covers the effects of storage in duration of 60 days on physical, chemical and sensory attributes of sausages Sarajevska and Kreševka. After production, sausage samples were stored in fridge at temperature below 4 °C at relative air humidity below 75%. Significant changes on some of the physical, chemical and sensory properties occurred during the storage process of 60 days. Low relative air humidity during the storage (below 60%), lead to draining (water loss 3,3% - 3,5%) and to concentration of dry matter (content of fat and proteins increased, on average 1,2% and 2,4%). The sausages became very dried (water content <18%: aw-value <0,82) and particularly greasy (fat content 43% - 45,6%). Content of hydroxyproline, NaCl and pH-value increased significantly ( $p < 0,05$ ), and content of residual nitrites significantly decreased ( $p < 0,05$ ) in both sausages during storage.

During storage, sausage sensory quality deteriorated. Significant changes ( $p < 0,5$ ) in appearance, color and texture of the cross section appeared only on Sarajevska sausage. Less change in sensory quality of Kreševka sausage could be credited to the antioxidant action of garlic. To increase the sensors quality and to achieve favorable nutritive value from health aspect, it is recommended to decrease the content of fat and to choose more favorable spices in the recipe of researched sausages, and to limit expiry date.

*Keywords: physical, chemical and sensory properties, fermented sausages, storage*



## PREHRAMBENE NAVIKE VEGETARIJANACA NA PODRUČJU OPĆINE BIHAĆ\*

Vildana Alibabić<sup>1</sup>, Edina Šertović<sup>1</sup>, Melisa Oraščanin<sup>1</sup>, Dijana Mustafić<sup>1</sup>

Originalan naučni rad – *Original scientific paper*

### Rezime

Podaci o prehrani vegetarijanske populacije u Bosni i Hercegovini vrlo su oskudni, a kako ona ima rastuću popularnost naročito među mladima, istraživanja o njihovim prehrambenim navikama su sve značajnija. U ovom radu istražene su prehrambene navike 11 vegetarijanaca grada Bihaća, s tim da je kod nultog ispitanika prehrana praćena 30 dana, a kod ostalih 10 po jedan dan, metodom 24 satnog prisjećanja. Istraživanje je uključilo procjenu unosa metionina, lizina, treonina i triptofana, vitamina B12, D i B2, minerala Ca, Fe i Zn, te dugolančanih n-3 masnih kiselina (DMK).

Istraživanjem je obuhvaćeno 63% žena, 82% odraslih. Razlozi prelaska na vegetarijanstvo su većinom moralni (45%), a prelazak na vegetarijanstvo za 90% ispitanika desio se u dobi tinejdžerstva i dobi odraslih. U prehrani su najzastupljenije namirnice voće i povrće, slijede ih sjemenke i mahunarke. Kod nultog ispitanika utvrđen je deficit unosa Met i DMK, dok je kod ostalih utvrđen deficitarni unos DMK, vitamina D i Met, kao i B2 i Ca. Kod svih ispitanika je utvrđen višak unosa drugih praćenih nutrijenata. Deficitarni unos dugolančanih masnih kiselina, vitamina D i metionina kod svih ispitanika mogao bi biti rizik za zdravlje, stoga se vegetarijanskoj populaciji preporučuje korekcija prehrane i edukacija.

Ključne riječi: *dugolančane masne kiseline, nutrijenti, vegetarijanska prehrana*

### UVOD

Rastući trend prelaska na vegetarijanstvo kao način prehrane danas je vrlo prisutan među tinejdžerima i mladima, posebno ženama. Primjerice sa 0,2% populacije '40-ih u Velikoj Britaniji broj se u 2000. godini povećao od 3 - 7% populacije (Phillips, 2005). Procjenjuje se da je danas oko pola milijarde vegetarijanaca, najviše u Indiji (između 400-500 miliona), a slijede je po broju Kina (54-68 miliona), Rusija, Velika Britanija, Italija, Njemačka, SAD, Japan (5-7 miliona). Preko milion ima Španjolska, Tajvan, Francuska, Kanada, Australija i Poljska, a u svim zemljama trend je rasta. Gvardijan izvještava da postoje procjene da bi do 2050. godine cijeli svijet mogao biti

---

\*Rad prezentiran na 28. Međunarodnoj naučno-stručnoj konferenciji poljoprivrede i prehrambene industrije / Paper presented at the 28th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, 27–29 September, 2017, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

<sup>1</sup> Biotechnical faculty of University in Bihać; <http://btf.unbi.ba/>

Correspondence: Edina Šertović, Bihać ; E-mail: [edina.sertovic@gmail.com](mailto:edina.sertovic@gmail.com)

na vegetarijanstvu (Alibabić i Mujić, 2016). U Hrvatskoj, 3,7% stanovništva su vegetarijanci (166 500), u Švicarskoj 5% (400 000), u Nizozemskoj 4,3% (700 900 ljudi), dok za Bosnu i Hercegovinu (BiH) ovaj broj nije poznat.

Na ovaj izbor, mnogi se odlučuju zbog brige o zemljinim resursima i okolišu, etike u proizvodnji životinjske hrane (tov životinja, okrutna škopljenja, hormonske stimulacije, korištenje električnih šiljaka, uvrtnje repova itd.), korištenju antibiotika kod životinja, opasnosti od bolesti životinja koje se prenose na ljude, religijskih razloga, međutim među najvažnijim razlozima je briga za zdravlje (Ion, 2007). Riječ "vegetarijanac" (lat. *vegetus*) prevodi se kao zdrav, svjež, pun života. Termin vegetarijanac se prvi put spominje u nazivu Vegetarijanskog društva Velike Britanije (eng. *Vegetarian Society of Great Britain*), osnovanog 1847. god. Član ovoga društva bio je Mahatma Gandhi (Belošević, 2006). Izbjegavanje neke ili svih namirnica životinjskog porijekla nije novi koncept, niti je to jednostavno suvremeni fenomen, već praksa vegetarijanstva koja, čini se da potječe iz ranije historije čovjeka (Spencer, 1994). Kroz vrijeme, poznati vegetarijanci bili su Nikola Tesla, jedan od velikana likovne umjetnosti Leonardo da Vinci, L. N. Tolstoj, Albert Einstein, Friedrich Nietzsche, Charles Darwin i mnogi drugi (Migić, 2016).

Istraživanja pokazuju da vegetarijanci imaju niži faktor rizika od nevegetarijanaca za kardiovaskularne bolesti (Ferdowsian i Barnard, 2004), krvni tlak (Berkow i Barnard, 2005; Pettersen i sur., 2012), aterosklerozu (Yang i sur., 2012), a niže su stope, stope brojnosti u bolestima kao što su prekomjerna težina, dijabetes tipa 2, neki karcinomi, žučni kamenci, bubrežni kamenci, zatvor i divertikularna bolest (Lagiou i sur., 2009). Hrana životinjskog porijekla krv čini kiselim. Tada organizam privlači Ca i Mg iz kostiju da se krv vrati u normalno stanje bazičnosti. Taj proces uspostavlja uravnoteženo pH stanje krvi, ali je i faktor nastanka osteoporozе (Kugler, 2007). Istraživanja utjecaja načina prehrane na nastanak karcinoma (EPIC) Oxford koja je trajala 5 godina pokazuju da u gotovo svih 22 000 ispitanika podijeljenih u četiri grupe (oni koji jedu mesu, jedu samo ribu od mesa, vegetarijanci i vegani), veganska skupina ima najniži indeks mase tijela, a skupina koja jede meso najviši (Rosel i sur., 2006). Utvrđeno je također, da se karcinomi pojavljuju sa nižom stopom u istim zajednicama koje su istraživane kod vegetarijanaca, za razliku od nevegetarijanaca (Freser, 2009). Dokazi upućuju na povećanu dugovječnost među vegetarijancima (Marsh i sur., 2012). Sve ove tvrdnje o zdravstvenom utjecaju načina prehrane na zdravlje vegetarijanaca temelje se na visokom udjelu žitarica, sjemenki, voća i povrća u prehrani, visokom unosu prehrambenih vlakana i bogatstvu minerala i vitamina. Ove grupe hrane, za razliku od mesa, bogate su biološki aktivnim tvarima, odnosno fitokemikalijama, naročito antioksidansima, a istodobno se u ovakvom režimu prehrane unosi manje energije u organizam (Sabate, 2003; Craig, 2008).

Vegetarijanstvo predstavlja režim ishrane koji je temeljen na namirnicama biljnog porijekla, a isključuje namirnice životinjskog porijekla, odnosno meso svih životinja (Phillips, 2005), međutim postoje i drugi tipovi vegetarijanstva. Neki potpuno izbacuju životinjsku hranu svih vrsta, to su vegani. Semivegetarijanci - ne konzumiraju crveno meso, ali konzumiraju piletinu i ribu. Prema Philips-u (2005) još

je nekoliko skupina vegetarijanaca: pesko, lakto-ovo-, ovo-, lakto- vegetarijanska skupina, a u podjelu su uključeni i frutarijanci (isključuju sve životinjskog porijekla, žitarice i mahunarke) i makrobiotička prehrana. Što je nutritivni i zdravstveni status onih koji slijede vegetarijansku prehranu? Da li ne konzumiranje mliječnih proizvoda i jaja nudi pogodnosti ili stvara potencijalne probleme? Ova i druga pitanja postavljaju se u nauci i istraživači pokušavaju dati odgovor. Smatra se da, ako je vegetarijanska prehrana odgovarajuće planirana i uključuje bogaćenje hrane, odnosno suplemente, ona može biti nutricionistički prikladna za djecu i odrasle, a može promovirati zdravlje i smanjiti rizik od velikog broja kroničnih bolesti. Međutim, nekoliko je hranjivih tvari koje zabrinjavaju u prehrani vegetarijanaca, a uključuju aminokiseline metionin, lizin, treonin i triptofan, vitamine B2, B12 i D, Ca, Fe i Zn, kao i  $\omega$ -3 masne kiseline (Craig, 2010).

Podatak o broju vegetarijanaca u BiH nije dostupan, a pretraživanjem elektronskih izvora nije bilo moguće naći istraživanja o vegetarijanstvu u BiH, tako da je ovaj rad jedan od prvih istraživačkih radova, posebno i sigurno na prostoru Unsko-sanskog kantona. Cilj ovog rada bio je istražiti način prehrane vegetarijanaca te procijeniti eventualna odstupanja od preporučenog dnevnog unosa istraživanih nutrijenata.

## MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanjem je obuhvaćena populacija vegetarijanaca grada Bihaća, s tim da je istraživanje podijeljeno u tri skupine podataka. Prva skupina podataka prikupljala se kroz anketni listić kreiran na način da se dobiju opće informacije.

Druga skupina podataka prikupljena je praćenjem tridesetodnevne prehrane jednog ispitanika (nulti ispitanik), za kojeg je iz rezultata procijenjen dnevni unos nutrijenata (metionin, lizin, treonin, triptofan, vitamina B12, D i B2, minerala Ca, Fe i Zn, te DMK- dugolančane n-3 masne kiseline), obzirom na izvore (iz hrane ili iz suplemenata). Nulti ispitanik je diplomantica završne godine studija prehrambene tehnologije, prosječno educiranija od skupine koja se istraživala u ovom radu i predstavlja istodobno kontrolnu skupinu podataka. Treća skupina podataka prikupljena je anketiranjem 10 ispitanika vegetarijanaca grada Bihaća, izabranih kao slučajni uzorak, a na temelju dostupnosti. Pomoću dobivenih rezultata također je procijenjen dnevni unos istraživanih nutrijenata i odstupanja. Procjena unosa nutrijenata rađena je prema metodi 24 satnog prisjećanja (Mandić, 2007). Vrsta i količina nutrijenata koje su ispitanici unijeli u anketu računati su pomoću prehrambenih tablica (Kaić-Rak i Antonić-Degač, 1990; Šatalić, 2008), a odstupanja su procijenjena temeljem preporuka za dnevni unos (RDA, 2000; DRI/FNB, 2005; EFSA, 2010). Grupe namirnica i njihova učestalost uzimanja računale su se pomoću FFQ metode (Mandić, 2007).

## REZULTATI I DISKUSIJA

Od ukupnog broja ispitanika 63% je bila ženska populacija u dobi od 13 do 55 godina, dok je ostatak (37%) činila muška populacija od 10 do 45 godina. Većina ispitanika (45%) se u tinejdžerskoj dobi odlučila za prelazak na vegetarijanski/veganski režim ishrane, dok je samo jedan ispitanik vegetarijanac od rođenja. Razlozi za prelazak na vegetarijansku prehranu su uglavnom iz moralnih razloga (45%), dva ispitanika su prihvatili vegetarijanstvo zbog religije, jedan ispitanik se odlučio iz eksperimentalnih razloga, neki ne vole meso i ne smatraju je ukusnom namirnicom. 55% ispitanika smatra da nema dovoljno vegetarijanskih proizvoda na našem tržištu, dok 45% smatra da ima. Od 11 ispitanika 3 prakticiraju jogu. Od 11 ispitanika, 4 ispitanika (36%) su ovo-lakto vegetarijanci, 3 (27%) su lakto-vegetarijanci, 2 ispitanika (18%) su pesko vegetarijanci i 2 ispitanika (18%) su vegani. Većina (šest) ispitanika (55%) nema određenih specifičnosti u prehrani. Kod ostalih ispitanika specifičnosti u prehrani se odnose na količine obroka, vrijeme obroka i učestalost obroka. Četiri ispitanika puše (36%), a tri piju alkohol (27%) što nije uobičajeno za vegetarijansku populaciju. Generalno, zdravije istraživane populacije vegetarijanaca je dobro, osim manjih problema s kostima i zubima, padom imuniteta i problemima s nervima. Kod dva ispitanika postoji rizik od šećerne bolesti, kod četiri za nastanak kardiovaskularnih bolesti i nastanak karcinoma.

S obzirom na najučestalije grupe namirnica u prehrani vegetarijanaca u ovom istraživanju, na prvom mjestu su voće i povrće, jer ih ispitanici uzimaju više od četiri puta sedmično. Sedam ispitanika (64%) konzumira sjemenke i pije 2 L vode, više od četiri puta sedmično. S obzirom da osam ispitanika konzumira mahunarke 1-3 puta sedmično, a sedam ispitanika maslac 1-3 puta sedmično, može se zaključiti da su ove namirnice dovoljno prisutne u vegetarijanskoj prehrani. Većina ispitanika ne konzumira zamjenu za meso, dok sedam ispitanika jaja konzumira manje od jednom sedmično ili ne konzumira nikako. Mlijeko i mliječne prerađevine samo dva ispitanika konzumiraju više od četiri puta sedmično. Također, izostaje tjelesna vježba, jer samo jedan ispitanik vježba više od četiri puta sedmično, a samo četiri ispitanika to rade 1-3 puta sedmično.

Tabela 1. Omjer unosa istraživanih nutrijenata iz hrane i uzimanja putem suplemenata kod nultog ispitanika, u usporedbi sa dnevnim potrebama

Nutrijenti	Dnevne potrebe	Prosječni dnevni unos ispitanice ( $\bar{x} \pm \sigma$ )	Udio unosa nutrijenata iz hrane (%)	Udio unosa nutrij. iz suplem. (%)	Unos odgovara / deficit (%) / suficit (%)
Metionin (g)*	1,23	1,05±0,68	100	0,00	Deficit (15%)
Lizin (g)*	2,72	2,99±2,01	93,97	6,68	Suficit (10%)
Treonin (g*)	1,33	1,73±1,06	100	0,00	Suficit (30%)
Triptofan	0,34	0,60±0,46	100	0,00	Suficit

(g)*					(76,5%)
B12 (µg)**	2,4	6,89±4,67	72,85	26,99	Suficit (187%)
D (µg)**	5	5,34±2,19	18,16	86,60	Odgovara
B2 (mg)**	1,1	5,44±1,72	45,03	54,77	Suficit (394%)
Ca (mg)**	1000	1381,6±647,7	69,72	31,36	Suficit (38%)
Fe (mg)**	18	23,69±11,51	69,05	29,54	Suficit (31%)
Zn (mg)**	12-15	30,97±7,26	25,73	74,26	Suficit (129%)
DMK (g)***	0,25	0,01±0,02	100	0,00	Deficit (96%)

\*RDA, 2000; \*\*DRI/FNB, 2005; \*\*\*EFSA, 2010.

U tabeli 1 prikazan je omjer unosa istraživanih nutrijenata iz hrane i uzimanja putem suplemenata, tridesetodnevno praćenje unosa nutrijenata u prehrani nultog ispitanika, u usporedbi sa dnevnim potrebama. Rezultati pokazuju da je unos odgovarajući samo u slučaju vitamina D, uz napomenu da 86,60% vitamina D ispitanik unosi putem suplemenata. Također, ispitanik osam nutrijenata unosi u višku, a samo dva nutrijenta unosi u deficitu ili nedovoljno. Lizin, treonin, triptofan, vitamine B12 i B2, kao i Ca, Fe i Zn su nutrijenti koje u različitim udjelima unosi više od potreba, s tim da je taj udio najviši kod vitamina B2 i iznosi 394%, također unosi 187% više vitamina B12 i 129% više cinka, Rezultati pokazuju da kod nultog ispitanika unos metionina je u deficitu od 15% (tabela 1). Značajan je nedostatak unosa DMK, od 96%.

Tabela 2. Rezultati unosa nutrijenata u prehrani 10 vegetarijanaca iz grada Bihaća

Ispitanici	Dnevni unos istraživanih hranjivih tvari u prehrani vegetarijanaca										
	Met (g)	Lys (g)	Tre (g)	Try (g)	B12 (µg)	D (µg)	B2 (mg)	Ca (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	DMK (g)
I 1	1,76	5,96	2,81	1,09	10,81	11,65	8,30	1504,60	16,88	17,89	0,00
I 2	1,19	2,65	2,40	0,85	0,56	1,0	0,12	700,70	20,15	8,56	0,001
I 3	1,64	5,10	3,13	0,90	5,02	2,22	3,46	1561,30	39,22	13,89	0,00
I 4	1,25	4,07	2,23	0,50	4,82	2,22	2,61	1357,50	33,15	11,29	0,00
I 5	2,22	6,65	3,46	1,06	9,46	15,35	3,99	1443,70	13,03	9,48	2,84
I 6	1,66	4,10	2,56	0,77	8,12	6,60	3,23	1706,90	17,09	11,59	0,00
I 7	2,20	6,39	3,51	0,97	15	0,00	1,66	479,36	13,38	6,35	0,93
I 8	1,37	3,82	2,78	0,83	7,27	4,2	2,45	1059,50	20,39	9,55	0,12
I 9	1,10	2,31	1,96	0,71	1,25	1,2	2,44	1282,80	28,14	12,89	0,00
I 10	1,22	3,18	2,46	0,90	0,00	0,00	2,25	1259,70	37,20	20,29	0,00
$\bar{x}$	<b>1,56</b>	<b>4,42</b>	<b>2,73</b>	<b>0,86</b>	<b>6,23</b>	<b>4,44</b>	<b>3,05</b>	<b>1235,60</b>	<b>23,86</b>	<b>12,18</b>	<b>0,39</b>
$\sigma$	0,39	1,46	0,49	0,16	4,61	4,97	2,02	367,5	9,31	4,05	0,86

U tabeli 2 prikazan je unos istraživanih nutrijenata za 10 vegetarijanaca za podatke prikupljene metodom 24 satnog prisjećanja. U vrijednostima prikazanim u tabeli uključeni su i unosi nutrijenata putem suplemenata koji u slučaju 10 ispitanika vegetarijanaca grada Bihaća uključuju samo vitamine B12 kod tri ispitanika (1, 5 i 8), vitamina D kod dva ispitanika (1 i 5) i kalcija (kod ispitanika 5). U poređenju sa nultim ispitanikom koji redovno unosi šest nutrijenata kroz suplemente, ostali vegetarijanci znatno manje unose suplemente (samo jedan ispitanik unosi tri suplementa, jedan dva suplementa i jedan samo jedan suplement). Ukupno sedam ispitanika ne unosi suplemente uopće. Prosječno, Fe se unosi u preporučenim količinama, vitamin D u nešto nižoj količini, dok se ostalih devet nutrijenata unosi u višku u organizam. S obzirom da je nulti ispitanik poslužio kao kontrolna skupina, a prosječno je educiraniji je od slučajnog uzorka ispitanika (usmena provjera prilikom anketiranja kroz pitanje: uzimate li suplemente i zašto?), može se zaključiti da znanje o mogućem deficitu nutrijenata u vegetarijanskom načinu prehrane utječu na pojačani unos suplemenata u prehrani. Samo su dva ispitanika slučajnog uzorka konstatairali da uzimaju B kompleks, vitamin D te jedan ispitanik i kalcij, jer su to spoznali iz literature.

U tabeli 3 prikazan je omjer u kojem unos nekog nutrijenta odgovara ili je u suficitu/deficitu, za svih 10 ispitanika pojedinačno. Metionin je sa prosječnim unosom od 1,56 g za sve ispitanike deficitaran kod četiri ispitanika, lizin se unosi u prosjeku od 4,42 g, ali je deficitaran kod dva ispitanika, a treonin u prosjeku od 2,73 g i triptofan od 0,85 g, ali su deficitarni kod po jednog ispitanika. Vitamin B12 koji se prosječno unosi u udjelu od 6,23 µg je deficitaran kod 3 ispitanika, a vitamin D koji se u prosjeku unosi 3,05 µg, deficitaran je kod sedam ispitanika. Vitamin B2 (prosječan unos 4,44 mg) je kod svih ispitanika suficitaran u odnosu na preporučeni dnevni unos. Ca je deficitaran kod jednog ispitanika, Fe i Zn u po dva. Čini se da su dugolančane masne kiseline najveći problem, jer ih sedam ispitanika, prema ovim rezultatima ne unosi nikako, a prosječni unos od 0,39 g/dan izračunat je za 3 ispitanika, od kojih jedan također DMK unosi u deficitu.

Tabela 3. Omjer unosa istraživanih nutrijenata za ostalih 10 ispitanika, u odnosu na dnevne potrebe, izraženo kao suficit (%) / deficit (%) / odgovara

Nutrijenti	Unos (x̄)	Ispitanici/Unos odgovara / deficit (%) / suficit (%)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Metionin (g)*	1,56	50	O	51	<b>-49</b>	80	53	25	<b>-8</b>	<b>-15</b>	<b>-12</b>
Lizin (g)*	4,42	131	O	115	<b>-25</b>	144	72	65	O	<b>-19</b>	O
Treonin (g)*	2,73	123	98	118	<b>-16</b>	160	120	85	71	38	64
Triptofan (g)*	0,85	240	87	200	<b>-27</b>	211	156	97	97	97	130
B12 (µg)**	6,23	350	<b>-73</b>	178	100	294	238	525	202	<b>-47</b>	<b>-100</b>
D (µg)**	4,44	16	<b>-80</b>	-55	<b>-55</b>	207	32	<b>-100</b>	<b>-16</b>	<b>-76</b>	<b>-100</b>

B2 (mg)**	3,05	654	92	284	100	299	193	21	86	121	104
Ca (mg)**	1235,6	25	<b>-29</b>	20	35	O	70	<b>-52</b>	<b>-18</b>	28	25
Fe (mg)**	23,86	111	O	390	314	<b>-13</b>	<b>-5</b>	67	85	56	106
Zn (mg)**	12,17	123	O	73	O	O	44	<b>-42</b>	<b>-13</b>	61	153
DMK (g)***	0,38	<b>-100</b>	<b>-99</b>	<b>-100</b>	<b>-100</b>	103	<b>-100</b>	272	<b>-53</b>	<b>-100</b>	<b>-100</b>

\**RDA, 2000*; \*\**DRI/FNB, 2005*; \*\*\**EFSA, 2010*.

Uključujući nultog ispitanika, unos DMK utvrđen je kao mogući problem u prehrani vegetarijanaca u ovom istraživanju. Ukupno devet od 11 ispitanika ima deficit unosa u rasponu od -100% do -53%. Prosječni unos u ovom istraživanju je 0,01±0,02 g kod nultog ispitanika i 0,39±0,86 g za ostale ispitanike, što je znatno niže od unosa u vegetarijanaca i vegana (1,27±0,56; 1,04±0,71 g/dan) Norfolk regije u Velikoj Britaniji utvrđenog EPIC studijom rađenom između 1993. i 1997. godine (Welch i sur., 2010). Djousse i sur. (2001) utvrdili su unos DMK između 0,46 i 1,14 g/dan. Ove su kiseline iznimno bitne za organizam, jer imaju ulogu u smanjenju razine triglicerida u organizmu, imaju antihipertenzivno i antiaritmijsko djelovanje, pomažu u očuvanju srca i kardiovaskularnog sistema. Njihov nedostatak u organizmu povezan je sa slabljenjem kognitivnih funkcija usljed starenja, kao i s početkom razvoja Alzheimerove bolesti. S obzirom da je DHA visokokoncentrirana u mozgu, te čini 15-20 % masnoća u mozgu, njen nedostatak može biti uzrokom depresivnog raspoloženja, slabijeg pamćenja, smanjene koncentracije i slabijeg neurološkog razvoja kod djece. Također, nedostatak DMK kod djece uzrokuje hiperaktivnost (Kidd, 2007).

Pet ispitanika imalo je deficit unosa D vitamina. Prosječno se unosi 4,44 µg što je nešto niže od preporučenih 5,0 prema DRI/FNB (2005), ali vrlo slično prosječnom dnevnom unosu kod evropskih zemalja od 3,3-4,8 µg (Freisling i sur., 2010). Kod nedovoljnog unosa mogući su problemi s koštanim sistemom, rahitis u djece i osteomalacija u odraslih, jer je vitamin D odgovoran za apsorpciju Ca (NOS, 2015). Nije dobro niti kad se unosi u većim količinama, što je slučaj kod ispitanika 1, 5 i 6, jer može doći do povećane koncentracije kalcija u krvi, oštećenja srčanog mišića, arterija, pluća, želuca, bubrega i gušterače. Može doći do zastoja u rastu, što se ne može nadoknaditi (Spiro i Buttriss, 2014). Posebno je opasan višak Ca za trudnice. Četiri ispitanika, plus nulti ispitanik imali su deficit unosa metionina. Njegov nedovoljan unos rezultat je načina prehrane (bez namirnica životinjskog porijekla), a slično vrijedi i za ostale tri istraživane aminokiseline. Nedostatak metionina može imati štetne posljedice poput ometanja sinteze bjelančevina koje mogu uzrokovati nedostatak bitnih enzima u organizmu, ali i drugih komponenata neophodnih tijelu, kao što su neurotransmiteri, hemi ili DNA. Niži udio aminokiselina utvrđen je u vegetarijanaca u velikom broju studija (Schmidt i sur., 2016).

Unosom viška vitamina B12 (za sedam ispitanika, plus nulti ispitanik) i B2 (za svih 11 ispitanika) koji su hidrosolubilni vitamini, lako se apsorbiraju u krv, ne akumuliraju se

u organizmu i vrlo brzo se eliminiraju iz organizma (Powers, 2003), ne bi trebalo biti zdravstvenih problema. Međutim, nedovoljnim unosom B12 moguća je anemija i problemi sa radom živaca (O'Leary i Samman, 2010; Rizzo i sur., 2016).

Istraživanja pokazuju da je unos kalcija kod vegetarijanaca i nevegetarijanaca sličan (Appleby i sur., 2007). Nema značajne razlike u zdravlju kostiju između lacto-ovo vegetarijanaca i onih koji jedu meso, premda vegani imaju nešto nižu gustoću kostiju, međutim ove razlike nisu klinički značajne (Ho-Pham i sur., 2009). U EPIC Oxford studiji utvrđeno je da oni koji konzumiraju ispod 525 mg Ca dnevno, imaju povećan rizik od fraktura kostiju. Prosječan unos kod ispitanika u ovom istraživanju je 1235,6 mg što je skoro 2,5 puta više od navedene vrijednosti. Međutim, kod tri ispitanika taj unos je u deficitu što za posljedicu može imati probleme sa kostima. Prevelik unos kalcija, također može imati štetan utjecaj. Zabilježene su nuspojave od prekomjernog unosa Ca koje uključujući bubrežne kamence i kardiovaskularne poremećaje (Fieselmann i Shapses, 2016). Za apsorpciju kalcija u organizmu potreban je magnezij. Ukoliko nema dovoljne količine magnezija, kalcij ostaje neapsorbiran. Odgovarajući unos kalcija (Ca) važan je za smanjenje rizika od gubitka kostiju i prijeloma.

Ukoliko se u organizam ne unosi dovoljno cinka, što je slučaj kod dva ispitanika, tijelo se prilagođava i povećava apsorpciju (Hunt, 2003). Ukoliko je ipak taj unos niži, posljedice se očituju kao problemi na živčanom i reproduktivnom sistemu, kao i kožnim poremećajima. Međutim, preveliki unos cinka može imati nepovoljan učinak na koncentraciju željeza i bakra u organizmu, jer koči njihovu apsorpciju (Maret i Sandstead, 2006). Tijelo izloženo višim koncentracijama cinka, za posljedicu može imati intoksikaciju koja će uzrokovati probleme u živčanom, gastrointestinalnom, respiratornom sistemu i sa prostatom (Plum i sur., 2010). Kao i u slučaju unosa cinka, dva ispitanika unose Fe u deficitu što za posljedicu može imati anemiju (Banjari i sur, 2013). Višak željeza, kod ispitanika 1 i 3 su i preko 100% što za posljedicu može imati toksikološke probleme.

## ZAKLJUČCI

Praćenjem tridesetodnevne prehrane nultog ispitanika, utvrđeno je da ispitanik samo vitamin D unosi u preporučenim količinama, dva nutrijenta (metionin i dugolančane masne kiseline) unosi u deficitu, a ostalih sedam nutrijenata u višku. Naročito je visok unos vitamina B2 i B12, kao i višak cinka. Višak cinka može uzrokovati ozbiljne zdravstvene probleme u ovog ispitanika. Rezultati istraživanja ostalih 10 ispitanika pokazuju deficitarni unos dugolančanih masnih kiselina kod osam ispitanika, unos vitamina D kod sedam ispitanika, metionin kod četiri ispitanika, vitamin B12 i Ca deficitarni su u tri ispitanika, ostali nutrijenti kod dva ili jednog ispitanika. Jedini nutrijent čiji unos nije deficitarni je vitamin B2. Također, u velikom udjelu ispitanici unose i višak nutrijenata u organizam. Iz istraživanja se može zaključiti da bi deficitarni unos dugolančanih masnih kiselina, vitamina D i metionina mogao biti



rizik za zdravlje vegetarijanske populacije grada Bihaća, ali problemi sa zdravljem mogli bi nastati kroničnim unosom viška nutrijenata. Na temelju rezultata ovog istraživanja vegetarijanskoj populaciji preporučuje se korekcija prehrane, kao i edukacija, jer vegetarijanstvo sa sobom može donijeti i negativne posljedice za zdravlje. S obzirom da vegetarijanstvo predstavlja, ne samo režim prehrane, već i stil života, takav stil mora biti praćen kontinuiranom edukacijom i praćenjem stručne i naučne literature, a one se mogu organizirati kroz rad javno – zdravstvenih institucija u okviru preventivne brige za zdravlje stanovništva.

## LITERATURA

- Alibabić, V., Mujić, I. (2016): Pravilnom prehranom do zdravlja, Veleučilišni udžbenik, Veleučilište u Rijeci.
- Banjari, I. (2013): Unos željeza prehranom kao mjera prevencije anemije u trudnoći. Hranom do zdravlja: znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku. 2(2): 71-77.
- Belošević, K. (2006): Dr. Ivo Pilar — prvi predsjednik Vegetarskog društva (Početci organiziranoga vegetarijanskog pokreta u Hrvatskoj). PILAR - časopis za društvene i humanističke studije / Godište I. 1(1): 109-116.
- Berkow, S. E, i Barnard, N. D. (2005): Blood pressure regulation and vegetarian diets. Nutr Rev. 63: 1-8.
- Craig, W. J. (2008): Health effects of vegan diets. Fifth International Congress on Vegetarian Nutrition, March 4-6, Loma Linda, CA, USA.
- Djousse, L., Pankow, J. S., Eckfeldt, J. H., et al (2001): Relation between dietary linolenic acid and coronary artery disease in the National Heart, Lung, and Blood Institute Family Heart Study. Am J Clin Nutr 74: 612-619.
- DRI/FNB/ Dietary Reference Intakes– macronutrient (2005): National Academy for Science Food and Nutrition Board, Institute of Medicine of the National Academies. Dietary fats: total fats and fatty acids. Dietary Reference Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (macronutrients). Washington, DC: National Academy Press, pp. 422-541.
- EFSA Journal 8(3):1461 (2010): European Food Safety Agency, Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. (<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1461.htm>) Pristupljeno: 16. aprila 2014.
- Ferdowsian, H. R. i Barnard, N. D. (2010): Effects of plant-based diets on plasma lipids. Am J Cardiol. 104: 947-956.
- Fieselmann, K. i Shapses, S. A. (2016): Calcium Intake Trend Over Time. The FASEB Journal 30 (1): 1157.6.

- Fraser, G. E. (2009): Vegetarian diets: what do we know of their effects on common chronic diseases? *Am J Clin Nutr.* 89: 1607S-1612S.
- Freisling, H., Fahey, M. T., Moskal, A., et al. (2010): Region-specific nutrient intake patterns exhibit a geographical gradient within and between European countries. *The Journal of Nutrition.* 140: 1280-1286.
- Ho-Pham, L. T., Nguyen, P. L., Le, T. T., Doan, T. A., Tran, N. T., Le, T. A., Nguyen, T. V. (2009): Veganism, bone mineral density, and body composition: a study in Buddhist nuns. *Osteoporos Int.* 20: 2087-2093.
- Hunt, J. R. (2003): Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *Am J Clin Nutr.* 78(3): 633S-639S.
- Ion, R. A. (2007): Reasons why people turn to vegetarian diet. *Ekonomika poljoprivrede* 3: 253-258.
- Kaić-Rak, A. i Antonić-Degač, K. (1990): Tablice o sastavu i prehrambenoj vrijednosti namirnica i pića. Zavod za javno zdravstvo RH, Zagreb.
- Kidd, P. M. (2007): Omega-3 DHA and EPA for Cognition, Behavior and Mood. Clinical Findings and Structural/Functional Synergies with Cell Membrane Phospholipids. *Alternative Medicine Review.* 208-210.
- Kugler, H. G., Schneider, A., Gross, A., Wirr, C., Herff, A. (2007): Jesti vegetarijanski - zaboraviti meso. Liječnički savjetnik za vegetarijance i vegane. Izdavaštvo Das Wort GMBH, Marktheidenfeld. 16-21.
- Lagiou, P., Talamini, R., Samoli, E., et al. (2009): Diet and upper-aerodigestive tract cancer in Europe: the ARCAGE study. *Int J Cancer.* 124: 2671-2676.
- Mandić, M. L. (2007): Znanost o prehrani, Hrana i prehrana u čuvanju zdravlja, Prehrambeno tehnološki fakultet Sveučilišta J.J.Strossmayera u Osijeku, Osijek.
- Maret, W. i Sandstead, H. H. (2006): Zinkbedarf und Risiko und Nutzen einer Zinksupplementierung. *Perspectives in Medicine* 2: 3-18.
- Marsh, K., Zeuschner, C., Saunders, A. (2012): Health Implications of a Vegetarian Diet: A Review. *American Journal of Lifestyle Medicine.* 6(3):250-267.
- Migić, J. (2016): Vegetarijanski agroturizam u hrvatskoj: ograničenja i mogućnosti. Diplomski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- NOS/National Osteoporosis Society (2013): Vitamin D and bone health: a practical clinical guideline for patient management. Available at: <http://www.nos.org.uk/document.doc?id=1352>. Pristupljeno 14.02.2017.
- O'Leary, F. I Samman, S. (2010): Vitamin B12 in health and disease. *Nutrients.* 2 (3): 299-316.
- Pettersen, B. J., Anousheh, R., Fan, J., Jaceldo-Siegl, K., Fraser, G. E. (2012): Vegetarian diets and blood pressure among white subjects: results from the Adventist Health Study-2 (AHS-2). *Public Health Nutr* 15: 1909–1016.
- Phillips, E. (2005): Vegetarian nutrition, British Nutrition Foundation, London, UK. Dostupno na: [https://www.nutrition.org.uk/attachments/106\\_Vegetarian%20nutrition.pdf](https://www.nutrition.org.uk/attachments/106_Vegetarian%20nutrition.pdf). Pristupljeno: 22.02.2017.

- Plum, L. M., Rink, L., Haase, H. (2010): The Essential Toxin: Impact of Zinc on Human Health. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 7(4): 1342-1365.
- Powers, H. J. (2003): Riboflavin (vitamin B-2) and health<sup>1,2</sup>. *Am J Clin Nutr*. 77 (6): 1352-1360.
- RDA/Recommended Dietary Allowance (2000): Institute of Medicine (US) Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes; Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Washington, DC: National Academy Press, (US). Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222890/> doi: 10.17226/9956.
- Rizzo, G., Laganà, A. S., Rapisarda, A. M. C, et al. (2016): Vitamin B12 among Vegetarians: Status, Assessment and Supplementation. *Nutrients*. 8(12): 767.
- Rosell, M., Appleby, P., Spencer, E., Key, T. (2006): Weight gain over 5 years in 21,966 meat-eating, fish-eating, vegetarian, and vegan men and women in EPIC-Oxford. *Int J Obes (Lond)*. 30: 1389-1396.
- Sabate, J. (2003): The contribution of vegetarian diets to health and disease: a paradigm shift? *Am J Clin Nutr*. 78(3): 502S-507S.
- Schmidt, J. A., Rinaldi, S., Scalbert, A., et al. (2016): Plasma concentrations and intakes of amino acids in male meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans: a cross-sectional analysis in the EPIC-Oxford cohort. *European Journal of Clinical Nutrition*. 70(3): 306-312.
- Singh, P. N, Sabate, J., Fraser, G. E. (2003): Does low meat consumption increase life expectancy in humans? *Am J Clin Nutr*. 78(3): 526S-532S.
- Spencer, C. (1994): *The Heretic's Feast. A History of Vegetarianism*. Fourth Estate, London.
- Šatalić, Z. (2008): Energetske i nutritivne potrebe. *MEDICUS*. 17(1): 5-17.
- Welch, A. A, Shakya-Shrestha, W., Lentjes, M. A. H., Wareham, N. J., Khaw, K. T. (2010): Dietary intake and status of n-3 polyunsaturated fatty acids in a population of fish-eating and non-fish-eating meat-eaters, vegetarians, and vegans and the precursor-product ratio of  $\alpha$ -linolenic acid to long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids: results from the EPIC-Norfolk cohort. *Am J Clin Nutr* 92 (5): 1040-1051.
- Yang, S. Y, Li, X. J., Zhang, W., Liu, C. Q., Zhang, H. J., Lin, J. R., Yan, B., Yu, Y. X., Shi, X. L., Li, C. D., Li, W. H. (2012): Chinese lacto-vegetarian diet exerts favorable effects on metabolic parameters, intima-media thickness, and cardiovascular risks in healthy men. *Nutr Clin Pract* 2012;27:392-398.

## NUTRITIONAL HABITS OF VEGETARIANS IN THE AREA OF BIHAĆ COUNTY

### Summary

The diet data of the vegetarian population in Bosnia and Herzegovina are very scarce, and since that population has a growing popularity - especially among the young people, research on their nutritional habits are becoming more important. The aim of this study was to do the research regarding the nutritional habits of 11 vegetarians from Bihać County area. With the zero examinee - the nutrition habits were monitored for 30 days and for the others - 10 days, with the 24-hour diet recall method. The survey included an estimate of intake of methionine, lysine, threonine, tryptophan, vitamins B12, D and B2, minerals Ca, Fe and Zn - and long-chain fatty acids.

The reasearch included 63% of women, 82% of adults. Reasons for switching to vegetarian diet are mostly moral (45%). Transitioning to vegetarian diet for 90% of examinees started in the teen age and adult age. The most common foods they are consuming are fruits and vegetables, followed by seeds and legumes. With the zero examinee there was a deficient intake of Met and long-chain fatty acids detected and with the remaining 10 examinees, there was a deficient intake of long-chain fatty acids, vitamin D, Met, as well as B2 and Ca detected. All of them had an extra of the other nutrients that were monitored during this research. Long-chain fatty acids, vitamin D and methionine deficiency among all the examinees could lead to a serious health risk. Therefore, eating habits adjustment and education about the nutrients is highly reccomended.

*Key words: long-chain fatty acids, nutrients, vegetarian nutrition*

## Indeks autora / Authors' index

<b>A</b>		<b>L</b>	
Aganović Sabiha	88*	Lasić Lejla	20
Alibabić Vildana	137*	Lelo Suvad	88
Aydoğan Sinan	9	Lukić Bilela Lada	79, 101*
<b>B</b>		<b>M</b>	
Begić Munevera	123	Muratović Salko	58
Blesić Milenko	112*	Mustafić Dijana	137
Bošnjak Luka	49	Mušanović Emina	58*
<b>C</b>		Mušović Aldijana	66
Čelik Oğuz Arzu	9	<b>O</b>	
Čengić-Džomba Senada	58	Operta Sabina	123*
<b>D</b>		Orašćanin Melisa	137
Delić Mersija	28*	Ostojić Ivan	49
Drešković Nusret	66, 79	<b>R</b>	
Džomba Emir	58	Rahimi Amir	9*
Đug Samir	66, 79, 101	<b>S</b>	
<b>E</b>		Šertović Edina	137
Ergün Namuk	9	Škrijelj Rifat	66, 79
<b>G</b>		Šljuka Senad	79*
Gajević Mahir	66	Smailhodžić Velida	123
Gaši Fuad	20	Smajić Murtić Mirela	112
Grahić Jasmin	20	Spaho Nermina	112
<b>H</b>		<b>T</b>	
Hadžiabulić Alisa	41*	Temim Elma	41
Hadžić Dženan	58	<b>V</b>	
Hanjalić Jasna	20	Vesnić Adi	66*, 101
Hodžić Adnan	20*	Vranac Amila	112
Hodžić Maja	101	<b>Z</b>	
<b>K</b>		Zovko Mladen	49*
Kalamujić-Stroil Belma	20		
Karakaya Aziz	9		
Kojić Agan	28		
Korjenić Enad	66		
Kurtović Mirsad	20		

## IN MEMORIAM

### Prof. dr. Ljubomir Mišić (1933-2018)



Prof. dr. Ljubomir Mišić je rođen 10. 9. 1933. godine u Nišoru, opština Pirot, Srbija. Osnovnu školu je završio u Tamnjanici, a Višu gimnaziju u Pirotu. Studirao je i diplomirao na Filozofskom fakultetu u Sarajevu, na grupi Biologija, Prirodno-matematičkog odsjeka 1960. godine. Kao apsolvent je radio kraće vrijeme na Poljoprivrednom fakultetu u Sarajevu u svojstvu laboranta. Za asistenta Poljoprivrednog fakulteta, na predmetu Botanika, izabran je 15.1. 1962. godine.

Doktorsku disertaciju pod naslovom „Vegetacija livada i pašnjaka na planini Treskavici“ odbranio je na Prirodno-matematičkom fakultetu u Sarajevu, 22. 2. 1985. godine. U zvanje docenta na predmetu Botanika na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Sarajevu izabran je 1985. godine. Na osnovu plodnog naučno-istraživačkog rada, te brojnih monografskih djela skripti, priručnika i udžbenika, dr. Ljubomir Mišić 17.2.1987. godine biva izabran u zvanje vanrednog profesora na predmetu Botanika, Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. Poznao je ruski, bugarski, njemački i francuski jezik.

Od zasnivanja radnog odnosa 1962. godine, prof. dr. Ljubomir Mišić neprekidno radi na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. Pored redovnih radnih obaveza na matičnom Fakultetu, prof. dr. Ljubomir Mišić biva angažovan i na: Biološkom institutu Univerziteta i nastavi na Odsjeku Biologija na Prirodno-matematičkom fakultetu i Šumarskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. Cijelo vrijeme agresije na Bosnu i Hercegovinu, prof. dr. Ljubomir Mišić provodi u svom Sarajevu, izvodi nastavu iz predmeta Botanika i Osnovi biljne proizvodnje na tri odsjeka Poljoprivrednog fakulteta. Bez saradnika (asistenta i laboranta), izvodi cjelokupan nastavni proces: predavanja, laboratorijske vježbe, ispite i kolokvije, osim na svom matičnom Fakultetu, od 1992. godine i na Šumarskom fakultetu.

Bio je izuzetan čovjek, fantastičan i omiljen predavač jednog od najvažnijih i najznačajnijih predmeta našeg Fakulteta i izuzetan naučni radnik.

Bez obzira na izuzetna opterećenja (u predratnom, ratnom i poslijeratnom periodu) na ova dva fakulteta, prof. dr. Ljubomir Mišić postigao je vrlo zapažene rezultate i u naučnom radu. On je bio i ostao, jedan od izuzetnih poznavalaca livadske vegetacije u Bosni i Hercegovini. Njegovo bogato iskustvo i dugogodišnji rad na istraživanju vegetacije livada i pašnjaka zaokružen je u djelu „Livadske biljke“ koje je u ediciji-Priroda Jugoslavije izdala „Svjetlost“ Sarajevo 1989. godine. Temeljna analiza flore i vegetacije livada i pašnjaka Dinarida sa posebnim osvrtom na područje Bosne i Hercegovine našla je mjesto u literaturnim podacima fitogeografa,

sistematičara i botaničara koji su djelovali na ovim prostorima. Lepezu florističkih nalaza profesora dr. Ljubomira Mišića pomno dopunjava biosistematskim pristupom u analizi svake vrste. Njegova serioznost u pristupu idioekološkim, fitocenološkim, horološkim i singenetskim istraživanjima pomogla mu je da osnovnu vrstu posmatra u svjetlu populacijsko-genetičke ekspresije i njenih anatomske-morfoloških, ekoloških, horoloških i drugih odlička. Time je sačuvan dignitet savremenog biosistematičara koji je našao mjesto u nanovijoj reviziji flore Bosne i Hercegovine.

Potrebno je posebno naglasiti da je profesor dr. Ljubomir Mišić puno radio i na ljekovitim i aromatičnim biljkama divlje flore, a posebno na rodu *Gentiana* na jugoistočnim Dinaridima, odnosno na komparativnim biosistematskim istraživanjima vrsta *Gentiana acaulis*, *Genetiana dinarica*, *Genetiana symphiandra*, *Genetiana kochiana* i dr. Naučni fundus poznavanja ljekovitih biljaka i proizvodni potencijal divlje flore Bosne i Hercegovine, omogućio mu je da u okviru predmeta Osnovi biljne proizvodnje sagleda sve mogućnosti plantažnog uzgoja i korištenja, ljekovitih, aromatičnih, začinskih i krmnih kultura u savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji.

Nesumnjivo je da je profesor dr. Ljubomir Mišić dao izuzetno veliki doprinos, kao istraživač i naučni radnik u florističkim, sistematskim i biljno-geografskim istraživanjima endemične flore Bosne i Hercegovine.

Na osnovu prethodno iznešenog, može se zaključiti da je prof. dr. Ljubomir Mišić dao izuzetan doprinos razvoju botaničke nauke sa posebnim težištem na segmente sistematike, ekologije, anatomije, citologije i morfologije biljaka. Svoja istraživanja i naporan rad tokom života pretočio je u 31 publikovan naučni rad, četiri monografije, te 40 studija, elaborata, naučnih projekata i ekspertiza. Za potrebe edukacije kadra „Dipl. inženjer agronomije“ napisao je dva udžbenika, dva priručnika i jednu skriptu. Sve ovo svrstava prof. dr. Ljubomira Mišića u izuzetno plodne naučne radnike i stručnjake, koji su svojim radom utisnuli pečat vremenu i prostoru u kojem su djelovali.

Za vrlo plodan i uspješan nastavno-naučni i pedagoški rad, Skupština Univerziteta u Sarajevu 1989. godine dodijelila mu je Plaketu sa diplomom. Njegov naučno-istraživački rad i saradnja sa vrhunskim institucijama iz domena bioloških nauka, donijela mu je Plaketu Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu.

Dragi moj profesore, kolega, prijatelju, ovako Velikog, a tako jednostavnog i skromnog iznjedrila je zemlja Srbija, a pokriva tako draga i toliko voljena zemlja bosanska.

Prof. dr. Ševal Muminović

## 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 članka za Radove, poželjno je da autori pogledaju formu radova već objavljenih u jednom od zadnjih brojeva ili da na web stranici: [www.ppf.unsa.ba](http://www.ppf.unsa.ba), pronađu uputstva sa primjerom pravilno uređenog članka.

Za radove čiji je prvi autor iz Bosne i Hercegovine nakon inicijalnog prihvatanja rukopisa treba uplatiti iznos od 100 KM na žiro račun Fakulteta. Za radove čiji je prvi autor izvan Bosne i Hercegovine nakon inicijalnog prihvatanja rukopisa treba uplatiti 100 € na devizni račun Fakulteta koji se nalazi na podlistku Radova. Uplata je obavezna bez obzira na konačnu odluku o objavljivanju, odnosno neobjavljivanju rada.

---

TRANSAKCIJSKI RAČUN BR: 3389002208130126 UNICREDIT BANK

IBAN: BA393389104801155558 UNICREDIT BANK

SWIFT: UNCRBA 22

---

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](mailto:radovi@ppf.unsa.ba)

Odštampani Radovi se dopremaju u biblioteku Fakulteta, odakle se vrši slanje Radova u AGRIS i CAB Publishing – UK u pisanoj i elektronskoj verziji, odnosno svaki objavljeni broj Radova posebno u PDF i Word formatu. Biblioteka vrši korespondenciju i razmjenu Radova s drugim institucijama u zemlji i inostranstvu, te šalje sveske Radova autorima i koautorima.

Šablon za pisanje cijelog rada možete naći na web stranici [www.ppf.unsa.ba](http://www.ppf.unsa.ba) (pogledati u meniju „Izdavačka djelatnost“).

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.ppf.unsa.ba](http://www.ppf.unsa.ba).

For papers whose first author is from Bosnia and Herzegovina, upon initial acceptance of the manuscript one should pay the amount of 100 BAM to the bank giro account of the Faculty. For papers whose first author is outside Bosnia and Herzegovina, upon initial acceptance of the manuscript one should pay 100 € to the foreign currency account of the Faculty that is indicated in the sub-directory of the “Radovi” (the “Works”). The Payment is mandatory regardless the final decision on the publication.

---

TRANSACTION ACCOUNT No/TRANSAKCIJSKI RAČUN BR:  
3389002208130126 UNICREDIT BANK

IBAN: BA393389104801155558 UNICREDIT BANK

SWIFT: UNCRBA 22

---

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](mailto:radovi@ppf.unsa.ba)

Printed copies of the “Radovi” (the “Works”) are delivered to the Faculty’s Library where the “Radovi” (the “Works”), that is, each published issue of the “Radovi” (the “Works”) is sent from, to AGRIS and CAB Publishing – UK, both in written and

electronic version, separately in PDF and Word format. The Library carries out the correspondence and exchange of the “Radovi” (the “Works”) with other institutions in the country and abroad as well as sends volumes of the “Radovi” (the “Works”) to the authors and co-authors.

You can find a template for writing full-text on the website [www.ppf.unsa.ba](http://www.ppf.unsa.ba) (see the "Publishing activity" menu).

Editorial Board