

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.

68/2

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. Enisa Omanović-Mikličanin (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:*
Arzija Jusić

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

Tel.:	+387 (0)33 225 727	
Fax.:	667 429	
e-mail:	radovi@ppf.unsa.ba	
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
Jasmin Grahić, Kemal Kovo, Mirha Đikić, Mirsad Kurtović, Silvio Šimon, Boris Lazarević, Arnela Okić, Fuad Gaši	9
Hemijski sastav sjemena mezoameričkih i andskih primki običnog graha kolekcionisanih na području Bosne i Hercegovine <i>Chemical composition of seed in Mesoamerican and Andean accessions of common bean collected in the area of Bosnia and Herzegovina</i>	
Jasmin Grahić, Almin Ahmetović, Fuad Gaši, Lutvija Karić, Silvio Šimon, Boris Lazarević, Arnela Okić, Mirsad Kurtović ...	18
Ispitivanje pouzdanosti morfoloških markera pri određivanju gen-centra porijekla običnog graha kolekcionisanog na području Bosne i Hercegovine <i>Examination of the morphologic marker reliabilty when determining the gene-center of origin of the common bean collected in the area of Bosnia and Herzegovina</i>	
Fejzo Bašić, Mirha Đikić, Drena Gadžo, Teofil Gavrić	25
Ispitivanje alelopatskog uticaja invazivne vrste ambrozije (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) na inicijalni rast odabranih biljaka <i>Investigation of allelopathic influence of invasive weed species common ragweed (<i>Ambrosia aretemisiifolia</i> L.) on the initial growth parameters of selected plants</i>	
Melisa Ljuša, Hamid Čustović	35
Trendovi i karakteristike promjena načina korištenja poljoprivrednog zemljišta u Bosni i Hercegovini <i>Trends and characteristics of the change of use of agricultural land in Bosnia and Herzegovina</i>	

Emir Bećirović, Jaka Zgajnar	60
<p>Uticaj raspoloživog rada i zemljišta na mogućnost smanjenja rizika na farmama jagodastog voća u Bosni i Hercegovini <i>Impact of available labour and land area on possibility of risk reduction at berry fruits farms in Bosnia and Herzegovina</i></p>	
Amina Hrković-Porobija, Aida Hodžić, Nejra Hadžimusić, Alma Rustempašić, Lejla Velić, Almira Softić, Husein Ohran, Aida Kavazović	72
<p>Hormonalni status mliječnih ovaca <i>Hormonal status of milking sheep</i></p>	
Sadbera Trožić-Borovac, Samir Muhamedagić, Miljana Milinković, Berina Borovac, Jasmina Ahmetagić	83
<p>Pojava invazivne vrste <i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771), u hidroakumulacijama Bosne i Hercegovine <i>The appearance of the Dreissena polymorpha (Pallas, 1771) invasive species in the hydroacumulations of Bosnia and Herzegovina</i></p>	
Zilha Ašimović, Lejla Čengić, Ševal Muminović, Neira Huseinbegović	92
<p>Sadržaj ukupnih fenola i antioksidativna aktivnost u peršunu (<i>Petroselinum crispum</i>) i celeru (<i>Apium graveolens</i>) <i>Total phenol content and antioxidant activity in parsley (Petroselinum crispum) and celery (Apium graveolens)</i></p>	
Velida Durmić, Edina Muratović, Sabina Trakić, Samir Đug	99
<p>Melisopalnoločki profili uzoraka meda iz Bosne i Hercegovine <i>Melissopalynological profiles of honey samples from Bosnia and Herzegovina</i></p>	
Amer Trešnjo, Zlatan Sarić, Tarik Dizdarević, Predrag Džokić	107
<p>Kvalitetne karakteristike i tehnologija Zlatnog sira <i>Quality characteristics and technology of Zlatni cheese</i></p>	

Edin Rizvanović, Zlatan Sarić, Tarik Dizdarević, Smail Žilić	123
Proizvodnja, sastav i svojstva Kupreškog sira <i>Manufacture, composition and properties of Kupres cheese</i>	
Enver Karahmet, Senita Salkić, Almir Toroman, Amir Ganić, Edin Šatrović, Melina Topalović	139
Ispitivanje efikasnosti hlor dioksida u dezinfekciji mljekarskog pogona <i>The evaluation of chlorine dioxide efficiency used in the dairy plants disinfection</i>	
Enver Karahmet, Senita Salkić, Almir Toroman, Melisa Ašimović, Saud Hamidović	148
Mikrobiološka kontaminacija konzumnih jaja <i>Microbiological contamination of table eggs</i>	
Sabina Operta	155
Standardizacija bosanskog sudžuka proizvedenog u komori za zrenje <i>Standardization of Bosnian Sudžuk produced in a ripening chamber</i>	
Sabina Operta	168
Determinacija senzornih atributa bosanskog sudžuka <i>Sensory attribute determination of the Bosnian Sudžuk</i>	
Azra Hajdarević, Saud Hamidović, Enisa Omanović – Mikličanin	183
Zelena sinteza srebrnih nanočestica i njihova antimikrobna aktivnost <i>Green synthesis of silver nanoparticles and their antimicrobial activity</i>	
Indeks autora / Authors' index	193
In memoriam	194
Uputstvo za objavljivanje radova	198
Instructions for publishing papers	201

HEMIJSKI SASTAV SJEMENA MEZOAMERIČKIH I ANDSKIH PRIMKI OBIČNOG GRAHA KOLEKCIJONISANIH NA PODRUČJU BOSNE I HERCEGOVINE

Jasmin Grahić¹, Kemal Kovo¹, Mirha Đikić¹, Mirsad Kurtović¹, Silvio Šimon², Boris Lazarević³, Arnela Okić¹, Fuad Gaši¹

Originalan naučni rad – *Original scientific paper*

Rezime

Analiza hemijskog sastava sjemena omogućava ocjenu diverziteta kultivara običnog graha unutar neke kolekcije. Cilj rada je bio da se istraži hemijski diverzitet mezoameričkih i andskih kultivara običnog graha uzgajanih i kolekcionisanih na području Bosne i Hercegovine. U istraživanje je bilo uključeno 10 primki graha iz kolekcije Gen-banke Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu. Poljski dio istraživanja je proveden na Oglednom poligonu Butmir Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu tokom 2018. godine. Sjeme je sakupljeno u fiziološkoj zrelosti sa po deset biljaka od svake analizirane primke. Upotrebom mikrosatelitnih markera je određen gen-centar porijekla analiziranih primki graha. Mineralni sastav sjemena je određen u Zavodu za ishranu bilja Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Statistička analiza dobijenih podataka podrazumijevala je primjenu analize glavnih komponenti (PCA). Analiza glavnih komponenti je pokazala da su prve dvije glavne komponente sadržavale 59,50 % od ukupne varijance pokusa. Osobine koje su imale značajan udio u ukupnoj varijabilnosti prve glavne komponente bile su sadržaj fosfora i sadržaj fitinske kiseline, dok je varijabilnosti druge glavne komponente najviše doprinosila osobina sadržaj kalija. Odsustvo diferencijacije između grupa primki unarijed definiranih gen-centrom porijekla ukazuje na činjenicu da ne postoje razlike u hemijskom sastavu sjemena mezoameričkih i andskih kultivara graha koji se uzgajaju na području Bosne i Hercegovine.

Ključne riječi: *obični grah, gen-centar, hemijski sastav, mikrosatelitni markeri, analiza glavnih komponenti*

UVOD

Grah predstavlja najrašireniju i najzastupljeniju mahunarku u svijetu. Prvi pisani podaci o grahu u Evropi su iz 16. stoljeća u opisima Fuchsa koji govori o penjajućem grahu, biljci bijelih ili crvenih cvjetova, sjemena bijele, sivkaste, žute ili sjemenjače boje kože sa crnim tačkama (Graham i Rannali, 1997). Današnji varijeteti graha

¹Jasmin Grahić, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet u Sarajevu, Zmaja od Bosne 8, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

² Silvio Šimon, Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

³ Boris Lazarević, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

Korespondencija: Jasmin Grahić, Zmaja od Bosne 8, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, j.grahic@ppf.unsa.ba

nastali su kao rezultat procesa odomaćenja i evolucije divlje vrste *Phaseolus vulgaris* var. *arborigineus*, koja potječe iz područja između Meksika i Argentine (Rajnović, 2017). Za razliku od divljih, domaći grahovi nisu osjetljivi na fotoperiod, formiraju krupnije sjeme koje je izgubilo sposobnost dormantnosti, te se kod ovih grahova javlja determinirani tip rasta (De Ron *et al.*, 2015).

Poznato je da su dva glavna gen-centra porijekla graha na prostorima Mezoamerike i Anda, što je potvrđeno u istraživanjima u kojima su analizirani tip fazeolina (Gepts *et al.*, 1986), alozimi (Singh *et al.*, 1991), morfološke karakteristike (Singh *et al.*, 1991) i genetički markeri (Velasquez i Gepts, 1994).

Kultivari koji su porijeklom iz Mezoamerike najčešće imaju sitno ili srednje krupno sjeme (masa hiljadu sjemena je 250 do 400 g) i sadrže „S“ tip fazeolina, dok južnoamerički grahovi imaju krupnije sjeme (masa hiljadu sjemena je preko 400 g) i sadrže „T“, „C“, „H“ ili „A“ tip fazeolina (Singh *et al.*, 1991).

Primjenom mikrosatelitnih markera u svrhu analiziranja lokusa BM172 moguće je odrediti gen-centar porijekla pojedinih primki graha. Naime, uzorci kod kojih se na navedenom lokusu nađe alelna varijanta „080“ posjeduju fazeolin tipa „S“ i pripadaju mezoameričkim, odnosno oni uzorci kod kojih je moguće naći bilo koju drugu alelnu varijantu osim „080“ posjeduju fazeolin tipova „A“, „C“, „H“ ili „T“ i pripadaju andskim grahovima (González Torres *et al.*, 2004).

Razlike u hemijskom sastavu sjemena kultivara graha koji porijeklo vode iz različitih gen-centara porijekla se ne odnose samo na tip fazeolina, nego i na sadržaj makro i mikronutritienata (Palčić *et al.*, 2018).

Dosadašnja istraživanja germplazme graha koja je prisutna na području Bosne i Hercegovine (BiH), imaju za rezultat kreiranje kolekcije grahova koja je pohranjena u Gen-banci Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu. Na jednom dijelu postojeće kolekcije (40 primki) ispitan je morfološki diverzitet upotrebom DAPC (diskriminantna analiza glavnih komponenti) pristupa (Grahić *et al.*, 2013a), a tokom aktivnosti regeneracije utvrđen je i nivo stranooplodnje koji karakteriše pomenute kolekcionisane primke, preko analize boje sjemena (Grahić *et al.*, 2013b).

Cilj ovog rada je bio ispitati hemijski diverzitet mezoameričkih i andskih primki običnog graha kolekcionisanih na području BiH.

MATERIJAL I METODE RADA

Poljski ogled za istraživanje postavljen je po principu randomiziranog kompletnog blok sistema sa tri ponavljanja. Veličina osnovne parcele je iznosila 8,1 m². Ogled je proveden na eksperimentalnom poligonu Butmir, Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu, tokom 2018. godine. Od ukupno 64 posijane primke graha, kreiran je uzorak od 10 primki (30 biljaka po primci), nasumično odabranih, koje su korištene za provođenje genetičke i hemijske analize. Odabrani uzorci primki su imali sljedeće oznake: BH01, BH02, BH03, BH04, BH05, BH06, BH07, BH11, BH15 i BH17.

Za genetičke analize, pojedinačni uzorak predstavljao je količinu od tri do pet listova uzetih sa jedne biljke od svake od analiziranih primki. Ekstrakcija DNK iz biljnog tkiva (20 mg po uzorku) provedena je primjenom *peqGOLD plant DNA* kit-a (*Peqlab Biotechnologie*, Njemačka), pri čemu se u potpunosti slijedio protokol proizvođača. Nakon izolacije DNK urađena je provjera njene koncentracije UV spektrofotometrom (*NanoPhotometar*, Implen, Njemačka). PCR reakcije umnožavanja mikrosatelitnih sekvenci provedene su u *Veriti TM Thermal Cycleru* (Applied Biosystems®, Foster City, California, USA). PCR reakcija je provedena po protokolima Carović-Stanko *et al.* (2017). Za analizu PCR produkata korišten je ABI 3730XL (Applied Biosystems®). Podaci su analizirani upotrebom softverskog paketa GeneMapper 4.0. Sjeme graha je sakupljeno u fiziološkoj zrelosti sa po deset biljaka od svake analizirane primke. Sakupljeno sjeme graha je sušeno u sušioniku na 70 °C, samljeveno i homogenizirano (IKA® Werke M 20). Mineralni sastav (mg kg⁻¹ suhe mase) je određen u analitičkom laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta u Zagrebu prema sljedećim metodama: fosfor - spektrofotometrija (AOAC, 1995), kalij - plamenfotometrija (AOAC, 1995), kalcij, magnezij, željezo, mangan, cink - atomska apsorpcijska spektrometrija *Thermo Scientific - SOLAAR M Series AA Spectrometer* (AOAC, 1995), ukupni azot - metoda Kjeldahl (AOAC, 1995). Fitinska kiselina je ekstrahirana iz uzorka sjemena graha koristeći 0,66 M otopinu HCl-a. Nekoliko enzimatskih reakcija je korišteno za otpuštanje anorganskog fosfora iz ekstrahovane fitinske kiseline, po protokolu *Megazyme*® (2016). Sadržaj fitinske kiseline je utvrđen na fotospektrometru. Analiza glavnih komponenti (PCA - *Principal Component Analysis*) (Hotelling, 1936) provedena je na osnovi korelacijske matrice u računarskom programu R v. 3.2.3 (R core team, 2016). U korelacijsku matricu su bile uključene vrijednosti hemijskih osobina za sve ispitivane uzorke graha. U grafičkom prikazu analize glavnih komponenti prikazana je disperzija uzoraka prethodno grupisanih u odnosu na gen-centar porijekla. Priprema podataka za analizu urađena je u računarskom programu MADC v 1.5 (Grahić i Grahić, 2017).

REZULTATI I DISKUSIJA

Identifikacija gen-centra porijekla analiziranih primki

Za sve analizirane uzorke dobijena je amplifikacija jedne alelne varijante na analiziranom lokusu (Tabela 1).

Tabela 1. Genetički profili 10 analiziranih primki graha dobijeni upotrebom SSR markera za lokus BM172

Table 1. SSR profiles of 10 analyzed common bean accessions for the BM172 locus

	BH01	BH02	BH03	BH04	BH05
BM172	099:099	080:080	080:080	099:099	109:109

	BH06	BH07	BH11	BH15	BH17
BM172	080:080	080:080	099:099	099:099	080:080

Na osnovu rezultata dobijenih genetičkom analizom bilo je moguće podijeliti analizirane primke graha u odnosu na gen-centar njihova porijekla. Naime, primke sa oznakama BH02, BH03, BH06, BH07 i BH17 posjeduju alelnu varijantu „080“, odnosno „S“ tip fazeolina, i pripadaju mezoameričkom gen-centru porijekla, dok primke BH01, BH04, BH05, BH11 i BH15 na lokusu BM172 imaju alelne varijante „099“ ili „109“, na osnovu čega su razvrstane u andsku skupinu.

Hemijski diverzitet mezoameričkih i andskih primki graha

Prosječne vrijednosti za devet hemijskih osobina analiziranih kod 10 uzoraka graha (po pet iz mezoameričkog i andskog gen-centra porijekla) predstavljene su u tabeli 2.

Tabela 2. Prosječne vrijednosti za devet hemijskih osobina kod po pet analiziranih mezoameričkih i andskih uzoraka graha (mg kg⁻¹).

Table 2. Average values for the 9 chemical traits of five Mesoamerican and five Andean common bean samples (mg kg⁻¹)

Pop	BH01	BH04	BH05	BH11	BH15	BH02	BH03	BH06	BH07	BH17
N	3,71	3,62	4,36	4,27	4,01	3,98	4,25	4,05	3,80	3,71
K	20,60	21,10	19,20	24,30	19,20	22,50	22,50	22,50	20,20	20,60
P	0,34	0,31	0,37	0,34	0,31	0,33	0,28	0,32	0,20	0,19
Fitinska kiselina	1,21	1,10	1,31	1,20	1,10	1,15	1,00	1,12	0,70	0,68
Ca	0,28	0,35	0,42	0,16	0,24	0,20	0,09	0,17	0,33	0,15
Mg	0,17	0,17	0,17	0,16	0,18	0,19	0,15	0,18	0,16	0,17
Fe	71,11	59,74	55,62	64,15	83,50	63,90	60,79	56,46	61,76	51,66
Zn	46,65	25,67	41,13	35,34	40,00	32,91	36,75	36,68	30,86	24,31
Mn	33,30	10,78	17,12	13,94	12,22	18,20	13,01	24,18	16,51	14,09
Porijeklo	A	A	A	A	A	M	M	M	M	M

A – Andi, M - Mezoamerika

Analiza glavnih komponenti (Hotelling, 1936), provedena na osnovi korelacijske matrice u koju su bile uključene srednje vrijednosti devet hemijskih osobina za 10

analiziranih uzoraka graha, dala je jednak broj sintetskih varijabli koliko je bilo izvornih posmatranih svojstava. Od ukupno devet novoformiranih sintetskih varijabli, prvih pet je detaljnije analizirano kroz njihove svojstvene vrijednosti i udio koji su ove varijable imale u ukupnoj varijanci (Tabela 3). Također, analiziran je pojedinačni utjecaj izvornih osobina, kroz vrijednosti svojstvenih vektora, na novoformirane varijable.

Tabela 3. Svojstvene vrijednosti, udio varijance i kumulativna varijanca povezana sa prvih pet glavnih komponenti (PC), procijenjenih iz korelacijske matrice sa 9 varijabli na 10 analiziranih uzoraka graha

Table 3. Eigenvalues, percentage of variance and cumulative variance associated with the first five principal components (PC)

Varijable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Svojstvene vrijednosti	1,8340	1,4111	1,0729	1,0029	0,9600
Udio varijance (%)	0,3737	0,2212	0,1279	0,1118	0,1024
Kumulativna varijanca (%)	37,37	59,50	72,29	83,46	93,70

Analizom glavnih komponenti nad korelacijskom matricom sa devet hemijskih osobina, prvih pet glavnih komponenti sadržavalo je 93,70 % ukupne varijance sa pojedinim svojstvenim vrijednostima preko 0,96 (Tabela 3).

Tabela 4. Doprinos svake od devet analiziranih osobina u ukupnoj varijabilnosti pokusa (boldirani značajni izvori varijabilnosti)

Table 4. Contribution of the original variables to the first five principal components

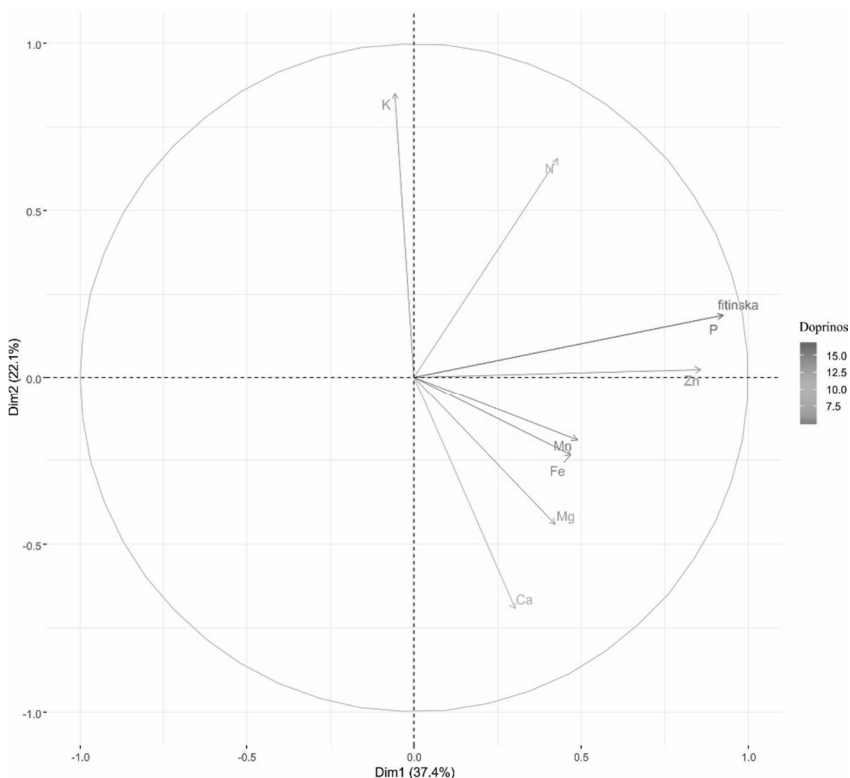
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
N	0,2348	0,4648	-0,3879	-0,2464	0,1004
K	-0,0314	0,6037	0,2201	0,3258	-0,1233
P	0,5040	0,1319	-0,1760	0,1928	-0,0534
Fitinska kiselina	0,5040	0,1319	-0,1760	0,1928	-0,0534
Ca	0,1645	-0,4912	-0,4639	0,0603	0,3149
Mg	0,2302	-0,3123	0,0321	0,5125	-0,5182
Fe	0,2563	-0,1658	0,2564	-0,5582	-0,5665
Zn	0,4678	0,0169	0,2339	-0,3635	0,2427
Mn	0,2668	-0,1346	0,6344	0,2211	0,4706

Sve analizirane hemijske osobine su prisutne sa visokom vrijednošću u nekoj od prvih pet glavnih komponenti (Tabela 4). Analizom dobijenih rezultata može se konstatovati da su kroz dominantne svojstvene vektore u prvoj glavnoj komponenti, koja nosi 37,37% ukupne varijance pokusa, najznačajnije osobine sadržaj fosfora i sadržaj fitinske kiseline, sa vrijednostima svojstvenih vektora od 0,504. U sklopu druge

glavne komponente, koja nosi 22,12% ukupne varijabilnosti pokusa, osobina sa najvećom vrijednošću svojstvenog vektora je sadržaj kalija (0,6037).

Dobijene vrijednosti su nešto više od onih koje su objavljene od strane Grahić *et al.* (2013a) prilikom ispitivanja morfološko-proizvodnih osobina lokalnih populacija graha sa područja Bosne i Hercegovine (prve dvije glavne komponente su sadržavale 54,35% ukupne varijabilnosti pokusa).

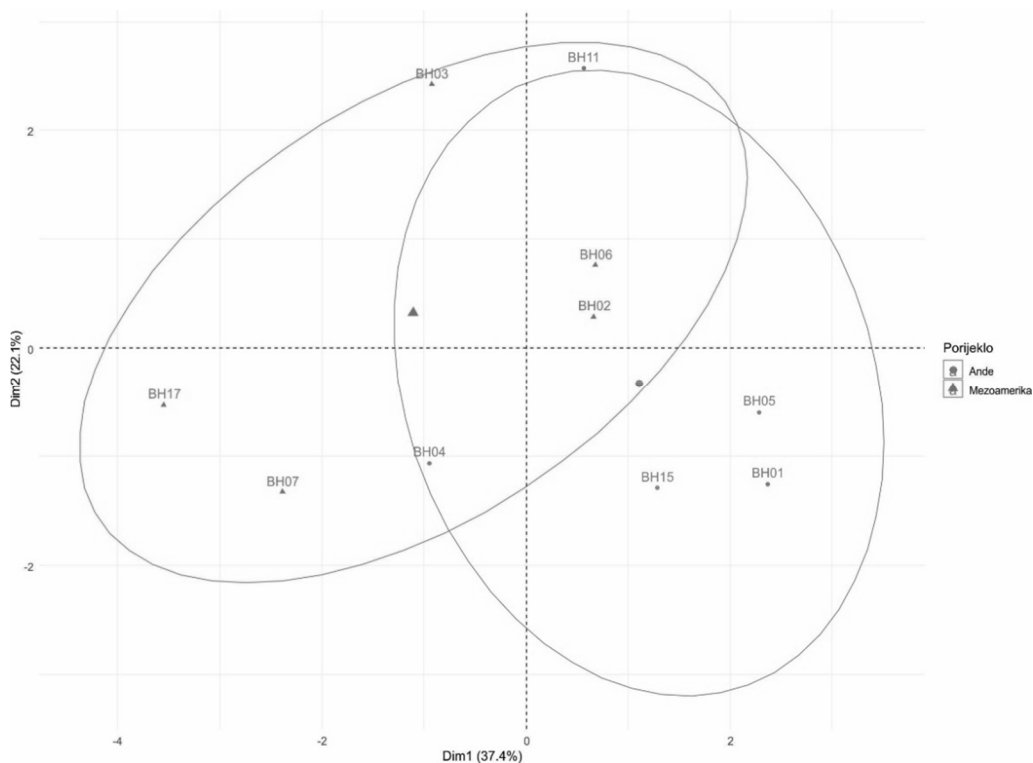
Upotrebom glavnih komponenti (PC1 i PC2) kao prostornih dimenzija bilo je moguće konstruisati set dvodimenzionalnih grafikona na kojima su predstavljeni međudnosi svih praćenih, izvornih hemijskih osobina, kao i prostorna distribucija svih analiziranih uzoraka graha.



Grafikon 1. Međudnosi svih praćenih hemijskih osobina analiziranih uzoraka graha
Graph 1. Interactions of all observed chemical properties of analyzed bean samples

Potpuna pozitivna korelacija je prisutna između osobina sadržaj fosfora i sadržaj fitinske kiseline, što je i logično, budući da količina fitinske kiseline direktno zavisi od sadržaja organskog fosfora u sjemenu. Jaka pozitivna korelacija je prisutna i između sadržaja fosfora/sadržaja fitinske kiseline i sadržaja cinka, te sadržaja mangana i željeza u sjemenu graha (Grafikon 2). Najveća negativna korelacija je uočena između

osobina sadržaj kalcija i sadržaj kalija. Uzimajući u obzir da su pomenuti elementi antagonisti, navedeno je bilo i za očekivati.



Grafikon 2. Razdvajanje 10 analiziranih uzoraka graha (prethodno raspoređenih u dvije grupe u odnosu na gen-centar porijekla, Mezoamerički i Andski gen-centar porijekla) na osnovu njihovih hemijskih osobina nastalo upotrebom analize glavnih komponenti

Graph 2. The separation of 10 analyzed bean samples (pre-arranged in two groups in relation to the gene-center of origin, Mesoamerican and Andean gene-center of origin) based on their chemical properties created using principal component analysis

Odsustvo jasnog razdvajanja između mezoameričkih i andskih uzoraka upućuje na činjenicu da ne postoje razlike u hemijskom sastavu između bosansko-hercegovačkih grahova koji porijeklo vode iz jednog od pomenutih gen-centara, tj. da je u konkretnom slučaju nemoguće opisati hemijske karakteristike predefinisanih grupa, nego da se prisutne specifičnosti mogu isključivo vezati za pojedine uzorke graha.

ZAKLJUČAK

Analiziranjem lokusa BM172 bilo je moguće odrediti gen-centar porijekla za bosansko-hercegovačke primke graha obuhvaćene ovim istraživanjem. Iako je ustanovljen visok stepen varijabilnosti ispitivanog materijala, nije došlo do razdvajanja grupa analiziranih primki koje su definirane gen-centrom porijekla. Dobijene razlike u hemijskom sastavu između pojedinih kultivara graha su isključivo posljedica specifičnosti koje karakterišu određeni genotip ove kulture.

LITERATURA

- AOAC (1995): Official Methods of Analysis of AOAC International. 16(1), Arlington, USA.
- Carović-Stanko, K., Liber, Z., Vidak, M., Barešić, A., Grdiša, M., Lazarević, B., Šatović, Z. (2017): Genetic diversity of Croatian common bean landraces. *Front. Plant Sci.*, <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00604>.
- De Ron, A. M., Papa, R., Bitocchi, E., González, A. M., Debouck, D. G., Brick, M. A. (2015): Common bean, in *Grain Legumes. Series: Handbook of Plant Breeding*, ed De Ron A.M., editor. (New York, NY; Dordrecht; Heidelberg; London: Springer;), 1–36.
- Gepts, P., Osborn, T. C., Rashka, K., Bliss, F. A. (1986): Electrophoretic analysis of phaseolin protein variability in wild forms and landraces of the common bean, *Phaseolus vulgaris*: Evidence for multiple centers of domestication. *Eco Bot.*, 40: 451-468.
- González Torres, R. I., Gaitán, E., Duque, M. C., Toro, O., Debouck, D. G., Tohme, J. (2004): Estimation of gene flow on *Phaseolus vulgaris* L. using molecular markers: microsatellites and polymorphisms of chloroplast DNA. V Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agrícola, REDBIO, Dominican Republic, 21-25 June 2004.
- Graham, P., Ranalli, P. (1997): Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research*, 53: 131-146.
- Grahić, A., Grahić, J. (2017): MADC – Marker Analysis Data Compiler user's Manual. (www.divisionagro.ba/apps/docs/madc-marker-analysis-data-compiler/user-manual).
- Grahić, J., Gaši, F., Kurtović, M., Karić, L., Đikić, M., Gadžo, D. (2013a): Morphological evaluation of common bean diversity in Bosnia and Herzegovina using the discriminant analysis of principal components (DAPC) multivariate method. *Genetika*, 45(3): 963-977.
- Grahić, J., Gaši, F., Kurtović, M., Karić, L., Đikić, M., Gadžo, D., Podrug, A. (2013b): Level of cross-pollination among common bean (*Phaseolus vulgaris*) landraces from Bosnia and Herzegovina examined through seed coat colour. *Proceedings of the 24th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry – Sarajevo 2013, September 25 – 28, 2013*, pp. 382-386.
- Hotelling, H. (1936): Relation between two sets of variates. *Biometrika*, 28: 321-377.
- Palčić, I., Karažija, T., Petek, M., Lazarević, B., Herak Ćustić, M., Gunjača, J., Liber, Z., Carovićstanko, K. (2018): Relationship between origin and nutrient content of Croatian common bean landraces. *Journal of Central European Agriculture*, 19(3): 490-502.
- R Core Team (2016): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

- Rajnović, I. (2017): Bioraznolikost i simbiozna učinkovitost prirodnih populacija rizobija koje noduliraju grah (*Phaseolus vulgaris* L.). Doktorska disertacija, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Singh, S. P., Nodari, R., Gepts, P. (1991): Genetic diversity in cultivated common bean I allozymes. *Crop Sci.*, 31: 19-23.
- Velasquez, V. L., Gepts, P. (1994): RFLP diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris*) in its centres of origin. *Genome*, 37(2): 256-263.

CHEMICAL COMPOSITION OF SEED IN MESOAMERICAN AND ANDEAN ACCESSIONS OF COMMON BEAN COLLECTED IN THE AREA OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

Analysis of the seeds chemical composition provides the possibility to assess the diversity of common bean cultivars within a collection. The aim of this study was to investigate the chemical diversity of Mesoamerican and Andean cultivars of common bean grown and collected in Bosnia and Herzegovina. The study included 10 common bean accessions from the collection of the Gene-bank of the Faculty of Agriculture and Food Sciences in Sarajevo. The field trial was conducted at the Experimental field of the Faculty of Agriculture and Food Sciences in Sarajevo in 2018. Seeds were collected in physiological maturity from ten plants of each analyzed accession. The gene-center of origin for the analyzed accessions was determined with the use of microsatellite markers. The mineral content of the seeds was analyzed in laboratory at the Department of Plant Nutrition at the Faculty of Agriculture in Zagreb. The statistical analysis of the obtained data implied the use of principal component analysis (PCA). Principal component analysis showed that the proportion of variance retained in the first two principal components was 59.50%. The first principal component had high contributing factor loadings from phosphorus content and content of the phytic acid, whilst the second principal component had high contributing factor loadings from the analyzed trait potassium content. The absence of differentiation between Mesoamerican and Andean samples points to the fact that there are no differences in the chemical composition between Bosnian-Herzegovinian common beans originating from one of the aforementioned gene-centers.

Key words: common bean, gene-center, mineral content, microsatellite markers, principal component analysis

ISPITIVANJE POUZDANOSTI MORFOLOŠKIH MARKERA PRI ODREĐIVANJU GEN-CENTRA PORIJEKLA OBIČNOG GRAHA KOLEKCIJONISANOG NA PODRUČJU BOSNE I HERCEGOVINE

Jasmin Grahić¹, Almin Ahmetović¹, Fuad Gaši¹, Lutvija Karić¹, Silvio Šimon², Boris Lazarević³, Arnela Okić¹, Mirsad Kurtović¹

Originalan naučni rad – *Original scientific paper*

Rezime

U radu je ispitana pouzdanost morfoloških markera za određivanje gen-centra porijekla običnog graha. Poljski eksperiment za istraživanje proveden je na Oglednom poligonu Butmir Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu, u kome je bilo uključeno 10 primki običnog graha iz kolekcije pohranjene u Gen-banci Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu. Upotrebom metodologije opisane u IPGRI deskriptoru za grah praćeno je osam kvantitativnih karakteristika na 30 biljaka za svaku analiziranu primku. Na početku vegetacije su uzeti uzorci biljaka kako bi se upotrebom mikrosatelitnih markera odredio gen-centar porijekla analiziranih primki. Statistička analiza dobijenih podataka je obuhvatila izračunavanje euklidske distance i vizualizaciju udaljenosti između primki graha baziranu na UPGMA algoritmu. Rezultati istraživanja su pokazali da analizirani morfološki markeri nisu adekvatan alat za razdvajanje bosansko-hercegovačkih grahova na mezoameričku i andsku skupinu.

Ključne riječi: *lokalni kultivari graha, gen-centar porijekla, morfološki markeri, mikrosatelitni markeri*

UVOD

Obični grah (*Phaseolus vulgaris* L.) je leguminozna vrsta koja se tradicionalno uzgaja na području Bosne i Hercegovine (BiH). Još uvijek se dominantno proizvode lokalni kultivari graha koji do sada nisu potpuno evaluirani. Evaluacija germplazme graha obično podrazumijeva određivanje tipa fazeolina, odnosno gen-centra porijekla (Gepts *et al.*, 1986), ispitivanje agronomskih i morfoloških karakteristika (Santos de Lima *et al.*, 2012; Voysest i Dessert, 1991), te genetičku karakterizaciju (Carović-Stanko *et al.*, 2017; Velasquez i Gepts, 1994).

Dosadašnji naponi, evaluacije ove germplazma, uglavnom su bili usmjereni na kreiranje kolekcije grahova koja je pohranjena u Gen-banci Poljoprivredno-

¹Jasmin Grahić, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet u Sarajevu, Zmaja od Bosne 8, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

²Silvio Šimon, Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

³Boris Lazarević, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

Korespondencija: Jasmin Grahić, Zmaja od Bosne 8, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, j.grahic@ppf.unsa.ba

prehrambenog fakulteta u Sarajevu. Važno je istaći da je na jednom dijelu postojeće kolekcije (40 primki) ispitan morfološki diverzitet upotrebom DAPC (diskriminantna analiza glavnih komponenti) pristupa (Grahić *et al.*, 2013a), a tokom aktivnosti regeneracije utvrđen je i nivo stranooplodnje koji karakteriše pomenute kolekcionisane primke preko analize boje sjemenki (Grahić *et al.*, 2013b).

Cilj ovog rada je bio ispitati pouzdanost morfoloških markera za određivanje gen-centra porijekla primki običnog graha kolekcionisanih na području BiH.

MATERIJAL I METODE RADA

Poljski ogled je proveden u vegetacionoj sezoni 2018. godine na Eksperimentalnom poligonu Butmir, Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu. Ogled je postavljen po principu randomiziranog kompletnog blok sistema sa tri ponavljanja, pri čemu je veličina osnovne parcele iznosila 8,1 m². Od ukupno 64 posijane primke graha, kreiran je uzorak od 10 primki (30 biljaka po primci), nasumično odabranih, na kojem su provedene genetičke i hemijske analize. Odabrani uzorak su činile primke sljedećih oznaka: BH01, BH02, BH03, BH04, BH05, BH06, BH07, BH11, BH15 i BH17.

Pojedinačni uzorak za genetičke analize predstavljao je količinu od tri do pet listova uzetih sa jedne biljke od svake od analiziranih primki. Ekstrakcija DNK iz biljnog tkiva (20 mg po uzorku) provedena je primjenom *peqGOLD plant DNA* kit-a (*Peqlab Biotechnologie*, Njemačka), pri čemu se u potpunosti slijedio protokol proizvođača. Provjera koncentracije DNK je urađena pomoću UV spektrofotometra (*NanoPhotometer*, Implen, Njemačka).

Za određivanje gen-centra porijekla analiziran je lokus BM172 primjenom mikrosatelitnih markera. Na osnovu alelnih varijanti na datom lokusu bilo je moguće odrediti tip fazeolina kod svake od analiziranih primki (González Torres *et al.*, 2004). PCR reakcije umnožavanja mikrosatelitnih sekvenci provele su se u *Veriti TM Thermal Cycleru* (Applied Biosystems®, Foster City, California, USA). PCR reakcija je provedena po protokolima prethodno opisanim od strane Carović-Stanko *et al.* (2017). Za analizu PCR produkta korišten je ABI 3730XL (Applied Biosystems®). Podaci su analizirani upotrebom softverskog paketa GeneMapper 4.0.

Upotrebom metodologije opisane u IPGRI deskriptoru za grah (IPGRI, 1982) praćeno je osam kvantitativnih karakteristika na 30 biljaka za svaku analiziranu primku. Spisak analiziranih osobina je data u tabeli koja slijedi (Tabela 1).

Tabela 1. Spisak morfoloških, kvantitativnih karakteristika koje su praćene tokom ogleda

Table 1. List of analyzed morphological, quantitative characteristics

morfološke osobine	mjerna jedinica
dužina mahune	cm
širina mahune	cm
dužina kljuna	cm
broj sjemenki po mahuni	komada
dužina sjemenke	cm
širina sjemenke	cm
visina sjemenke	cm
masa sjemenke	g

Euklidska distanca je izračunata korištenjem paketa daisy (Struyf *et al.*, 1997) u računarskom programu R v. 3.2.3 (R core team, 2016). Vizualizacija udaljenosti između primki graha bazirana je na UPGMA algoritmu, a dendrogrami su dobijeni korištenjem paketa factorminer (Lê *et al.*, 2008) u računarskom programu R v. 3.2.3. Algoritam UPGMA (neponderisana metoda za grupisanje skupina na temelju prosječnih vrijednosti) (Sneath i Sokal, 1973) podrazumijeva jednaku mutacijsku stopu po svim granama. Priprema podataka za analizu urađena je u računarskom programu MADC v1.5 (Grahić i Grahić, 2017).

REZULTATI I DISKUSIJA

Za preciznu klasifikaciju grahova u odnosu na gen-centar njihova porijekla, određene su alelne varijante na lokusu BM172 za svaku od analiziranih primki (Tabela 2). Naime, uzorci kod kojih se na navedenom lokusu nalazi alelna varijanta „080“ posjeduju fazeolin tipa „S“ i pripadaju mezoameričkim, odnosno oni uzorci kod kojih se nađe bilo koja druga alelna varijanta osim „080“ posjeduju fazeolin tipove „A“, „C“, „H“ ili „T“ i pripadaju andskim grahovima (González Torres *et al.*, 2004).

Tabela 2. Alelne varijante na lokusu BM172 kod analiziranog seta uzoraka graha

Table 2. Allelic variants in the BM172 locus found within the analyzed set of samples

	BH01	BH02	BH03	BH04	BH05
BM172	099:099	080:080	080:080	099:099	109:109
	BH06	BH07	BH11	BH15	BH17
BM172	080:080	080:080	099:099	099:099	080:080

U setu od ukupno 10 uzoraka graha, identificirano je po pet uzoraka koji pripadaju mezoameričkoj (BH02, BH03, BH06, BH07 i BH17), odnosno andskoj skupini (BH01, BH04, BH05, BH11 i BH15).

Sažetak morfoloških mjerenja koja su obuhvatila praćenje osam kvantitativnih osobina izmjerenih na 10 analiziranih primki graha dat je u nastavku (Tabela 3).

Tabela 3. Prosječne vrijednosti za osam morfoloških karakteristika kod 10 analiziranih primki graha

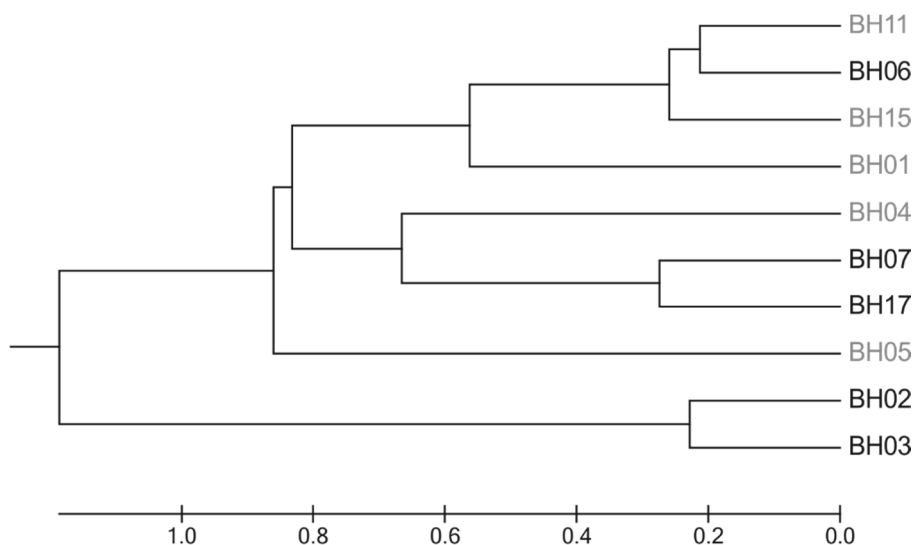
Table 3. Average values for the 8 morphological traits of 10 analyzed common bean accessions

	dužina mahune (cm)	širina mahune (cm)	dužina kljuna (cm)	broj sjemenki po mahuni (kom)	dužina sjemenke (cm)	širina sjemenke (cm)	visina sjemenke (cm)	masa sjemenke (g)
BH01	11,36	1,15	0,78	5,25	0,99	0,80	0,44	0,38
BH04	10,74	1,00	1,20	3,55	1,09	0,63	0,43	0,42
BH05	8,89	0,97	0,72	5,03	0,97	0,71	0,47	0,45
BH11	10,22	1,30	0,64	5,10	0,96	0,53	0,36	0,29
BH15	10,24	0,86	0,88	5,03	1,08	0,60	0,49	0,46
BH02	11,39	1,51	1,06	3,40	1,80	1,10	0,72	1,22
BH03	11,13	1,54	1,04	3,08	1,68	1,02	0,66	1,11
BH06	10,51	1,07	0,68	4,90	0,96	0,56	0,39	0,31
BH07	9,53	0,84	1,15	3,83	1,04	0,49	0,39	0,37
BH17	9,53	1,02	1,39	4,21	1,18	0,62	0,49	0,51

Na osnovu izmjerenih prosječnih vrijednosti morfoloških markera, kreirana je matrica euklidskih distanci koja je poslužila za izadu UPGMA dendrograma.

Analizirani uzorci graha su klasifikovani u dvije različite grupe, s tim da se u drugoj grupi nalaze samo dva uzorka graha mezoameričkog porijekla (BH02 i BH03), dok su u prvoj svi preostali uzorci, pet grahova andskog i tri mezoameričkog porijekla (Grafikon 2).

Nerijetko se masa sjemena graha, kao i set osobina koje su u direktnoj korelaciji sa njom (dimenzije mahune i dimenzije sjemena), spominju kao markeri za određivanje gen-centra porijekla, pri čemu se primke koje imaju sjeme mase od 0,25 do 0,40 grama smatraju mezoameričkim, a one sa sjemenom mase iznad 0,40 grama andskim (Gepts, 2018; Singh *et al.*, 1991; Gepts *et al.*, 1986). Rezultat navedenog pristupa provedenog nad bosansko-hercegovačkim primkama graha nije u podudarnosti sa rezultatom načina podjele grahova u odnosu na gen-centar porijekla predloženim od strane González Torres *et al.* (2004). Pored toga, u ovom slučaju nije došlo ni do jasnog razdvajanja skupina kod kojih je izmjerena masa sjemena ispod 0,40 grama od onih sa sjemenom mase iznad 0,40 g, čineći germplazmu graha kolekcionisanu na području Bosne i Hercegovine još interesantnijom.



Grafikon 1. UPGMA dendrogram kreiran na osnovu euklidske distance između osam kvantitativnih, morfoloških osobina kod 10 analiziranih primki graha (uzorci iz mezoameričke skupine grahova su boldirani)

Graph 1. UPGMA dendrogram based on the euclidean distance between morphological characteristics of 10 analyzed common bean accessions (accessions of Mesoamerican origin are written in bold letters)

ZAKLJUČAK

Određivanjem alelnih varijanti na lokusu BM172, sve analizirane primke graha su uspješno grupisane u mezoameričku, odnosno andsku skupinu. S druge strane, korišteni morfološki markeri se nisu pokazali kao adekvatan alat za razdvajanje bosansko-hercegovačkih primki graha u odnosu na gen-centar porijekla.

LITERATURA

- Carović-Stanko, K., Liber, Z., Vidak, M., Barešić, A., Grdiša, M., Lazarević, B., Šatović, Z. (2017): Genetic diversity of Croatian common bean landraces. *Front. Plant Sci.*, <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00604>.
- Gepts, P. (2018): Evolution of SSR diversity from wild types to U.S. advanced cultivars in the Andean and Mesoamerican domestications of common bean (*Phaseolus vulgaris*). UC Davis Dash, <https://doi.org/10.25338/B8G30V>.
- Gepts, P., Osborn, T. C., Rashka, K., Bliss, F. A. (1986): Electrophoretic analysis of phaseolin protein variability in wild forms and landraces of the common bean, *Phaseolus vulgaris*: Evidence for multiple centers of domestication. *Eco Bot.*, 40: 451-468.

- González Torres, R. I., Gaitán, E., Duque, M. C., Toro, O., Debouck, D. G., Tohme, J. (2004): Estimation of gene flow on *Phaseolus vulgaris* L. using molecular markers: microsatellites and polymorphisms of chloroplast DNA. V Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agrícola, REDBIO, Dominican Republic, 21-25 June 2004.
- Grahić, J., Gaši, F., Kurtović, M., Karić, L., Đikić, M., Gadžo, D. (2013a): Morphological evaluation of common bean diversity in Bosnia and Herzegovina using the discriminant analysis of principal components (DAPC) multivariate method. *Genetika*, 45(3): 963-977.
- Grahić, J., Gaši, F., Kurtović, M., Karić, L., Đikić, M., Gadžo, D., Podrug, A. (2013b): Level of cross-pollination among common bean (*Phaseolus vulgaris*) landraces from Bosnia and Herzegovina examined through seed coat colour. Proceedings of the 24th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry – Sarajevo 2013, September 25 – 28, 2013, pp. 382-386.
- Grahić, A., Grahić, J. (2017): MADC – Marker Analysis Data Compiler user's Manual. (www.divisionagro.ba/apps/docs/madc-marker-analysis-data-compiler/user-manual).
- International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) (1982): Descriptors for *Phaseolus vulgaris*.
- Lê, S., Josse, J., Husson, F. (2008): FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1): 1-18.
- R Core Team (2016): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Santos de Lima, M., Eustáquio de Souza Carneiro, J., Crescêncio Souza Carneiro, P., Santana Pereira, C., Faria Vieira, R., Cecon, P. R. (2012): Characterization of genetic variability among common bean genotypes by morphological descriptors. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 12(1), DOI: 10.1590/S1984-70332012000100010.
- Singh, S.P., Nodari, R., Gepts, P. (1991): Genetic diversity in cultivated common bean: I Allozymes. *Crop Sci*, 31: 19-23
- Sneath, P. H. A., Sokal, R. R. (1973): Numerical taxonomy - the principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Struyf, A., Hubert, M., Rousseeuw, P. J. (1997): Integrating Robust Clustering Techniques in S-PLUS. *Computational Statistics and Data Analysis*, 26: 17–37.
- Velasquez, V. L., Gepts, P. (1994): RFLP diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris*) in its centres of origin. *Genome*, 37(2): 256-263.
- Voysest, O., Dessert, M. (1991): Bean cultivars: classes and commercial seed types.

EXAMINATION OF THE MORPHOLOGIC MARKER RELIABILITY WHEN DETERMINING THE GENE-CENTER OF ORIGIN OF THE COMMON BEAN COLLECTED IN THE AREA OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

In this study the reliability of morphologic markers was examined regarding the determination of gene-center of common bean origin. The field experiment, which implied this research, was carried out at the experimental field Butmir, at the Faculty of Agriculture and Food Sciences in Sarajevo, and included 10 samples of common beans from the collection stored at the Gene-bank of the Faculty of Agriculture and Food Sciences in Sarajevo.

Using the methodology described in the IPGRI descriptor for bean, eight quantitative characteristics of 30 plants were monitored for each analyzed accession. At the beginning of vegetation, the gene-center of origin was determined for all of the analyzed accessions with use of microsatellite markers. The statistical analysis of the obtained data implied calculating the Euclidean distance and visualizing the distance between bean accessions based on the UPGMA algorithm. The results of the study have shown that the analyzed morphological markers are not an adequate tool for separating the Bosnian-Herzegovinian common beans into Mesoamerican and Andean group.

Key words: local bean cultivars, gen-center of origin, morphological markers, microsatellite markers

ISPITIVANJE ALELOPATSKOG UTICAJA INVAZIVNE VRSTE AMBROZIJE (*Ambrosia artemisiifolia* L.) NA INICIJALNI RAST ODABRANIH BILJAKA

Fejzo Bašić¹, Mirha Đikić¹, Drena Gadžo¹, Teofil Gavrić¹

Originalan naučni rad – *Original scientific paper*

Rezime

Cilj rada je bio ispitati efekat primjene vodenih ekstrakata ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.) na parametre početnog rasta korovskih vrsta (*Hibiscus trionum* L., *Taraxacum officinale* Web.) i kukuruza (*Zea mays* L.). Nadzemna masa ambrozije koja je korištena za pripremanje vodenih ekstrakata (koncentracije 10, 5 i 1%) je prikupljena u fenofazi cvjetanja tokom 2017. godine. Eksperiment je postavljen u laboratorijskim uvjetima u četiri ponavljanja u Petrijevim posudama i posudama ispunjenim zemljišnim supstratom. Alelopatski potencijal ambrozije je determinisan kroz statistički značajnu inhibiciju/stimulaciju ispitivanih parametara početnog rasta indikatorskih biljaka. Vodeni ekstrakti su djelovali inhibitory na parametre početnog rasta korištenih korova i kukuruza. U odnosu na kontrolnu varijantu ekstrakti koncentracije 10% su generalno iskazali najznačajniji inhibitory uticaj i u Petrijevim posudama i u posudama sa zemljišnim supstratom. Moguće korištenje alelopatske aktivnosti ambrozije u cilju suzbijanja korova zahtijeva testiranje većeg broja korova i kulturnih biljaka pri različitom vremenu primjene kako u laboratorijskim tako i u poljskim uvjetima.

Ključne riječi: *vodeni ekstrakti, Ambrosia artemisiifolia* L., *inhibicija, parametri početnog rasta, Hibiscus trionum* L., *Taraxacum officinale* Web., *Zea mays* L.

UVOD

Od šezdesetih godina prošlog vijeka, alelopatija se prepoznaje kao važan ekološki mehanizam koji utiče, kako na dominantnost biljaka i formiranje biljnih zajednica u prirodnim ekosistemima, tako i na biljnu proizvodnju. Biljke i mikroorganizmi proizvode stotine hiljada sekundarnih produkata metabolizma od kojih mnogi mogu biti korišteni kao prirodni herbicidi, regulatori rasta ili kao osnovica za sintezu istih (Novak, 2017).

U posljednje vrijeme sve je veći broj istraživanja koja sugerišu da mnoge invazivne biljne vrste pa tako i ambrozija, posjeduju i izražen alelopatski potencijal kojim inhibiraju rast i razvoj konkurentskih biljaka. U invazivnom procesu, prema hipotezi o alelopatiji kao „novom oružju“ (Callaway & Ridenour, 2004), neke biljne vrste

¹ Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Zmaja od Bosne 8, 71 000 Sarajevo
Korespondencija: Fejzo Bašić, f.basic@ppf.unsa.ba

izlučivanjem biohemijskih supstanci postaju kompetitivnije u odnosu na druge (pretežno autohtone), zbog toga što se iste prvi put susreću sa takvim supstancama i nemaju sposobnost da neutrališu njihovo toksično djelovanje (Ridenour & Callaway, 2001).

Smatra se da u odnosu na ostale biljne dijelove, listovi najčešće posjeduju najveći alelopatski potencijal, koji se može pripisati većoj koncentraciji alelohemikalija smještenih u istim (Xuan *et al.*, 2004). Koncentracija dostupnih alelohemikalija može ovisiti i od fenofaze razvoja biljaka, razdoblja dana ili godine (Narwal & Tauro, 1994). Fitotoksični ekekat alelohemikalija najčešće se manifestuje u inhibiciji klijanja, nicanja i rasta osjetljivih biljaka (Đikić, 2001).

Usljed nemogućnosti potpunog uklanjanja pojedinih invazivnih vrsta na područjima na kojim se nalaze, autori tokom ispitivanja takvih biljnih vrsta, pretežno sugerišu njihovo eksploatisanje u pravcu izolovanja alelohemikalija koje bi se mogle koristiti za suzbijanje korova u poljoprivredi. U ukupnoj strategiji borbe protiv korova alelopacija može biti jedna od važnih komponenti, što bi predstavljalo značajan korak u razvoju održivih sistema zemljoradnje sa smanjenom upotrebom sintetičkih herbicida (Šućur, 2015).

Ovim radom obuhvaćena su ispitivanja nadzemne mase ambrozije u fenofazi cvjetanja sa ciljem evaluacije alelopatskog potencijala na primjeru njivske lubeničarke (*Hibiscus trionum* L.), maslačka (*Taraxacum officinale* Web.) i kukuruza (*Zea mays* L.).

MATERIJAL I METODE RADA

Eksperiment koji je podrazumijevao ispitivanje alelopatskog potencijala nadzemne mase ambrozije je proveden u Laboratoriji za ratarstvo Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu.

Nadzemna masa ambrozije je prikupljena u fenofazi cvjetanja (BBCH 59) u septembru 2017. godine. Prikupljena nadzemna masa je osušena na sobnoj temperaturi, a potom samljevena u prah pomoću električnog mlina. Vodeni ekstrakti od usitnjene nadzemne mase ambrozije pripremljeni su prema metodi Norsworthy (2003), pri čemu je 60 g biljne mase potopljeno u 600 ml destilovane vode. Pripremljena smjesa je ostavljena 24 h na sobnoj temperaturi, nakon čega je filtrirana kroz filter papir kako bi se dobio osnovni vodeni ekstrakt, koncentracije 10%. Razblaživanjem osnovnog ekstrakta destilovanom vodom dobiven je 5 i 1% vodeni ekstrakt.

Kao indikatorske vrste korištene su korovske biljke (*H. trionum* i *T. officinale*) i kukuruz. Dormantnost sjemena korovske vrste *H. trionum* prekinuta je skarifikacijom, koncentrovanom sulfatnom kiselinom (H_2SO_4) u trajanju od 20 min. Sjeme korovskih test vrsta površinski je dezinfikovano sa 1% natrij hipohloritom (NaOCl) tokom dvadeset minuta (Siddiqui *et al.*, 2009) u cilju uklanjanja eventualno prisutnih mikroorganizama i isprano nekoliko puta destilovanom vodom.

U Petrijeve posude promjera 90 mm u jednoj varijanti je stavljen filter papir, a u drugoj su napunjene komercijalnim zemljišnim supstratom u kojima je postavljeno po 40 sjemenki vrste *H. trionum*, 45 sjemenki vrste *T. officinale* i 30 zrna kukuruza, a potom je vršeno tretiranje pripremljenim ekstraktima. U posudama sa zemljištem (100 g) u kojim su se nalazila zrna kukuruza dodano je 60 ml ispitivanog ekstrakta, a kod istih u kojim su se nalazila sjemena vrsta *H. trionum* i *T. officinale*, 40 odnosno 30 ml. Petrijeve posude stavljene su u termostat sa podešenom temperaturom od $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ u uslovima mraka u trajanju od 7-10 dana, ovisno o istraživanoj indikatorskoj vrsti. Posude sa zemljišnim supstratom su stavljene u komoru za rast pri istim temperaturnim uvjetima i svjetlosnom režimu 16/8 h u trajanju od 14-18 dana. Destilovana voda dodavana je po potrebi u cilju održavanja potrebne vlažnosti indikatorskih vrsta. Eksperiment je postavljen po slučajnom rasporedu u četiri ponavljanja. Nakon 7-10 dana određen je procenat klijanja indikatorskih vrsta u Petrijevim posudama, dok je procenat nicanja indikatorskih vrsta u posudama sa zemljišnim supstratom određen nakon 14-18 dana. Po završetku eksperimenta izmjerena je dužina izdanka, dužina klijanca i dužina korijena (cm), te izvagana svježa masa (mg) iskljalih/izniklih indikatorskih vrsta.

Dobijeni numerički podaci su obrađeni analizom varijanse, a razlike između kontrole i preostalih varijanti su testirane Dunnett testom, korištenjem SPSS programa. Potencijalni alelopatski uticaj ambrozije determinisan je kroz statistički značajnu inhibiciju/stimulaciju ispitivanih parametara početnog rasta testiranog sjemena.

REZULTATI I DISKUSIJA

Eksperiment u Petrijevim posudama

Rezultati analize uticaja istraživanih tretmana (vodeni ekstrakti ambrozije - 10, 5 i 1%) na parametre početnog rasta test biljaka koje su naklijavane u Petrijevim posudama prikazani su u tabelama 1 i 2.

Iz podataka prikazanih u tabeli 1 može se konstatovati da su dužina izdanka i dužina korijena kukuruza statistički visoko značajno inhibirani primjenom ekstrakata koncentracije 10 i 5% u odnosu na kontrolnu varijantu. Ekstrakti koncentracije 1% nisu statistički značajno uticali na pomenute parametre. Procenat klijavosti je jedino statistički značajno inhibiran primjenom ekstrakta koncentracije 10%. Prema Ismail *et al.* (2015) inhibirano ili odloženo klijanje sjemena može biti posljedica izlaganja sjemena alelohemikalijama koje prolazeći kroz sjemenjaču negativno utiču na aktivnost ćelija. Primjenjivani tretmani su također inhibitorno uticali i na svježu masu kukuruza, međutim taj uticaj nije statistički značajan.

Tabela 1. Uticaj vodenih ekstrakta ambrozije na parametre početnog rasta kukuruza u Petrijevim posudama

Table 1. Influence of aqueous extracts from common ragweed on the initial maize growth parameters in Petri dishes

Parametri / Testovi	Tretmani			
	10%	5%	1%	Kontrola
Klijavost (%)	37,33	49,08	86,67	83,83
F test			**	
Odstupanje od kontrole / Dunnett test	-46,50*	-34,75	+2,84	---
Dužina izdanka (cm)	1,53	1,50	3,44	4,00
F test			**	
Odstupanje od kontrole / Dunnett test	-2,47**	-2,50**	-0,56	---
Dužina korijena (cm)	1,23	1,23	2,70	2,64
F test			**	
Odstupanje od kontrole / Dunnett test	-1,41**	-1,41**	+0,06	---
Svježa masa (mg)	363,68	440,68	524,86	553,51
F test			n.s.	
Odstupanje od kontrole / Dunnett test	-189,83	-112,83	-28,65	---

n.s. nije značajna razlika; * značajno; ** visoko značajno; *** veoma visoko značajno

Na osnovu podataka prikazanih u tabeli 2 može se uočiti da su ekstrakti koncentracije 10% ispoljili statistički veoma visoko značajan uticaj na procenat klijavosti i dužinu klijanca, te statistički visoko značajan uticaj na svježu masu korovske vrste *H. trionum*. Ekstrakti koncentracije 5% su ispoljili statistički veoma visoko značajan inhibitoran uticaj na dužinu klijanca i statistički značajan inhibitoran uticaj na svježu masu pomenute korovske vrste. Primijenjeni ekstrakti koncentracije 1% nisu djelovali statistički značajno na analizirane parametre.

Kada je u pitanju korovska vrsta *T. officinale*, procenat klijavosti iste je statistički veoma visoko značajno inhibiran primjenom sva tri ispitivana ekstrakta (10, 5 i 1%). Ista situacija je i za parametar dužina klijanca, koji u ovom slučaju jedino nije statistički značajno inhibiran primjenom ekstrakta koncentracije 1%. Svježa masa je statistički veoma visoko značajno inhibirana primjenom ekstrakta koncentracije 10%, a statistički značajno inhibirana primjenom ekstrakta koncentracije 5%.

Tabela 2. Uticaj vodenih ekstrakta ambrozije na parametre početnog rasta ispitivanih korova u Petrijevim posudama

Table 2. Influence of aqueous extracts from common ragweed on the initial growth parameters of examined weeds in Petri dishes

Parametri / Testovi	<i>Hibiscus trionum</i> L.				<i>Taraxacum officinale</i> Web.			
	10%	5%	1%	Kontrola	10%	5%	1%	Kontrola
Klijavost (%)	0,00	41,88	46,88	48,75	0,00	12,77	54,44	86,66
F test			***				***	
Odstupanje / Dunnett test	-48,75***	-6,87	-1,87	---	-86,66***	-73,89***	-32,22***	---
Dužina klijanca (cm)	0,00	2,07	5,96	6,81	0,00	0,58	2,19	2,16
F test			***				***	
Odstupanje / Dunnett test	-6,81***	-4,74***	-0,85	---	-2,16***	-1,58***	+0,03	---
Svježa masa (mg)	0,00	17,04	29,12	46,45	0,00	1,84	2,53	2,60
F test			**				***	
Odstupanje / Dunnett test	-46,45**	-29,41*	-17,33	---	-2,60***	-0,76*	-0,07	---

Ekperiment u posudama sa zemljišnim supstratom

Numeričke vrijednosti predstavljene u tabeli 3 ukazuju da su primjenjivani ekstrakti ambrozije također djelovali inhibitorno na skoro sve ispitivane parametre kukuruza uzgojenog u posudama sa zemljišnim supstratom. Izuzetak je dužina izdanka, koji je stimuliran primjenom ekstrakta 1%. Statistički visoko značajan inhibitoran uticaj na procenat nicanja i svježu masu kukuruza u odnosu na kontrolu su ispoljili ekstrakti koncentracije 10 i 5%. Dužina korijena kukuruza je statistički značajno inhibirana pomenutim ekstraktima. Primjenjivani tretmani nisu ispoljili statistički značajan uticaj na dužinu izdanka kukuruza. Kao i u prethodnom eksperimentu, ekstrakti koncentracije 1% nisu značajno inhibirali analizirane parametre.

Tabela 3. Uticaj vodenih ekstrakta ambrozije na parametre početnog rasta kukuruza u posudama sa zemljišnim supstratom

Table 3. Influence of aqueous extracts from common ragweed on the initial maize growth parameters in pots with soil substrate

Parametri / Testovi	Tretmani			
	10%	5%	1%	Kontrola
Nicanje (%)	52,50	52,50	73,33	80,00
F test			**	
Odstupanje od kontrole / Dunnett test	-27,50**	-27,50**	-6,67	---
Dužina izdanka (cm)	4,19	6,99	7,67	7,53
F test			n.s.	
Odstupanje od kontrole / Dunnett test	-3,34	-0,54	+0,14	---
Dužina korijena (cm)	6,56	7,32	9,97	11,45
F test			*	
Odstupanje od kontrole / Dunnett test	-4,89*	-4,13*	-1,48	---
Svježa masa (mg)	701,61	783,00	1091,67	1116,67
F test			**	
Odstupanje od kontrole / Dunnett test	-415,00**	-333,67**	-25,00	---

Iz podataka u tabeli 4 može se konstatovati nešto slabiji inhibitorni uticaj primjenjivanih tretmana na parametre rasta ispitivanih korova u odnosu na eksperiment kada je kao podloga korišten filter papir.

Tako su ekstrakti koncentracije 10% statistički značajno inhibirali dužinu izdanka, dužinu korijena i svježu masu vrste *H. trionum*. Ekstrakti koncentracije 5% su inhibitorno uticali na dužinu korijena i svježu masu. Primjenjivani tretmani nisu iskazali statistički značajan uticaj na procenat nicanja iste. Procenat nicanja vrste *T. officinale* je statistički visoko značajno inhibiran primjenom sva tri ispitivana ekstrakta (10, 5 i 1%). Ekstrakti koncentracije 10 i 5% su statistički visoko značajno inhibirali svježu masu iste. Parametri dužina izdanka i dužina korijena vrste *T. officinale* su inhibirani primjenjivanim tretmanima, međutim ta inhibicija nije statistički značajna. Nešto slabiji inhibitorni uticaj u ovom ogledu mogao bi se pripisati povećanoj adsorpciji alelohemikalija u zemljištu na što sugeriraju Vidal *et al.* (1998). Također i mikrobiološka razgradnja u zemljištu može dovesti do ubrzanog gubitka aktivnosti alelohemikalija (Sterling & Putnam, 1987).

Tabela 4. Uticaj vodenih ekstrakta ambrozije na parametre početnog rasta ispitivanih korova u posudama sa zemljišnim supstratom

Table 4. Influence of aqueous extracts from common ragweed on the initial growth parameters of examined weeds in pots with soil substrate

Parametri / Testovi	<i>Hibiscus trionum</i> L.				<i>Taraxacum officinale</i> Web.			
	10%	5%	1%	Kontrola	10%	5%	1%	Kontrola
Nicanje (%)	41,66	45,83	55,83	60,83	1,47	1,47	6,67	20,03
F test			n.s.				**	
Odstupanje / Dunnett test	-19,17	-15,00	-5,00	---	-18,56**	-18,56**	-13,36**	---
Dužina izdanka (cm)	4,65	4,80	5,71	6,20	1,37	3,63	4,90	5,67
F test			*				n.s.	
Odstupanje / Dunnett test	-1,55*	-1,40	-0,49	---	-4,30	-2,04	-0,77	---
Dužina korijena (cm)	5,77	5,45	7,28	7,50	5,70	8,80	11,20	11,00
F test			*				n.s.	
Odstupanje / Dunnett test	-1,73*	-2,05*	-0,22	---	-5,30	-2,20	+0,20	---
Svježa masa (mg)	39,85	45,40	61,03	66,36	42,50	187,50	371,25	468,75
F test			*				**	
Odstupanje / Dunnett test	-26,51*	-20,96*	-5,33	---	-426,25**	-281,25**	-97,50	---

Ispitivanje alelopatskog potencijala ambrozije u Petrijevim posudama i posudama sa zemljišnim supstratom je pokazalo osjetljivost ispitivanih korova i kukuruza, koje je naročito bilo izraženo pri povećanim koncentracijama primjenjivanih ekstrakata.

Do sličnih rezultata u pogledu inhibitornog efekta primjene vodenih ekstrakata ambrozije na parametre početnog rasta različitih biljnih vrsta došli su i drugi autori. Brückner (1998) je utvrdio da vodeni ekstrakti od listova i cvasti ambrozije u odnosu na ekstrakte od plodova posjeduju značajniji alelopatski (inhibitoran) potencijal na

procenat klijanja nekoliko indikatorskih vrsta, a koji posebno dolazi do izražaja shodno povećanju koncentracije.

Choi *et al.* (2010) navode da vodeni ekstrakti od lista ambrozije koncentracije 5% značajno smanjuju procenat klijanja, dužinu izdanka i masu ispitivanih korovskih vrsta (*Echinocloa crus-galli* i *Digitaria sanguinalis*), za razliku od soje i kukuruza kod kojih navedeni parametri nisu značajnije podložni uticaju navedenog ekstrakta. S obzirom na ostvarene rezultate, autori navode da ambrozija posjeduje izraženu sposobnost kontrole pojedinih korovskih biljaka koristeći toksične komponente poput prirodnih herbicida.

Dali & Xinru (1996) su ispitivali vodene ekstrakte različitih dijelova nadzemne mase ambrozije na parametre rasta soje, kukuruza, pšenice i riže. Njihova istraživanja ukazuju da vršni dijelovi nadzemne mase ambrozije pokazuju značajniji inhibični uticaj kojem su najpodložniji soja i pšenica.

Vidotto *et al.* (2013) su proučavali mogućnost alelopatskog uticaja rezidua lista i korijenovih eksudata ambrozije u invazivnom procesu na primjeru usjeva (lucerka, ječam, kukuruz, salata, paradajz i pšenica) i korova (*Echinocloa crus-galli*, *Solanum nigrum*, *Portulaca oleracea* i *Digitaria sanguinalis*). Rezultati istraživanja su pokazali da je najosjetljivija vrsta na primijenjene tretmane paradajz kod kojeg je rast inhibiran za 50%. Među korovskim biljkama najosjetljivija je *D. sanguinalis*, a najotpornija *E. crus-galli*, na koju je upotpunosti izostao inhibični uticaj ekstrakta ambrozije. Autori shodno dobijenim rezultatima preporučuju u slučaju masovne pojave ambrozije na poljoprivrednim površinama sjetvu manje osjetljivih usjeva. Ovo je osobito važno u sistemu smjene biljaka u vremenu i prostoru.

Prema najnovijim saznanjima, seskviterpen lakton isabelin je u velikoj mjeri odgovoran za ispoljavanje alelopatske inhibične aktivnosti ambrozije te predstavlja potencijalno sredstvo koje bi se moglo koristiti u okviru bioloških mjera suzbijanja korova kao čista molekula ili sastavni dio pripremljenog ekstrakta (Molinaro *et al.*, 2016).

ZAKLJUČAK

Rezultati ovog eksperimenta su pokazali da primjena vodenih ekstrakata od osušene nadzemne mase ambrozije utiče na inhibiciju početnog rasta kako ispitivanih korova tako i kukuruza. Inhibičijski efekat primjenjivanih ekstrakata se povećavao shodno povećanju njihove koncentracije. Najveću osjetljivost je iskazao maslačak. Jasnija slika o mogućoj upotrebi alelopatskog potencijala ambrozije u sklopu održive poljoprivredne proizvodnje u cilju suzbijanja korova zahtijeva ispitivanja na većem broju korova i kulturnih biljaka pri različitom vremenu primjene kako u laboratorijskim tako i u poljskim uvjetima.

LITERATURA

- Bruckner, D. J. (1998): The allelopathic effect of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) on the germination of cultivated plants. *Növénytermeles*, 47 (6): 635-644.
- Callaway, R. M., Ridenour, W. M. (2004): Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(8): 436-443.
- Choi, B. S., Song, D. Y., Kim, C. G., Song, B. H., Woo, S. H., Lee, C. W. (2010): Allelopathic Effects of Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*) on the Germination and Seedling Growth of Crops and Weeds. *Korean Journal of Weed Science*, 30 (1): 34-42.
- Dali, W., & Xinru, Z. (1996): Research on allelopathy of *Ambrosia artemisiifolia*. *Acta Ecologica Sinica*, 1.
- Đikić, M. (2001): Alelopatski uticaj aromatičnih i ljekovitih biljaka na sjeme *Anthemis arvensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Echinocloa crus-galli* i *Cardaria draba*. *Herbologija*, 2 (2): 21-35.
- Ismail, B., Tan, P., Chuah, T. (2015): Assessment of the Potential Allelopathic Effects of *Pennisetum purpureum* Schumach. on the Germination and Growth of *Eleusine indica* (L.) Gaertn. *Sains Malaysiana*, 44 (2): 269-274.
- Molinaro, F., Mozzetti, M. C., Ferrero, A., Tabasso, S., Negre, M. (2016): Bioherbicidal activity of a germacranolide sesquiterpene dilactone from *Ambrosia artemisiifolia* L. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*.51: 1-6.
- Narwal, S. S., Tauro, P. (1994): Allelopathy in Agriculture and Forestry. Jodhpur, India.
- Norsworthy, J. K. (2003): Allelopathic Potential of Wild Radish (*Raphanus raphanistrum*): *Weed Technology*, 17: 307-313.
- Novak, N. (2017): Alelopatski potencijal segetalnih i ruderalnih invazivnih alohtonih biljnih vrsta. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu.
- Ridenour, W. M., Callaway, R. M. (2001): The relative importance of allelopathy in interference: the effects of an invasive weed on a native bunchgrass. *Oecologia*, 126 (3): 444-450.
- Siddiqui, S., Bhardway, S., Khan, S. S., Meghvanshi, M. K. (2009): Allelopathic effect of different concentration of water extract of *Prosopis juliflora* leaf on seed germination and radicle length of wheat (*Triticum aestivum*). *American Eurasian Journal of Scientific Research*, 4 (2): 81-84.
- Sterling, T. M., Putnam, A. R. (1987): Possible Role of Glandular Trichome Exudates in Interference by Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Weed Science*, 35: 308-314.
- Šućur, J. (2015): Biopesticidna aktivnost ekstraktata odabranih biljnih vrsta familije Lamiaceae. Doktorski rad. Univerzitet u Novom Sadu.
- Vidal, R. A., Hickman, M. V., Bauman, T. T. (1998): Phenolics adsorption to soil reduces their allelochemical activity. *Pesq. Agrop. Gaúcha*, 4(2): 125-129.

- Vidotto, F., Tesio, F., Ferrero, A. (2013.): Allelopathic effects of *Ambrosia artemisiifolia* L. in the invasive process. *Crop Protection*, 54: 161-167.
- Xuan T. D., Shinkichi, T., Hong N. H., Khanh, T. D., Min, C. I. (2004): Assessment of phytotoxic action of *Ageratum conyzoides* L. (billy goat weed) on weeds. *Crop Protection*, 23: 915-922.

INVESTIGATION OF ALLELOPATHIC INFLUENCE OF INVASIVE WEED SPECIES COMMON RAGWEED (*Ambrosia artemisiifolia* L.) ON THE INITIAL GROWTH PARAMETERS OF SELECTED PLANTS

Summary

The goal of this study was to examine effect of aqueous extracts from common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) on the initial growth parameters of weed species (*Hibiscus trionum* L., *Taraxacum officinale* Web.) and corn (*Zea mays* L.). Aboveground biomass of common ragweed which is used for making water extracts (concentrations 10, 5 and 1%) was collected in the phenophases of flowering during 2017. The experiment was set up under laboratory conditions using Petri dishes and pots with solis substrate in four replication. Potential allelopathic effect of common ragweed was determined through statistically significant inhibition/stimulation of the investigated parameters of the initial growth indicative species. The aqueous extracts exhibited inhibitory effect on the analyzed parameters of the initial growth of the weed species and corn. In comparison to the control variant, the highest inhibitory effect had 10% aqueous extract in Petri dishes as well as in pots with solis substrate. Possible use of allelopathic common ragweed activity for weed control demands testing on a large number of weeds and cultural plants at different time applications both in laboratory and field conditions.

Key words: *aqueous extracts, Ambrosia artemisiifolia* L., *inhibition, initial growth parameters, Hibiscus trionum* L., *Taraxacum officinale* Web., *Zea mays* L.

TRENDOVI I KARAKTERISTIKE PROMJENA NAČINA KORIŠTENJA POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U BOSNI I HERCEGOVINI*

Melisa Ljuša¹, Hamid Čustović¹

Originalan naučni rad – *Original scientific paper*

Rezime

Zemljište u BiH izloženo je raznim oblicima oštećenja, uništavanja i gubitaka, a prema literaturi od 1977. godine koristi se podatak o prosječnom gubitku zemljišta od 3.000 ha/god.

Ova disertacija predstavlja rezultate istraživanja koje je prvenstveno imalo za cilj analizu trendova i karakteristika promjena načina korištenja poljoprivrednog zemljišta u BiH, kako bi se utvrdili gubici zemljišta, analizu sektorskih politika, socijalnih, političkih i ekonomskih faktora, te njihov uticaj na način korištenja poljoprivrednog zemljišta i kvalitet podataka o zemljištu. U okviru ovog istraživanja analizirana su tri seta podataka: statistički podaci (1961-1991), katastarska evidencija (1973-1991) i CORINE podaci o promjenama na zemljišnom pokrivaču (2000-2012).

Utvrđeni su trendovi i karakteristike promjena poljoprivrednih površina po kategorijama korištenja, kao i oraničnih površina po načinu korištenja. Kroz analizu podataka, društveno-ekonomskog razvoja, katastarske evidencije, politika prostornog planiranja, deagrarizacije prostora, te zemljišnih i poljoprivrednih politika, istraživanje je pokazalo da prosječni gubici zemljišta nisu bili linearni (3.000 ha/god). Utvrđena je značajna korelacija promjena površina po svim kategorijama korištenja sa kvalitetom i obimom prostornih komponenti, karakteristikama društveno-ekonomskog razvoja i sektorskih politika, kao i odnosa društva prema ovom resursu. Komparativnom analizom podataka utvrđen je nesklad u podacima, te identifikovani osnovni razlozi koji su doveli do istih.

Ključne riječi: poljoprivredno zemljište, trajni i privremeni gubici zemljišta, način korištenja zemljišta, zapušteno zemljište, zemljišni pokrivač, CORINE, GIS, društveno-ekonomski razvoj, katastar, prostorno planiranje, deagrarizacija, zemljišna i poljoprivredna politika, monitoring

UVOD

Zemljište ili tlo je osnovni, teško obnovljivi i ograničen resurs od prvorazrednog nacionalnog interesa. Posljednjih decenija uočen je stalno rastući pritisak na zemljište od strane brojnih korisnika izvan sfere poljoprivrede što neminovno dovodi do trajnog

* Izvod iz doktorske disertacije

¹ Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerziteta u Sarajevu, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo
Korespondencija: Melisa Ljuša, m.ljusa@ppf.unsa.ba

i/ili privremenog isključenja zemljišta za poljoprivredne svrhe. Međutim, različiti oblici degradacije zemljišta nisu samo problem u svijetu već jedan od gorućih problema u Bosni i Hercegovini (BiH). Tako se u BiH, prema procjenama, godišnje gube ogromne površine poljoprivrednog zemljišta od oko 3.000 ha (Resulović, 1977-2010).

BiH je prošla kroz nekoliko faza društveno-ekonomskog razvoja i svaka od njih je ostavila traga na način korištenja poljoprivrednog zemljišta. Deagrarizacija, promjena socijalne strukture, migracija selo-grad, smanjenje agrarne, a negdje i opće naseljenosti, unošenje mnogih urbanih elemenata i porast životnog standarda glavni su faktori koji su uveliko izmijenili ruralna područja i selo u BiH. Zapušteno zemljište bilo je, uglavnom, rezultat deagrarizacije stanovništva.

Šezdesetih godina prošlog vijeka, prostorno planiranje postaje društvena aktivnost i doživljava izuzetan razvoj. Sedamdesetih godina započinje snažan razvoj industrije koji ostavlja velike posljedice na trajne i privremene gubitke zemljišta u BiH. Osamdesetih godina uslijedili su veliki pritisci legalne i nelegalne izgradnje, uglavnom na najkvalitetnijem poljoprivrednom zemljištu. Također u ovom periodu urađen je najveći broj prostornih planova različitih nivoa i najviši prostorno-planski dokument "Prostorni plan Socijalističke Republike Bosne i Hercegovine", donesen u januaru 1982. godine. Osamdesetih godina, u okviru planiranog razvoja poljoprivrede, izvršena je određena proizvodna rejonizacija, data orijentacija u proizvodnji hrane, te planirane mjere okrupnjavanja posjeda, komasacije, hidromelioracije, zaštite, kao i izrada detaljnih razvojnih planova. Ipak, kasniji razvoj pokazao je da se ove mjere u oblasti poljoprivrede nisu provodile nego su se pojačali negativni trendovi iz perioda 1961-1980. godina (Bublin, 2004).

Ipak, najznačajnije promjene u načinu korištenja zemljišta desile su se tokom agresije na BiH od 1992. do 1995. godine, te u periodu obnove zemlje. Ove promjene se ogledaju u trajnom gubitku zemljišta, promjeni njegove namjene, kao i na tržište zemljištem. Jedan od glavnih uzroka ovih promjena jeste migracija stanovništva (prema procjeni Ministarstva za ljudska prava i izbjeglice BiH (2005), iz svojih prijeratnih domova pokrenuto je oko 2,2 miliona osoba) posebno iz ruralnih u urbana područja, što je doprinijelo pojačanom procesu urbanizacije, te korištenju poljoprivrednog zemljišta, često najkvalitetnijeg, za izgradnju.

Ovi negativni trendovi su i danas aktuelni, jer nisu razvijeni instrumenti upravljanja zemljištem niti razvoja poljoprivrede na svim administrativnim nivoima. Sistem praćenja promjena u načinu korištenja zemljišta, posebno poljoprivrednog, nije uspostavljen. Obzirom da je BiH još uvijek u procesu tranzicije također steklo se pogrešno uvjerenje da je poljoprivredno zemljište obilno i jeftino dobro što ostavlja dovoljno prostora za manipulaciju ovim resursom, te mogućnosti nelegalnog bogaćenja i korupcije (Čustović i sar., 2013a). Dodatno, uzroke neracionalnog korištenja zemljišta možemo naći i u nedostatku planskih rješenja (pokrivenosti sa prostornim planovima) koja se odnose na korištenje zemljišta i odgovarajućih operativnih evidencija vezanih za katastar i poresku politiku, odnosno upravljanje zemljištem (Bublin, 2004).

Danas javni registri uglavnom ne prikazuju aktuelno stanje i javne administracije na svim nivoima ne posjeduju ažurne prostorne podatke koji se koriste pri donošenju odluka, posebno sektori nadležni za planiranje korištenja zemljišta. Veliki dio promjena u prostoru nakon 1992. godine nije evidentiran. Razvoj općinskog, lokalnog nivoa i oporezivanje vlasništva nije u funkciji zbog ogromnog broja nejasnih prava vlasništva i nezakonite izgradnje, kombinovane sa neprikladnim administrativnim procedurama (EU, 2006). Dodatno, analiza zakonske regulative koja tretira pitanja zemljišta, zatim analiza prostornih planova i metodologije planiranja, kao i pojedinih studija korištenja zemljišta, ukazuju na neka bitna pitanja koja treba u rješavati u BiH. Osnovna pitanja vezana su za neophodnost kodifikacije zakonskih propisa sa stanovišta zaštite i korištenja zemljišta, potrebe usklađivanja evidencije o zemljištu između statistike i geodetskih službi, te formiranja jedinstvenog zemljišnog informacionog sistema (Bublin, 2004). Obzirom da je BiH na putu pridruživanja Evropskoj uniji (EU), pitanje korištenja zemljišta, u prvom redu poljoprivrednog, kao i pitanja monitoringa istog, te ruralnog razvoja i zaštite okoliša zasigurno će se u bliskoj budućnosti postaviti kao prioritet za rješavanje.

U kontekstu navedene problematike i problema istraživanja, definisana je osnovna hipoteza ovog istraživanja:

Promjene u načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta u BiH su pod uticajem privrednog i društveno-ekonomskog razvoja zemlje, te sektorskih politika. Obzirom da taj uticaj nije isti, te da zavisi od kvaliteta i obima prostornih komponenti koje je moguće staviti u funkciju razvoja, stepena dostignutog društveno-ekonomskog razvoja, te kako će se društvo opredijeliti da svoj razvoj veže za vlastite resurse, gubici zemljišta ne mogu biti linearni i jednaki za svaku godinu, u različitim historijskim epohama razvoja zemlje.

MATERIJAL I METODE RADA

Katastarska evidencija kao izvor podataka

Osnovni izvor podataka za period 1973-1983. godina čine podaci Republičke uprave za geodetske i imovinsko-pravne poslove Sarajevo, odnosno podaci iz Spiskova statističkih podataka za površine, katastarski prihod, broj domaćinstava, parcela i posjedovnih listova po sektorima. Podacima nekadašnje Republičke uprave za geodetske i imovinsko-pravne poslove sada raspolaže Arhiv BiH u kojem su podaci i dostupni. Obzirom da podaci iz 1991. godine, kojima raspolaže Arhiv BiH, nisu do kraja obrađeni, odnosno postoji veliki nesklad u pojedinačnim podacima po općinama, pa tako i samoj rekapitulaciji ukupne površine BiH, podaci za 1991. godinu dobiveni su od Federalne uprave za geodetske i imovinsko-pravne poslove Sarajevo.

Jedan od glavnih razloga za korištenje ovih podataka sadržan je u Zakonu o premjeru i katastru zemljišta (Sl. list SR BiH, br. 14/78) i Zakonu o premjeru i katastru nekretnina BiH (Sl. listu SR BiH, br. 22/84, a izmjene i dopune Sl. list SR BiH, br. 12/87, 26/90, 36/90).

Član 10. Zakona o premjeru i katastru nekretnina BiH glasi: "Katastar nekretnina služi za privredne, naučne, upravne i statističke potrebe, dokazivanje prava na nekretninama, prostorno i urbanističko planiranje, izradu drugih evidencija o zemljištu i objektima, uređivanje katastarskog prihoda i za druge potrebe državnih organa, preduzeća i drugih pravnih lica i građana".

Statistička evidencija o načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta

U ovom istraživanju korišteni su statistički podaci o poljoprivrednim površinama po kategorijama korištenja, te podaci o oraničnim površinama po načinu korištenja za posmatrani period 1961-1991. godina. Ove podatke su Republičkom zavodu za statistiku Sarajevo, po zahtjevu zavoda, dostavljale općine. Podaci o oraničnim površinama po načinu korištenja, sa fokusom na neobrađene oranice i bašče, bili raspoloživi su za period 1964-1991. godina.

Zemljišni pokrivač prema EU CORINE metodologiji

EU je osamdesetih godina prihvatila i razvila CORINE program. Ideja je bila da se napravi jedinstveni sistem identifikacije i jedinstvena baza podataka o zemljišnom pokrivaču na nivou EU što bi omogućilo inventarizaciju površine Zemlje za upravljanje okolišem. BiH je postala dio ovog programa 1998. godine.

Osnova za pripremu baza podataka o zemljišnom pokrivaču bili su visoko kvalitetni setovi satelitskih snimaka (francuski SPOT-4 i SPOT-5, indijski IRS P6) iz različitog vremenskog perioda (2005, 2006, 2011 i 2012), u razmjeri 1:100.000, precizno geokodirani u *Gauss-Krüger* projekciji. Snimci su načinjeni u TM (eng. *Thematic Mapper*) tehnicima, tokom vegetacionog perioda u 4+1 spektralna kanala. Korištenjem ovih satelita dobila se multitemporalna pokrivenost satelitskim podacima za područje mapiranja što je omogućilo postizanje visoke kvalitete foto-interpretacije, posebno poljoprivrednih područja, te identifikaciju stvarnih promjena na zemljišnom pokrivaču. Osim satelitskih snimaka, kao pomoćni materijal, korišteni su orto-foto snimci i topografske karte.

Osnovni principi primijenjeni tokom interpretacije promjena bili su da se identifikuju promjene: veće od 5 ha, šire od 100 m, da su se dogodile u periodu 2000-2006. i 2006-2012. godina, da su vidljive na satelitskom snimku bez obzira na njihovu poziciju (Büttner i Kosztra, 2006). Kod određivanja klasa zemljišnog pokrivača korištena je standardna CORINE nomenklatura, grupisana u tri nivoa.

CLC baze podataka i promjene na poljoprivrednim površinama pohranjene su u GIS-u.

Socio-ekonomski i društveni pokazatelji

Osim statističkih podataka o zemljištu, korišteni su i statistički pokazatelji o društveno-ekonomskom razvoju. Međutim, najznačajniji korišteni pokazatelji su podaci Popisa stanovništva iz 1961., 1971., 1981. i 1991. godine, te preliminarni rezultati Popisa stanovništva iz 2013. godine. Isti su poslužili za analizu promjene

broja poljoprivrednog stanovništva između popisa 1961-1991. godina, odnosno promjene broja ukupnog stanovništva u periodu 1991-2013. godina.

Obzirom na kompleksnost istraživanja, analizirana je dostupna literatura, dokumentacija, knjige, studije, članci i priručnici koji se odnose na način korištenja zemljišnog prostora, odnosno zemljišta, te povezane politike i faktore koji su predmet ovog istraživanja.

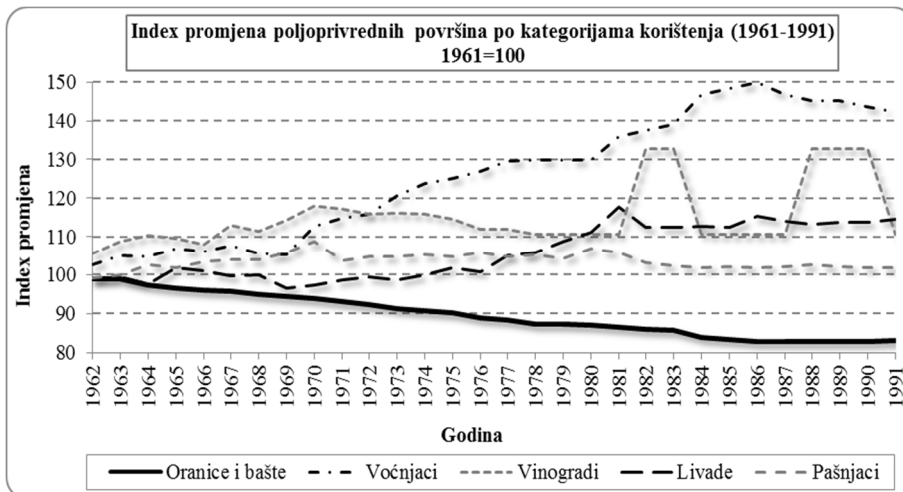
REZULTATI I DISKUSIJA

Analiza statističke evidencije (1961-1991)

Trendovi i karakteristike promjena poljoprivrednih površina

Površina poljoprivrednog zemljišta u BiH, prema statističkoj evidenciji, 1961. godine iznosila je 2.632.222 ha, a 1991. godine 2.531.000 ha.

Index promjena poljoprivrednih površina po kategorijama korištenja (bazna 1961. godina) prikazan je na Grafikonu 1. Index promjena oranica i bašči pokazuje smanjenje ovih površina od -16,88%. Pašnjaci su se prema Indexu promjena povećali za 1,73% na kraju posmatranog tridesetogodišnjeg perioda. Index promjena livada pokazuje značajne oscilacije, uz konstataciju da su se ove površine na kraju posmatranog perioda povećale za 14,49%. Voćnjaci i vinogradi pokazuju povećanje rasta površina u posmatranom periodu, u svim pojedinačnim godinama. Analiza pokazuje da su na kraju posmatranog perioda voćnjaci povećani za 42,15%, a vinogradi za 10,60%.

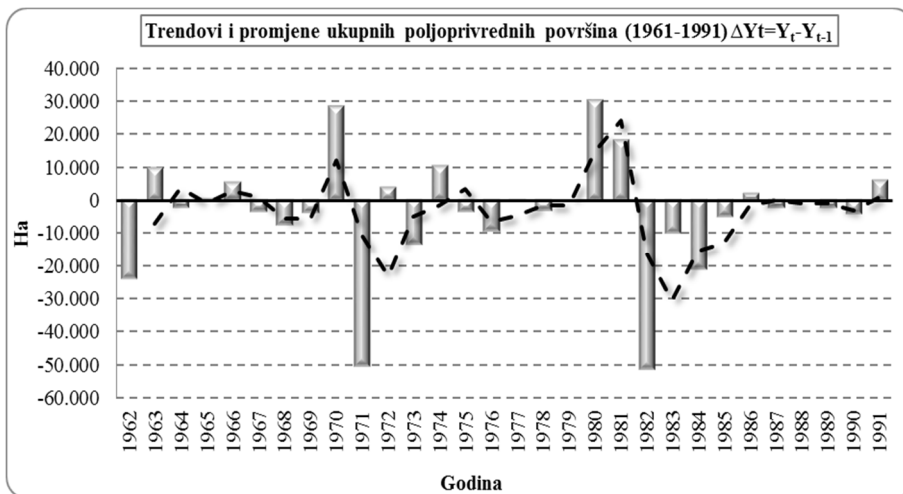


Grafikon 1. Index promjena poljoprivrednih površina po kategorijama korištenja 1961=100

Graph 1. Index of changes in agricultural areas by categories of use 1961=100

Iako sa evidentnim oscilacijama, u posmatranom periodu vidljivo je konstantno smanjivanje poljoprivrednih površina (Grafikon 2.). Ukupno smanjenje u periodu 1961-1991. godina iznosi -101.222 ha poljoprivrednog zemljišta, što daje prosječno smanjenje od -3.374,06 ha/god. Smanjenja su se kretala od -148 ha (1977) do -51.000 ha (1982). Najveća smanjenja evidentirana su 1982. godine (-51.000 ha) i 1971. godine (-49.938 ha). Interesantna je činjenica da 1979. u odnosu na 1978., te 1988. u odnosu na 1987. godinu nisu evidentirane promjene u ukupnim poljoprivrednim površinama.

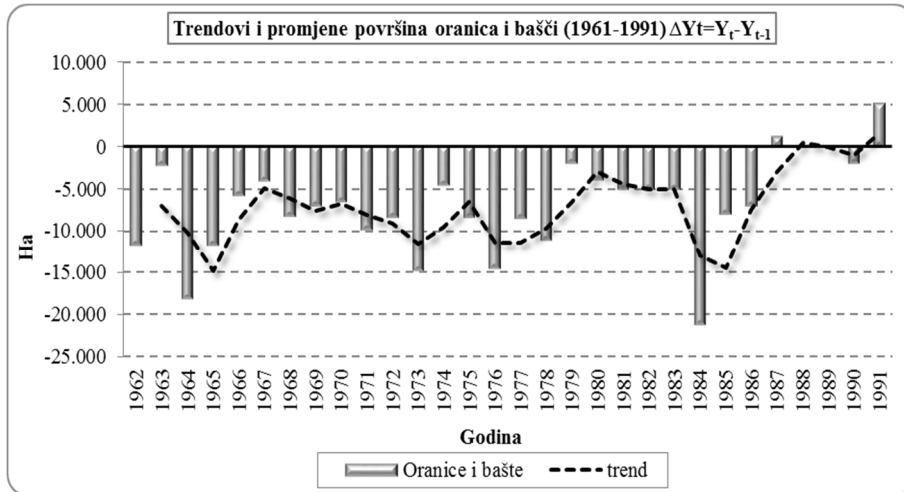
Pored smanjenja, zabilježeno je i povećanje poljoprivrednih površina. Najveće povećanje u iznosu od 30.000 ha zabilježeno je 1980. godine kada je došlo do povećanja površina pod pašnjacima (25.000 ha) i livadama (10.000 ha). Drugo najveće povećanje zabilježeno je 1970. godine kada su se poljoprivredne površine povećale za 28.185 ha, čemu je najviše doprinijelo povećanje pašnjaka od 26.585 ha. Najmanje povećanje evidentirano je 1965. godine u iznosu od 386 ha.



Grafikon 2. Trendovi i promjene ukupnih poljoprivrednih površina 1961-1991. godina
Graph 2. Trends and changes in agricultural areas in period 1961-1991

Trendovi i karakteristike promjena oranica i bašči

Promjene površina oranica i bašči prikazane su na Grafikonu 3. Ukupno smanjenje oranica i bašči u posmatranom periodu iznosi -207.823 ha, dok je prosječno godišnje smanjenje -6.927,43 ha/god. Najveće smanjenje ovih površina zabilježeno je u sljedećim godinama: 1984. (-21.000 ha), 1964. (-17.967 ha), 1973. (-14.689 ha), 1976. (-14.411 ha), 1965. (-11.686 ha), 1962. (-11.649 ha) i 1978. (-11.039 ha). Ostala smanjenja kretala su se u rasponu od -2.000 do -9.764 ha. Promjene površina oranica i bašči nisu registrovane 1988. i 1989. godine, dok je povećanje ovih površina zabilježeno 1987. (1.000 ha) i 1991. godine (5.000 ha).



Grafikon 3. Trendovi i promjene površina oranica i bašči 1961-1991. godina
Graph 3. Trends and changes in arable land in period 1961-1991

Trendovi i karakteristike promjena voćnjaka

Najveće povećanje voćnjaka od 5.000 ha zabilježeno je 1984. godine. Značajno je i povećanje u godinama: 1970. (4.755 ha), 1981. (4.000 ha) i 1973. godina (3.210 ha). Pored povećanja, u osam godina posmatranog perioda, registrovano je i smanjenje površina pod voćnjacima. Tako je najveće smanjenje zabilježeno 1987. godine kada je površina pod voćnjacima smanjena za -2.000 ha. Najmanje smanjenje zabilježeno je 1964. godine, u odnosu na 1963. godinu, u iznosu od -76 ha. Prema statističkim podacima, stanje površina pod voćnjacima ostalo je nepromijenjeno 1979., 1980. i 1989. godine, u odnosu na 1978., 1979. i 1988. godinu.

Trendovi i karakteristike promjena vinograda

Ukupno povećanje vinograda u posmatranom periodu iznosi 479 ha ili 16 ha/god. Simbolična povećanja vinograda od 12 ha i 73 ha registrovana su 1973. i 1964. godine. Povećanje od 125 do 248 ha zabilježeno je 1962., 1963., 1967., 1969. i 1970. godine. Ipak, 1982. i 1988. godine došlo je do povećanja vinograda od 1.000 ha. Također registrovano je i smanjenje vinograda od -9 ha (1977) do -1.000 ha (1984. i 1991.). U periodu 1979-1981., 1983., 1985-1987., te 1989-1990. godina, prema statističkim podacima, nije bilo promjena površina pod vinogradima.

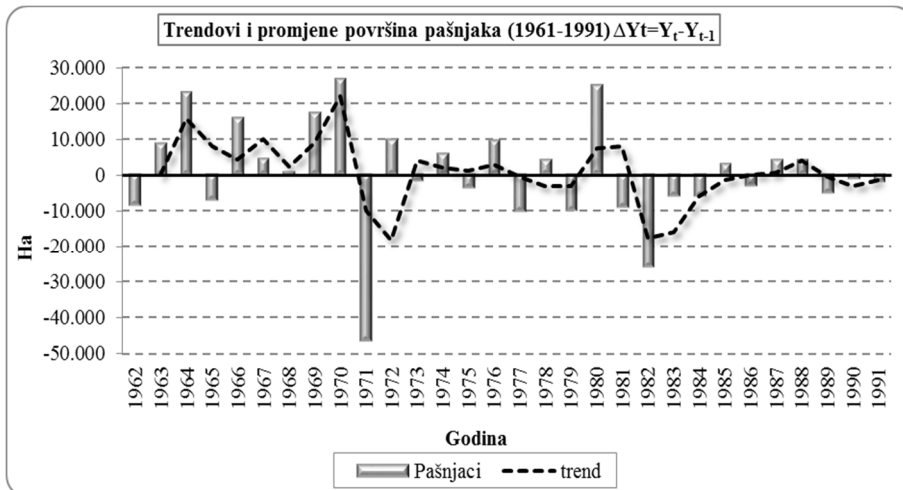
Trendovi i karakteristike promjena livada

U strukturi promjena livada dominira povećanje ovih površina, ali se uočava i smanjenje koje je evidentirano u dvanaest godina posmatranog perioda. Povećanje površina pod livadama kreće se od 1.785 ha (1968) do 27.000 ha (1981). Najveće povećanje zabilježeno je u sljedećim godinama: 1981. (27.000 ha), 1965. (18.062 ha), 1977. (16.495 ha), 1979. (12.000 ha), 1986. (11.000 ha) i 1980. godina (10.000 ha). Smanjenje livada kreće se od -1.000 do -21.000 ha. Najmanje smanjenje evidentirano

je 1983. i 1985. godine, dok je najveće smanjenje evidentirano 1982. godine u iznosu od -21.000 ha. Prema podacima, površina livada 1990., u odnosu na 1989. godinu, ostala je ista (468.000 ha).

Trendovi i karakteristike promjena pašnjaka

Promjene u površinama pašnjaka prikazane su na Grafikonu 4. Ukupno povećanje pašnjaka u posmatranom periodu iznosi 15.846 ha što predstavlja prosječno povećanje od 528,20 ha/god. Posmatrano po godinama, najveća smanjenja evidentirana su 1971. (-46.552 ha), 1982. (-26.000 ha), 1977. (-10.159 ha) i 1979. godine (-10.000 ha). Najmanje smanjenje u iznosu od -1.000 ha zabilježeno je 1990. godine. Najveće povećanje pašnjačkih površina zabilježeno je 1970. (26.585 ha), 1980. (25.000 ha), 1964. (23.015 ha), 1969. (17.291 ha) i 1966. godine (15.674 ha). Pašnjaci su najmanje povećani 1968., u odnosu na 1967. godinu, i to za 697 ha.



Grafikon 4. Trendovi i promjene površina pašnjaka 1961-1991. godina
Graph 4. Trends and changes in pasture land in period 1961-1991

Trendovi i karakteristike promjena oraničnih površina po načinu korištenja

Kako su se mijenjale poljoprivredne površine u posmatranom tridesetogodišnjem periodu, očekivano, mijenjale su se i oranične i zasijane površine. U posmatranom periodu zasijana površina smanjena je za -259.133 ha.

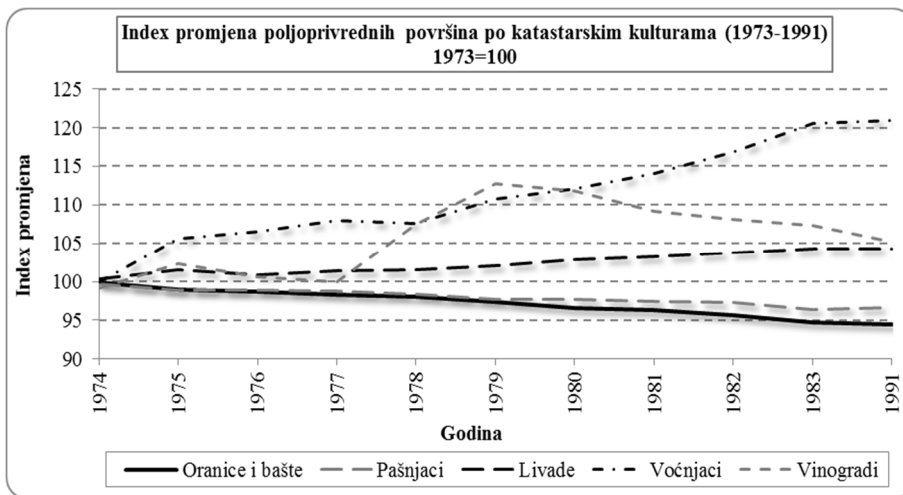
U okviru strukture oraničnih površina po načinu korištenja pažnja je usmjerena na površine neobrađenih oranica i bašči. Najmanje registrovane površine neobrađenih oranica i bašči evidentirane su 1966. godine kada su iznosile 48.528 ha. Najveće površine istih evidentirane su 1980. godine u ukupnom iznosu od 218.171 ha. Posmatrano po godinama, postoje značajne oscilacije u pogledu promjena ovih površina. Tako je 1980., u odnosu na 1979. godinu, došlo do povećanja u iznosu od 68.099 ha, što je i najveće povećanje u posmatranom periodu. Najveće smanjenje

neobrađenih oranica i bašči u iznosu od -37.951 ha zabilježeno je 1966., u odnosu na 1965. godinu.

Analiza katastarske evidencije (1973-1991)

Trendovi i karakteristike promjena poljoprivrednih površina

Ukupna površina poljoprivrednog zemljišta kreće se od 2.593.733,27 ha (1973) do 2.535.547,66 ha (1991). Iako sa evidentnim oscilacijama, vidljivo je konstantno smanjivanje poljoprivrednih površina koje su se, na kraju posmatranog perioda, smanjile za -58.186,11 ha ili za -3.232,56 ha/god. Smanjenje poljoprivrednih površina kreće se od -2.318,99 ha (1977) do -13.739,32 ha (1983). Međutim, smanjenje u periodu 1973-1983. godina iznosi -58.535,99 ha ili -5.853,6 ha/god. Od 1983. do 1991. godine površine poljoprivrednog zemljišta povećane su za 350,38 ha. Index promjena katastarskih kultura jasno prikazuje trend smanjenja površina oranica i bašči (-5,41%), kao i pašnjaka (-3,44%), te povećanje površina voćnjaka (20,95%), vinograda (5,08%) i livada (4,27%) (Grafikon 5.).



Grafikon 5. Index promjena oraničnih površina po načinu korištenja 1961=100
Graph 5. Index of changes in arable land by categories of use 1961=100

Trendovi i karakteristike promjena oranica i bašči

Ukupno smanjenje oranica i bašči u posmatranom periodu iznosi -62.931,46 ha, dok je prosječno godišnje smanjenje -3.496,19 ha/god. Prosječno smanjenje oranica i bašči u periodu 1973-1983. godina iznosi 6.200,28 ha/god. Najveće smanjenje ovih površina desilo se u sljedećim godinama: 1983. (-11.753,90 ha), 1975. (-10.801,90 ha), 1979. (-8.740,94 ha), 1980. (-8.303,46 ha) i 1982. godine (-6.832,18 ha). Promjene u svim drugim godinama bile su ispod 5.000 ha. Ipak, ovdje treba uočiti smanjenje od samo -928,63 ha u periodu 1983-1991. godina.

Trendovi i karakteristike promjena voćnjaka

Ukupno povećanje voćnjaka u posmatranom periodu iznosi 17.041,16 ha, što je u prosjeku godišnje povećanje od 946,73 ha/god. Prosječno povećanje voćnjaka u periodu 1973-1983. godina iznosi 1.670,89 ha/god. Najveće povećanje voćnjaka od 4.554,73 ha zabilježeno je 1974. godine. Značajno je i povećanje u godinama: 1983. (3.022,18 ha), 1979. (2.605,66 ha) i 1982. godina (2.268,88 ha). Najmanje povećanje od 332,21 ha uočeno je 1991. godine. Iako u strukturi promjena dominira povećanje površina pod voćnjacima, evidentno je i smanjenje istih 1974. i 1978. godine od -38,24, odnosno -257,45 ha.

Trendovi i karakteristike promjena vinograda

Ukupno povećanje vinograda u posmatranom periodu iznosi 218,88 ha. Povećanje vinograda u periodu 1973-1983. godina iznosi 315,12 ha. Najveća povećanja vinograda od 324,50 ha, odnosno od 227,46 ha evidentirana su 1978., odnosno 1979. godine. Smanjenje ovih površina kreće se od -28,20 (1977) do -112,81 ha (1981).

Trendovi i karakteristike promjena livada

Ukupno povećanje livada u posmatranom periodu iznosi 18.695,52 ha, dok je prosječno godišnje povećanje 1.038,64 ha/god. Prosječno povećanje livada u periodu 1973-1983. godina iznosi 1.875,75 ha/god. U strukturi promjena dominira povećanje livada, iako je 1976. i 1991. godine uočeno smanjenje površina od -3.091,74 ha, odnosno -61,54 ha. Livade su 1975., u odnosu na 1974. godinu, povećane za 5.376,75 ha. Značajno je i povećanje površina u sljedećim godinama: 1980. (3.340,22 ha), 1979. (2.791,22 ha), 1983. (2.489,51 ha) i 1977. godine (2.118,14 ha). Najmanje povećanje od 437,57 ha uočeno je 1978. godine.

Trendovi i karakteristike promjena pašnjaka

Ukupno smanjenje pašnjaka u posmatranom periodu iznosi -31.210,21 ha, dok je prosječno godišnje smanjenje -1.733,90 ha/god. Prosječno smanjenje pašnjaka u periodu 1973-1983. godina iznosi -3.231,48 ha/god. Najveće smanjenje pašnjaka u iznosu od -7.460,38 ha evidentirano je 1983., a najmanje 1976. godine od samo -405,49 ha. Površine pod pašnjacima povećane su 1980. i 1991. godine za 668,88 ha, odnosno 1.104,58 ha.

Analiza podataka o pokrivenosti i načinu korištenja poljoprivrednih područja u Bosni i Hercegovini (CORINE 2000-2012)

Promjene zemljišnog pokrivača u Bosni i Hercegovini u periodu 2000-2012. godina
CORINE 2012 u BiH karakteriše 33 od 44 klase CORINE nomenklature².

² Klase zemljišnog pokrivača značajne za ovaj rad: 112- Nepovezana gradska područja, 121- Industrijska i trgovačka područja, 122- Cestovna i željeznička mreža, 124- Zračne luke, 131- Mjesta iskorištavanja mineralnih sirovina, 132- Odlagališta otpada, 133- Gradilišta, 142- Sportsko-rekreacione površine, 211- Nenavodnjavane oranice, 212- Navodnjavane oranice,

Prema podacima iz CLC 2012 baze podataka evidentno je da u BiH dominira kategorija šumska vegetacija i druge prirodne površine i to sa procentualnim učešćem od 62,90%. Druga kategorija po udjelu je kategorija poljoprivredna područja sa procentualnim učešćem od 34,74%. Ostatak površina od 2,26% pripada kategorijama umjetne površine (1,57%), vodene površine (0,10%), te kategoriji vlažna područja (0,69%).

U okviru najveće skupne kategorije šumska vegetacija i druge prirodne površine, koje zauzimaju 3.221.669,34 ha, najzastupljenija je šuma i to sa 72,27%. Nadalje, kategorijom šume dominira klasa listopadna šumska vegetacija sa procentualnom zastupljenošću od 50,44%, posmatrano po ukupnoj površini zemlje.

Poljoprivredna područja zauzimaju površinu od 1.779.169,38 ha. Skupna kategorija koja predstavlja intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju (nenavodnjavane oranice, navodnjavane oranice, vinogradi, voćnjaci) u poljoprivrednom zemljištu učestvuje samo 10,92% (194.301,40 ha), dok ostatak od 89,08% (1.584.867,98 ha) otpada na sljedeće klase: pašnjaci, grupe obradivih parcela i poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova. U skupnoj kategoriji intenzivne poljoprivredne proizvodnje najveći udio od 94,71% imaju nenavodnjavane oranice. Ipak, najveći udio u poljoprivrednom zemljištu od 40,45% ima klasa grupe obradivih parcela koja predstavlja usitnjene poljoprivredne površine pod različitim usjevima. Druga po zastupljenosti (29,49%) je klasa poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova koja predstavlja usitnjene poljoprivredne površine s različitim usjevima između kojih su mozaično raspoređene površine pokrivene prirodnom vegetacijom. Pašnjaci su također vrlo značajna klasa koja u strukturi poljoprivrednih površina učestvuje sa 19,14%.

U skupnoj kategoriji umjetne površine, koja zauzima 80.258,47 ha, dominira klasa gradska područja sa 76,50%, a u okviru iste najzastupljenija su nepovezana gradska područja koja zauzimaju površinu od 61.185,05 ha ili 1,19% posmatrano po ukupnoj površini zemlje.

Vlažna područja zauzimaju 5.346,79 ha ili 0,10% od ukupne površine zemlje. U strukturi skupne kategorije vodene površine, koja zauzima 35.327,05 ha, dominira klasa kopnene vode sa 95,98%.

Promjene zemljišnog pokrivača u periodu 2000-2012. godina raspoređene su po čitavoj teritoriji BiH. Ukupna površina BiH koja je pretrpjela promjene na svom pokrivaču (prelazak jedne klase u drugu) iznosi 67.672,05 ha (5.639,33 ha/god) ili 1,32% ukupne površine BiH.

221- Vinogradi, 222- Voćnjaci, 231- Pašnjaci, 242- Grupe obradivih parcela, 243- Poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova, 311- Listopadna šumska vegetacija, 313- Mješovita listopadna i četinarska šumska vegetacija, 321- Prirodni travnjaci, 323- Kserotermna vegetacija, 324- Sukcesija šumske vegetacije. 331- Plaže, dine i pijesci, 411- Kopnene močvare, 511- Vodotoci, 512- Vodna tijela

Trendovi i karakteristike promjena pokrivenosti i načina korištenja poljoprivrednih područja u periodu 2000-2012. godina

U svrhu analize promjena većih od 5 ha na poljoprivrednim površina korištena je matrica promjena koja pokazuje šta se stvarno dogodilo s pojedinom kategorijom zemljišnog pokrivača, odnosno kolika površina je u posmatranom periodu izašla iz te kategorije i kolika je površina istovremeno ušla u tu kategoriju.

Analizom matrice evidentno je da promjene vezane za poljoprivredne površine iznose 19.241,53 ha što je 28,43% od ukupno evidentiranih promjena na zemljišnom pokrivaču. Od navedene brojke povećanje poljoprivrednih površina iznosi 2.102,81 ha, dok smanjenje poljoprivrednih površina iznosi -11.323,54 ha. Međutim, u kontekstu promjena na ovim površinama neophodno je naglasiti da je 5.815,19 ha prešlo iz jedne poljoprivredne klase u drugu. Trend smanjena jasno ukazuje na prenamjenu poljoprivrednih u umjetne površine (-8.658,45 ha), zapuštanje poljoprivrednog zemljišta i prelazak u šumske površine (-2.329,47 ha), te vodne površine (318,70 ha).

Obzirom na karakteristike promjena, u nastavku su pojedinačno analizirane tri osnovne grupe promjena: povećanje površina poljoprivrednih područja, smanjenje površina poljoprivrednih područja i promjene površina unutar poljoprivrednih područja.

Povećanje površina poljoprivrednih područja

U periodu 2000-2012. godina, ukupno povećanje površina poljoprivrednih područja iznosi 2.102,81 ha što je 10,93% u strukturi ukupnih promjena na poljoprivrednim površinama. Analizom matrice evidentno je da se udio ovih promjena odnosi na prelazak šumske vegetacije i drugih prirodnih površina (37,19%), umjetnih površina (30,19%), vlažnih područja (12,85%), te kategorije vodenih površina (19,78%) u poljoprivredna područja.

U posmatranom periodu vidljivi su različiti trendovi u povećanju poljoprivrednih površina. Tako je u periodu 2000-2006. godina evidentirano ukupno povećanje ovih površina od 554,40 ha (92,40 ha/god). U strukturi povećanja najviše su se povećale klase pašnjaci (184,58 ha), poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova (155,81 ha) i nenavodnjavane oranice (110,40 ha). Isto tako, povećane su klase voćnjaci (52,98 ha) i grupe obradivih parcela (50,63 ha). U periodu 2006-2012. godina došlo je do značajnijeg povećanja poljoprivrednih područja u iznosu od 1.548,40 ha (258,06 ha/god). Najveća povećanja evidentirana su kod klasa nenavodnjavane oranice od 624,80 ha i pašnjaci u iznosu 504,06 ha. Voćnjaci su povećani za 173,67 ha, vinogradi za 200,43 ha i poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova za 45,45 ha.

Povećanje poljoprivrednih površina evidentirano je u dvadeset šest općina.

Smanjenje površina poljoprivrednih područja

Ukupno smanjenje površina pod poljoprivredom iznosi -11.323,54 ha (943,63 ha/god).

Prenamjenom je obuhvaćena velika površina poljoprivrednog zemljišta, pri čemu su najveće promjene zabilježene kod prelaska klase 242 (grupe obradivih parcela) u druge klase i ista u strukturi smanjenja poljoprivrednih područja čini 43,65% (-4.942,98 ha). Značajno smanjenje površina uočeno je i kod prelaska sljedećih klasa u druge klase: 243 (poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova) -2.505,29 ha (-22,12%), 211 (nenavodnjavane oranice) -1.722,98 ha (-15,22%) i 231 (pašnjaci) -1.643,08 ha (-14,51%). Najmanje promjene (509,20 ha ili 4,50%) zabilježene su kod sljedećih klasa: 221 (vinogradi), 222 (voćnjaci) i 212 navodnjavane oranice.

Rekapitulacijom površina evidentno je da je najznačajnija prenamjena poljoprivrednih površina u periodu 2000-2012. godina prelazak istih u naselja, te širenje privrednih i objekata infrastrukture. Evidentno je da 53,71% od ukupnog smanjenja poljoprivrednih površina otpada na prelazak u klasu 112 (nepovezana gradska područja). U ovom slučaju radi se o smanjenju poljoprivrednih površina u iznosu od -6.081,42 ha. Iako su ove promjene zahvatile skoro sve poljoprivredne klase, najizraženije su kod klase 242 (grupe obradivih parcela) i iznose -3.757,59 ha, te klase 211 (nenavodnjavane oranice) u iznosu od -1.242,00 ha.

Zapuštenost poljoprivrednog zemljišta, odnosno prelazak u klasu 324 (sukcesija šumske vegetacije) značajan je proces koji se odvija u BiH. U ovu klasu ukupno je prešlo 1.898,03 ha zemljišta, pri čemu je najveći gubitak pašnjaka od 853,79 ha. Smanjenje poljoprivrednih područja u sve ostale klase (121, 121, 122, 124, 131, 132, 133, 142, 321, 311, 313, 321, 331, 411, 511, 512) kreće se od 0,06-12,11% u strukturi smanjenja poljoprivrednih područja.

Posmatrano po površinama, zaključujemo da su se najviše smanjile grupe obradivih parcela (-4.942,98 ha), poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova (-2.505,29 ha), nenavodnjavane oranice (-1.722,98 ha), pašnjaci (-1.643,08 ha), vinogradi (-312,53 ha), voćnjaci (-142,19 ha) i navodnjavane oranice (-54,48 ha).

U posmatranom periodu vidljivi su različiti trendovi u smanjenju poljoprivrednih područja. Tako je u periodu 2000-2006. godina evidentirano ukupno smanjenje ovih površina od -9.326,62 ha (-1.554,43 ha/god).

U strukturi promjena dominira prelazak poljoprivrednih područja u skupnu kategoriju umjetne površine u ukupnom iznosu od 7.456,65 ha ili 79,95%. Površina od 1.599,62 ha (17,15%) poljoprivrednih područja prešla je u šumske površine, dok je 270,35 ha (2,90%) prešlo u vodne površine. Analiza pokazuje da su se u posmatranom periodu najviše smanjile površine grupe obradivih parcela i to za 4.398,50 ha.

Druga promjena po zastupljenosti je smanjenje klase 243 (poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova) za -1.763,66 ha, zatim slijedi smanjenje klase 211 (nenavodnjavane oranice) za -1.548,22 ha i pašnjaka za -1.161,52 ha. Najmanje promjene su vidljive kod smanjenja vinograda za -312,53 ha i voćnjaka za -142,19 ha. U okviru ovih promjena treba izdvojiti prelazak poljoprivrednih područja u sukcesiju šumske vegetacije u iznosu od 1.168,18 ha što je 12,53% u

strukturi ukupnih promjena. U ovu klasu najviše je prešlo pašnjaka (559,28 ha), vinograda (258,51 ha), zatim površina sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova (203,52 ha), te vinograda u iznosu 121,35 ha. Najmanja promjena je evidentirana kod prelaska klase 211 (nenavodnjavane oranice) u sukcesiju u iznosu od 14,05 ha i klase 242 (grupe obradivih parcela) u iznosu 11,48 ha.

Analiza za period 2006-2012. godina pokazuje drugačije pritiske na poljoprivredno zemljište. Tako ukupne prenamijenjene površine poljoprivrednog zemljišta iznose 1.996,91 ha (332,82 ha/god), od toga je 1.201,80 ha (60,18%) prešlo u skupnu kategoriju umjetne površine, 729,84 ha (36,55%) u sukcesiju šumske vegetacije, te 16,85 ha (2,42%) u kopnene močvare i na kraju 48,42 ha (2,42%) u vodotoke. Analiza pokazuje da su se tokom ovog posmatranog perioda najviše smanjila poljoprivredna područja sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova i to za 741,63 ha, grupe obradivih parcela za 544,48, te pašnjaci za 481,57 ha. Značajno su također smanjene površine nenavodnjavanih oranica (174,76 ha), dok je najmanja evidentirana promjena kod prenamjene navodnjavanih oranica (54,48 ha).

Promjene površina unutar poljoprivrednih područja

Pored smanjenja i povećanja poljoprivrednih područja, u posmatranom periodu desio se i proces prelaska jedne poljoprivredne klase u drugu u ukupnom iznosu od 5.815,19 ha (484,60 ha/god). Najznačajnije promjene 3.717,93 ha ili 63,93% u strukturi ovih promjena odnose se na prelazak pašnjaka u sljedeće klase: 211 (nenavodnjavane oranice) 939,42 ha, 221 (vinogradi) 26,05 ha, 242 (grupe obradivih parcela) 2.650,13 ha i 243 (poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova) 102,33 ha. Promjena klase nenavodnjavane oranice (211) u strukturi promjena iznosi 305,03 ha ili 5,25%, voćnjaci (222) 281,62 ha ili 4,84%, grupe obradivih parcela (242) 526,63 ha ili 9,06% i poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova (243) 983,98 ha ili 16,92%.

Rekapitulacijom površina, evidentno je da su se najviše povećale grupe obradivih parcela (242) i to za 3.245,86 ha, te nenavodnjavane oranice (211) za 1.267,99 ha. Voćnjaci (222) su povećani za 872,13 ha, vinogradi (221) za 175,38 ha, te poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova (243) za 109,64 ha. Ovi podaci govore o intenziviranju poljoprivrede u nekim područjima.

I u ovom slučaju, trendovi promjena na poljoprivrednim površinama su različiti. U periodu 2000-2006. godina, 4.571,65 ha (761,94 ha/god) promijenilo je svoju klasu. Pri tome, 79,75% promjena odnosi se na prelazak pašnjaka u neku drugu poljoprivrednu klasu. U posmatranom periodu najviše se povećala klasa 242 (grupe obradivih parcela) i to za 3.100,27 ha, te klasa 211 (nenavodnjavane oranice) za 1.199,85 ha. U periodu 2006-2012. godina, promjene unutar poljoprivrednih područja iznose 1.243,55 ha (207,26 ha/god). Najizraženija promjena je prelazak klase 243 (poljoprivredne površine sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova) u druge klase u iznosu od 711,87 ha. Promjene su vidljive i kod klase 242 (grupe obradivih

parcela) u iznosu 293,04 ha, 211 (nenavodnjavane oranice) 166,50 ha i klase 231 (pašnjaci) u iznosu od 72,14 ha. U posmatranom periodu najviše su se povećale površine pod voćnjacima (849,43 ha) i vinogradima (175,38 ha). Ostala povećanja unutar klasa kreću se od 19,88 do 90,67 ha.

Prelazak jedne poljoprivredne klase u drugu poljoprivrednu klasu evidentiran je na površini od 5.815,19 ha, u tridesetri općine BiH.

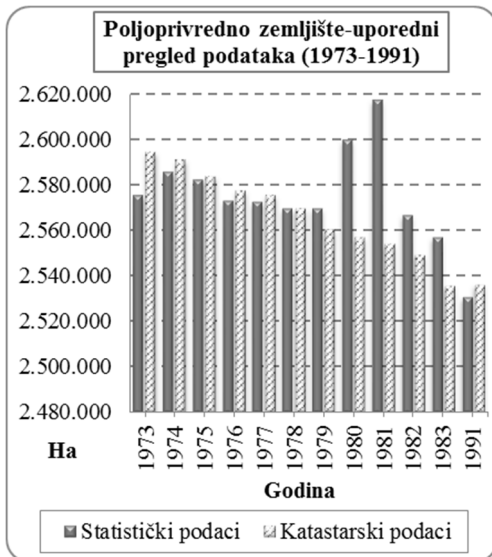
78,59% (4.570,10 ha) promjena desilo se u periodu 2000-2006. godina. U periodu 2006-2012. godina, promjene unutar poljoprivrednih područja registrovane su samo na površini od 1.243,5 ha.

Komparativna analiza podataka

Komparativna analiza podataka o zemljištu do 1991. godine

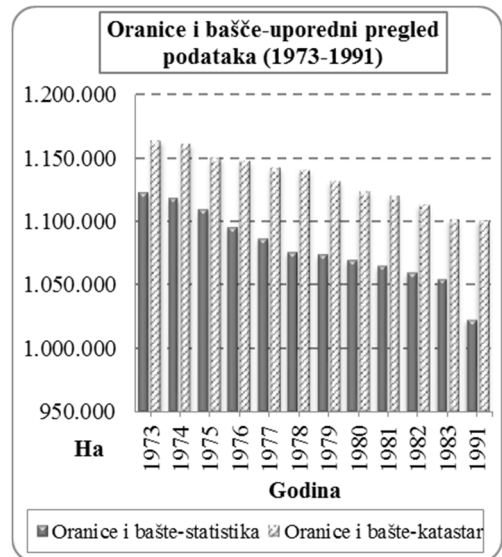
Razlike između evidencije katastra i zvanične statistike bile su vrlo značajne kod svih kategorija zemljišta, pa čak i kada je riječ o ukupnoj površini teritorije BiH. Dakle, postojala je potreba usklađivanja evidencije o zemljištu između statistike i geodetskih službi (Mulić i Bogučanin, 1983; Bublin, 2004).

Uporedni pregled podataka za ukupno poljoprivredno zemljište i kategoriju oranica i bašči prikazan je na Grafikonima 6. i 7. na kojima se jasno vidi nesklad u podacima. Tako npr. statistička evidencija u odnosu na katastarsku pokazuje da je npr. 1973. godine površina oranica i bašti bila manja za -40.594,17 ha ili da je npr. ukupna poljoprivredna površina 1981. godine prema statistici bila veća za oko 64.000 ha.



Grafikon 6. Komparacija podataka o poljoprivrednom zemljištu

Graph 6. Comparison of agricultural land data



Grafikon 7. Komparacija podataka o oranicama i baštama

Graph 7. Comparison of data on arable land

Komparativna analiza podataka o zemljištu za 2006. i 2012. godinu

Uporedni pregled podataka za ukupno poljoprivredno zemljište prema statističkim podacima i CORINE podacima o pokrivenosti (III nivo nomenklature) prikazani su u Tabeli 1. Iz prikazanih podataka primijetna je značajna razlika u površinama, odnosno poljoprivredno zemljište je prema statističkim podacima veće za 390.480 ha (2006), odnosno za 379.102 ha (2012). Ova razlika je uslovljena kako kvalitetom statističke evidencije koja se zasniva na općinskoj katastarskoj evidenciji (ne ažurnost), tako i razlikama u metodologiji prikupljanja podataka (razmjera) i samom razvrstavanju poljoprivrednog zemljišta na kategorije koje se razlikuje od statističke podjele.

Tabela 1. Razlika između statističkih i CORINE podataka za 2006. i 2012. godinu (ha)
Table 1. Difference between statistical and CORINE data for 2006 and 2012 (ha)

	Statistička evidencija	CORINE III nivo	Razlika
2006	2.170.000	1.779.520	390.480
2012	2.158.271	1.779.169	379.102

Komparativna analiza podataka za Kanton Sarajevo-studija slučaja

U odnosu na državni nivo, situacija je znatno drugačija kada podatke posmatramo na nivou kantona ili općina, kako je to prikazano na primjeru Kantona Sarajevo.

Ukupna površina oranica i bašči za sarajevsku regiju, 1973. godine, bila je za 561 ha veća prema statističkim podacima. Prema podacima iz 1983. godine, ova površina je bila za 3.460 ha veća u katastarskoj evidenciji, odnosno za 2.196 ha prema podacima iz 1991. godine.

U Tabeli 2. prikazani su podaci o poljoprivrednom i izgrađenom zemljištu za općine Kantona Sarajevo za 2010. godinu, i to CORINE podaci o pokrivenosti (IV nivo nomenklature) i podaci katastarske evidencije. Katastarska evidencija pokazuje da poljoprivredno zemljište u Kantonu Sarajevo zauzima površinu od 44.634,7 ha što je za 10.631,2 ha veća površina od one koja je utvrđena analizom pokrivenosti. S druge strane, prema katastru izgrađeno zemljište zauzima površinu od 8.338,0 ha, što je za 4.217,9 ha manja površina od one koja je utvrđena analizom ortofoto snimaka.

Tabela 2. Podaci CORINE (IV nivo) i katastarske evidencije o poljoprivrednom i izgrađenom zemljištu za Kanton Sarajevo (ha)

Table 2. CORINE (IV level) and cadastral data on agricultural and artificial land in Sarajevo Canton (ha)

Općina	CORINE CLC		Katastarska evidencija		Razlika	
	Poljoprivredno zemljište	Izgrađeno zemljište	Poljoprivredno zemljište	Izgrađeno zemljište	Razlika poljoprivredno zemljište	Razlika izgrađeno zemljište
Centar	1.032,06	906,61	1.513,30	665,40	-481,24	241,21
Stari Grad	1.246,87	838,59	1.661,80	649,30	-414,93	189,29
Novi Grad	1.307,39	2.236,52	2.164,00	1.069,90	-856,61	1.166,62
Novo Sarajevo	120,46	728,08	187,30	678,80	-66,84	49,28

Iliđa	2.989,57	2.727,97	4.650,20	1.777,60	-1.660,63	950,37
Ilijaš	7.697,57	1.494,82	7.946,10	1.160,00	-248,53	334,82
Hadžići	7.106,93	1.868,62	8.920,60	1.025,40	-1.813,67	843,22
Vogošća	1.675,90	1.144,20	2.413,10	688,40	-737,20	455,80
Trnovo	10.826,76	610,50	15.178,30	623,20	-4.351,54	-12,70
Ukupno	34.003,51	12.555,90	44.634,70	8.338,00	-10.631,19	4.217,90

Prije Drugog svjetskog rata, BiH je bila izrazito nerazvijena agrarna zemlja. Poljoprivreda je u poslijeratnoj obnovi bila glavna grana privrede. Tada se i postavljaju temelji industrijskog razvoja koji se isključivo vezuju za prirodna bogatstva, odnosno siroviniski potencijal zemlje. Industrija je u tom periodu zapošljavala svega 2% ukupnog stanovništva (Kamberović, 2003). U kontekstu razvoja BiH, prirodni resursi su bili veliki pokretač društveno-ekonomskog razvoja, ali dobra nisu uvijek bila u funkciji efikasnog privrednog razvoja (Golić 1994; Begić K., 2000).

U periodu 1971-1981. godina desilo se najsnažnije prostorno širenje industrije u BiH i to na području Zenice i Tuzle, a kasnije i Velike Kladuše. Tokom društveno-ekonomskog razvoja došlo je do velike izražene upotrebe zemljišta za potrebe industrije i urbanizacije. Prema Resuloviću (1977-2010), a kako se navodi i u dokumentaciji Prostornog plana BiH, u BiH se na godišnjoj osnovi gubi oko 3.000 ha, što je poslije Srbije sa oko 4.000 ha, bilo najviše na prostoru bivše Jugoslavije. Kako navodi Stefanović (1983), za mnoge su ove promjene došle iznenada, konflikti u prostoru i uopšte problemi racionalne organizacije prostora. Praksa u SRBiH pokazuje da se u korištenju prostora industrija ponašala rasipnički i nedomaćinski i da je u izgradnji industrijskih kapaciteta bilo više prisutno horizontalno osvajanje prostora nego vertikalno, što znači da je bila više zastupljena disperzija nego koncentracija objekata na određenom lokalitetu (Golić, 1994). Analize ukazuju da je za potrebe industrije korišteno najkvalitetnije poljoprivredno zemljište. Širenjem stambenih i industrijskih zona nepovratno su se zauzimale velike površine poljoprivrednog zemljišta, dok su saobraćajnice cijepale jedinstvene obradive komplekse čime se umanjivala agrarno proizvodna vrijednosti (Matas, 1987).

Obnavljanje prostornih sadržaja nije pratio intenzitet njegove eksploatacije. Rekultivacija zemljišta bila je skromna, jer tadašnji zakonski propisi nisu dovoljno striktno postavili pred potrošače zemljišta obaveze i rokove za rekultivaciju, u organizacijama nisu postojali razrađeni planovi za izvođenje takvih akcija, službe za izvođenje rekultivacije, a problem su bila i neriješena finansijska pitanja za izvođenje radova i sl.

Loš položaj zemljišta u društveno-ekonomskom razvoju SR BiH bio je izazvan, između ostalog, ograničenim poznavanjem zemljišta, njegovih svojstava i uslova nastanka i razvoja (Jakšić i Burlica, 1983). Bublin (1983), nadalje, ističe da nije postojala praksa redovnog ekonomskog vrednovanja zemljišta. To je uslovalo da se u izgradnji naselja, infrastrukture, rudnih kopova i sl. nije uključivalo zemljište sa odgovarajućom vrijednošću.

Industrijalizacija zemlje pokrenula je snažan proces demografskih kretanja i deagrarizacije. Prelazak radne snage iz agrara u industriju nakon Drugog svjetskog

rata nije bio spontan, već politički organizovan kako bi se oformila brojna radnička klasa kojom bi se prvo ovladalo, a zatim i cijelim društvom (Kamberović, 1991; 1996). Analizirani podaci jasno pokazuju da je stanovništvo bježalo sa sela, te da se poljoprivredno stanovništvo konstatno smanjivalo. Učešće poljoprivrednog u ukupnom stanovništvu 1991. godine, u odnosu na 1961. godinu, smanjeno je za -74,89%, a posebno intenzivno opadanje zabilježeno je u periodu 1971-1981. godina kada je došlo do smanjenja poljoprivrednog stanovništva za -57,83%.

Posljedice deagrarizacije nisu samo promjene u broju i strukturi poljoprivrednog stanovništva, već i transformacija sela, promjene u agrarnoj strukturi, poljoprivrednoj proizvodnji, iskorištavanju zemljišta i promjene u pejzažu. Analizirani podaci pokazuju da je do povećanja neobrađenih oranica i bašči došlo u periodu 1961-1971. godina (54.477 ha), te u periodu 1971-1981. godina (76.240 ha), dok je u periodu 1981-1991. godina došlo do smanjenja neobrađenih oranica i bašči od -25.000 ha, što je rezultat zaokreta u poljoprivrednim i zemljišnim politikama tokom osamdesetih godina.

Kada je riječ o razvoju katastarske evidencije, veliki pomak u kontekstu katastarskih premjera i prelaska sa katastra zemljišta na katastar nekretnina desio se usvajanjem Zakona o premjeru i katastru nekretnina kojeg je Skupština SR BiH donijela u maju 1984. godine. Značaj održavanja katastra ažurnim naglašen je u osnovnim odredbama Zakona, kojim je utvrđena obaveza upisa prava na nekretninama i upisa svih promjena koje se odnose na podatke u katastru. Uzroci neažurnosti evidencije, nekoliko godina nakon donošenja Zakona o premjeru i katastru nekretnina, nisu svestrano i pravilno sagledani prema Lukić i *sar.* (1991). Autori navode da je pogrešna poreska politika uočena kao jedan od uzroka neažurnosti, naglašavajući da umjesto da se mijenja poreska politika, promijenjen je Zakon o evidenciji nekretnina i prava, tako da po novom zakonu prethodno plaćen porez na promet nekretnina više nije bio uslov za upis prava.

U BiH, prostorno planiranje pojavilo se dosta kasno. Promjena svijesti i podizanje kvaliteta prostornog planiranja ostvaruje se donošenjem Zakona o prostornom uređenju 1974. godine i Prostornog plana BiH 1981-2000. godina 1982. godine. Nakon usvajanja Prostornog plana BiH došlo je do izrade prostornih planova općina kojima je orijentacija bila zaštita poljoprivrednog i šumskog zemljišta. Ipak, realizacija politike prostornog uređenja nije se mogla adekvatno sprovoditi usljed nepostojanja zemljišne politike, sistema tržišne valorizacije poljoprivrednog i šumskog zemljišta, permanentnog sistema prostornog planiranja i odgovarajuće organizacije općinskih službi, te mnogih drugih problema koji su ograničavali realizaciju planova. I pored napretka u razvoju politike prostornog planiranja, nelegalna gradnja je bila vrlo izražena, a sankcioniranje iste nije bila redovna praksa. Prostor se tretirao više kao fizičko-distanciona jedinica, a manje kao izraz usaglašenosti ekonomskih, socijalnih, tehnoloških i drugih komponenti razvoja. Evidencija o obimu i prostornom razmještanju bespravne gradnje nije vođena. Kako navodi Borozan (1983), analize objavljene za potrebe Prostornog plana pokazale su da je 1/5 prostora BiH napadnuta gradnjom. Specifičnost prostornog planiranja u SR

BiH odnosi se i na neusklađenost prostornog i ekonomskog planiranja, jer su se planovi društveno-ekonomskog razvoja radili odvojeno, nezavisno od urbanističkih i prostornih planova (Bogunović, 1983; Stefanović, 1983; Golić, 1994). Dodatan problem predstavljale su i loše pripremljene i neažurne geodetske podloge, nekonzistentnost u pravnom sistemu, nedostatak kvalitetnih kadrova i znanja, te njihovo neadekvatno stavljanje u funkciju.

Neuređenost, neracionalno korištenje zemljišta i nedefinisana zemljišna politika spadaju među glavne razloge zaostajanja u poljoprivrednoj proizvodnji BiH, konstatuje se u programu "Uređenje zemljišta" Republičkog Komiteta za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu Sarajevo iz 1986. godine. Ipak, razloge ovakvog položaja trebamo tražiti i u agrarnim reformama, te odnosu tadašnjeg Saveza komunista Jugoslavije prema seljaku što je ostavilo trajne posljedice na stanje u sektoru. Sprovedenim agrarnim reformama 1945. i 1953. godine ukinuti su krupni privatni zemljišni posjedi, a maksimum privatnog zemljišnog posjeda spao je na 10 ha obradive zemlje (Jurišić, 1983; Čustović i Ljuša, 2006). Ovo je stvorilo veliki broj sitnih i srednjih seljačkih gazdinstava s tendencijom daljnjeg usitnjavanja usljed naslijeđivanja. Seljak je bio pod snažnim političkim i ekonomskim pritiskom, jer Savez komunista Jugoslavije nije prihvatio seljaka kao najbrojnijeg i najbližeg saradnika radničke klase, već je u seljaku i njegovoj ekonomiji stalno gledao neprijatelja socijalizma, dok je agrarna politika bila je pogrešna i neuspješna.

Osamdesetih godina dolazi do zaokreta u razvojnim politikama. Jedan od glavnih razloga zaokreta u zemljišnoj politici leži u činjenici da je Prostornim planom BiH za period od 1981. do 2000. godine predviđena potreba za oko 100.000 ha zemljišta za izgradnju na račun poljoprivrednog zemljišta. Tako je formirano društveno opredjeljenje da uređenje, zaštita i racionalno korištenje poljoprivrednog zemljišta treba da bude fundamentalni faktor razvoja bosanskohercegovačkog agroindustrijskog kompleksa. Zacrtna je orijentacija na racionalnije korištenje zemljišta, te uređivanje zemljišta agro i hidromelioracijama, komasacijom i arondacijom. Cilj je bio da se površine pod ugarom do 1985. godine potpuno obrade. Kako bi se oranice stavile u funkciju proizvodnje, cilj je bio da se neobrađene oranice svedu na 92.000 ha (1981. godine površine neobrađenih oranica iznosile su 185.000 ha). Komasacija je planirana na 60.000 ha. U tom periodu donose se ključni dokumenti za uređenje zemljišta, te novi Zakon o zaštiti i korištenju poljoprivrednog zemljišta (Sl. list SR BiH, br. 16/85). Analizirani podaci o načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta pokazuju da realizacija planova nije donijela željene rezultate. Tako su se u periodu 1981-1991. godina, sjetvene površine smanjile umjesto planiranog i očekivanog povećanja. Komasacija je sprovedena na površini od 64.907 ha i u različitim općinama postignuti su različiti rezultati. Međutim, usljed ograničenih finansijskih sredstava za razvojna ulaganja u zemljište, koja su pretežno usmjeravana na uređenje postojećih površina, nije došlo do značajnijeg proširenja površina u društvenom sektoru poljoprivrede. Lošim rezultatima i neadekvatnom sprovođenju zacrtanih politika doprinijela je duboka ekonomska kriza u koju je zapala bivša Jugoslavija, što se svakako odrazilo na investicije, posebno one u sektoru poljoprivrede.

Od 1992. godine započinje sasvim novi historijski period BiH. Nakon agresije na BiH, ekonomski oporavak započinje 1995. godine, kada zemlja prelazi iz socijalističke u tržišno orjentisan sistem privrede. Ovaj period obilježavaju velika migraciona kretanja u zemlji. Poređenjem podataka iz Popisa stanovništva 1991 i preliminarnih podataka Popisa stanovništva 2013, ustanovljeno je veliko demografsko praznjenje u pojedinim područjima BiH koje iznosi do 68% u odnosu na broj stanovnika iz 1991. godine. Prema Nurkoviću (2012), u periodu 1991-2010. godina broj i učešće urbanog stanovništva u ukupnom stanovništvu BiH se povećalo na 46,4% (sa 1.458.500 osoba na 2.497.302 osoba), dok se broj stanovnika u ruralnim područjima smanjio sa 75,3% (2.754.432 osoba) na 44,2% (2.146.051 osoba). Učešće poljoprivrednog u ukupnom stanovništvu smanjilo se na samo 20,4% što znači da se svaki peti ili šesti stanovnik bavi poljoprivredom.

Po mišljenju Čustović i sar. (2013b), dvije su osnovne pojave kada je riječ o načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta u BiH u poslijeratnom periodu: pojava zapuštenog i trajni gubitak poljoprivrednog zemljišta, često najkvalitetnijeg, usljed poslijeratne obnove zemlje i pojačane urbanizacije oko velikih gradskih centara. Naročito aktuelni uzroci oštećenja zemljišta su: izgradnja naselja, industrijskih i drugih objekata, puteva, razvoj erozionih procesa i klizišta, vodne akumulacije, površinska eksploatacija raznih sirovina, odlaganje raznog otpada i deforestacija. Rose i sar. (2000) pored ovoga ističu i problem izgradnje na zemljištu bez dopuštenja vlasnika.

Općenito, ništa se nije promijenilo kada je riječ o trendu izgradnje na najboljim poljoprivrednim zemljištima, te tendenciji spuštanja stanovništva sa viših na niže kote, uz vodotoke i saobraćajnice koje je za raniji period razvoja BiH konstatovao Bublin. Isti trendovi i tendencije zadržani su do današnjeg dana. Kako je utvrdio Vojniković i sar. (2013), značajne promjene su vidljive u rasponu nadmorskih visina 0-500 m n.v. u okviru koje je intenzivan proces pretvorbe poljoprivrednog zemljišta u građevinsko. Dakle, radi se ponovo o najkvalitetnijim poljoprivrednim zemljištima, obično uz vodotokove.

U kontekstu upravljanja zemljištem, Čustović i Bajramović (2005) posebno ističu da se čini da veliki dio ovih problema leži u raspodjeli odgovornosti među različitim političkim nivoima vlasti u oba entiteta i državnog nivoa. "Nadgledanje ilegalnih promjena namjene poljoprivrednog zemljišta i njegovog korištenja je vrlo oskudno, kazne su uglavnom nenaplative, a općine i kantoni nemaju kapacitete da zakonske odredbe implementiraju do kraja".

Usitnjenost i rascjepkanost posjeda jedna je od krupnih prepreka modernizacije poljoprivrede u BiH. Iako se komasaciji zemljišta u BiH, za razliku od zemalja u okruženju, ne pridaje značaj, ova mjera bi mogla biti rješenje mnogim problemima u agrarnom sektoru i ruralnom planiranju.

CONCLUSION

The area of agricultural land in BiH, according to statistical records, was 2,632,222 ha in 1961, and 2,531,000 ha in 1991.

According to statistical data, in the period 1961-1991, the total area of agricultural land was reduced by -10,222 ha, which is an average decrease of -3,374.06 ha/year. The reduction of agricultural area was recorded in twenty years of the observed period. The analysis shows that the reduction of agricultural land has no linear character as it ranges from -148 ha, as recorded in 1997, up to -51,000 ha recorded in 1982. In the nine years of the observed period there was an increase in agricultural land areas totaling 111,740 ha, which ranged from 386 ha (1965) to as many as 30,000 ha as recorded in 1980. Within the agricultural land areas, arable land and gardens were reduced by -207,823 ha or -6,927.43 ha per year. The total increase in orchard area in the observed period was 27,279.00 ha, while the average increase in the observed thirty-year period was 909.30 ha/year. Vineyard areas were increased by 479 ha (16 ha/year) in the observed period. Area of meadows was increased by 59,605 ha or 1,986.83 ha/year on average. The total increase of pastures in the observed period was 15,846 ha (528.20 ha/year). However, in all categories large oscillations are observed in terms of areas by years, regardless of whether it was the reduction or increase in these areas. Additionally, in certain years, no changes by individual categories were recorded.

According to cadastral records, the area of total agricultural land in 1973 was 2,593,733.77 ha, and in 1991 it was 2,535,547.66 ha.

In the observed period 1973-1991, there is a noticeable reduction in total agricultural land amounting to -58,186.11 ha or -3,232.56 ha/year; 96.55% of total changes were recorded on privately owned land. The reduction of agricultural land areas has no linear character and it ranged from -2,318.99 ha (1977) to -13,739.32 ha (1983). Although data by individual years for the period 1983-1991 are not available, the analysis shows that the agricultural land areas were increased by 350,38 ha during this period. Within the agricultural land, arable fields and gardens were reduced by a total of -62,931.46 ha (-3,496.19 ha/year). Total increase in orchard area was 17,041.16 ha (946.73 ha/year). According to data, vineyard areas were increased by 218.88 ha. Meadows area was also increased by 18,695.52 ha, while the average annual increase was 1,038.64 ha/year. Pasture areas, within the overall agricultural land areas, were reduced by -31,210.21 ha (-1,733.90 ha/year).

This study has identified noticeable differences between cadastre and statistical data in all categories of land. For example, in 1973 the area of total agricultural land according to cadastral data compared to statistical ones was bigger by 19,258.19 ha, and in 1981 smaller by -63,909.94 ha. The area according to the cadastre in relation to the statistics, for the observed year 1973, was bigger by 40,594.17 ha for arable land and gardens, by 3,210.48 ha for orchards, and by 31,819.14 ha for meadows. On the

other hand, the area of vineyards was smaller by 948.71 ha, as well as pastures by 49,933.31 ha in the cadastral records compared to the statistics. Discrepancies between the data can be attributed to the different methodology in data collection, the cadastral records not being updated, the difference in areas obtained in two surveys, the problem of demarcation of agricultural and forest land, and particularly to the problem of data asymmetries within the very municipalities that provided the data to the Geodetic Administration and the Institute for Statistics; all this was analyzed in the paper and demonstrated through examples. The socio-economic development of the country, i.e. the sectoral policies and attitude of the society towards the land, which was the subject of this scientific research, had great influence on the use of agricultural land as well as on the quality of the data itself.

Since there are no developed tools or monitoring systems on agricultural land areas in the country, CORINE data is currently considered to be the most relevant source of data on land cover change. These data show that in the period 2000-2012 changes occurred on a total area of 67,672.05 ha (5,639.33 ha/year), but it should be noted that the period 1991-2000 was a period of stagnation and low activity, so changes in that period could be attributed to natural processes related mostly to succession in abandoned areas.

19,241.53 ha or 28.43% of total changes in land cover refers to changes in agricultural land. Three characteristic changes within agricultural land areas are distinguished: increase, decrease and transition of one agricultural land class into another. The increase in agricultural land areas amounts to 2,102.81 ha (e.g. transition of deciduous forest vegetation to agricultural land with a significant share of natural plant cover); the reduction amounts to -11,323.54 ha (e.g. transition of non-irrigated arable land to discontinuous urban areas), while 5,815.19 ha transitioned from one agricultural class to another (e.g. transition of pastures to groups of cultivated parcels). The trend of decrease clearly indicates the conversion of agricultural to artificial areas (-8,658.45 ha), the abandonment of agricultural land and the transition to forest land areas (-2,329.47 ha) as well as water body areas (318.70 ha).

Trends of changes in the two observed periods (2000-2006 and 2006-2012) are different. In the period 2000-2006, agricultural land areas increased by 554.40 ha, decreased by -9,326.62 ha, while the transition from one agricultural class into another was recorded on a total area of 4,571.65 ha. In the period 2006-2012, pressures on agricultural land were lower compared to the previous observed period. Agricultural areas increased by 1,548.40 ha, decreased by -1,996.91 ha, while the transition from one agricultural class into another was recorded on an area of 1,243.55 ha.

In the context of conversion of agricultural into artificial areas, most of the land (6,081.42 ha) was converted into discontinuous urban fabric areas, and this change was identified in seventy-one municipalities in BiH. 98.64% of the conversion into the built-up areas occurred in the period 2000-2006. This situation is understandable given the post-war reconstruction of the country and population migration.

What stands out as a specific problem, in addition to the use of agricultural land for non-agricultural purposes, is the emergence of abandoned land, i.e. the transition of land into the succession of forest vegetation.

The results of the research clearly indicate the necessity for reconciling land records kept by statistics and geodetic services as well as forming a single land information system based on the EU model. It is also necessary to improve the land classification system in order to be able to properly keep track of transition from one category to another which, as we were able to see on the example of infertile soil analysis, is currently not possible. The solution for the classification of land, not only agricultural but also forest and infertile, could be the single CORINE IV level nomenclature which in detail delineates different categories of land areas.

Research has shown that trends in changes in total agricultural land as well as changes by all categories of use were not linear, and that they are dependent on the quality and scope of spatial components (e.g. the structure of natural resources, exploitation value, etc.), the characteristics of socio-economic development and sectoral policies, and attitude of society towards this resource, thus fully substantiating the hypothesis.

LITERATURA

- Begić, K. (2000): *Ekonomska politika: uvod u ekonomsku politiku: opća pitanja ekonomske politike*. Sarajevo.
- Bogunović, S. (1983): *Osnovni preduslov za planiranje skladnijeg i racionalnijeg ukupnog društvenog razvoja*. Radovi, broj 9, Institut za arhitekturu, urbanizam i prostorno planiranje Arhitektonskog fakulteta u Sarajevu. Sarajevo.
- Borozan, S. (1983): *Izrada prostornih planova opština sa posebnim osvrtom na racionalno korištenje zemljišta*. Savjetovanje o temi „Zemljište u Prostornom planu SR BiH“, referati, Poljoprivredni fakultet Sarajevo. Sarajevo.
- Bublin, M. (1983): *Neke karakteristike potrošnje zemljišta u Bosni i Hercegovini*. Radovi, broj 9, Institut za arhitekturu, urbanizam i prostorno planiranje Arhitektonskog fakulteta u Sarajevu. Studentski servis. Sarajevo.
- Bublin, M. (2004): *Pregled poslijeratne situacije zemljišnih resursa u BiH*. FAO. Sarajevo.
- Büttner, G., Kosztra, B. (2006): *CLC2006 Technical Guidelines*. ETC-LUSI. Copenhagen.
- Čustović, H., Bajramović, S. (2005): *Državno zemljište kao potencijalni činilac poboljšanja posjedovne strukture u BiH*. Uvodni referat na 32. Međunarodnom sajmu poljoprivrede i prehrambene industrije-Sajam šljive, Gradačac.
- Čustović, H., Ljuša, M., Marković, M. (2013a): *Land use changes and loss of soil in Bosnia and Herzegovina as consequences of the war and socio-economic transition*. 2nd Scientific Conference UNCCD. Bon.

- Čustović, H., Kovačević, Z., Tvica, M. (2013b): Ruralna ekologija. Sarajevo: Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Čustović, H., Ljuša, M. (2006): Participatory Land Use Development in Bosnia and Herzegovina. International Conference on Land Consolidation and Land Development. FAO. Prague.
- EU (2006): Studija Usluge prostornih informacija za BiH. Sarajevo.
- Golić, B. (1994): Ekonomika prostora u privrednom razvoju Bosne i Hercegovine. Bosna public. Sarajevo.
- Jakšić, V., Burlica, Č. (1983): Upotrebna vrijednost i kategorizacija zemljišta. Savjetovanje o temi „Zemljište u Prostornom planu SR BiH“, referati. Poljoprivredni fakultet Sarajevo. Sarajevo.
- Jurišić, T. (1983): Zakonodavna regulativa u politici korištenja poljoprivrednog zemljišta. Savjetovanje o temi „Zemljište u Prostornom planu SR BiH“, referati, Poljoprivredni fakultet Sarajevo. Sarajevo.
- Kamberović, H. (1991): Intenzitet prelaska radne snage iz agrara u industriju u Bosni i Hercegovini od 1945 do 1953 godine. Prilozi, XXV, 27, Institut za historiju Sarajevo. Sarajevo.
- Kamberović, H. (1996): Deagrarizacija i urbanizacija u Bosni i Hercegovini poslije Drugog svjetskog rata. Urbano biće BiH, Međunarodni centar za mir, Institut za historiju Sarajevo. Sarajevo.
- Kamberović, H. (2003): Karakteristike društva u Bosni i Hercegovini neposredno nakon Drugog svjetskog rata. Naučni skup: Bosna i Hercegovina prije i nakon ZAVNOBiH-a, Posebna izdanja, Knjiga 37. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine. Sarajevo.
- Lukić, V., Begić, M., Imamović, J. (1991): Teorijski i praktični komentar Zakona o premjeru i katastru nekretnina. YU ISBN 86-901233-1-8. SID „STRUKA“. Sarajevo.
- Matas, M. (1987): Prostorno-planerski aspekt stanja i kvalitete čovjekove okoline. Croatian Geographical Bulletin, Vol.49. No.1.
- Mulić, J., Bogučanin, H. (1983): Izmjene u strukturi korištenja zemljišnog prostora u BiH. Savjetovanje o temi „Zemljište u Prostornom planu SR BiH“, referati, Poljoprivredni fakultet Sarajevo. Sarajevo.
- Nurković, R. (2012b): Urbanization and rural development in Bosnia and Herzegovina. UGI 2011. Regional Geographic Conference, Santiago Chile, 26 Local Development. Santiago Chile.
- Resulović, H. (1977): Uticaj tehnološkog progressa na proces oštećenja i potrošnje zemljišta. Poljoprivredni fakultet Sarajevo. Sarajevo.
- Resulović, H. (1978): Poljoprivredna zemljišta SR Bosne i Hercegovine (s aspekta njihove rasprostranjenosti, upotrebne vrijednosti i potrošnje izvan sfere poljoprivrede). Sarajevo.
- Resulović, H. (1983): Gubici i degradacija poljoprivrednog zemljišta u SR BiH. Savjetovanje o temi „Zemljište u Prostornom planu SR BiH“, referati. Poljoprivredni fakultet Sarajevo. Sarajevo.

- Resulović, H., Bukalo, E., Kraišnik, V. (2010): Načini korištenja zemljišta-suprotnosti i mogućnosti harmonizacije u funkciji održivog razvoja. Prvi naučni simpozijum agronoma sa međunarodnim učešćem-Agrosym. Jahorina.
- Rose, L., Thomas, J., Tumler, J. (2000): Land Tenure Issues in Post-Conflict Countries the Case of Bosnia and Herzegovina, Sector Project: Land Tenure in Development Cooperation. GTZ.
- Stefanović, V. (1983): Ocjena realnosti, primjenljivosti i racionalnosti društveno-ekonomskih planova razvoja bez prostorne komponente. Radovi, broj 9, Institut za arhitekturu, urbanizam i prostorno planiranje Arhitektonskog fakulteta u Sarajevu. Studentski servis. Sarajevo.
- Vojniković, S., Taletović, J., Ljuša, M., Đuzo, F., Čustović, H. (2013): The structure of land cover changes in Bosnia and Herzegovina during the period from 2000 to 2006. 23rd International scientific expert congress on agriculture and food industry. Izmir.

TRENDS AND CHARACTERISTICS OF THE CHANGE OF USE OF AGRICULTURAL LAND IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

Land in BiH is exposed to various forms of damage, destruction and loss and according to literature, the average loss of land of 3,000 ha/year has been used as official data since 1977.

This dissertation presents the results of a research that was primarily aimed at analyzing trends and characteristics of the change in use of agricultural land in BiH, in order to determine the loss of land, analyze sectoral policies, social, political and economic factors as well as their impact on the way of using agricultural land and quality of land-related data. Analyzed as part of this research were three sets of data: statistical data (1961-1991), cadastral records (1973-1991) and CORINE data on land cover changes (2000-2012).

Trends and characteristics of changes in agricultural areas by categories of use were determined as well as in arable land areas by way of use. Through the analysis of data, socio-economic development, cadastral records, spatial planning policy, de-agrarization of space and land and agricultural policies, this study has shown that the average loss of land was not linear (3,000 ha/year). There is a significant correlation between the changes in areas by all categories of use and the quality and scope of spatial components, characteristics of socio-economic development and sectoral policies as well as the attitude of the society towards this resource. Comparative analysis of the data shows the differences in areas and identifies the main reasons leading to them.

Key words: agricultural land, permanent and temporary loss of land, land use, abandoned land, land cover, CORINE, GIS, socio-economic development, cadaster, spatial planning, de-agrarization, land and agricultural policy, monitoring

IMPACT OF AVAILABLE LABOUR AND LAND AREA ON POSSIBILITY OF RISK REDUCTION AT BERRY FRUITS FARMS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Emir Bećirović¹, Jaka Zgajnar²

Original scientific paper

Summary

In last decade there is an increasing number of family farms in Bosnia and Herzegovina dealing with the production of berry fruits, especially raspberries and strawberries. They face different challenges in decision making and the purpose of the analysis is to observe how risk can be reduced on these farms mainly through diversification. The main approach is based on mathematical programming. We analysed three typical farms, with different areas of arable land. Regarding the risk reduction efficiency, the most efficient is small family farm. This holds down to 40% of risk reduction, where further semi-large family farm and large business farm become more efficient. Consequentially is on average also the highest cost for risk reduction on small family farm where it is necessary to give up 2.67 EUR for decreasing risk for one EUR. On semi-large family farm reducing risk for one unit costs 2.15 EUR, while the lowest opportunity cost for risk reduction has large business farm where it is necessary to give up on average 1.78 EUR. In all three cases diversification of production plans show as the most important strategy for reducing risk.

Key words: *berry fruit, risk reduction, family farms, diversification*

INTRODUCTION

Taking into consideration the entire BiH agriculture sector, the most intensive development in the past period was the production of fruit, especially raspberries (MAWF, 2014). The orchard area has been increased by about 5,000 ha in the last ten years. There are several reasons why orchard growing and especially strawberry fruit growing in BiH has spread faster than the rest of the sector over the past years. First, the average farm in BiH has a modest land area. Therefore, in order to generate sufficient income for a family farm, production should generate high income per unit of production. This condition satisfies strawberry fruit production. Secondly, according to Kurtović *et al.* (2004) BiH has favourable climate conditions for the production of continental fruits and a number of Mediterranean species. Thirdly, for

¹ Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo

² Biotechnical faculty, University of Ljubljana, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenia
Corresponding author: e.becirovic@ppf.unsa.ba

these products market was provided in the previous ten years, which is not the case for most agricultural products on the BiH market. Fourth, a significant number of cooperatives and non-governmental organizations are promoting these productions, providing the necessary education to producers, as well as significant financial support for the new crops (e.g. raspberries). For the aforementioned, there is an increasing number of family farms dealing with the production of strawberry fruits, especially raspberries and strawberries.

Besides the consequences of climate changes such as increasing frequencies of droughts, early autumn and late spring frosts, frequent hails, etc. there are also other mainly market and price risks. Since BiH is preparing to enter the EU there are significant market conditions that producers have to adapt and fulfil. They range from production within good agricultural practices to strictly defined standards, so that they can access the demanding EU market. Also, the lack of diversification of production on an increasing number of farms due to specialization presents an additional challenge, along with unstable fruit prices at the local market, that is perhaps the most significant risk for these farms. They face different challenges in decision making.

The main purpose of the analysis is to observe how risk can be reduce on these different farms by diversification and additionally also which are the most risk efficient production planning strategies for this farms considering different scope and types of risk.

According to many authors, farms are exposed to many risks and uncertainties (Kay and Edwards, 1999; Moschin and Hennessy, 2001; Broll *et al.*, 2013; Zgajnar and Kavcic, 2016). Risks and sources of risk that are relevant to agriculture have different characteristics and can be classified in different ways (OECD, 2009). According to Turvey and Driver (1987) for individual activities included in the portfolio of farms, there are two types of risks. The first is undiversible risk, because it is in correlation with the agricultural sector portfolio (systemic risk). The second (non-systemic risk) is more specific for a farm, and they are more personal (illness, bad decision, unfavourable structure of production etc.). The main advantage is that diversification of activities can potentially eliminate this type of risk. Further Musser and Patrick (2001) define five major sources of risk in agriculture: from production risk that refers to production variation, marketing risk which refers to variations in prices and quantities that can be sold, to financial risk, legal and ecological risks, to finally human resources risk (personal risk). According to Ramaswami (2003), the most important forms of risk for farmers are production and price (market) risks.

In production planning process farmers have to decide between different alternative activities with different level of risk. Alternatives with minimal risk usually also generate a smaller profit. Alternatives with higher risk can generate higher profits, but they can be riskier than the farmer is willing to accept. The desired and optimal choice needs to make balance between potential for profit and risk of loss (Crane *et al.*, 2013). Besides it is also important what the opportunity cost for such a decision is in other words, how much does it cost to lower the risk to a certain level. Farmers are in general risk averse, which causes that they follow less risky activities losing also

some profitable opportunities. This opens up a number of challenges, how to effectively organize those holdings, which activities to select to (i) reduce risk or (ii) at the given level of risk achieve better economic result (Zgajnar, 2017). Risk management can be addressed in different ways. Either at farm level or by sharing risk with others. This work will address the reduction of the risk to the farm through diversification of production plan.

MATERIAL AND METHODS

The main objective of this study is to analyse risk reduction efficiency on a farm specialised in strawberry fruit production and additionally also to research the main production challenges in such small-scale productions. It is a classical problem of the optimal allocation of production resources considering risk. For this purpose, a microeconomic spreadsheet model-tool has been developed. Microsoft Excel has been used as a basic platform, which enables relatively simple integration, complementarity and adjustment of the model-tool to any analysed farms (Zgajnar, 2017). To solve the allocation problem, mathematical programming concept has been applied, utilising MS Excel Solver for linear and non-linear problems (Powell and Baker, 2009). Optimisation is carried out on the basis of maximizing the objective function.

The developed model-tool consists of three sub-models. The first sub model consists of 60 statistical simulation models (calculations) that enable calculation of different economic indicators at the level of berry fruits production activities. In addition to economic indicators its main purpose is to calculate technical parameters for different production activities. Therefore, for each production activity technology cards have been defined.

The tool is further based on linear (second sub-model) and quadratic programming (third sub-model) to support the production-planning analysis. Linear programming (LP) is used to prepare an optimal production plan maximizing the expected gross margin (EGM). This is also the starting point (value) for parametric constraints in the third sub-model that enables efficiency risk analysis. The third sub-model is based on quadratic risk programming (QRP) that considers also riskiness of activities. It enables calculating the optimal solution at a given level of risk that in a set of optimal solutions forms efficient production frontier. The expected gross margin (E-V) criterion considers that farmers choose between alternative farm plans based on EGM and related variance (V). This is called the E, V decision-making rule (Hazell and Norton, 1986). With suggested approach, it is possible to formulate the set of farm plans laying on the E-V efficient frontier and enables analysis of which activities to include to either, (i) reduce the risk at a certain level of gross margin or, (ii) increase the gross margin at a certain level of risk.

Set of activities

Model-tool includes 60 baseline production activities that could be further divided into three production groups: raspberry, blueberry and strawberries. Within each there are

different possible production activities depending mainly on the variety (different commercial names with different production technologies, yields etc.) affecting also different production conditions and in terms of mathematical programming different technological coefficients.

In Table 1 we present eight most important activities included into the model-tool for the purpose of this case study. Within raspberry there are three varieties, within blueberries two most frequently found in the field are considered, while for the strawberry we included another two different varieties. Out of those, except strawberry Clery which is highly production intensive, the rest are intensive productions. Highly intensive production implies growing in high tunnels, which is the main difference comparing to intensive production. Clery as an intensive production is chosen because it is early variety, and with production in tunnels, it achieves higher price as a first strawberry on the market.

Table 1. Overview of the most important production activities included into the model-tool for this case study

Production activity	EGM (EUR/ha)	VC costs (EUR)	Exp. Yield (kg/ha)	Labour (h/ha)
Raspberry Willamette	14,260	3,174	12,500	4,496
Raspberry Meeker	13,541	3,174	11,500	4,296
Raspberry Polka	11,301	3,291	11,000	4,104
Blueberry Duke	20,033	3,936	9,000	4,554
Blueberry Bluecrop	18,341	2,965	8,000	4,151
Strawberries Clery*	21,314	13,714	24,000	4,249
Strawberries Clery	11,803	12,422	20,000	3,669
Strawberries Maja	15,739	12,727	28,000	4,380

**High intensive production*

Analysed case farms and production conditions

Within this study we have analysed three different hypothetical farms with different available resource. For this case study, limited resources are land area and available labour, as the two most important inputs in berry fruit production. The first case (Farm 1) is a small family farm with 0.5 ha of land, a farm typical for BiH. It is assumed that family members provide all the needed working force (8,800 h). This farm has no possibility of hiring additional labour. The second farm (Farm 2) represents a semi-larger family farm, where the total available land is 2 ha. On this farm half the workforce is provided by the household members (4,400 h) and the rest is hired (4,474 h). The third farm (Farm 3) is a large commercial producer (20 ha) with own cooling capacities, and direct exporter of fruits to the EU market. In this case, it is assumed that complete labour (except administrative work – 550 h) is provided by hired labour (84,427 h).

Prices and trends

Input and output price changes have been analysed at an average annual level for the period 2008-2017. Output and input prices have been obtained from the Agency for Statistics of BiH (ASBiH). However, since for some of the inputs there are no data in this database, an additional survey has been carried out to determine mainly the sales prices for these inputs in 2017. The value of wage was determined on the basis of farm survey and amounted to 1.92 EUR/h for 2017. The annual change in the price for working hour was calculated on the basis of the change in average net salaries in BiH according to data obtained from ASBiH (2018). According to this, the average price for hired labour in the ten years period was 1.84 EUR/h. The estimated value of opportunity costs for family labour is equal to the number of family labour hours multiplied by this average price (1.84 EUR). The main assumption was assessment how much money would one family member get for the similar job on another farm as hired worker.

RESULTS

In this section all three different farm types representative for the berry fruits production in BiH are presented. First, we present the results for optimal production obtained through the LP method. Further we present efficiency of risk reduction for the observed farms obtained with the third sub-model (QRP).

As it is apparent (Table 2) for all the three farms, optimal production plan would be to utilise all available land producing highly intensive strawberry production (Clery variety) (Table 2). Such a production is also the riskiest one (Figure 2, 3 and 4). Small family farm (Farm 1) would achieve 10,657 EUR of EGM, where revenues amounted to 17,514 EUR, and total variable costs present 39.15% of the total revenue. In such a case total variance, measured as standard deviation (SD), is 3,996 EUR, which is 37.50 % of the EGM and shows on relatively high variability. Since this is family farm utilising only own labour capacities, cost of labour is not included in the VC. However, if we estimate value of opportunity labour costs per price for hired labour it is 3,904 EUR. Further elaboration shows that such a farm achieves 21,314 EUR/ha of EGM, which is 5.02 EUR/h. However, as it is apparent due to seasonal work only 24.14% of available family labour is utilise which at the end worsen the result for 76%. If there is not any another activity (or payed jobs) for which it is possible to use unutilized labour, small farm is very unproductive per available labour unit. Post-optimal analysis shows that blueberry Duke as less productive activity is closest alternative to optimal plan for this farm, however optimal EGM at farm level would be reduced for 1,280 EUR per each additional ha included. Due to relatively intensive production on such a family farm shadow price for arable land is extremely high (21,310 EUR).

Table 2. Optimal solutions and economic indicators for all three farms maximizing expected gross margin

Description		Farm 1	Farm 2	Farm 3
Economic indicators				
Revenue	EUR	17,514	70,055	700,553
Variable costs	EUR	6,857	35,557	427,687
EGM	EUR	10,657	34,498	272,866
SD of EGM	EUR	3,996	15,529	151,608
EGM/ha	EUR	21,314	17,249	13,643
EGM/h	EUR	5.02	5.03	5.12
Land Area				
Activities				
Strawberry Clery	ha	0.5	2	20
Share of total Area	%	0.5	2	20
Post optimal analysis				
Labour input				
Family labour	h	2,124	4,024	550
Hired labour	h	0	4,474	84,427
Total labour	h	2,124	8,498	84,977
Utilized family labour (%)	h	24.14	91.45	100.00
Post optimal analysis				
Reduced costs				
Raspberry Vilamete	EUR	-7,050	-7,200	-7,500
Blueberry Duke	EUR	-1,280	-2,370	-1,840
Blueberry Bluecrop	EUR	-2,970	-3,330	-2,790
Strawberry Maja	EUR	-5,580	-6,160	-5,810
Shadow prices				
Arable land	EUR	21,310	15,250	13,590

Farm 1 – small family farm, Farm 2 – semi large family farm, Farm 3 –commercial business producer, EGM – expected gross margin, SD – standard deviation

At semi-large family farm (Farm 2), the total EGM is 34,498 EUR (Table 2), and the associated risk measured as SD is 15,529 EUR, which makes up to 45.01% of EGM. This shows that such a production plan is by maximising EGM as the only objective even more risky as at smaller farm, which is mainly due to hired labour. Namely in such a production plan 8,498 hours of labour is utilised, out of which 47% is family labour and the rest (53%) is hired. All hired labour is taken from May to August, because in these months needs for labour are higher and could not be covered with family labour. Total costs for hired labour in this case is 23.15% of total variable costs. Since the production of berry fruits has high labour force requirements,

expectedly the share of these costs is high at a farm level. In this case variable costs would be 35,557 EUR, which is 50.76% of the total revenue. Due to hired labour this percentage is expectedly higher than on the small family farm (Farm 1). The EGM per one ha is therefore 19.07% lower than on Farm 1 and amounts to 15,529 EUR. Per unit of labour utilised it amounts up to 5.03 EUR. On semi-large family farm, in post-optimal analyses, blueberry Duke has lowest reduced cost (2,379 EUR), while shadow price for land is a lower than on the small family farm (Farm 1) and it amounts 15,250 EUR. First reason for this is still available family labour on small family farm (Farm 1), and second is that semi-large farm (Farm 2) for additional land unit also have to take additional hired labour.

Farm 3 has much larger business scope compared to the previous two family farms. The maximum EGM is 272,866 EUR. However, for this farm type, such a production plan is most risky. Namely, the total SD is 151.608 EUR, which is 55.56% of EGM and its share is 10,55% higher as on Farm 2 and 18,06% as on Farm 1. Since it is considered that only a small part of the work is provided by the owner of the farm, which is intended to focus mainly on organizational affairs, it is expected that labour costs are the highest regarding the overall costs. Costs for hired labour are 162,100 EUR, what is 37,90% of the VC. Total variable costs present 61,05% of the total revenue, and this share is mainly due to hired labour the highest on all the three observed farms. With similar production conditions, expected yields and sales prices, it is obvious that the productivity gained on such a farm is expected to be lower as on family farms (Farms 1 and 2). The realized EGM is 13.643 EUR/ha or 5.21 EUR/ha.

Further we analysed how efficient the observed three farms are in reducing risk or achieving at the same level of risk higher EGM (Figure 1). According to Zgajnar and Kavcic (2016) it is possible to compare production plans on the basis of relative change of EGM and SD along within 0 and theoretical 100 % decrease of either of them. Steeper the curve is, less efficient is a farm in risk reduction and it is also more costly. In other words, one has to give up more EGM to reduce variability for one unit.

The main assumption in this case was that all possible production activities (8) could enter production plan. Regarding the risk reduction efficiency (Figure 1), the most efficient is small family farm (Farm 1). This holds down to 40% of risk reduction, where Farm 2 and Farm 3 become more efficient. Also, semi-large family farm (Farm 2) is slightly more efficient in risk reduction than a large business farm (Farm 3) in reduction for up to 35%, while for further decrease they are almost equal down to theoretical 85% of risk reduction.

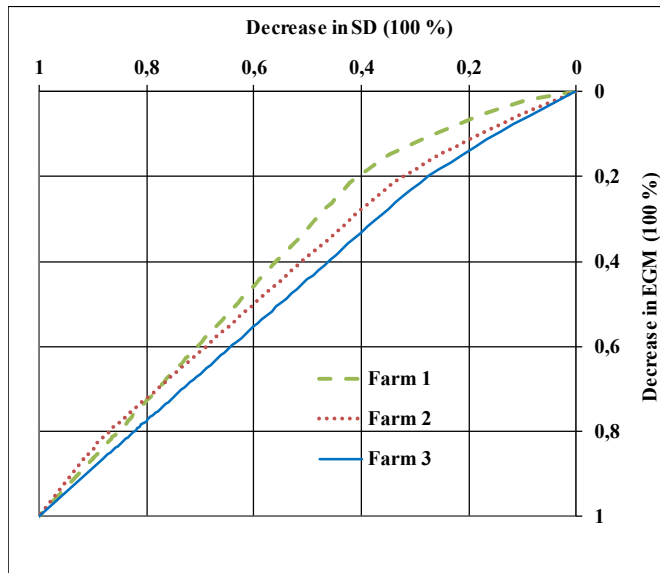


Figure 1. Efficiency of risk reduction for Farm 1, Farm 2 and Farm 3

Further (Figure 2, 3 and 4), we present how on analysed farms optimal production plans change with risk reduction. Special focus is on analysing which production activities enter optimal production plan at different risk level and in such a manner also what are the expected trends on such farms.

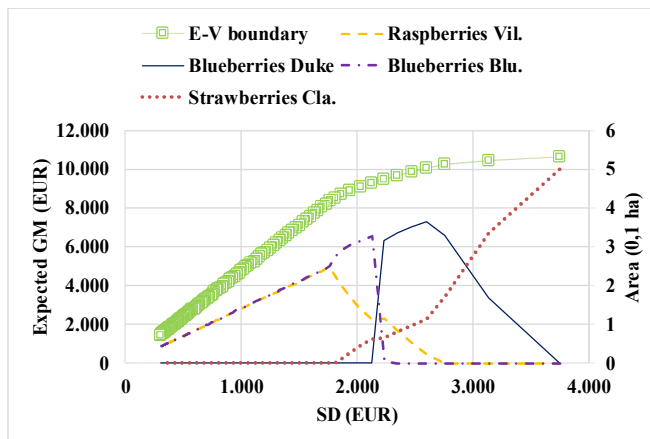


Figure 2. E-V efficient frontier for small family farm (Farm1) and change in optimal production plans

Analysis of the E-V efficiency curve (Figure 2) for small family farm (Farm 1) shows that with a slightly reduction in total EGM farm would achieve a significant (16.24% – 43.32%) reduction of risk (SD). If optimal production plan includes also less risky

blueberry Duke, up to 66% area and strawberries on 34% of area, EGM decreases for 3.96%, however SD decreases for 26.39%. Such a solution results in slightly reduction of EGM (422 EUR). In other words, to reduce the risk for 1 EUR, it is necessary to sacrifice only 0.43 EUR of EGM. Blueberry Duke has higher demand for labour (7.17%) than strawberry Clery, but total costs are lower for 248.42%. So, highly intensive strawberry Cleary is riskier than production of blueberry Duke because of high demand of operative capital. With further reduction of SD in the production portfolio enters less risky but also and less productive blueberry Bluecrop, gradually replacing more intensive blueberry Duke. This variety is less risky because it has lower VC and needs lower amount of labor. Also in production plan enters raspberry Villamete, which has lower variability in EGM than blueberry Bluecrop. In average reducing risk for one (1 EUR) unit for small family farm (Farm 1) costs 2.67 EUR.

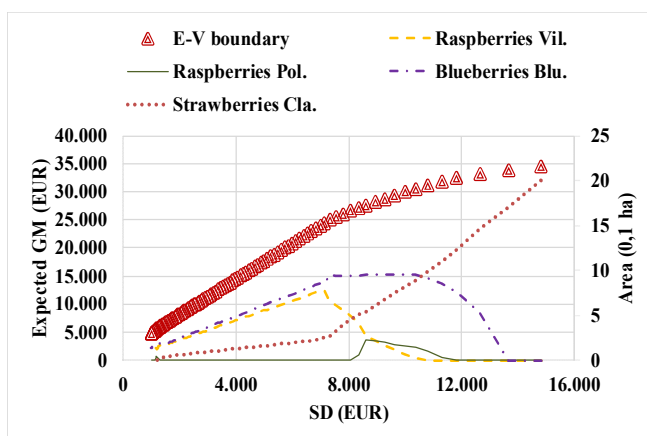


Figure 3. E-V efficient frontier for semi-large family farm (Farm 2) and change in optimal production plans

On semi large farm (Farm 2) blueberry Duke is not included at any point in optimal plan (Figure 3). It is the most profitable production after highly intensive production strawberry Clery, but also it has the highest demand for labour. So, on this farm where there is not enough family labour this production active does not enter any optimal solution. However, blueberry Bluecrop is included in optimal production (Figure 3). When its share on 27% of available land and strawberry is on the rest of land, risk is reduced by 14.64%, while EGM is reduced only for 3.96%. For decreasing risk for 35% and more diversification is the main strategy to reduce risk. In such a case production plan enter raspberry Willamete (6%), 9% of raspberry Polka, 48% of blueberry Bluecrop and 37% of strawberry Clery. In such case EGM is decreased for 5,148 EUR. The efficiency of the risk reduction in average is higher than on the small family farm (Farm1), because reducing risk for one (1 EUR) unit on the semi-large family farm (Farm 2) cost 2.15 EUR.

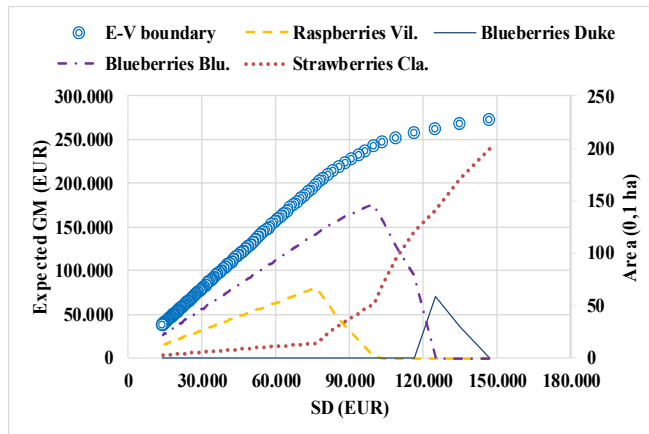


Figure 4. E-V efficient frontier for large business farm (Farm 3) and change in optimal production plans

On the large business farm (Farm 3) is on more risky production plans (Figure 4, top right) blueberry Duke more competitive as less intensive blueberry Bluecrop that enters optimal production plans in less risky production plans. However, it is significantly more efficient in risk reduction. Therefore, if blueberry Bluecrop is produced on the 52% of available land, GM is decreased for 7.76%, while risk decreases for 25.73%. As apparent from Figure 4, with further risk reduction also raspberry Vilamete enters optimal production plan, as production activity that has 332% lower VC than highly intensive strawberry Clery. Average reduction of risk for one EUR, on large farm cost 1.78 EUR, what makes it most effective if we compare to other two family farms. Thanks to the available area of land, with very small part of labour provided by family members, large farm has more opportunity for risk reduction than small family farm (Farm 1) and semi-large family farm (Farm 2). This is only with assumption that farm has enough operative capital for any production plan, which is not necessary the case in practise.

CONCLUSION

The obtained results show that berry fruits farms could be characterised as relatively risky business, especially if production plans are organised based only on maximizing EGM. CV of EGM in such a case range between 37.50% for small family farm (Farm 1) and 55.56% for large business farm (Farm 3). Small farm has the highest EGM/ha with 21,314 EUR, while semi-large family farm (Farm 2) achieves 17,249 EUR/ha and large business farm (Farm 3) 13,643 EUR/ha. Observed productions are very demanding for labour input. Small farms have enough family labour, so they have better performance in generating EGM per land. On the contrary the efficiency slightly decreases by semi-large (Farm 2) and large business (Farm 3). Large business farm (Farm 3) have the best productivity per utilised labour unit, while small and semi-large almost the same. Small family farm (Farm 1), because of seasonal

character of berry production, has low percentage of utilised family labour, what worsens their productivity per unit of available labour for 76%.

Regarding the risk reduction efficiency (Figure 1), the most efficient is small family farm (Farm 1). This holds down to 40% of risk reduction, where semi-large family farm (Farm 2) and large business producer (Farm 3) theoretically become more efficient and have more opportunity to reduce their risk. However, in all three cases diversification of production plan shows as the most important strategy for reducing risk, which is especially significant on large business farm (Figure 4). The most productive activity is highly intensive production of strawberry Clery, but also most the most risky one. VC of this production are for 242% higher than for blueberry Duke, 362% than for blueberry Bluecrop, and 332% than production raspberry Vilamete. In all scenarios less capital intensive productions of raspberry Vilamete and blueberry Bluecrope have shown as less risky. These activities are also less productive, but still on appropriate level to be the part of less risky solutions.

The highest average cost for risk reduction is on small family farm (Farm 1) where is necessary give up from 2.67 EUR for decreasing risk for one EUR. On semi-large family farm (Farm 2) reducing risk for one (1 EUR) unit cost 2.15 EUR, while, the lowest price for risk reduction has large business farm (Farm 3) where is necessary give up from 1.78 EUR EGM for decreasing risk for 1 EUR.

On all observed farms, main bottleneck is available land and therefore is shadow price for this resource very high in all three cases. As it has been shown, all berry activates are very demanding for operative capital (they have high VC). So, for further research it is recommended to further analyse how available working capital, besides land and labour affects on the risk reduction strategies on berry farms.

REFERENCES

- ASBiH - Agency for Statistics of BiH (2018): Baza podataka, Sarajevo, BiH.
- Broll, U., Welzel, P., Pong Wong, K. (2013): Price risk and risk management in agriculture, *Contemporary Economics*, vol. 7, no. 2, pp. 17-20.
- Turvey, C. G. and Driver, H. C. (1987): Systematic and Nonsystematic Risks in Agriculture, *Canadian Journal of Agricultural Economics*, Canada, pp. 387-401.
- Kurtović, M., Gaši, F., Maličević, A. (2004): Genbanka autohtonog genofonda voćaka, Zbornik radova, II simpozilj poljoprivrede, veterinarstva, šumarstva i biotehnologije, Bihać, BiH, pp. 104.
- Crane, L., Gantz, G., Isaacs, S., Jose, D., Sharp, R. (2013): Introduction to risk management, extension Risk Management Education and Risk Management Agency, USA.
- Martins, M. B. and Marques, C. (2007): Methodological aspects of a mathematical programming model to evaluate soil tillage technologies in a risky environment. *European Journal of Operational Research*. 177: 556-571.

- MAWF - Ministry of Agriculture, Water Management and Forestry of the Federation of Bosnia and Herzegovina (2014): Srednjoročna strategija razvoja poljoprivrednog sektora F BiH za period 2014.-2019. godine, Sarajevo, BiH.
- Moschini, G., Hennessy, D. A. (2001): Uncertainty, risk aversion, and risk management for agricultural producers, [in:] Handbook of Agricultural Economics, 1, Part A, pp. 87-153.
- Musser, W. N. and Patrick, G. F. (2001): How much does risk really matter to farmers? Chapter 24 in Just & Pope.
- OECD (2009): Managing Risk in Agriculture: A Holistic Approach, OECD.
- Hazell, P. B., Norton, R. D. (1986): Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture, Macmillan Publishing Company, New York, USA.
- Powell, S. G., Baker, K. R. 2009. Management science: The art of modeling with spreadsheets. 3rd edition. Hoboken. John Wiley & Sons: 511 p.
- Ramaswami, B., Ravi, S, Chopra, S. D. (2003): Risk Management in Agriculture, Discussion Paper 03-08, Indian Statistical Institute, New Delhi, India.
- Zgajnar, J. (2017): Equestrian activities and risk analysis at the farm level, Future Farming Systems, 21st International Farm Management Congress Vol. 1, Conference Paper.
- Zgajnar, J., Kavcic, S. (2016): Optimal allocation of production resources under uncertainty: application of the multicriteria approach. Zemědělská ekonomika, vol. 62, no. 12, p. 556-565.

UTICAJ RASPOLOŽIVOG RADA I ZEMLJIŠTA NA MOGUĆNOST SMANJENJA RIZIKA NA FARMAMA JAGODASTOG VOĆA U BOSNI I HERCEGOVINI

Rezime

U posljednjoj dekadi sve je veći broj porodičnih gazdinstava na području Bosne i Hercegovine koja se bave proizvodnjom jagodastog voća, posebno malina i jagoda. Suočavaju sa različitim izazovima u donošenju odluka, a svrha ove analize je posmatrati kako se rizik na ovim farmama može smanjiti diverzifikacijom. Glavni pristup temelji se na matematičkom programiranju. Analizirana su tri tipična gazdinstva s različitim površinama obradivog zemljišta. Prema učinkovitosti smanjenja rizika najefikasnija je mala porodična farma. Ovo vrijedi do 40% smanjenja rizika, gdje nadalje srednje veliko porodično gazdinstvo i veliko gazdinstvo postaju učinkovitiji. U prosjeku je najveći trošak smanjenja rizika na malom porodičnom gazdinstvu gdje je potrebno odustati od 2,67 EUR pri smanjenju rizika za jedan EUR. Na srednje velikom porodičnom gazdinstvu rizik smanjenja za jednu jedinicu košta 2,15 EUR, dok je najniži oportunitetni trošak smanjenja rizika ima velika farma gdje je potrebno odustati u prosjeku od 1,78 EUR. U sva tri slučaja diverzifikacija proizvodnih planova pokazuje kao najvažniju strategiju za smanjenje rizika.

Ključne riječi: jagodasto voće, smanjenje rizika, porodične farme, diverzifikacija

HORMONAL STATUS OF MILKING SHEEP

Hrković-Porobija Amina¹, Hodžić Aida¹, Hadžimusić Nejra¹, Rustempašić Alma²,
Velić Lejla¹, Softić Almira¹, Husein Ohran¹, Aida Kavazović¹

Original scientific paper

Summary

The complex process of maintaining the constancy of the internal environment depends on homeostatic mechanisms and homeoretics, who are trying to intensity of metabolic processes subordinated to the needs of the body, depending on the condition such as pregnancy and lactation. In fact the most important role hormones such bioactive substances that in very small amounts regulating metabolic processes. The aim of this study was to determine hormonal status in sheep as demanding metabolic load. According to the research goals is included always blood sampling from the same animal, through three different periods (July, August, September). Testing was performed on a total of 117 sheep Pramenka breed with areas of Livno and Travnik (Vlasic). In sheep blood serum were determined by ELISA values following hormones: triiodothyronin, thyroxin, cortisol and insulin. Hormonal status of test animals was relatively stable for periods of sampling, but are significant differences between sites, with the exception of cortisol. The lack of statistical significance of differences in cortisol between areas of Livno and Travnik can be due to stress sampled by taking blood that is equally increased cortisol levels and "concealed" all other factors that affect its level in serum. High concentrations of thyroid hormones, particularly in sheep from the locality Livno, can be a sign of decreased appetite, which is one of the earliest disorders in conditions of heat stress. In both areas was determined and high insulinemia, possibly as a result of feeding that significantly change the hormonal regulation of metabolism in lactating and leads to stimulation of the endocrine pancreas.

Key words: *sheep, lactation, hormonal status*

INTRODUCTION

The complex process of maintaining the constancy of the internal environment depends on homeostatic mechanisms and homeoretics, who are trying to intensity of metabolic processes subordinated to the needs of the body depending on conditions such as pregnancy and lactation. In fact the most important role hormones such bioactive substances that in very small amounts regulating metabolic processes.

¹ Veterinary Faculty, Zmaja od Bosne 90, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

² Faculty of Agriculture and Food Sciences, Zmaja od Bosne 8, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Correspondence: Amina Hrković-Porobija, e-mail amina.hrkovic@vfs.unsa.ba

Hormones, acting on different organs and organ systems, affect the balance between homeostatic and homeoretics mechanisms, directing traffic nutrients towards priority metabolic processes. Start of lactation is a milestone which endocrine system redirects to another homeoretics process (Savić, 2010). Metabolic hormones such as insulin and thyroid hormone (T_3 - triiodothyronin and T_4 - thyroxin) play an important role in the metabolism of animals. The significance of thyroid hormone in the homeostasis thermoregulation and energy metabolism and protein, and recent findings suggest that thyroid hormones are also involved in the metabolic response of animals to various changes (nutrition, environment) and participate in the regulation of ovarian function in ruminants (Huszenicza *et al.*, 2002). In addition, a significant role in the development and functioning of the nervous, reproductive and immune systems (Klimien *et al.*, 2008). As long as the animals consume sufficient amounts of energy precursors in the meal regulatory mechanisms can store a balanced metabolism. However, lack of energy in the ration leads to a drop in the hormone the thyroid gland, as the concentration of thyroid hormones associated with the nutritional status of animals (Antunović *et al.*, 2008).

Tiirats (1997) pointed out that the activity of thyroid hormones associated with homeostatic adaptation to changes in the energy supply of animals during lactation, when the energy balance is negative, and milk production reaches its maximum. In addition, there are studies that have shown that it is in high animal facilitated conversion of T_4 to T_3 in the mammary gland, but not in other organs (Kahla *et al.*, 1992). The reduced concentration of thyroxin in serum is associated with a low level of insulin, indicating improved utilization of the substrate in the mammary gland (Antunović *et al.*, 2009). Lactation is a very demanding period for animals and represents a significant metabolic effort. During this period difficult to provide optimal nutritional requirements, and therefore often leads to weight loss of sheep in the early days of lactation. Antunović *et al.* (2008) in his study highlight a significant impact on the stage of lactation hormone activity of the thyroid gland, especially the concentration of T_3 hormone whose concentration can be taken as a very good indicator of the health status of the organism. In early lactation animals have significantly lower concentrations of T_4 compared to the later stages of lactation. Low concentrations of thyroid hormones are a consequence of metabolic burden during the growing milk production (Savić, 2010). Secretion of milk, which is controlled by homeoretic mechanisms, increases the level of metabolism in the mammary gland which "collects" the thyroid hormone in the blood, in order to maintain the thyroid state. In keeping thyroid state in the mammary gland plays an important role homeoretic fact somatotrophin hormone that potentiates the effect of the enzyme 5'-deiodinase in the tissues of the mammary glands, which translates T_4 in metabolically active T_3 , necessary to maintain metabolism in the mammary gland (Savić, 2010). Reduced secretion of T_4 is the result of metabolic conversion of the negative energy balance in early lactation, which is important in the process of peripheral tissues to the increased metabolic demands of the mammary glands (Riis & Madsen, 1985). The endocrine system regulates precisely the most delicate immune processes.

Neuroendocrine and immune systems communicate via cytokines, peptide neurotransmitters and peptide hormones (Marković, 2004). According Žikić *et al.* (2000) stress is one of the factors that causes suppression of thyroid function by reducing the secretion of thyroid-stimulating hormone in the pituitary gland and reducing the conversion of the relatively inactive T₄ to the more potent T₃ in peripheral tissues. The most important mediators of changes in thyroid function as well as the consequences of stress opioid molecules, prolactin, growth hormone, glucocorticoids, somatostatin and certain cytokines (Cizza *et al.*, 1995). The sensitivity of the endocrine system of sheep to stress depends on the type and severity of stress (physiological, physical and chemical stress). Sheep, as social animals are very sensitive when isolated of the herd, which results in a high rise in cortisol and adrenocorticotrophic hormones in plasma (Minton *et al.*, 1990). Stress of any kind will affect the increase in cortisol levels (Moolchandani *et al.*, 2008). Some animals secrete more stress hormones than others, which may be due to breed differences and metabolic activity. The aim of this study was to determine hormonal status in Pramenka breed through three different periods.

MATERIALS AND METHODS

According to the research goals included two areas, Livno area (village Guber) in the work used the name "Livno" and Travnik (Vlasic) in the work used the name "Travnik". The animals were marked with the appropriate number of ear tags on the basis of which we conducted sampling always of the same animals through different periods. Testing was performed on a total of 117 sheep Pramenka breed with areas of Livno and Travnik (Vlasic). Sheep are aged 1-3 years. Blood samples were taken in the summer months (July, August and September) when the diet of sheep based on the summer pasture in the presence of a large number of legumes, grasses and forbs. In sheep blood serum were determined by ELISA value of metabolic hormones triiodothyronin (T₃), thyroxin (T₄), cortisol and insulin. To determine the value of T₃, cortisol and insulin used the factory kits ACTIVE Cortisol ELISA (Diagnostic System Laboratories, Webster, USA), and for the determination of T₄ kits manufacturer Demeditec Diagnostics Germany. Statistical analysis was performed using the software package / program SPSS 21.00.

RESULTS

The concentrations of T₃, T₄, insulin and cortisol in serum of sheep from the area of Livno and Travnik are shown in Tables 1 and 2. The concentrations of T₃, T₄ and insulin were significantly different between the sampling areas (Table 1), whereas only for T₃ statistically a significant difference ($p < 0.05$) between the sampling period for the Travnik area (table 2).

Table 1. The median concentration of hormones in sheep from the area of Livno by periods of sampling

Hormones / Sample periods	I sampling	II sampling	III sampling	p
T ₃ (nmol/l)	4,25	3,74	4,01	
T ₄ (nmol/l)	155,21	149,67	164,60	
Insulin (pmol/l)	287,31	308,14	301,89	
Cortisol (nmol/l)	602,28	623,53	530,83	

I, II, III-represent the sampling period: July, August and September

Table 2. The median concentration of hormones in sheep from the area of Travnik by periods of sampling

Hormones / Sample periods	I sampling	II sampling	III sampling	p
T ₃ (nmol/l)	2,26 ^a	2,59 ^b	2,26 ^a	*
T ₄ (nmol/l)	119,9	122	112,48	
Insulin (pmol/l)	100,77	91,53	133,13	
Cortisol (nmol/l)	469	554,83	519,24	

The median value in the same row different letter codes differ

* P <0.05. I, II, III-represent the sampling period: July, August and September

Statistically significant differences ($p < 0.01$) were found for T₃ and T₄ between Livno and Travnik in July (Table 3), while a statistically significant difference at the level of $p < 0.001$ was determined for T₃, T₄ and insulin areas between sampling comparing aggregate samples. The concentration of cortisol was not significantly different between the areas of Livno and Travnik by periods of sampling and synthesis.

Table 3. Significant differences between hormone concentration areas Livno and Travnik by periods of sampling and for all samples collectively

Hormones / Sample periods	LI/TI	LII/TII	LIII/TIII	L/T samples collectively
T ₃ (ng/dl)	**	*	*	***
T ₄ (µg/dl)	**	*	*	***
Insulin (µIU/mL)	*	*		***
Cortisol (µg/dl)				

L– area sampling LIVNO; T – area sampling TRAVNIK. I, II, III- represent the sampling period:

July, August and September; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

DISCUSSION

Start lactation characterized negative energy balance, which necessitates the reallocation of nutrients in the body and under the influence of endocrine activity is a change of almost all cells in the body in order to provide the optimum amount of nutrients for the needs of the mammary gland (Horvat, 2012). The concentration stated T_3 hormones in sheep from the area of Livno is varied depending on the sampling period but without statistical significance of differences. The highest concentration of this hormone was found in July and the lowest in August (Table 1), which are higher value compared to the values in their research is Nazif *et al.* (2008). Thyroid hormone secretion may have a diurnal variation, which is the highest in the morning and lowest at night.

Active T_4 significantly different depending on the sample period where the lowest concentration recorded in August and the highest in September but not statistically significant difference (Table 1). Many studies have been reported seasonal variations in the activity of the thyroid gland and thyroid hormone concentrations in the blood. These variations hormones are especially important in grazing and free range animals, whose main physiological functions (eating, reproduction, hair growth) highly seasonal character. This is the case of small ruminants, which are bred in the traditional way. Such variations in the concentration of hormones, allowing the animals to adjust their metabolic status of different environmental conditions, variations in needs and the availability of nutrients, as well as homoerotic changes during different physiological stages. The values of the concentration of hormones in the blood are characterized by high variability, which is very important in any investigation. On the other hand, the values obtained in the individual studies are not comparable due to the large difference between the test animals and their condition, as well as due to differences in testing methods. With the fall of energy in the ration decreasing concentrations of thyroid hormones, which indicates that the activity can be correlated with the nutritional status of the animals.

Antunović *et al.* (2009) examined the activity of hormones T_3 and T_4 in sheep breeds Tsigai where they found that the concentrations of T_3 and T_4 were the lowest in the first period of lactation, when the milk production, and later they are slowly rising, which is probably related with increased nutritional needs due to high milk production and severe energy deficit. Yokus *et al.* (2006) in their studies indicate that reproductive status and seasonal variations we have seen together so that we can properly interpret serum levels of hormones. In adult sheep of more than 99,9 % T_4 and 99,5% T_3 in the circulation are bound to plasma proteins. Only the free fraction of the hormone responsible for biological activity, and hormone-related proteins serve as usable reserves, reducing the effects of thyroid secretion, but also as a protection against sudden increased secretory activity (Todini, 2007).

In the serum of sheep from the area of Travnik concentration of T_3 hormone significantly different at sampling periods (Table 2), but was consistent with the results in his research is Nazif *et al.* (2008). The highest concentration of T_3 hormone

was found in August, and at the other two sampling periods the concentration of this hormone has the same value (Table 2). The concentration of T_4 in the serum of sheep from the area of Travnik had no significant variation between the sampling periods. The lowest concentration was determined in September (Table 2). In July and August were determined concentration of this hormone (Table 2), are higher than the ones in my research stated Yokuş *et al.* (2006), but were less than the values established in the serum of the sheep with the casting area (Table 2). The values of T_4 hormone in both areas of sampling were significantly greater than the value of other authors (Nazif *et al.*, 2008; Antunović *et al.*, 2009). It seems that the action of thyroid hormones depends on the type, season and interactions with other regulatory factors. It is important interactions with other factors, primarily prolactin (Todini, 2007), as well as the local activity of insulin. The differences related to gender have been observed in other mammals, and are related to many of the actions of sex hormones steroids. Differences in levels of total T_4 can be explained by the reduction of catabolism thyroxin binding globulin caused by estrogen (Todini, 2007). The effect of heat stress can affect the inhibitory activity of thyroid, where the concentration of the hormone T_4 sheep from the area of Livno in the period of intense heat stress (month of July) was lower compared to the other two sampling period. However, it is still an open question whether the reduction in the concentration of thyroid hormone sign adaptation of the organism to high environmental temperature, or a sign of decreased appetite, which is one of the earliest disorder in terms of heat stress. The studies that were conducted Oldenbroek *et al.*, (1989) suggest a positive correlation levels of thyroid hormones in the blood and energy balance, and negative correlation between their levels and milk. Highly statistically significant concentrations of T_3 and T_4 hormones were found between Livno and Travnik in July (Table 3), a statistically significant in August and September (Table 3). Established differences in the concentration of hormones T_3 and T_4 between sampling areas may be due to changes in the diet of the respective areas but also in significant differences in climatic conditions. The reduction in milk production in the conditions of high temperature may be due to the reduced synthesis of thyroid hormones. This reduces the metabolic heat production. Regulation of T_3 concentration in the peripheral blood takes place independently of the concentration T_4 . Changes T_4 levels that are related to the energy balance and metabolic changes indicate the level of secretion of TSH thyroid influenced (Riis and Madsen, 1985) and the balance with the activation or ekstratireoidalic inactivation of T_4 (Horvat, 2012). To restore thyroid activity requires a longer period of time, which is reduced thyroid activity during the summer period compared to its activity in the winter (Horvat, 2012).

Insulin levels in the serum of sheep from the area of Livno showed some variation by sampling periods, but without statistical significance (Table 1). The lowest concentration was found in July, while in August and September increased concentrations are very high value compared to the values of other authors (Antunović *et al.*, 2011). Insulin is a major anabolic hormone that promotes the construction of the body (mitogen effect) and prevents the breakdown of tissue and

metabolic substrates other than glucose (metabolic effect). The concentration of insulin in the blood of ruminants is closely related to the diet of animals (Sladojević, 2012). High values of insulin may be the result of disorders of the liver, and its reduced gluconeogenesis. Nutrition significantly changing hormonal regulation of metabolism in animals and lactating through insulin significantly affects the redistribution of energy resources during lactation. Larger amounts of easily digestible carbon hydrates in meals, can lead to stimulation of the endocrine pancreas and maintain high insulin levels. Changes in the concentration of insulin throughout the day may be a result of changes in the intensity of the synthesis and secretion of insulin and are directly dependent on diet (Radojičić, 1995). In the area of Travnik insulin levels varied depending on the sampling periods (Table 2). The concentration of insulin in the blood tends to increase when the sheep feed concentrated feed. This is a result of increasing concentration of propionate and butyrate in the rumen contents, resulting in the degradation of carbohydrates by means of food micro flora (Radojičić, 1995).

Cortisol, as corticosteroid hormone produced in the adrenal cortex, often referred to as the "stress hormone" because it is participating in the stress response. In the field of casting formed cortisol levels were very high values (Table 1), compared to the values of other authors (Doubek *et al.*, 2003). Fluctuations in cortisol levels can be attributed to stress, which was associated with the expulsion of sheep to pasture. Stress, which makes moving to a new environment in sheep could cause an increase in cortisol levels. The high concentration of cortisol in the analyzed serum samples of sheep with both sampling areas (Table 1 and 2) may be the result of thermal stress which may partly explain the higher values of cortisol in sheep with area Livno (Jenko, 2009). During the summer months the animals are exposed to heat stress due to high ambient temperatures that are sometimes over 35°C. With the increase in external temperature above 25°C reduces the intake of dry matter in the ration with endogenous regulatory mechanisms try to compensate for this lack of gluconeogenesis induced elevated levels of cortisol. In domestic animals, including sheep, was established endogenous circadian biorhythm adrenocorticotrophic hormone and cortisol, which regulates suprachiasmatic nucleus of the hypothalamus. The highest values were measured in the morning, and at least in the evening (Jenko, 2009). If during lactation establish and maintain a higher level of cortisol in relation to insulin, high lactation will be held for a longer period (Horvat, 2012). In order to maintain normal body temperature, food intake is reduced to 35%, milk production is lowered by 10-20%, the fall in plasma glucose levels, the lower the fat percentage and falling reproduction capability (Rhoads *et al.*, 2009; Brouček *et al.*, 2009). Acute exposure to elevated temperature and isolation and with the lambs is one of the important factors for the increase in cortisol (Jenko, 2009). Concentration cortisol may vary with each individual, because individual animals secrete more stress hormones than others, which may be due to metabolic activities. By all domestic animals sheep is the most sensitive to the effects of stress (Moolchandanni *et al.*, 2008). Sensitivity

sheep endocrine stress depends on the type and severity of stress (physiological, physical and chemical stress). By monitoring changes in hormonal status and metabolic profile can be determined by the degree of stressful reactions in the body. This is especially important during chronic stress which the animals are exposed to intensive production (Šamanc and Kirovski, 2008). The action of cortisol increases blood glucose levels as a result of increases in the volume of gluconeogenesis. Exposure of sheep prohibitions and insulation stress causes an increase in the concentration of ACTH and plasma cortisol (Minton *et al.*, 1990).

Minton *et al.* (1990) are at the lambs found growing levels of cortisol in response to stress, isolation, where exposure to elevated temperature or isolation trigger the adrenal gland, and this is one of the important factors contributing to elevated levels of cortisol that was the effect of the insulation stress. Moolchandani *et al.* (2008) have also established a highly significant effect of stress on cortisol levels with a tendency to increase. The concentration of serum cortisol levels sheep from the area of Livno had a downward trend towards the end of lactation (Table 1). Jenko (2009) in his study states that the highest cortisol levels set out in the spring and summer and in the autumn period, a decrease of concentration, which is consistent with our results for the Livno area (Table 1). Looking circadian biorhythm (morning sample) and periods of our sample it is possible that in addition to stress, and these two factors have a significant impact on the concentration of serum cortisol levels sheep from the area of Livno.

CONCLUSION

Hormonal status of the test animals was relatively stable for periods of sampling, but significant differences were detected between the localities of Livno and Travnik (Vlasic), which in addition to the stress can be the result of different botanical composition with regard to a variety of altitudes.

REFERENCES

- Antunović, Z., Kopic, B., Šperanda, M., Steiner, Z., Novoselec, J. (2008): Utjecaj dodatka selen na proizvodna svojstva janjadi i koncentraciju hormona štitnjače. *Krmiva*, 50 (4): 191-196.
- Antunović, Z., Novoselec, J., Senčić, Đ., Šperanda, M., Đidara, M. (2009): Aktivnost hormona štitnjače u krvi ovaca početkom laktacije. 44th croatian 64th International Symposium on Agriculture, 724-727.
- Antunović, Z., Novoselec, B., Šperanda, M., Vegara, M., Pavić, V., Mioč, B., Djidara, M. (2011): Changes in biochemical and hematological parameters and metabolic hormones in Tsigai ewes blood in the first third of lactation. *Archiv Tierzucht*, 54(5): 535-545.

- Broucek, J., Kisac, P., Uhrincat, M. (2009): Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. *International Journal of Biometeorology*, 53(2): 201-208.
- Cizza, G., Brady, L. S., Pacak, K., Blackman, M. R., Gold, P. W., Chrousos, G. P. (1995): Stress-induced inhibition of the hypothalamic-pituitary-thyroid axis is attenuated in the aged Fischer 344/N male rat. *Neuroendocrinology*, 62(5): 506-513.
- Doubek, J., Šlosarkova, S., Fleischer, P., Leischer, P., Mala, G., Skrivanek, M. (2003): Metabolic and hormonal profiles of potentiated cold stress in lambs during early postnatal period. *Czech J. Anim. Sci.*, 48(10), 403-411.
- Horvat, J. A. (2012): Uticaj toplotnog stresa na hormonalni status krava u periodu laktacije. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Fakultet Veterinarske medicine.
- Huszenicza, G., Kulcsar, M., Rudas, P. (2002): Clinical endocrinology of thyroid gland function in ruminants. *Vet. Med. Czech*. 47(7), 199-210.
- Jenko, Z. (2009): Nekateri reprodukcijski, fiziološki in biokemijski parametri pri bovški ovci, pri jezersko solčavski ovci in istrski pramenki. Disertacija. Veterinarska fakulteta, Univerza v Ljubljani.
- Kahla, S., Remsey, T., Elsasser, T. (1992): Extrathyroidal 5'-deiodinase activity in cattle; relationship to growth and hormones involved in nutrient partitioning, in: 8th Inter. Conference Production Diseases in Farm Animals on Nutrition Related Endocrine Changes in cattle at the School of Vet. Med., University of Bern, Switzerland, 9.
- Klimiene, I., Mockeliunas, R., Špakauskas, V., Černauskas, A., Sakalauskiene, R. (2008): Metabolic changes of thyroid hormones in cattle. *Review. Vet. Zootec.*, 42(64): 3-13.
- Marković, Lj. (2004): Povezanost hipotalamo-hipofizne osovine timusa, imunomodulacija hormonima. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo* 5-6, 187-193.
- Minton, J. E., Blecha, F. (1990): Effect of acute stressors on endocrinological and immunological functions in lambs. *J. Anim. Sci.* 68, 3145-3151.
- Moolchandani, A., Sareen, M., Vaishanav, J. (2008): Influence of restraint and isolation stress on plasma cortisol in male karakul sheep. *Veterinarski arhiv* 78(4), 357-362.
- Nazifi, S., Saeb, M., Abangah, E., Karimi, T. (2008): Studies on the relationship thyroid hormones and some trace elements in the blood serum of Iranian fat-tailed sheep. *Veterinarski arhiv*, 78(2): 159-165.
- Oldenbroek, J. K., Garssen, G. J., Forbes, A. B., Jonker, L. J. (1989): The effect of treatment of dairy cows of different breeds with recombinantly derived bovine somatotropin in a sustained delivery vehicle. *Livest Prod Sci.*, 21(1): 13-24.
- Radojičić, B. (1995): Ispitivanje uticaja propionata na nivo kortizola, insulina, glukoze i lipida u krvi goveda. Univerzitet u Beogradu, Fakultet Veterinarske medicine. Doktorska disertacija.

- Rhoads, M. L., Rhoads, R. P., VanBaale, M. J., Collier, R. J., Sanders, S. R., Weber, W. J., Crooker, B. A., Baumgard, L. H. (2009): Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *J. Dairy Sci.* 92, 1986-1997.
- Riis, P. M., Madsen, A. (1985): Thyroxine concentrations and secretion rates in relation to pregnancy, lactation and energy balance in goats. *J. Endocrinol.*, 107 (3), 421-427.
- Savić, Đ. (2010): Etiopatogeneza zamašćene jetre visokomliječnih krava. www.Veterina.info.
- Sladojević, Ž. Ž. (2012): Uticaj energetskeg bilansa na endokrini i metabolički status krava. Doktorska disertacija. Fakultet Veterinarske Medicine, Univerzitet u Beogradu.
- Szczepanski, W. A., Milewski, S., Czarniawska-Zajac, S. (2005): Reproductive parameters of Kamieniecka and Charrolaise sheep in three years of breeding. *Roc. Nauk Zoot.* 2: 9-32.
- Šamanc, H. and Kirovski, D. (2008): Adrenokortikalni sistem goveda. Monografija. Naučni institut za veterinarstvo Srbije. Beograd.
- Tiirats, T. (1997): Thyroxin, triiodothyronine and reverse-triiodothyronine concentrations in lood plasma in relation to lactation stage, milk yield, energy and dietary protein intake in Estonian cows. *Acta Vet. Scand.*, 38(4): 339-348
- Todini, L. (2007): Thyroid hormones in small ruminants: effects of endogenous nutritional factors. *Animal* 1(7): 997-1008.
- Yokus, B., Cakir, D. U., Kanay, Z., Gulten, T., Uysal, E. (2006): Effects of seasonal and physiological variations on the serum chemistry, vitamins and thyroid hormone concentrations in sheep. *J. Vet. Med. A.*, 53(6): 271-276.
- Žikić, D., Lazarević, M., Ušćebrka, G., Gledić, D. (2000): Uticaj hroničnog zvučnog stresa na koncentraciju tireoidnih hormona kod brojlera. Zbornik naučnih radova 6, 496-503.

HORMONALNI STATUS MLIJEČNIH OVACA

Rezime

Kompleksni procesi održavanja konstantnosti unutrašnje sredine organizma ovise o homeostatskim i homeoretskim mehanizmima, koji pokušavaju da intenzitet metaboličkih procesa podrede potrebama tijela, kao što su stanja poput gravidnosti i laktacije. Najvažnija uloga hormona kao bioaktivnih supstanci, jeste da u veoma malim količinama regulišu metaboličke procese. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi hormonalni status kod ovaca pri zahtjevnim metaboličkim opterećenjima. Prema ciljevima istraživanja, krv je uzimana uvijek od iste životinje, kroz tri različita perioda (juli, august, septembar). Testiranje je provedeno na ukupno 117 ovaca u ekstenzivnom načinju držanja u predjelu Livna i Travnika. Upotrebom ELISA testa, u krvnom serumu ovaca određivane su vrijednosti sljedećih hormona: trijodtironin, tiroksin, kortizol i insulin. Hormonalni status testiranih životinja bio je relativno stabilan tokom perioda uzorkovanja, ali su primijećene znatne razlike u nivoima između područja za sve hormone, izuzev kortizola. Nedostatak statistički značajnih razlika u nivou kortizola među područjima, može biti posljedica stresa nastalog uzimanjem krvi. Visoke koncentracije tiroidnihormona, posebno kod ovaca sa lokaliteta Livna, mogu biti pokazatelj smanjenog apetita, koji je jedan od najranijih poremećaja u uvjetima toplotnog stresa. Na oba lokaliteta utvrđena je visoka insulinemija, moguće kao rezultat ishrane koja značajno mijenja hormonalnu regulaciju životinja u laktaciji, te dovodi do stimulacije endokrinog pankreasa.

Ključne riječi: *ovca, laktacija, hormonalni status*

POJAVA INVAZIVNE VRSTE *DREISSENA POLYMORPHA* (Pallas, 1771), U HIDROAKUMULACIJAMA BOSNE I HERCEGOVINE

Sadbera Trožić-Borovac¹, Samir Muhamedagić², Miljana Milinković¹,
Berina Borovac¹, Jasmina Ahmetagić¹

Originalan naučni rad – *Original scientific paper*

Rezime

Rad predstavlja prvi prikaz distribucije invazivne vrste školjke *Dreissena polymorpha* u hidroakumulacijama Crnomorskog i Jadranskog sliva, kao rezultat slučajnog unosa sa uzgojnim vrstama riba. Istraživane hidroakumulacije su: Buško jezero (podsliv Cetine), Salakovac (podsliv Neretve), Modrac (podsliv Bosne) i Bileća (podsliv Trebišnjice). Uzorkovanje i determinacija jedinki školjke trokutnjače izvršena je u periodu od maja do septembra 2017. godine. Morfometrijska analiza (širine, dužine i visine) desnog kapka 84 jedinke trokutnjače pokazala je fenotipsku plastičnost vrste, ali i naglasila razlike između istraživanih populacija. Populacije vrste u istraživanim hidroakumulacijama ne pokazuju masovan razvoj uslijed ekoloških uvjeta, ali pokazuju negativne efekte svog prisustva, koje se manifestuju u začepljenju i obrastanju cijevi za dovod vode na branama hidroelektrana, a izražen je ubrzan rast na kafezima za uzgoj riba (obilje hrane i povoljni fizičko/hemijski parametri vode). Zbog uticaja na autohtonu faunu kao i mogućnost unosa drugih vrsta, evidentiranih šteta i problema u akvakulturi, radu elektrana, neophodno je poduzeti mjere kontrole unosa ribljih vrsta, te mjera kontrole razvoja utvrđene vrste.

Ključne riječi: *diverzitet, degradacija, autohtonost, akvakultura, ekološko stanje*

UVOD

Vrstu *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) prvi je opisao njemački zoolog Peter Simon Pallas 1769. godine iz rijeka Dnjepar, Volga i Ural. Po formi tijela dobila je naziv raznolika trokutnjača, a njena staništa su slatkovodne stajačice ili spore tekućice u kojima se pričvrste na prirodne materijale ili predmete napravljene od strane čovjeka (brodovi, cijevi, dokovi, itd). Jedinke ove vrste imaju sklonost da se pričvrste na druge školjke te im tako onemogućuje kretanje i ishranu što dovodi do njihovog izumiranja (Stanczykowska, 1977; Hebert *et al.*, 1989). Najčešće žive na dubinama od 2 do 12 metara, iako su konstatovane i na dubinama od 60 metara (mogućnost rasta i reprodukcije na dubinama ispod 50 m se zaustavlja) nije utvrđena mogućnost reprodukcije (Lajtner *et al.*, 2004). Ova vrsta zahtijeva vodna staništa s mnogo

¹ Prirodno-matematički fakultet Zmaja od Bosne 33 Sarajevo

² Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Zmaja od Bosne 8 Sarajevo
Korenspondencija: sadberatb@yahoo.com

otopljenog kalcija te vrlo male kiselosti. Njeno razmnožavanje odvija se preko pokretne veliger larve koja opstaje u balastnim vodama brodova ali i u cisternama za transport riba. Na temperaturama vode od oko 3°C prestaju s rastom. Kod temperatura vode između 25 i 30°C dolazi do bržeg rasta, nakon čega ponovno dolazi do usporavanja rasta i konačno do smrti na temperaturi vode od 36°C (Lajtner *et al.*, 2004). Vrsta je autohtona za slivove Crnog, Kaspijskog i Aralskog mora, a njeno širenje po vodama cijele Evrope (na sjeveru do Velike Britanije i Skandinavije, na istoku do Azije, na jugu do Turske) dalo joj je karakter invazivne vrste koja se uspješno adaptirala na nova staništa. Migracija ove invazivne vrste se nije dogodila prirodnim putem već posredovanjem čovjeka. Iz tog razloga, raznolika trokutnjača na područjima koja okupira uopće nema prirodnih predatora ili je njihov broj vrlo mali, što omogućuje njeno nesmetano razmnožavanje. Širenje raznolike trokutnjače nije zabilježeno samo na evropskom kontinentu, već i na prostoru Sjeverne Amerike. Pozitivni efekti egzistencije trokutnjače su povezani sa filtrirajućim načinom ishrane koji rezultira povećanje prozirnosti voda, povećanje trofičnosti vodenih ekosistema, a negativne su direktan uzrok povlačenja ili izumiranja autohtonih vrsta školjki, te drugi problem koji su rezultat njihovog sesilnog načina života kao imago (Erben *et al.*, 2000). U Bosni i Hercegovini prvi put je registrovana u akumulaciji Buško jezero i kanalu Lipa 1974. godine (Aganović *et al.*, 1974) u vrijeme formiranja akumulacije. Prema sprovedenim istraživanjima (2005–2018) ova vrsta nastanjuje hidroakumulacije i neke tekućice na prostoru naše države.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja za potrebe rada izvršena su od 04.05.2017. do 20.08.2017. godine, a korištena je mreža za duboke vode (do 2 m dubine priobalno), a u kafezima za uzgoj riba izvršeno je sakupljanje jedinki ručno. Za determinaciju vrsta korišten je ključ za klasu Bivalvia (Killeen *et al.* 2004). Područje istraživanja su: hidroelektrana na Trebišnjici izgrađena 1966. godine (sl.1 i 2) koja prema površini od 33 km² predstavlja jednu od većih vještačkih akumulacija na svijetu – Bilećko jezero, najveća izmjerena dubina je 104 m, smještena je na oko 400 m nadmorske visine. Kota normalnog uspora 400 m.n.m, kota minimalnog uspora 348 m.n.m, a ukupna zapremina akumulacije 1280 km³, korisna zapremina akumulacije 1100 hm³. Površina akumulacije na koti normalnog uspora iznosi 2764 ha (Kosorić & Aganović, 1974). Hidroakumulacija Salakovac (sl.1) je formirana 1981. godine. Maksimalna dužina jezera je 20 km, površina oko 314 ha, najveća dubina je oko 40 m, dok su oscilacije vode oko 5 m. Hidroakumulacija Salakovac je ukupne zapremine 68x10⁶m³ i stvorena je izgradnjom betonske gravitacione brane visine 70 m, locirane na rijeci Neretvi, oko 15 km uzvodno od Mostara (Trožić–Borovac *et al.*, 2016). Hidroakumulacija Modrac nastala je 1964. godine izgradnjom brane na rijeci Spreči u mjestu Modrac, općina Lukavac. Na nadmorskoj visini od 200 metara, smještena je na južnom dijelu teritorije općine Lukavac, jugozapadno od Tuzle i sjeverozapadno od Živinica. Slivno područje akumulacije obuhvata površinu od 1189 km², od čega slivu

Spreče pripada 832 km², slivu Turije 240 km², dok neposrednom slivu akumulacije pripada 117 km². Na osnovu podataka višegodišnjih osmatranja na vodomjernoj stanici Modrac, proticaj Spreče sa Turijom varira u rasponu između 7,5 m³/s i 20,4 m³/s. Pri tome treba naglasiti veliki raspon između minimalnog proticaja koji može biti ispod 1,0 m³/s i maksimalnog koji se može popeti preko 500 m³/s (sl.1 i 2).



Salmon II Hidroakumulacija Salakovac, jedinke trokutnjače na mrežama ribogojilišta

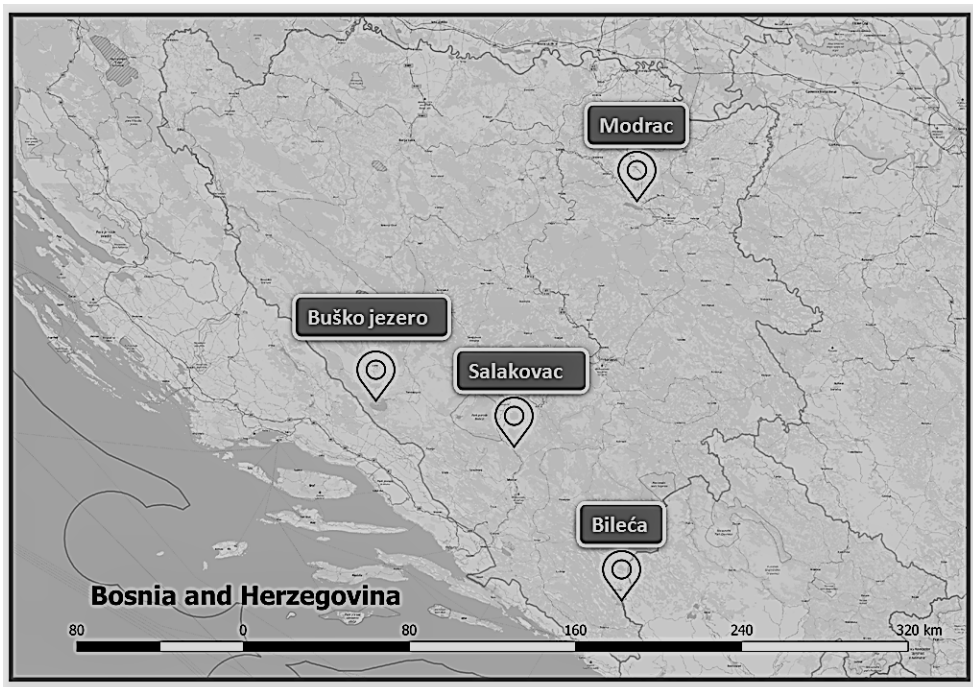


Hidroakumulacija Modrac

Hidroakumulacija Bileća

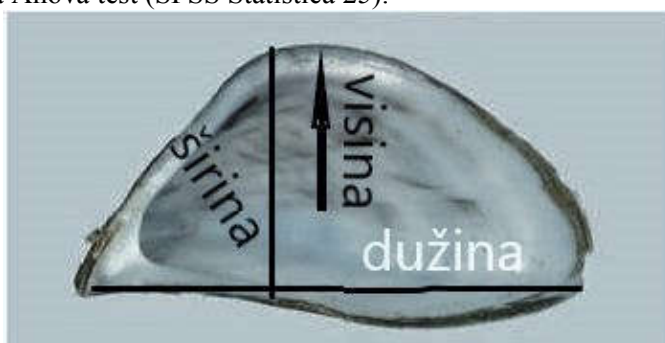
Slika 1. Istraživane hidroakumulacije u Bosni i Hercegovini
(Trožić-Borovac, 2017)

Figure 1. Investigated hydro accumulations of the Bosnia and Herzegovina
(Trožić-Borovac, 2017)



Slika 2. Položaj lokaliteta istraživanja
Figure 2. Location of the research site

Za potrebe upoznavanja općih karakteristika vrste izvršena su morfometrijska mjerenja (sl. 3) ukupne dužine, širine i visine desnog kapka ljušture jedinki trokutnjače iz tri hidroamulacije (Modrac, Salakovac i Bileća). Statistička obrada obuhvatila je deskriptivnu analizu i metod za uporedbu srednjih vrijednosti za tri ili više populacija Anova test (SPSS Statistica 25).



Slika 3. Prikaz mjerenih parametara desnog kapka ljušture jedinki vrste *Dreissena polymorpha*
Figure 3. Measurement of the measured parameters of the *Dreissena polymorpha* right shell

REZULTATI I DISKUSIJA

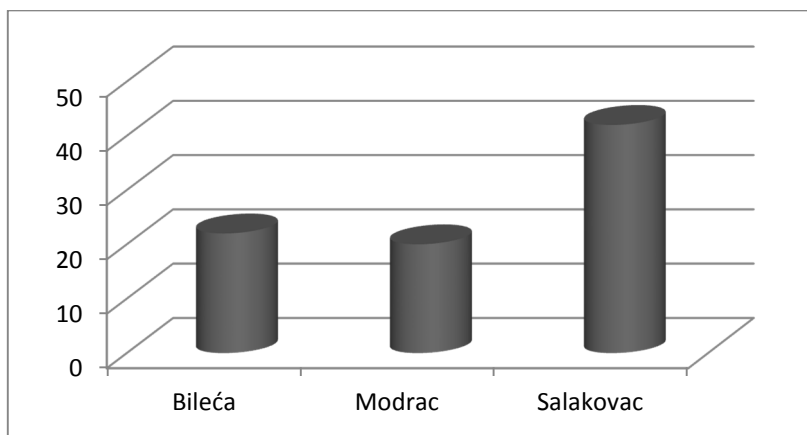
U tri hidroakumulacije ukupno je uzorkovano 84 jedinke. Srednja vrijednost dužine desnog kapka jedinki trokutnjače iznosila je 12,89 mm (tab.1), dok je najveća dužina iznosila 29,13 mm, a jedinka je uzorkovana u akumulaciji Salakovac. Jedinke sakupljene sa mreža za uzgoj riba imaju daleko veće vrijednosti svih analiziranih parametara od populacija iz Bileće i Modrac.

Tabela 1. Deskriptivna statistika morfometrijskih karakteristika, trokutnjače iz hidroakumulacija Salakovac, Modrac i Bileća

Table 1. Descriptive statistics of morphometric characteristics, hydro accumulations zebra mussels from Salakovac, Modrac and Bileća

N	Minimum (mm)	Maksimum (mm)	Srednja vr.	Std. deviacija	
h-visina ljušture	84	0.82	15.23	5.7489	3.22630
TD-dužina ljušture	84	5.15	29.13	12.8986	5.37776
Šr-širina ljušture	84	2.23	16.28	6.7352	2.81688

U hidroakumulaciji Modrac (graf.1) ukupno je uzorkovano 20 jedinki, Bileća 22 i 42 jedinke sa mreža kafeza Salakovac – Salmon II.



Grafikon 1. Broj jedinki trokutnjače uzorkovane iz hidroakumulacije Modrac, Bileća i Salakovac

Graph 1. Number of zebra mussels sampled from the hydro accumulations Modrac, Bileća and Salakovac

Primjenom Anova testa utvrđena je statistički značajna razlika ($p < 0,05$) za sva tri analizirana morfološka parametra, što je rezultat različitih ekoloških uslova u kojima egzistiraju analizirane jedinke vrste *Dreissena polymorpha* (tab.2).

Tabela 2. Vrijednosti Anova testa za analizirane morfološke parametre desnog kapka jedinki tri populacije (Bileća, Salakovac i Modrac)

Table 2. The values of Anova's test for analyzed morphological parameters of the right shell of three populations (Bileća, Salakovac and Modrac)

		suma	df	Srednja vrijednost	F	Sig.
TD	Između grupa	306.455	2	153.227	6.704	.003
	Unutar grupa	937.118	41	22.857		
	ukupno	1243.573	43			
h	Između grupa	75.429	2	37.714	4.155	.023
	Unutar grupa	372.157	41	9.077		
	ukupno	447.586	43			
Šr	Između grupa	78.404	2	39.202	6.116	.005
	Unutar grupa	262.792	41	6.410		
	ukupno	341.196	43			

Već ranije je utvrđeno da trokutnjača pokazuje veliku fenotipsku plastičnost, što je posebno vidljivo po morfologiji kapaka ljušture (Lajtner *et al.*, 2004). Vrste mogu, u povoljnim uvjetima, formirati velike agregacije, u Njemačkoj je utvrđena populacija od 860 - 10.000 ind. m⁻² (Radziejewska *et al.*, 2009), a uglavnom su vezani za sediment sa megalitalom ili makrolitalom (kamenja promjera 50-60 cm). Istraživanja morfološke varijacije ljušture kod jedinki iz riječnog sistema Drave i hidroakumulacije Dubrava, su pokazala da jedinke uzorkovane sa različitih lokaliteta u jezeru pripadaju istoj skupini, te da pokazuju razlike u morfometrijskim parametrima u odnosu na populaciju iz rijeke Drave (Lajtner *et al.*, 2004). Za egzistenciju trokutnjače, prema intenzivnim istraživanjima najznačajnija je temperatura, nivo kalcija i pH, a nešto manju značajnost predstavlja godišnje variranje hranjivih materija (hlorofila) i koncentracija kisika (Claudi & Mackie, 1994). Prema stupnju trofije jezero Salakovac je u kategoriji oligotrofnih voda sa relativno niskim temperaturama u toku zime (7,1°C) što je ispod praga rasta za ovu invazivnu vrstu koja iznosi 11°C (Stanczykowska *et al.*, 2010). Vodno stanište ostalih akumulacija prema stupnju trofije je od oligotrofnih do mesotrofnih (Trožić-Borovac *et al.*, 2014). Jedinke trokutnjače su u akumulaciju Salakovac unesene sa kalifornijskom pastrmkom (uzgojnom vrstom) koja je porijeklom iz akumulacije Bileća u kojoj je razvijena veoma gusta populacija vrste sa velikom distribucijom. Prema morfometrijskoj analizi pokazuje brži i veći rast na kafezima Salmon II u Salakovcu, nego u Bileći. U hidrokumulaciji Bileća njeno prisustvo datira duži niz godina i posebno nanosi velike negativne efekte na dovodnim cijevima za vodu na brani elektrane. Temperaturni režim ovog jezera pogoduje ubrzanom reprodukciji vrste koja se uslijed pokretnih

laravi brzo širi na druge prostore. Intenzivna hidrobiološka istraživanja akumulacije Bileća u ranijem periodu (Kosorić & Aganović, 1973) ne uključuju ovu vrstu u sklopu ukupnog diverziteta hidrobionata. Uslijed većih posljedica pojave ove invazivne vrste u hidroakumulacijama širom Bosne i Hercegovine (pored naznačenih, ova vrsta se javlja i u Plivskim jezerima, hidroakumulaciji Snježnica, tekucicama sa ribogojilištima i sl.), posebno Salakovcu, neophodno je primjeniti neke od mjera njenog uništenja i kontrole rasta populacija (na kafezima mreže premazane bakrom ili sl.). Jedan od prirodnih načina je uvođenje značajnih predatora date vrste. U Evropi, glavni predatori ove školjke su ribe žutoperka (*Rutilus rutilus*), deverika (*Abramis brama*) i crni amur (*Mylopharyngodon piceus*) koji se proširio iz Azije te je predator na oba kontinenta. U Sjevernoj Americi, neki od predatora raznolike trokutnjače su ribe sunčanica (*Lepomis gibbosus*), koja je iz Sjeverne Amerike stigla i u Evropu, glavočić okrugljak (*Neogobius melanostomus*) i šaran (*Cyprinus carpio*), čije su prirodno stanište euroazijski prostori. Predatori ove školjke mogu biti i ptice najčešće patke. Još nisu konstatovane velike agromelacije ili guste populacije ove vrste u našoj državi, ali pojedinačno su prisutni problemi kako objekata akvakulture tako i elektrana.

ZAKLJUČAK

Problemi sa invazivnim alohtonim vrstama su već duži niz godina globalni svjetski problem, tako da je prostor Bosne i Hercegovine neminovno stanište većeg broja ovih vrsta. Akvatična staništa, posebno hidroakumulacije, usljed kafeznog uzgoja riba, nekontrolisanog unosa nasadnog materijala alohtone kalifornijske pastrmke, potpomažu i ubrzavaju širenje areala trokutnjače i drugih vrsta. Morfometrijska analiza kapaka ljušture, analiza gonada, životnog ciklusa, autekologije vrste su pitanja koja istraživanjima treba obuhvatiti i na temelju rezultata utvrditi areale i gustinu populacije. Dobiveni podaci su neophodni za uspostavljanje mjera zaštite i kontrole.

LITERATURA

- Aganović, M. (1974): Gospodarska osnova ribarstva na akumulaciji Buško Blato i kompenzacionom bazenu Lipa. Elektroprivreda Dalmacije, Split.
- Claudi, R., Mackie, G. L. (1994): Practical manual for zebra mussel monitoring and control. Lewis Publishers, Boca Raton, 227 pp.
- Erben, R., Lajtner, J., Lučić, A., Maguire, I., Klobučar, G. I. V. (2000): Attachment of the zebra mussel on the artificial substrates in the reservoir Dubrava (River Drava, Croatia). Int. AssocnDanube Res. 33: 225–231.
- Hebert, P. D. N., Muncaster, B. W., Mackie, G. L. (1989): Ecological and genetic studies on *Dreissena polymorpha* (Pallas): a new mollusc in the Great Lakes. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 1587–1591.
- Killeen, I., Aldridge, D., Oliver, G. (2004): Freshwater Bivalves of Britain and Irland. Bringing Environmental understading to all. Preston Montford, 115pp.

- Nissen, P., Nielsen, D., Arnebourg, N. (2004): The relative glucose uptake abilities of non-*Saccharomyces* yeasts play a role in their coexistence with *Saccharomyces cerevisiae* in mixed cultures. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, Vol. 64, No. 4; pp. 543–550.
- Komić, J. (1996): *Metodi statističke analize kroz primjere*. Centar, Beograd, pp. 104-121.
- Kosorić, Đ., Aganović, M. (1973): Ribarsko biološka istraživanja i mjere za unapređenje ribarstva u akumulacionim bazenima “Bileća” i “Trebinje”. Hidroelektrane na Trebišnjici, Trebinje
- Lajtner, J., Marušić, Z., Klobučar, G. I. V., Maguire, I., Erben, R. (2004): Comparative shell morphology of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* in the Drava river (Croatia). *Biologia, Bratislava*, 59/5: 595—600.
- Stanczykowska, A. (1977): Ecology of *Dreissena polymorpha* (Pall.) (Bivalvia) in Lakes. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 24: 461–530.
- Sponholz, W. R., Hühn, T. (1996): Aging of wine: 1,1,6-Trimethyl-1,2-dihydropyrene (TDN) and 2-Aminoacetophenone. In: *Proceedings of the 4th International Symposium on Cool Climate Viticulture and Enology* (Ed: Henick-Kling, T.), New York State Agricultural Experimental Station, Geneva, NY., pp. VI-37–57.
- Stanczykowska, A., Lewandowski, K., Czarnoleski, M. (2010): Distribution and densities of *Dreissena polymorpha* in Poland – past and present (in) *The Zebra Mussel in Europe*, Gerard van der Velde, Sanjeevi Rajagopal and Abraham bij de Vaate (Eds) ISBN 978-3-8236-1594-1.
- Rajagopal, S., Pollux, B. J. A., Peters, J. L., Cremers, G., Moon-van der Staay, S. Y., van Alen, T., Eygensteyn, J., van Hoek, A., Palau, A., bij de Vaate, A., van der Velde, G. (2009): Origin of Spanish invasion by the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) revealed by amplified fragment length polymorphism (AFLP) fingerprinting. *Biological Invasions*, 11 (9): 2147–2159
- Radziejewska, T., Fenske, C., Wawrzyniak-Wydrowska, B., Riel P., Wozniczka, A., P. Gruszka (2009): The zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) and the benthic community in a coastal Baltic lagoon: another example of enhancement? *Marine Ecology*. 30: 138-150.
- Tamburri, M. N., Wasson, K., Matsuda, M., Ballast water deoxygenation can prevent aquatic introductions while reducing ship corrosion, *Biological Conservation*, 103 (2002) 331-341.
- Trožić-Borovac, S., Hafner, D., Škrijelj, R., (2014): Biološki monitoring površinskih voda slivova rijeke Neretve i Cetine na području FBiH. Agencija za slivno područje Jadranskog mora. Mostar.
- Trožić-Borovac, S., Škrijelj, R., Ljubić, V., Bijedić, A. (2016): Studija za akvakulturu na vodnom području Jadranskog mora u FBiH. Agencija za slivno područje Jadranskog mora. Mostar.

THE APPEARANCE OF THE *DREISSENA POLYMORPHA* (PALLAS, 1771) INVASIVE SPECIES IN THE HYDROACUMULATIONS OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

The paper presents the first representation of distribution of the invasive species *Dreissena polymorpha* in the accumulations of the Black sea and the Adriatic basin as a result of random inputs with breeding species of fishes. The researched hydrocumulations are: Buško lake (sub-basin of Cetina), Salakovac (sub-basin of Neretva), Modrac (sub-basin of Bosna) and Bileća (sub-basin of Trebišnjica). Sampling and determination of the zebra mussels were carried out in the period from May to September 2017. Based on the morphometric measurements of the 84 individuals (right lid), a significant difference in length, height and width was determined as a result of different ecological conditions affecting the phenotype of the investigated species. The species does not show massive development, but it already shows the negative effects of its presence that are manifested in clogging and overgrowing of water pipes on the dams of hydroelectric power plants, and it has been rapidly developing on cages for growing of fishes. Due to the impact on the autochthonous fauna as well as the possibility of other species input, recorded damages and problems in aquaculture, the operation of power plants, it is necessary to take measures to control the input of species of fishes and the measures for controlling the development of the identified species.

Key words: *diversity, degradation, autochthonousness, aquaculture, ecological status*

SADRŽAJ UKUPNIH FENOLA I ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST U PERŠUNU (*Petroselinum crispum*) I CELERU (*Apium graveolens*)

Zilha Ašimović¹, Lejla Čengić¹, Ševal Muminović¹, Neira Huseinbegović¹

Originalan naučni rad – *Original scientific paper*

Rezime

Svaka biljna vrsta sadrži veliki broj supstanci koje su biološki aktivne, a veliki dio tih supstanci se, s obzirom na njihov hemijski sastav, može ubrojati u fenolske spojeve. Antioksidativna aktivnost fenolskih spojeva se zasniva na njihovoj sposobnosti da onemogućavaju stvaranje slobodnih radikala u ćeliji ili da uništavaju već stvorene slobodne radikale.

Cilj rada je utvrditi sadržaj ukupnih fenola i antioksidativne aktivnosti u svježim uzorcima peršuna i celera, kao i u uzorcima nakon sušenja na vazduhu.

Ukupni fenoli su određeni uz Folin-Ciocalteu reagens, antioksidativna aktivnost uz pFRAP, a kao standard je upotrebljena galna kiselina.

Najveći prosječni sadržaj ukupnih fenola se nalazi u listu suhog peršuna u količini od 77.40±8.30 mg GAE/100g FW, dok je najmanji prosječni sadržaj fenola zabilježen u korijenu suhog peršuna i iznosi 28.59±5.69 mg GAE/100g FW. Najveća antioksidativna aktivnost je nađena u listu svježeg peršuna u vrijednosti od 31.00±2.37 mg GAE/100g FW, dok je najniža antioksidativna aktivnost zabilježena u stabljici svježeg celera u vrijednosti od 6.09±0.31 mg GAE/100g FW.

Ključne riječi: *ukupni fenoli, antioksidativna aktivnost, peršun, celer, Folin-Ciocalteu metoda, pFRAP*

UVOD

Poznato je da su biljke veoma dobar izvor prirodnih antioksidanasa, s obzirom da sadrže fitohemikalije koje imaju sposobnost neutralizacije reaktivnih oksigenovih vrsta (ROS), odnosno slobodnih radikala koji se stvaraju u fiziološkim procesima kao posljedica normalnog metabolizma, a mogu nastati pod uticajem vanjskih faktora kao izazivača oksidativnog stresa.

Polifenoli, kao sekundarni metaboliti biljaka, su najvažnija grupa biljnih antioksidanasa koje karakteriše posjedovanje barem jednog aromatičnog prstena sa jednom ili više hidroksilnih grupa (Rosicka - Kaczmarek, 2004). Klasificiraju se na osnovu broja molekula fenola koji sadrže, od prostih fenolskih kiselina do visokopolimeriziranih tanina. Općenito, fenolske materije imaju ulogu u zaštiti od UV

¹ Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerziteta u Sarajevu, 71 000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
Korespondencija: Lejla Čengić, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet UNSA, l.cengic@ppf.unsa.ba

zračenja, napada patogena, parazita (Dai i sar., 2010). Fenoli pokazuju antiupalno, antialergijsko te antikancerogeno djelovanje (Rotelli i sar., 2003). Sprečavaju autooksidacije nezasićenih masnih kiselina i LDL holesterola, te na taj način preveniraju nakupljanje ovih spojeva i začepljenje krvnih sudova (Magama i sar., 2013). S obzirom na takvu prirodu polifenolskih materija javlja se veliki interes za njihovo korištenje u prehrambenoj industriji, budući da zaustavljaju oksidativnu degradaciju lipida, što za rezultat ima hranu poboljšanog kvaliteta i nutritivne vrijednosti.

Jedna od najstarijih metoda za konzerviranje hrane je sušenje, koje podrazumijeva oduzimanje vode u svrhu poboljšanja mikrobiološke sigurnosti (Alibas, 2007). Sušenje smanjuje rast mikroorganizama ali, s druge strane, može dovesti do promjena koje utiču na kvalitet, poput arome, kao i do gubitka bioaktivnih komponenti koje su nosioci antioksidativne aktivnosti (Hossain i sar., 2010).

Primjena ljekovitih i aromatičnih biljaka u prehrambenoj industriji doživjela je ekspanziju posljednjih godina, posebno od kada je kao svjetski trend u ishrani uvrštena tzv. "funkcionalna hrana", koja pored nutritivnih posjeduje i ljekovita svojstva.

Celer i peršun su biljke koje se učestalo koriste u kulinarstvu, kao i u terapijske svrhe. U ovom radu je određivan sadržaj ukupnih fenola i antioksidacijske aktivnosti u svježim uzorcima peršuna i celera, kao i u uzorcima nakon sušenja na vazduhu.

MATERIJAL I METODE RADA

Za potrebe eksperimentalnog dijela rada prikupljeno je 30 uzoraka (n=30). Uzorci su nabavljeni na lokalnim tržnicama grada Sarajeva u svježem stanju: 15 uzoraka peršuna (*Petroselinum crispum*) te 15 uzoraka celera (*Apium graveolens*). Uzorci su neposredno prije analize oprani, a svi listovi koji su imali žutu boju su odbačeni. Za analizu su korišteni različiti dijelovi biljke: korijen, stabljika i list. Uzorci su osušeni na sobnoj temperaturi, na propuhu bez sunčeve svjetlosti. Sve analize su obavljene u laboratoriji za hemiju i biohemiju Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu, uz tri ponavljanja.

Ekstrakcija s destiliranom vodom

Postupak: 1-2 g uzorka se odvaže s tačnošću $\pm 0,1$ g i homogenizira s 40 ml zagrijane destilirane vode (cca. 50°C). Homogena smjesa se ekstrahira 15 minuta pri temperaturi od 70°C uz povratno hladilo. Filtrat služi za određivanje ispitivanih parametara.

Određivanje sadržaja ukupnih fenola

Ukupni fenoli u peršunu i celeru su određeni spektrofotometrijski pomoću Folin-Ciocalteu reagensa (Singleton i sar., 1999), s modifikacijama. Kao standard je upotrebljena galna kiselina a intezitet obojenja je mjereno na 600 nm. Koncentracije

ukupnih fenola su izračunate na osnovu baždarne krive. Sadržaj ukupnih fenola je izražen u mg GAE/100g. GAE je ekvivalent galne kiseline (eng. gallic acid equivalent).

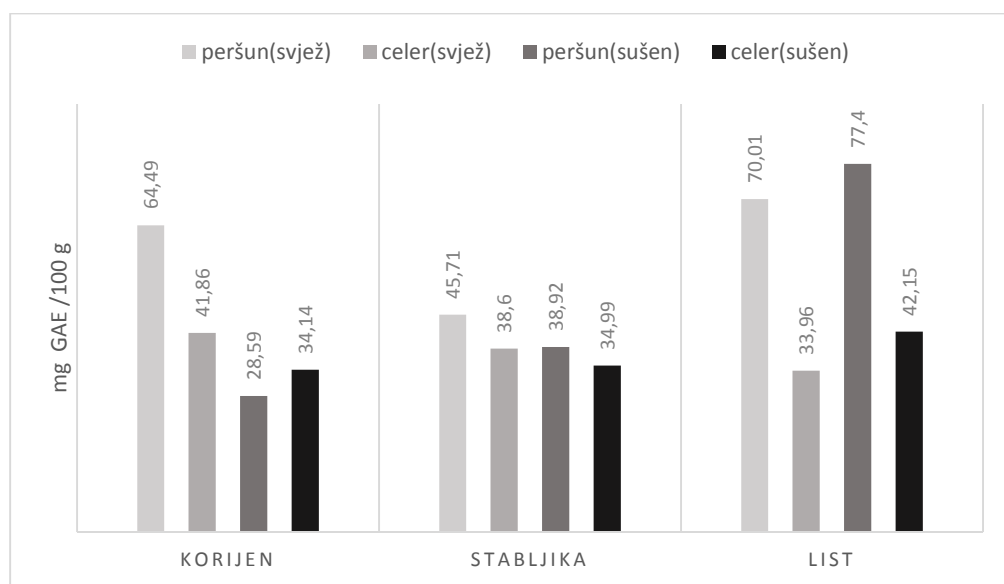
pFRAP metoda

Antioksidativna aktivnost je određena pomoću pFRAP (potassium ferric antioxidant power) metode, prema Meng i sar. (2011) s modifikacijama. Antioksidativna aktivnost se određuje u ekstraktima peršuna i celera dobivenim korištenjem ekstrakcije s destiliranom vodom. Metoda se temelji na reakciji fenolnih spojeva s $K_3[Fe(CN)_6]$ i $FeCl_3$, pri čemu nastaje željezni kompleks plavo-zelene boje, te mjerenjem intenziteta nastalog obojenja spektrofotometrijski pri talasnoj dužini od 700 nm.

REZULTATI I DISKUSIJA

U radu je vršeno određivanje prosječnog sadržaja ukupnih fenola i antioksidativne aktivnosti u peršunu i celeru u svježem stanju i nakon sušenja na vazduhu.

Rezultati prosječnog sadržaja ukupnih fenola i antioksidacijske aktivnosti u peršunu i celeru su predstavljeni na Grafikonima 1. i 2.

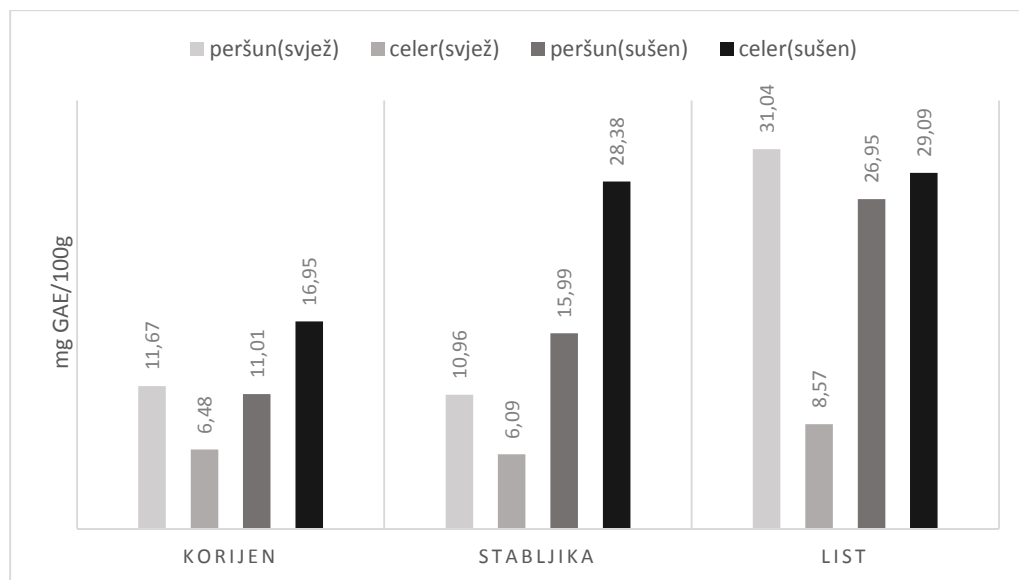


Grafikon 1. Sadržaj ukupnih fenola u peršunu i celeru u svježem stanju i nakon sušenja

Graph 1. Total phenol content in parsley and celery fresh and after air drying

Najveći prosječni sadržaj ukupnih fenola se nalazi u listu suhog peršuna u količini od 77.40 ± 8.30 mg GAE/100g FW, dok je najmanji prosječni sadržaj fenola zabilježen u korijenu suhog peršuna i iznosi 28.59 ± 5.69 mg GAE/100g FW. Na sadržaj ukupnih

fenola uveliko utiču vanjski faktori, poput tipa tla, izloženosti suncu, količini padavina, kao i primijenjena agrotehnika. Polifenoli se lako oksidiraju, a u takvim procesima se formiraju manje ili više polimerizirane supstance koje vode promjeni u kvaliteti, posebno boji i organoleptičkim karakteristikama (Manach i sar., 2004). Ekstrakciono sredstvo, kao i dužina trajanja ekstrakcije imaju velik uticaj na sadržaj ukupnih fenola. Kuzma i sar. (2014) su našli količine ukupnih fenola u peršunu od 1190 mg/100g DW nakon 60-minutne ekstrakcije sa acetonom. Začinsko i ljekovito bilje se najčešće podvrgava sušenju jer se sušenje smatra dobrim načinom zaštite njihove fitohemijske efikasnosti (Chan i sar., 2009). Mediani i sar. (2014) su našli da je sušenje na vazduhu rezultiralo najvišim sadržajem ukupnih fenola. Objašnjenje se može naći u činjenici da se laganim gubitkom vode bez nametnutog pritiska oslobađaju fenolske komponente koje reaguju na izazvani stres kao odbrambeni sistem. Dosadašnja istraživanja pokazuju da je količina fitohemikalija u suhim uzorcima veća nego u svježim zbog enzimske aktivnosti u svježem materijalu kojom dolazi do degradacije bioaktivnih komponenti (Suhaj, 2006).



Grafikon 2. Antioksidativna aktivnost u peršunu i celeru u svježem stanju i nakon sušenja određivana pFRAP metodom

Graph 2. Antioxidant activity of parsley and celery fresh and after air drying using pFRAP method

Najveća antioksidativna aktivnost je nađena u listu svježeg peršuna u vrijednosti od 31.00 ± 2.37 mg GAE/100g FW, dok je najniža antioksidativna aktivnost zabilježena u stabljici svježeg celera u vrijednosti od $6.09 \pm 0,31$ mg GAE/100g FW. Rezultati prijašnjih istraživanja pokazuju povezanost antioksidativne aktivnosti kod biljaka sa sadržajem fitohemikalija (Wojdylo i sar., 2007). Lisiewska i sar. (2006) su našli da

sadržaj ukupnih fenola raste sa povećanjem visine biljke (u listovima je bio veći procenat u odnosu na stabljiku i korijen. Važnu ulogu u određivanju antioksidacijske aktivnosti ima sposobnost kompleksiranja Fe(II) jona, koja određuje sposobnost komponenti u ekstraktima da heliraju slobodne jone željeza. Kuzma i sar. (2014) su našli da je voda najbolje ekstrakciono sredstvo jer se u vodenom ekstraktu veže više od 95% jona željeza. Wong i Kitts (2006) su našli da je sposobnost heliranja u vodenim ekstraktima bila 47%. Ovakvi rezultati mogu biti posljedica različite hemijske građe uzoraka kao i gubitka antioksidanasa zavisno od faze u kojoj su bili prilikom analize kao i od ekstrakcije. Olivera i sar. (2008) su pokazali signifikantan porast u antioksidacijskoj aktivnosti kod zelenog povrća nakon izlaganja pari nad ključalom vodom.

ZAKLJUČAK

Najveći prosječni sadržaj ukupnih fenola se nalazio u suhom listu peršuna, dok se najmanji prosječni sadržaj ukupnih fenola nalazio u suhom korijenu peršuna. I kod celera je nađen isti trend; najveći sadržaj ukupnih fenola se nalazio u suhom listu celera, dok je, s druge strane, najmanji sadržaj ukupnih fenola nađen u svježem listu celera. Najveću antioksidativnu aktivnost je pokazao list svježeg peršuna, dok je najmanja aktivnost zabilježena u stablu svježeg celera.

LITERATURA

- Alibas, I. (2007): Microwave, air and combined microwave-air-drying parameters of pumpkin slices LWT-Food Science and Technology, 40, 1445-1451.
- Chan, E. W. C., Lim, Y. Y., Wong, S. K., Lim, K. K., Tan, S. P., Lianto, F. S., Yong M. Y. (2009): Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species, Food Chemistry, 113, 166-172
- Dai, J., Mumper, R. J. (2010): Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties, Molecules, 15, 7313-7352.
- Hossain, M. B., Barry-Ryan, C., Martin-Diana, A. B., Brunton, N. P. (2010): Effects of drying method on the antioxidant capacity of six lamiaceae herbs, Food Chemistry, 123, 85-91.
- Kuzma, P., Druzynska, B., Obiedzinski, M. (2014): Optimization of extraction conditions of some polyphenolic compounds from parsley leaves (*Petroselinum crispum*), Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, 13 (2), 145-154.
- Lisiewska, Z., Kmiecik, W., Korus, A. (2006): Content of vitamin C, carotenoids, chlorophylls and polyphenols in green parts of dill (*Anethum graveolens* L.) depending on plant height, Journal of Food Composition and Analysis, 19, 134-140.

- Magama, S., Lieta, M. I., Asita, A. O. (2013): Antioxidant and free radical scavenging properties of four plant species used in traditional medicine in Lesotho, *International Journal of Medicinal Plant Research*, 2(3), 170-178.
- Mediani, A., Abas, F., Tan, C. P., Khatib, A. (2014): Effects of different drying methods and storage time on free radical scavenging activity and total phenolic content of *Cosmos caudatus*, *Antioxidants*, 3, 358-370.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., Jimenez, L. (2004): Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.
- Meng, J., Fang, Y., Zhong, A., Chen, S., Xu T., Ren, Z., Han, G., Liu, J., Li, H., Zhang, Z., Wang, H. (2011): Phenolic content and antioxidant capacity of Chinese raisins produced in Xinjiang Province. *Food Research International*, 44, 2830-2836.
- Olivera, F. D., Vina, S. Z., Marani, C. M., Ferreyra, R. M., Mugridge, A., Chaves, A. R., Masceroni, R. H. (2008): Effect of blanching on the quality of brussels sprouts (*Brassica oleracea L. gemmifera* DC) after frozen storage, *Journal of Food Engineering*, 84, 148-155.
- Rosicka-Kaczmarek, J. (2004): Polyphenols as natural antioxidants in food, *Przegl. Piek.Cuk*, 6, 12-16.
- Rotelli, A. E., Guardia, T., Juarez, A. O., de la Rocha, N. E., Pelzer, L. E. (2013): Comparative study of flavonoids in experimental models of inflammation, *Pharmacological Research*, 48, 601-606.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Suhaj, M. (2006): Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 531-537.
- Wojdylo, A., Oszmianski, J., Czemerys, R. (2007): Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs, *Food Chemistry*, 105, 940-949.
- Wong, P. Y. Y., Kitts, D. D. (2006): Studies on the dual antioxidant and antibacterial properties of parsley (*Petroselinum crispum*) and cilantro (*Coriandrum sativum*) extracts, *Food Chemistry*, 97, 505-515.

TOTAL PHENOL CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN PARSLEY (*Petroselinum crispum*) AND CELERY (*Apium graveolens*)

Summary

Phenolic compounds are major constituent of herbs and spices with biological activity due to their chemical composition. Antioxidant activity of phenolic compounds is based on their ability to destroy free radicals or to enable free radicals to be produced. The aim of present work was to determine content of total phenolic content and antioxidant activity in fresh parsley and celery samples and in samples that were air-dried. To determine total phenolic content Folin-Ciocalteu reagent was used.

Antioxidant activity was determined with pFRAP method with gallic acid as standard.

The highest total phenolic content was found in leaf of dried parsley (77.40 ± 8.30 mg GAE/100g FW), and the lowest in root of dried parsley (28.59 ± 5.69 mg GAE/100g FW). Fresh parsley leaf showed the highest antioxidant activity (31.00 ± 2.37 mg GAE/100g FW), and the lowest being noted in fresh celery stem (6.09 ± 0.31 mg GAE/100g FW).

Key words: Total phenol content, antioxidative activity, parsley, celery, Folin Ciocalteu, pFRAP

MELISOPALINOLOŠKI PROFILI UZORAKA MEDA IZ BOSNE I HERCEGOVINE

Velida Durmić¹, Edina Muratović¹, Sabina Trakić¹, Samir Đug¹

Prethodno saopštenje – *Preliminary communication*

Rezime

Bosna i Hercegovina se odlikuje visokim diverzitetom medonosnih biljaka ali o njihovoj zastupljenosti u medu, kao krajnjem proizvodu, još uvijek nema potpunih podataka. Istraživanje koje je trajalo tri vegetacijske sezone (2015-2017) imalo je za cilj utvrditi realnu zastupljenost medonosnih biljaka u medu ali i iskorištenost tog prirodnog botaničkog resursa. Za potrebe istraživanja prikupljeno je 100 uzoraka različitih tipova meda iz različitih ekoloških i biogeografskih regija. Melisopalinoška metoda koja je primjenjena u izradi preparata je u skladu sa Pravilnikom o metodama za kontrolu meda i drugih pčelinjih proizvoda Bosne i Hercegovine. Melisopalinoška analiza obuhvatala je identifikaciju prisutnih medonosnih biljaka na osnovu mikromorfoloških osobnosti polenovih zrna ali i tačan broj polenovih zrna svake identifikovane biljke. Na osnovu rezultata analize izrađeni su palinološki profili na temelju čega je utvrđena zastupljenost medonosnih biljaka u uzorcima.

Ključne riječi: *medonosne biljke, polenovo zrno, melispalinologija*

UVOD

Medonosne biljke svojim nektarom, mednom rosom i polenovim zrnima osiguravaju hranu pčelama i stvaranju uslove za egzistenciju, rad i razvoj njihove zajednice (Jašmak, 1980; Dujmović Prugar i Hulina, 2007; Zima, 2007). Polen, cvjetni prah ili reducirani muški gametofit cvjetnica ima visok postotak bjelančevina, šećera, masnih kiselina, minerala i različitih vrsta vitamina u najboljem omjeru te predstavlja obligatornu hranu pčelama zajedno sa nektarom (Kostić, 2015; Katlinić i sar., 1968; Momirovski i Šimić, 1953; Ball, 2007). Obzirom na način prenošenja polena biljke su podijeljene u dvije grupe: anemofilne (biljke čiji se polen prenosi pomoću vjetra) i zoofilne (biljke čiji se polen prenosi pomoću životinja) (Tatić i Petković, 1998). U hemijskom smislu, polen zoofilnih biljnih vrsta razlikuje se jer je bogatiji bjelančevinama, mastima i ugljikohidratima u odnosu na polen anemofilnih biljnih vrsta (Šimić, 1980; Bogdanov *et al.*, 2004).

Floristički sastav medonosne ispaše determinira botaničko porijeklo meda (Campos *et al.*, 2008). Svaka medonosna biljka ima specifični hemijski sastav nektara i

¹ Odsjek za biologiju, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu
Korespodencija: velida.durmic@yahoo.com

polenovih zrna koji zavisi od fizioloških osobenosti same biljke, ekoloških uslova ali i mnogobrojnih antropogenih pritisaka na životnu sredinu (Evelin *et al.*, 2011). Tako se odabir florističkog sastava pčelinje paše kroz botaničke osobenosti reflektuje na hemijske i fizikalne specifičnosti svih uzoraka meda (Alibabić *et al.*, 2017). Iz tih razloga je odabir florističke osobenosti medonosne ispaše ali i njene udaljenosti od različitih antropogenih izvora zagađenja vrlo važan parametar u kreiranju kvaliteta meda (Ball, 2007; White & Doner 1980; Sari & Ayyildiz, 2013).

Bosna i Hercegovina obzirom na visok diverzitet biljnih vrsta (4498 opisanih Spermatophyta) (Redžić i sar., 2008) ima veliki biološki potencijal u proizvodnji meda a njena ekološka heterogenost omogućava dug period medonosne ispaše.

Ovo istraživanje imalo je za cilj utvrditi zastupljenost medonosnih biljaka u medu, kao krajnjem proizvodu, na osnovu detaljne melisopalnolške analize uzoraka prikupljenih sa različitih botaničkih, ekoloških i biogeografskih regija. Bosna i Hercegovina ima dugu tradiciju u proizvodnji meda pa su istraživanja botaničkog potencijala i dinamike medonosnih biljaka od posebnog interesa za intenzivniji razvoj pčelarstva, kao jedne od najperspektivnijih djelatnosti ruralnog razvoja. Za očuvanje tradicionalnih vrijednosti i bolje plasiranje domaćeg proizvoda na tržištu Evropske unije potvrda i zaštita botaničkog i geografskog porijekla meda jedna je od ključnih procedura zaštite proizvoda na tržištu.

MATERIJAL I METODE RADA

Prikupljanje uzoraka meda trajalo je tri vegetacijske sezone (2015-2017) iz različitih botaničkih i ekoloških regija Bosne i Hercegovine. Za potrebe istraživanja prikupljeno je i analizirano 100 uzorka različitih tipova meda (slika 1.).

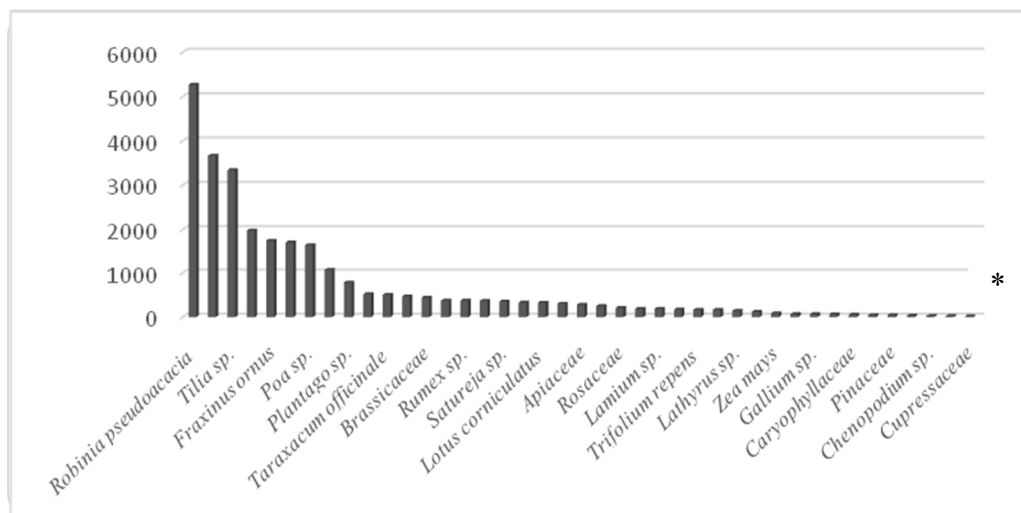


Slika 1. Geografska distribucija prikupljenih uzoraka meda
Figure 1. Geographical distribution of honey samples

Izrada melisopalinoloških preparata bila je usklađena sa Pravilnikom o metodama za kontrolu meda i drugih pčelinjih proizvoda Bosne i Hercegovine (2009). Pripremljeni melisopalinološki preparati su detaljno analizirani primjenom mikroskopske metode (Službeni glasnik BiH, 2009, 2011). Palinološka istraživanja obuhvatila su kvalitativnu i kvantitativnu analizu svakog uzorka. Kvalitativna analiza obuhvatila je popis determinisanih medonosnih biljaka u uzorku na osnovu mikromorfoloških karakteristika polenovih zrna (Hesse *et al.*, 2009; Erdtman, 1952, 1943). Kvantitativna analiza podrazumijevala je evidentiranje tačnog broja polenovih zrna na osnovu čega je utvrđen procentualni udio svake identifikovane medonosne biljke u palinološkom spektru. Na osnovu rezultata kvalitativno-kvantitativna analize preparata izrađeni su melisopalinološki profili za svaki uzorak.

REZULTATI I DISKUSIJA

Melisopalinološkom analizom svih uzoraka identifikovano je ukupno 28106 polenovih zrna porijeklom od 51 različite biljne vrste (Grafikon 1). Ukupno je determinisano 26 različitih biljnih porodica od kojih je najzastupljenija bila porodica Fabaceae sa 6590 polenovih zrna. U uzorcima najveći diverzitet su imale zeljaste biljke ukupno 38 vrsta i 13 vrsta drvenastih medonosnih biljaka.



Grafikon 1. Broj polenovih zrna različitih medonosnih biljaka

Graph 1. Number of pollen grains of different honey plants

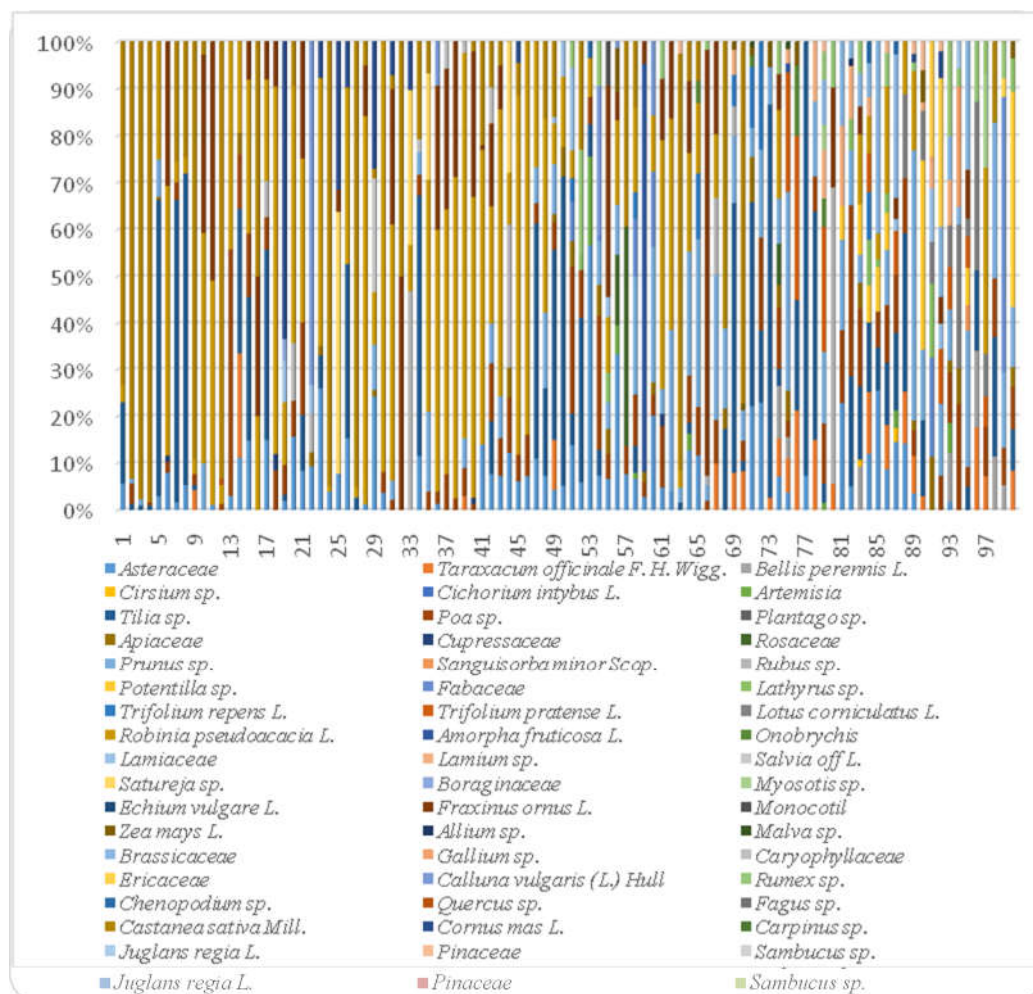
(* 20=*Juglans regia*, Boraginaceae, *Sanguisorba minor*, *Cirsium sp.*, *Malva sp.*, *Fagus sp.*, *Carpinus sp.*, *Sambucus sp.*, *Allium sp.*, *Quercus sp.*)

Biljna vrsta koja je bila zastupljena sa najvećim brojem polenovih zrna u svim palinološkim profilima je bagrem *Robinia pseudoacacia* L. sa ukupnim brojem od

5272 polenovih zrna. Druga biljna vrsta, obzirom na broj polenovih zrna u uzorcima bio je kesten *Castanea sativa* Mill. sa 3665 polenovih zrna koja takođe pripada grupi drvenastih medonosnih biljaka. Pet najzastupljenijih medonosnih biljaka (*Robinia pseudoacacia*, *Castanea sativa*, *Tilia* sp., *Prunus* sp., *Fraxinus ornus* L.) sa ukupnim brojem od 16003 polenovih zrna (oko 57% od ukupnog broja zrna) su u proteklom periodu imale najveći botanički potencijal u proizvodnji meda. Biljne vrste/porodice koje su imale manje od 20 polenovih zrna, a nisu predstavljene u grafikonu su: *Juglans regia* L. (15), Boraginaceae (14), *Sanguisorba minor* L. (13), *Cirsium* sp. (12), *Malva* sp (šest), *Fagus* sp., *Carpinus* sp. i *Sambucus* sp. (pet) te *Allium* sp. i *Quercus* sp (četiri polenova zrna). Najdominantnije medonosne biljke pripadaju grupi drvenastih medonosnih biljaka, a obzirom na njihovu biogeografsku distribuciju svih pet pripadaju kontinentalnom regionu. U okviru zeljastih medonosnih biljaka najzastupljenije su bile iz porodice Asteraceae sa ukupnim brojem 1708 polenovih zrna.

Analizirajući rezultate istraživanja botaničkog potencijala medonosnih biljaka u zemljama regiona, u Srbiji najveći potencijal imaju biljne vrste porodice Asteraceae (Mačukanović-Jocić i Jarić, 2015), dok u Albaniji najveći potencijal u medonosnoj ispaši posjeduje porodica Ericaceae (Pupuleku *et al.*, 2016). U Hrvatskoj u zavisnosti od geografskog porijekla meda u mediteranskoj regiji dominiraju porodice Lamiaceae i Fabaceae (Britvec i sar., 2013; Zima, 2007), dok u kontinentalnom dijelu dominiraju porodice Asteraceae i Rosaceae (Štefanić i sar., 2012). Komparirajući rezultate analiziranih istraživanja i rezultate ovog rada možemo uočiti da postoje određene sličnosti, jer su biljne vrste iz porodica Fabaceae i Asteraceae imale najveći botanički potencijal u Bosni i Hercegovini tokom istraživanog perioda.

Botaničko porijeklo meda prema Pravilniku o metodama za kontrolu meda i drugih pčelinjih proizvoda Bosne i Hercegovine (2009) predstavlja opštu deklaraciju meda na osnovu dominantne biljne vrste. Sa druge strane, u melisopalinološkoj analizi ovo porijeklo predstavlja kombinaciju biljnih vrsta, odgovarajuće distribucije, koje uslovljavaju specifične hemijske, organoleptične i fizikalne osobenosti svakog uzorka. Na osnovu rezultata ove melisopalinološke studije, koja je obuhvatila stotinu uzoraka meda, svaki dobijeni profil predstavlja jedinstvenu kombinaciju tipova polenovih zrna. Jedinstven floristički sastav svakog profila je direktni odraz biotičkih i abiotičkih ekoloških uslova medonosne ispaše pčela te predstavlja unikatan otisak životne sredine (Grafikon 2).



Grafikon 2. Melisopalinološki profili uzoraka meda
Graph 2. Melissopalynological profiles of honey samples

Obzirom da dosadašnja istraživanja obuhvataju geografske, hemijske i mikrobiološke analize meda (Redžić *et al.*, 2011; Alibabić *et al.*, 2017; Prazina i Mahmutović, 2017; Mujić *et al.*, 2011; Kurtagić *et al.*, 2015; Spiljak i Bijeljac, 2011) ovaj rad predstavlja prvu detaljnu melisopalinološku studiju u Bosni i Hercegovini.

ZAKLJUČAK

Studijom je analizirano 100 melisopalinoloških profila sa područja Bosne i Hercegovine. Determinirano je 28106 polenovih zrna 51 biljne vrste iz 26 različitih porodica. Rezultati studije su utvrdili karakterističnost svakog pojedinačno istraženog

profila. Unikatnost istraženih melisopolinoloških profila i njihovo florističko bogatstvo uveliko govore u prilog razvoju pčelarstva na području Bosne i Hercegovine. Kada uzmemo u obzir činjenicu da je medonosna ispaša pčela na ekološki čistim, a floristički bogatim livadama i šumama, tradicija našeg ruralnog područja poražavajuće djeluju zvanični podaci da je proizvodnja meda smanjena za 17% u 2017. godini (Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine, 2018) u odnosu na prethodne. Stoga, ovakve studije koje imaju za cilj proučavanje potencijala i biodiverziteta medonosnih biljaka su od ključne važnosti za popularizaciju pčelarstva na ovim prostorima.

LITERATURA:

- Alibabić, V., Oraščanin, M., Vahčić, N. (2017): Geographical origin of honey from eight sub-regions of Bosnia and Herzegovina. *Czech Journal of Food Sciences*, 35; pp. 488–495.
- Ball, D. W. (2007): The Chemical Composition of Honey. *Journal of Chemical Education*, Vol. 84, No. 10.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., Persano Oddo, L. (2004): Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 35; pp.4–17.
- Britvec, M., Ljubičić, I., Šimunić, R. (2013): Medonosno bilje kamenjarskih pašnjaka otoka Krka, Cresa i Paga. *Agronomski glasnik I/2013*; pp. 31 – 42.
- Campos, G. R. M., Bogdanov, S., Bicudo de Almeida-Muradian, L., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., Ferreira, F. (2008): Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 47(2); pp. 156–163.
- Dujmović Purgar, D., Hulina, N. (2007): The honey plants of Plešivica hills (NW Croatia). *Agronomski glasnik I/2007* ISSN 0002-1954.
- Erdtman, G. (1943): An introduction to pollen analysis. *Chronica Botanica Company*, Waltham, Mass., U. S. A.
- Erdtman, G. (1952): Pollen morphology and plant taxonomy angiosperms. *Chronica Botanica Company*, Waltham, Mass., U. S. A.
- Evelin, K., Raili, P., Kaie, M., Katrin. (2011): Physicochemical and melissopolynological characterization of Estonian summer honeys. 11th International Congress on Engineering and Food, *Procedia Food Science* 1; pp. 616 – 624.
- Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, M., Büchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S. (2009): *Pollen Terminology An illustrated handbook*. Springer, Wien New York.
- Jašmak, K. (1980): *Medonosno bilje*. Nolit, Beograd.
- Katlinić, J., Loc, D., Loncarević, S., Peradin, L., Simić, F., Tomašec, I. (1968): *Pčelarstvo*. Nakladni zavod Znanje, Zagreb.

- Kostić, A. (2015): Analiza hemijskih i nutritivnih karakteristika polena koje su medonosne pčela sakupile u različitim regionima. Doktorska disertacija, Hemijski fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Kurtagić, H., Barudanović, S., Durmić, V. (2015): Determination of rutin, quercetin, naringenin and hesperetin in the honey from Bosnia and Herzegovina (B&H) in relation to the composition of pollen. *Journal of Environmental Science and Engineering*; pp. 615-622.
- Mačukanović-Jocić, M., Jarić, S. (2015): The melliferous potential of apiflora of southwestern Vojvodina (Serbia). *Archives of Biological Sciences, Belgrade*, 68(1); pp. 81-91.
- Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine (2018): Godišnje izvješće iz oblasti poljoprivrede, ishrane i ruralnog razvitka Bosne i Hercegovine za 2017. godinu. Sarajevo; pp. 20-21.
- Momirovski, J., Šimić, F. (1953): Pčelinja paša. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb.
- Mujić, I., Alibabić, V., Jokić, S., Galijašević, E., Jukić, D., Šekulja, D., Bajramović, M. (2011): Determination of Pesticides, Heavy Metals, Radioactive Substances, and Antibiotic Residues in Honey. *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 20; pp. 719-724.
- Prazina, N., Mahmutović, O. (2017): Analysis of biochemical composition of honey samples from Bosnia and Herzegovina. *International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*, Vol. 5, Issue 3; pp. 73-78.
- Pupuleku, B., Kapidani, G., Naqellari, P., Gjeta, E. (2016): Melissopalynological Study of Albania's Honey. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, MCSER Publishing, Rome-Italy, Vol 5; pp. 261-268.
- Redžić, S., Barudanović, S., Radević, M. (2008): Bosna i Hercegovina – zemlja raznolikosti. Federalno ministarstvo okoliša i turizma, Sarajevo; pp. 7-17.
- Redžić, S., Kurtagić, H., Prazina, N., Tuka, M., Avdagić, T. (2011): The antimicrobial activity of honey in relation to the composition of pollen (Bosnia-Herzegovina, W. Balkan). *Planta Medica*, 77 (12); pp. 1259-1259.
- Sari, E., Ayyildiz, N. (2013): Biological activities and some physicochemical properties of sunflower honeys collected from the Thrace region of Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*; pp. 1102-1110.
- Šimić, F. (1980): Naše medonosno bilje. Znanje, Zagreb.
- Službeni glasnik BiH, br. 25/11 (2011): Pravilnik o izmjenama i dopunama pravilnika o medu i drugim pčelinjim proizvodima.
- Službeni glasnik BiH, br. 37/09 (2009): Pravilnik o medu i drugim pčelinjim proizvodima.
- Spiljak, L., Bijeljac, S. (2011): Physical-chemical properties of meadow honey in Bosnia and Herzegovina. *Works of the Faculty of Agriculture University of Sarajevo*, Vol. 56; pp. 183-198.

- Štefanić, E., Rašić, S., Radović, V. (2012): Botanical origin of honey Pozega Valley. 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture, Opatija; pp. 629–633.
- Tatić, B., Petković, B. (1998): Morfologija biljaka. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Beograd, Beograd.
- White, J. W., Doner, L., W. (1980): Honey Composition and Properties. Agriculture handbook number 335, Beekeeping in the United States; pp. 82 – 91.
- Zima, D. (2007): Prilog poznavanju medonosnog bilja. Agronomski glasnik I/2007; pp. 147 – 160.

MELISSOPALYNOLOGICAL PROFILES OF HONEY SAMPLES FROM BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

Bosnia and Herzegovina is distinguished by the high diversity of honey plants, but about their representation in honey, as an end product, there is still no complete data. The research that lasted three vegetation seasons (2015-2017) aimed to determine the real representation of honey plants in the honey, as well as the utilization of this natural botanical resource. For the research purposes, 100 samples of different types of honey were collected from different ecological and biogeographical regions. The melissopalynological method used in the preparation of the slides is in accordance with the Rulebook on methods for controlling honey and other bee products of Bosnia and Herzegovina. Melissopalynology analysis included identification of the presence of honey plants on the basis of micromorphological characteristics of pollen grains and also the exact number of pollen grains of each identified plant. Based on the results of the analysis, the palynological profiles were made, that was used as the basis to established the presence of honey plants in the samples.

Keywords: honey plants, pollen grains, melissopalynology.

KVALITETNE KARAKTERISTIKE I TEHNOLOGIJA ZLATNOG SIRA

Amer Trešnja¹, Zlatan Sarić¹, Tarik Dizdarević¹, Predrag Džokić²

Originalan naučni rad – *Original scientific paper*

Rezime

Zlatni sir je bosanskohercegovački autentični sir čija se tehnologija i porijeklo baziraju na švajcarskim sirevima. Cilj ovog rada je izučiti izvornu tehnologiju Zlatnog sira, utvrditi fizičko-hemijski i higijenski kvalitet mlijeka za proizvodnju Zlatnog sira, njegov hemijski sastav, pH i senzorna svojstva i istražiti uticaj dužine zrenja na senzorne karakteristike i hemijski sastav Zlatnog sira. Ispitan je kvalitet mlijeka za proizvodnju Zlatnog sira, tehnologija i najvažniji proizvodni parametri, hemijski sastav i pH sira kroz zrenje, te njegov senzorni kvalitet.

Analizama mlijeka utvrdio se povoljan hemijski sastav i higijenska ispravnost mlijeka koje se koristilo u proizvodnji Zlatnog sira. Rezultati rada su pokazali da različiti periodi zrenja nemaju značajan uticaj na senzornu ocjenu Zlatnog sira.

Prosječne vrijednosti hemijskog sastava Zlatnog sira su se mijenjale tokom zrenja, te je očekivano došlo do smanjenja sadržaja vode tokom zrenja, odnosno povećanja sadržaja suhe materije, a i sadržaj proteina bio je očekivano u blagom porastu. Na osnovu provedenih analiza, prema sadržaju vode u bezmasnoj materiji sira analizirani sir nakon 5 mjeseci zrenja ubraja se u tvrde sireve, a nakon 8 mjeseci zrenja je prešao u ekstra tvrdi sir, prema Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mlijeka i starter kultura (2011). Može se konstatovati da se radi o visokokvalitetnom siru koji je specifičan za BH tržište ali i šire za region.

Ključne riječi: Zlatni sir, tehnološki proces, fizičko-hemijska svojstva, senzorna analiza, analize mlijeka.

UVOD

Sir je jedna od najstarijih, a po brojnosti tipova i jedna od najdiferenciranih namirnica. Od prvih prapočetaka proizvodnje koja se temeljila na jednostavnim postupcima prerade mlijeka u sir razvile su se, na mnogim lokalitetima, u različitim civilizacijama, specifične tehnologije koje su se zatim migracijama stanovništva prenosile iz jednih krajeva u druge. To je bio jedan od pravaca nastanka sireva koji su postajali autohtoni za neko područje čineći važno obilježje neke zemlje i naroda, njihove tradicije i kulturne baštine (Bijeljac i Sarić, 2005; Sarić i Bijeljac, 2003). Tehnologija se donekle modificirala, sir je dobivao drugačije karakteristike, različite

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

² Farma i sirana „Zlatni Bor“/Farm and cheesemakery „Zlatni Bor“

Korespondencija: Zlatan Sarić, z.saric@ppf.unsa.ba

od svojih izvornih “predaka”, a imena su se mijenjala već prema lokalitetu proizvodnje ili pak na nekoj drugoj osnovi.

Tako se dešavalo i postepeno prodiranje stranih sireva u područje Bosne i Hercegovine. Treba napomenuti da proizvodnja seže mnogo dalje u prošlost, jer podaci za pojedine sireve kao što je Sir iz mijeha datiraju od nekih 650 godina unazad, što ga po “starosti” svrstava u poznate vrste sireva (Sarić *et al.*, 2007). Isto tako, bilježi se da su se u livanjskom kraju, prije dolaska Livanjskog sira, pravili mliječni proizvodi - kiselo mlijeko, kajmak, maslo, te “trveni sir” ili “trvenjak” (od obranog mlijeka), “tvornjak” sir (od kuhanog mlijeka formiran u tvorilu) i “belava” (Manderalo, 1999). U 15. vijeku španjolski Židovi (Sefardi) su prenijeli u Bosnu sir Kaškaval, čija je tehnologija slična današnjem Kačkavalju (Markeš, 1973), ali je danas on autohton u Srbiji gdje se i proizvodi (op. autor). Na osnovu brojnih pisanih izvora, velika je vjerovatnoća da su tehnologiju Vlašičkog/Travničkog sira na prostor BiH donijeli stočari-nomadi sa istoka, sa područja zapadnog i sjeverozapadnog dijela turskog sandžaka Novi Pazar, nastanjenog Arnautima odnosno sa područja Peštera i Sjenice (Adametz, 1892; Dozet, 1963; Sarić *et al.*, 2007). Istorijat sira Trapista usko je vezan za dolazak trapističkih redovnika u Bosnu i Hercegovinu (Dizdarević *et al.*, 2005). Redovnici trapisti su 1882. godine prenijeli tehnologiju sira iz Mayenne-a u Francuskoj u samostan “Marija Zvijezda” u Delibašinom selu pored Banja Luke, koji je postao poznat pod nazivom Trapist (Markeš, 1973). Početak proizvodnje Livanjskog sira se dešava za vrijeme osnivanja Zemaljske poljoprivredne stanice u Livnu 1988. godine kada su sirarski majstori iz Švajcarske uveli proizvodnju ovčijeg tvrdog sira kod kojeg su, kao uzor imali švajcarski tvrdi sir Gruyère. Po tome je ovaj sir nazivan “švajcarski sir” i mnogi ovčari tog kraja su se odlučili za njegovu proizvodnju (Filjak i Baković, 1974; Sarić, 2002; Bijeljac i Sarić, 2005). Sir je postao i danas je nadaleko čuven kao Livanjski sir.

Proizvodnja sira je tradicija u Švajcarskoj već stotinama godina. U Švajcarskoj se proizvede oko 170.000 tona sira godišnje (2017), što je 40 posto od ukupne količine proizvedenog mlijeka. Proizvodnja sira je vrlo važna za nacionalno gospodarstvo i, da bi opstao, švajcarski sir mora zadržati kvalitet vrhunskog proizvoda. Emmentaler, Gruyère i Appenzeller su neki od najpoznatijih sireva u Švajcarskoj i svijetu. Tradicionalni švajcarski sirevi su veliki sirarski kolutovi težine 60-120 kg, a jedna od karakteristika ovih sireva su rupice u tijestu, koje se formiraju posredstvom CO₂ kojeg fermentacijom laktata proizvode bakterije propionske kiseline (npr. *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*) (Bintsis i Papademas, 2018).

Zlatni sir posjeduje specifičnu aromu koja podsjeća na najbolje švajcarske sireve odakle mu i vodi porijeklo. Proizvodi se po staroj švajcarskoj recepturi, po uzoru na sir Gruyère, ali ima specifičnosti koje ga čine posebnim. Zlatni sir jedan je od novijih sireva na području Bosne i Hercegovine, te je ovo prvi rad koji obrađuje ovaj tip sira. Proizveden od higijenski besprijekornog mlijeka u planinskim uslovima, Zlatni sir zauzima posebno mjesto u klasifikaciji sireva Bosne i Hercegovine i dinarskog regiona naročito zato jer se proizvodi od sirovog, termički neobrađenog mlijeka. Kao

sirovina se koristi mlijeko dobijeno mužom smeđih alpskih goveda, a čija se ishrana bazira isključivo na kvalitetnoj ispaši ljeti i kvalitetnom sijenu zimi.

Cilj ovog rada je bio proučiti tehnologiju Zlatnog sira, ispitati kvalitet mlijeka, njegov hemijski sastav i kvalitativne karakteristike, te ispitati promjene hemijskog sastava sira tokom zrenja.

MATERIJAL I METODE RADA

Zlatni sir se proizvodio od oko 180 l mlijeka dnevno i od toga se dobivao jedan kolut sira težine do 15 kg. Da bi rezultati bili validni, u periodu od 9. do 12. juna 2017. godine su detaljno analizirane 4 proizvodnje. Proučavana je tehnologija sira, te kvalitet mlijeka za proizvodnju sira i karakteristike Zlatnog sira tokom zrenja. Svaki proizvodni dan su uzimani uzorci zbirnog mlijeka iz kazana. Za proizvodnju Zlatnog sira korišteno je sirovo miješano mlijeko večernje i jutarnje muže, dobijeno od smeđih alpskih goveda iz vlastitog stada koja se napasaju na platou kanjona rijeke Tare. Na uzorcima mlijeka ispitan je broj somatskih ćelija (BAS EN ISO 13366-2-2010, FossomaticTMFC 6000) i hemijski sastav mlijeka (BAS ISO 9622:2008, MilkoScanTMFT 6000).

Mjereni su titraciona kiselost i pH mlijeka prije i poslije dodatka kulture, te surutke prije ispuštanja. Pored toga, kod surutke su se pratile promjene pH vrijednosti tokom faza proizvodnje sira i to prije rezanja i na početku dogrijavanja gruš. Za određivanje pH mlijeka i surutke korišten je pH metar Mettler Toledo i elektroda InLab Solids Pro ISM Electrode. Metoda koja se koristila za određivanje titracione kiselosti je metoda po Soxhlet-Hönkel-u (Sabadoš, 1996). Nakon 5 i 8 mjeseci zrenja izvršene su analize hemijskog sastava, kao i senzorna ocjena Zlatnog sira. Sadržaj suhe materije je određivan sušenjem u sušnici Heraeus (Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i metodama hemijskih i fizičkih analiza mlijeka i proizvoda od mlijeka, 1983), sadržaj masti Van Gulik metodom (ISO 3433:2008), sadržaj masti u suhoj materiji i vode u bezmasnoj materiji sira računskim putem (Spreer, 1995), a sadržaj proteina metodom po Kjeldahl – u (ISO 8968:2004). Senzorna analiza sprovedena je od strane 5 ocjenjivača-eksperata, koji su ocjenjivali vanjski izgled, boju, konzistenciju, izgled na presjeku, miris i okus Zlatnog sira po principu maksimalno 20 ponderiranih bodova. Svi rezultati predstavljaju prosjek 4 proizvodna dana.

Dobijeni podaci su statistički obrađeni. Izračunati su deskriptivni pokazatelji (srednja vrijednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije). Da bi se utvrdilo postoji li statistička značajnost u hemijskom sastavu sira tokom zrenja korišten je t-test dok je za senzornu ocjenu sira korišten Wilcoxon-ov test na nivou značajnosti od 0,05. Statistička obrada podataka urađena je pomoću programa IBM SPSS 2000.

REZULTATI I DISKUSIJA

Karakteristike Zlatnog sira

Aromom, izgledom i tehnologijom Zlatni sir je poput švajcarskih sireva od kojih i potiče. Pikantan izgled i miris površinske afinaže ga čine različitim od svih sireva u regionu. Iako ime sira potiče i od sela gdje se nalazi farma i sirana – Zlatni bor, kako ime kaže boja sira je žućkasto-narandžasto-zlatna, a miris i okus su blagi, prijatni, pikantni, na površinsku mažu. Posebnu draž okusu daje oštrina prožeta blagim okusom dima. Presjek je zatvoren, a boja na presjeku zlatno žuta. Konzistencija je srednje elastična, nipošto pretvrda, tijesto dobro povezano, izuzetno prijatan za konzumiranje. Posebnu aromu mu daje sirovo mlijeko dobiveno od smeđih alpskih krava koje se hrane prirodnom pašom i endemskim biljkama na 1.300 m nadmorske visine.

Proizvodnja Zlatnog sira

Za proizvodnju Zlatnog sira koristi se sirovo mlijeko smeđih alpskih goveda iz vlastitog stada dobijeno mašinskom mužom. Mlijeko večernje muže skladišti se u laktofrizima preko noći na 4°C, te se ujutru izlijeva u kazan zajedno sa mlijekom jutarnje muže čime se dobiva temperatura mlijeka od oko 19°C. Proizvodnja Zlatnog sira odvija se u bakrenom kazanu kapaciteta 500 l koji se zagrijava direktno vatrom putem ložišta na drva. Ognjište je otvoreno i istovremeno se vrši i dimljenje mlijeka i mase dok traje proizvodnja sira.



Slika 1. Sirarski kazan/Picture 1. Cheese vat

Dnevno se proizvede jedan kolot sira težine od 8 do 15 pa i do 27 kg zavisno od perioda odnosno raspoložive količine mlijeka. Mlijeko se dobro promiješa u kazanu 10 minuta, a zatim se dodaje termofilna starter kultura. Ona se može dodavati u liofiliziranom DVS obliku (ako se koristi komercijalna) ili bazično u tečnom stanju inkubirana u surutki od prethodnog proizvodnog dana na 38°C. Ova tečna kultura se dobiva direktno iz Švajcarske (Agroscop, Bern, RMK 291). Nakon 5 minuta miješanja kazan ide na vatru i počinje lagano zagrijavanje do 30°C (to traje oko pola sata). Kada je mlijeko dobro izmiješano i zagrijano dodaje se potrebna količina sirila razrijeđena sa vodom. Koristi se prirodno animalno sirilo Renco Rennet, 92% himozina, proizvedeno u Novom Zelandu. Mlijeko koagulira 40-50 minuta za koje vrijeme se kazan makne sa vatre. Zatim slijedi rezanje gruša pomoću sirarske harfe do veličine zrna graška u trajanju od oko 15 minuta. Onda se ponovo postavlja miješalica na postolje. Kazan se vraća na ognjište i počinje dogrijavanje prvo 40 minuta do 42°C, a zatim 40 minuta do 58°C uz konstantno miješanje. Vatra se podešava tako da se postignu ove temperature. Kada je dogrijavanje završeno (kada se dostigne 58°C) izvuče se kazan i miješa 10 minuta bez vatre. Kada je zrno sirne mase dovoljno suho, pristupa se vađenju sirnog gruša. Uzme se elastična šipka, prevuče krpa preko nje i jednim potezom se sakupi gruš u krpu, formira se lopta koja se premješta u drvene kalupe okruglog oblika na kojima se može podešavati širina (lub). Nakon kalupljenja slijedi presovanje sira, u trajanju od 22 sata. Presa je manuelna i doteže se ručno što se osjeti po čvrstini sirnog gruša koji viri iznad kalupa. Tokom presovanja sir se po potrebi doteže dva puta.



Slika 2. Presovanje Zlatnog sira
Picture 2. Pressing of Zlatni cheese

Po završetku presovanja sir se potapa u bazen sa salamurum sa 16% soli gdje se zadržava 24 sata. Nakon toga sir se stavlja na drvene police i jednom dnevno se premazuje 16% rastvorom salamure i prevrće prvih šest dana. Potom se sir prebacuje na drvene police gdje se prevrće i premazuje salamurum dva puta sedmično u trajanju od 3 mjeseca. Nakon toga daske se prevrću na čistu stranu i vrši se „afinaža“ odnosno premazivanje rastvorom površinske kulture (OMK 702, Agroscoop, Bern). Premazivanje se vrši posebnom četkom za premazivanje sira dva puta nedeljno sa prevrtanjem sira sve do kraja zrenja. Zrenje traje od 8 mjeseci do 1 godine, a može i duže. Temperatura je između 10 i 13°C, a relativna vlaga oko 90%. Cijelo vrijeme zrenja sir se dimi blagim ulaskom dima iz ognjišta koje se nalazi u prostoriji za proizvodnju, a koja je povezana sa zrionom.



Slika 3. Zrenje Zlatnog sira
Picture 3. Ripening of Zlatni cheese

Hemijski sastav i higijenski kvalitet mlijeka za proizvodnju Zlatnog sira

Kvalitet mlijeka je određen njegovim hemijskim sastavom, fizičkim osobinama i higijenskom ispravnošću (Čačić *et al.*, 2003). Podaci za hemijski sastav i broj somatskih ćelija u mlijeku za proizvodnju Zlatnog sira prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Hemijski sastav i broj somatskih ćelija sirovog mlijeka za proizvodnju sira
Table 1. Chemical composition and somatic cells count of raw cheese milk

Parametar	xs	sd	kv	min	max
Mast (%)	4,16	0,21	0,05	3,97	4,47
Proteini (%)	3,34	0,34	0,10	3,30	3,38
Laktoza (%)	4,44	0,01	0,002	4,43	4,45
SM (%)	12,98	0,23	0,01	12,80	13,33
BSM (%)	8,89	0,02	0,002	8,87	8,91
SĆ/ml	63.500	11789	0,18	52.000	80.000

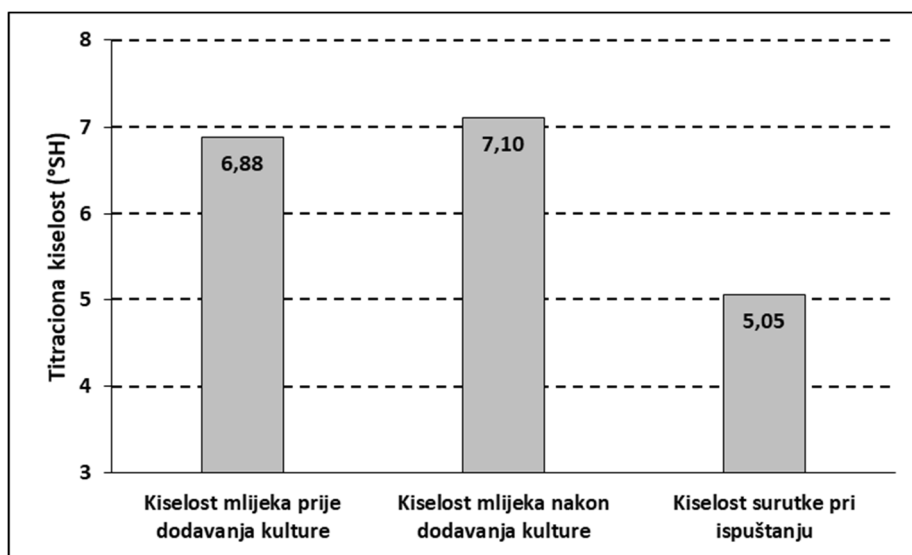
SM – suha materija; BSM – bezmasna suha materija; SĆ/ml – broj somatskih ćelija/ml mlijeka

Sadržaj mliječne masti bio je na visokom nivou, te zadovoljava uslove propisane Pravilnikom o sirovom mlijeku (2011). Znatno niže vrijednosti navode Miletić (1971) 3,60% i Carić *et al.* (1989) 3,00%. Podaci za sadržaj masti u mlijeku za proizvodnju Zlatnog sira približni su onima iz istraživanja koja su proveli Dozet *et al.* (1975) gdje je prosječan sadržaj masti u mlijeku krava iznosio 4,00%. Prema Pravilniku o sirovom mlijeku (2011) kravlje mlijeko treba da sadrži najmanje 2,80% proteina i sadržaj proteina u mlijeku za proizvodnju Zlatnog sira ispunjava ovaj zahtjev. Približne podatke za sadržaj proteina u kravljem mlijeku iznose Valkaj (2015) 3,51%, Dozet i Stanišić (1967) 3,27%, Davidov (1965) 3,33% i Meščerjakova (1967) 3,36%. Prosječan sadržaj laktoze je iznosio 4,44%. U istraživanjima koja su proveli Dozet *et al.* (1975) sadržaj laktoze u kravljem mlijeku iznosio je 4,87%. Približne vrijednosti sadržaja laktoze u kravljem mlijeku navode Valkaj (2015) 4,51%, Starodubcev (1961) 4,49% i Meščerjakova (1967) 4,48%. Prosječan sadržaj suhe materije iznosio je 12,98%. Slične vrijednosti za sadržaj suhe materije mlijeka navode Dozet i Stanišić (1967), sa prosječnim sadržajem suhe materije 12,81%. U poređenju sa istraživanjima koja su rađena na mlijeku smeđeg alpskog goveda, približne vrijednosti sadržaja suhe materije u mlijeku navode Gaunt *et al.* (1966) 13,16%, a nešto više Tyler (1958) 13,41% i niže Dozet *et al.* (1967) 12,62%. Prosječan sadržaj suhe materije bez masti u mlijeku za proizvodnju Zlatnog sira iznosio je 8,90%, uz variranje od 8,87% do 8,91%, te zadovoljava uslove Pravilnika o sirovom mlijeku (2011). Nešto niže vrijednosti sadržaja suhe materije bez masti zabilježili su Carić *et al.* (1989) gdje je mlijeko za proizvodnju Gruyère-a sadržavalo u prosjeku 8,43% suhe materije bez masti. U poređenju sa istraživanjima koja su rađena na mlijeku smeđeg alpskog goveda, približni podaci za sadržaj suhe materije bez masti u mlijeku zabilježeni su kod Maslovarić *et al.* (1979) i Dozet *et al.* (1967), 8,88% dok je nešto više vrijednosti zabilježio Tyler (1958), gdje je sadržaj suhe materije bez masti u mlijeku smeđeg alpskog goveda iznosio 9,16%.

Granice prihvatljivosti u broju somatskih ćelija se razlikuju između zemalja, ali u EU su uglavnom postavljene na 400.000 somatskih ćelija/ml (Mc Sweeney, 2007). Iz tabele je vidljivo da je broj somatskih ćelija u mlijeku varirao od 52.000 do 80.000/ml, uz prosječnu vrijednost 63.500/ml, što znači da je mlijeko za proizvodnju Zlatnog sira higijenski ispravno, te se prema Pravilniku o proizvodima od mlijeka i starter kulturama (2011) svrstava u ekstra klasu. U istraživanju koje su proveli Bytyqi *et al.* (2015), broj somatskih ćelija u mlijeku goveda smeđe alpske pasmine bio je višestruko viši i iznosio je u prosjeku 423.310/ml.

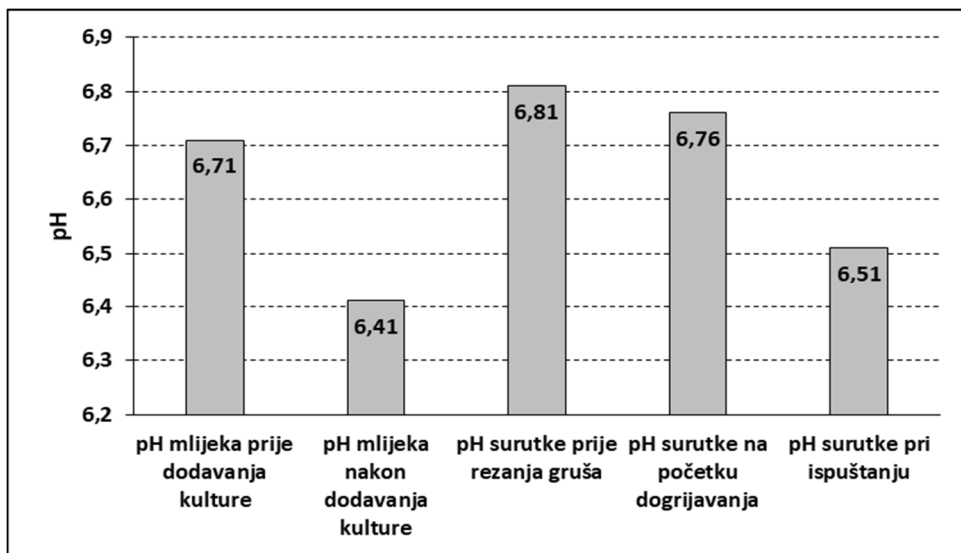
Kiselost i pH mlijeka i surutke

Kiselost mlijeka nakon prijema bila je u rasponu od 6,50 °SH do 7,00 °SH, uz prosječnu vrijednost od 6,87 °SH. Nakon dodavanja kulture kiselost je bila porasla na nivo od 6,80 ° do 7,20 °SH, uz prosječnu vrijednost od 7,10 °SH. Prema Slanovec (1982), kiselost mlijeka u proizvodnji Emmental sira je od 7,00 do 7,50 °SH, pa se može reći da je kiselost mlijeka za proizvodnju Zlatnog sira u okviru ovih vrijednosti. Prosječna kiselost surutke pri ispuštanju iznosila je 5,05 °SH uz variranja od 4,80 do 5,60 °SH, što je nešto više u odnosu na istraživanja koja je proveo Baković (1972), gdje je zabilježena prosječna kiselost surutke prije kalupljenja od 4,60 °SH.



Grafikon 1. Kiselost mlijeka i surutke

Figure 1. Titrable acidity of cheese milk and whey



Grafikon 2. pH mlijeka i surutke/Figure 2. pH of cheese milk and whey

Prosječna pH vrijednost izmjerena u mlijeku pred početak proizvodnje iznosila je 6,71, uz variranja od 6,60 do 6,85. Nakon dodavanja kulture, pH vrijednost je varirala od 6,26 do 6,82, sa prosjekom od 6,42. Slične vrijednosti za pH sirovog mlijeka zabilježili su Tremonte *et al.* (2014), gdje je pH vrijednost bila $6,72 \pm 0,06$ i Merkl (2017) sa prosječnom pH vrijednosti od $6,72 \pm 0,015$. Prosječna pH vrijednost surutke prije rezanja gruša iznosila je 6,81, dok je na početku dogrijavanja pala na 6,76, uz mala variranja. Carić *et al.* (1989) u svojim istraživanjima u proizvodnji Gruyère sira navode nešto niže vrijednosti pH: pH vrijednost surutke prije rezanja gruša iznosila je 6,34, dok je na početku dogrijavanja izmjerena pH vrijednost 6,20. Prosječna pH vrijednost surutke u ovom radu pri ispuštanju odnosno konačnom odvajanju od gruša iznosila je 6,51 i varirala je od 6,37 do 6,59, te je dosta slična onoj u istraživanjima koja je proveo Baković (1972), gdje je iznosila 6,50.

Hemijski sastav Zlatnog sira

Nakon 5 i nakon 8 mjeseci zrenja izvršene su analize za utvrđivanje hemijskog sastava Zlatnog sira. Budući da je ovo prvi rad o Zlatnom siru, te nisu nađeni literaturni podaci o njemu, vršena su poređenja sa sirevima koji imaju sličnu tehnologiju.

Tabela 2. Hemijski sastav Zlatnog sira
 Table 2. Chemical composition of Zlatni cheese

Parametar (g/100g)	PERIOD ZRENJA									
	5 MJESECI					8 MJESECI				
	xs	sd	kv	min	max	xs	sd	kv	min	max
SM	65,60	2,44	0,04	63,05	67,63	68,10	1,42	0,02	66,20	69,62
Mast	34,13	2,19	0,06	31,50	35,50	33,62	1,42	0,04	30,00	35,00
Proteini	29,30	0,92	0,03	28,24	30,41	29,95	0,81	0,03	28,78	30,51
Voda u BMS (%)	52,19	2,20	0,04	49,80	54,18	48,06	1,16	0,02	46,38	49,04
Mast u SM (%)	51,83	1,45	0,03	49,96	53,48	49,34	2,80	0,06	45,31	51,37

SM – suha materija; BMS – bezmasna materija sira

Tokom zrenja došlo je do povećanja sadržaja suhe materije. U poređenju sa sličnim sirevima Zlatni sir sadrži nešto više suhe materije u odnosu na Edam (Waldburg, 1974) 64,00%, Gruyère (Fox i Mc Sweeney, 1998) 65,00% i Gruyère Comte (Salles *et al.*, 1995) 63,50%.

Prosječan sadržaj masti u Zlatnom siru tokom zrenja je opadao što nije uobičajeno tokom zrenja za tvrde sireve. Međutim, sadržaj masti sira u jednom proizvodnom danu bio je znatno niži u odnosu na ostala 3 uzorka kod kojih je tokom zrenja bio u blagom porastu. Ove vrijednosti poklapaju se sa onima iz istraživanja koja su proveli Mistry i Anderson (1993), gdje je prosječan sadržaj masti u švajcarskim sirevima iznosio 34,80%. Blagi porast sadržaja masti u Gruyère-u tokom zrenja u svojim istraživanjima navode i Carić *et al.* (1989) i Miletić (1968). Približne podatke za sadržaj masti navodi Lukač – Havranek (1995) u Tounjskom siru, gdje je prosječan sadržaj masti iznosio 34,20%, kao i Marketanović (2010) u Cheddar siru, sa prosječnim sadržajem masti od $33,22 \pm 1,5\%$. Iz tabele se može vidjeti da je sadržaj proteina sa zrenjem blago rastao, što je zabilježeno i u istraživanjima koja su proveli Carić *et al.* (1989) u proizvodnji Gruyère sira gdje je najveća promjena zabilježena nakon prvih 15 dana zrenja, da bi taj porast u kasnijem periodu bio usporen. Nešto niže vrijednosti sadržaja proteina u Gruyère-u (27,70%) navode Fox i Mc Sweeney (1998) i Mistry i Anderson (1993) u švajcarskim sirevima (25,20%). Slične vrijednosti za sadržaj proteina zabilježene su kod Marketanović (2010) u Emmental siru ($29,21 \pm 0,91\%$).

Sadržaj vode u bezmasnoj materiji u Zlatnom siru tokom zrenja je opao sa zrenjem. Prema Pravilniku o proizvodima od mlijeka i starter kulturama (2011), svi uzorci nakon 5 mjeseci zrenja ubrajaju se u tvrde sireve, a nakon 8 mjeseci zrenja u ekstra tvrde sireve. Nešto veći sadržaj vode u bezmasnoj materiji u Gruyère-u zabilježili su Lawlor *et al.* (2001). Tokom zrenja je došlo do opadanja sadržaja masti u suhoj materiji u uzorcima Zlatnog sira. Prema Pravilniku o proizvodima od mlijeka i starter kulturama (2011), analizirani sir spada u punomasne sireve. U

poređenju sa sirevima koji imaju sličnu tehnologiju, navedeni podaci poklapaju se sa onima koje navode Salles *et al.* (1995), gdje je prosječan sadržaj masti u suhoj materiji sira Gruyère Comte iznosio 49,40%. Nešto više vrijednosti sadržaja masti u suhoj materiji sira navode Mistry i Anderson (1993) u švajcarskim sirevima. Prema Bintsis i Papademas (2018) u vrijeme procjene kvaliteta, nakon pet mjeseci, Gruyère treba imati od 49,00% do 53,00% masti u suhoj materiji sira. Dakle, vrijednosti za sadržaj masti u suhoj materiji Zlatnog sira nakon 5 mjeseci zrenja su u okviru navedenih vrijednosti.

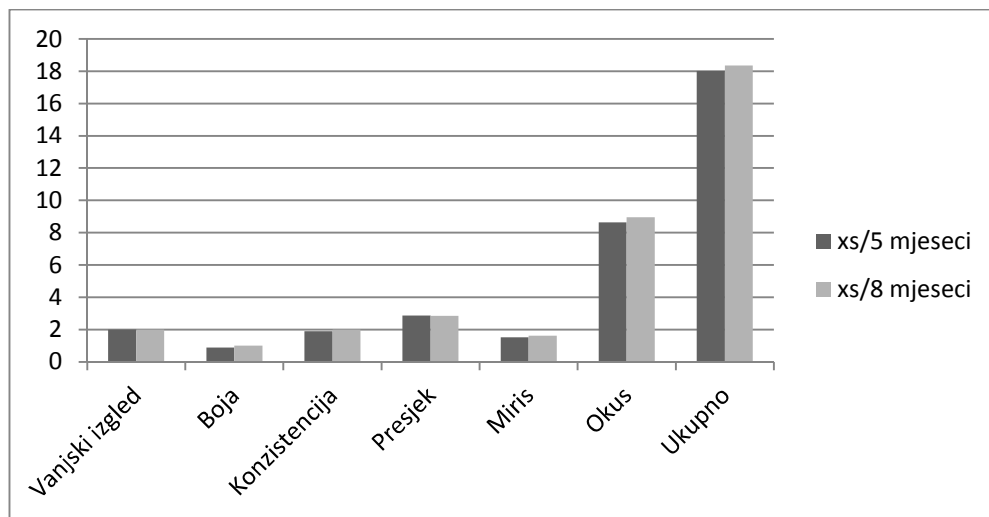
Testiranje značajnosti razlika sredina izvršeno t-testom pokazalo je da je statistički značajna bila samo razlika između prosječnih sadržaja vode u bezmasnoj materiji sira (52,19% nakon pet mjeseci i 48,06% nakon osam mjeseci), dok razlike za ostale parametre mjerene nakon pet i nakon osam mjeseci zrenja sira nisu bile statistički značajne.

Senzorna ocjena Zlatnog sira

Nakon što su provedene hemijske analize Zlatnog sira, pristupilo se senzornoj ocjeni. Za konzistenciju i presjek bolju ocjenu su dobili sirevi nakon 5 mjeseci zrenja, dok su po ostalim parametrima bolje ocijenjeni sirevi nakon 8 mjeseci zrenja. U narednoj tabeli su prikazane ocjene za miris i okus, te ukupna senzorna ocjena.

Tabela 3. Prosječna ocjena za miris, okus i ukupna senzorna ocjena Zlatnog sira
Table 3. Average score for odour, taste and total sensory evaluation of Zlatni cheese

Parametar	PERIOD ZRENJA									
	5 MJESECI					8 MJESECI				
	xs	sd	kv	min	max	xs	sd	kv	min	max
Miris	1,52	0,12	0,08	1,45	1,70	1,62	0,20	0,13	1,35	1,85
Okus	8,64	0,66	0,07	8,10	9,55	8,95	0,34	0,04	8,60	9,40
Ukupno	18,01	1,10	0,06	16,85	19,10	18,36	0,66	0,04	17,50	19,10



Grafikon 3. Prosječna senzorna ocjena Zlatnog sira
 Figure 3. Average sensory evaluation of Zlatni cheese

Po pitanju ukupne senzorne ocjene, od četiri uzorka sira, dva su svrstana u ekstra klasu (1 i 2), a dva u prvu klasu (3 i 4), nakon 5 mjeseci zrenja. Nakon 8 mjeseci zrenja dolazi do promjene, pa uzorci 3 i 4 prelaze u ekstra klasu, a uzorak 2 u prvu klasu, iako je nakon 5 mjeseci zrenja pripadao ekstra klasi. Na osnovu senzorne ocjene može se zaključiti da su ovo vrlo kvalitetni sirevi. Wilcoxon-ovim testom nisu utvrđene statistički značajne razlike u senzornoj ocjeni Zlatnog sira sa različitom dužinom zrenja.

ZAKLJUČCI

Na osnovu rezultata istraživanja provedenih u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Mlijeko za proizvodnju Zlatnog sira ima povoljan hemijski sastav i higijensku ispravnost, te ispunjava uslove propisane Pravilnikom o sirovom mlijeku (2011).
- Prema Pravilniku o proizvodima od mlijeka i starter kulturama (2011), na osnovu vode u bezmasnoj materiji sira svi uzorci nakon 5 mjeseci zrenja ubrajaju se u tvrde sireve, a nakon 8 mjeseci zrenja u ekstra tvrde sireve.
- Na osnovu senzorne ocjene može se zaključiti da su ovo vrlo kvalitetni sirevi. Od četiri uzorka sira, dva su svrstana u ekstra klasu (1 i 2), a dva u prvu klasu (3 i 4), nakon 5 mjeseci zrenja. Nakon 8 mjeseci zrenja tri od ukupno četiri sira svrstani su u ekstra klasu. Ovim je potvrđeno da Zlatni sir predstavlja značajan brend Bosne i Hercegovine i potencijal na lokalnom i regionalnom tržištu.

LITERATURA

- Adametz, L. (1892): Über den Trafniker-oder Arnautenkäse und dessen Herstellung auf den Hochweiden der Vlasić-planina. S. 4 – Bremen.
- Baković, D. (1972): Održivost sirutke. *Mljekarstvo*, 22 (11), 249-253.
- BAS ISO 13366-2 (2008): Mlijeko – Brojanje somatskih ćelija – Dio 2: Vodič za rad fluoro-opto-elektronskih brojača, (EN ISO 13366-2:2006, ITD), Bosanskohercegovački standard.
- BAS ISO 9622 (2008): Punomasno mlijeko-Određivanje sadržaja mliječne masti, bjelančevina i laktoze - Uputstvo za rad sa mid-infrared instrumentima (ISO 9622:1999, ITD), Bosanskohercegovački standard.
- Bijeljac, S., Sarić, Z. (2005): Autohtoni mliječni proizvodi sa osnovama sirarstva, izd. Poljoprivredni fakultet Sarajevo, Sarajevo.
- Bintsis, T., Papademas, P. (2018): An Overview of the Cheesemaking Process. In: *Global Cheesemaking Technology: Cheese Quality and Characteristics*. Ed. Papademas, P., Bintsis, T, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 120-156.
- Bytyqi, H., Fuerst-Waltl, B., Mehmeti, H., Baumung, R. (2015): Economic values for production traits for different sheep breeds in Kosovo. *Italian Journal of Animal Science*, 14 (4), 3808.
- Carić, M., Gavarić, D., Milanović, S., Kulić, L., Radovančev, Ž. (1989): Usage of proteolytics enzymes for accelerated Gruyère ripening. *Mljekarstvo*, 39 (5), 115-122.
- Čačić, Z., Kalit, S., Antunac, N., Čačić, M. (2003): Somatske stanice i čimbenici koji utječu na njihov broj u mlijeku. *Mljekarstvo*, 53 (1), 23-36.
- Davidov, P.B. (1965): *Mol. Prom.* No. 7, Moskva.
- Dizdarević, T., Sarić, Z., Bijeljac, S., Đulančić, N., Mujić, I. (2005): Uticaj starter kulture na randman i kvalitet trapista. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 56/1, 139-150.
- Dozet, N. (1963): Prilog poznavanju proizvodnje bijelih mekih sireva na području Bosne i Hercegovine. *Disertacija*, Poljoprivredni fakultet Sarajevo.
- Dozet, N., Stanišić, M. (1967): Prilog proučavanju sastava i svojstava mlijeka fakultetskog oglednog dobra Butmir. *Mljekarstvo*, 17 (8), 169-178.
- Dozet, N., Stanišić, M., Sumenić, S., Parijez, S. (1975): Sastav, kvaliteta i proizvodnja mlijeka na brdsko-planinskom području. *Mljekarstvo*, 25 (10), 226-231.
- Filjak, D., Baković, D. (1974): Livanjski sir. Memorijalni simpozijum posvećen akademiku prof. dr. Nikoli Zdanovskom na temu „Aktuelni problemi razvitka poljoprivrede brdsko-planinskog područja”, Separat 1, Jajce.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L. (1998): *Dairy chemistry and biochemistry*. Ed. Blackie Academ & Profess, London.
- Gaunt, S. N., Gacula, M. C., Corwin, A. (1966): Variation in milk constituents and milk yield for five breeds of dairy cattle. 17th Int. Dairy Congr. (Sect. A) 1:29. Munchen.

- ISO 8968 (2004): Milk – Determination of Nitrogen Content – Part 3: Block-digestion Method.
- ISO 3433 (2008): Milk - Determination of fat content - Van Gulik method - butyrometric method.
- Lawlor, J. B., Delahunty, C. M., Wilkinson, M. G., Sheehan, J. (2001): Relationships between the sensory characteristics, neutral volatile composition and gross composition of ten cheese varieties. *Le Lait*, 81 (4), 487-507.
- Lukač-Havranek, J. (1995): Autohtoni sirevi Hrvatske. *Mljekarstvo*, 45 (1), 19-37.
- Manderalo, S. (1999): Zlatne ruke. Prilozi proučavanju prošlosti livanjskoga kraja. *Svjetlo riječi*, Sarajevo. 250-258.
- Markeš, M. (1973): O porijeklu, proizvodnji i klasifikaciji sireva koji se proizvode u Jugoslaviji. *Mljekarstvo*, 23 (10), 228-233.
- Marketanović, Ž. (2010): Texture analysis of semi-hard cheeses from different producers on croatian market. Doctoral dissertation, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Sveučilište u Osijeku.
- Maslovarić, B., Savadinović, K., Ljubojević, S. (1979): Petogodišnja kvaliteta mlijeka iz Vojvodine primljenog u novosadskoj mljekari s posebnim osvrtom na količine suhe tvari bez masti. *Mljekarstvo*, 29 (9), 200-207.
- McSweeney, P. L. (2007): Cheese problems solved. Ed. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK.
- Merkl, A. (2017): Kakvoća svježeg sirovog mlijeka na ulazu u mljekaru. Doctoral dissertation, Karlovac University of Applied Sciences. The Department of Food Processing Technology.
- Mešcerjakova, E. D. (1967): *Mol. prom.* No 1, Moskva.
- Miletić, S. (1968): Promjene kemijskog sastava nekih naših sireva u toku zrenja i skladištenja. *Mljekarstvo*, 18 (9), 193-199.
- Miletić, S. (1971): Varijacije količina masti, suhe tvari i suhe tvari bez masti mlijeka. *Mljekarstvo*, 21 (3), 50-55.
- Mistry, V. V., Anderson, D. L. (1993): Composition and microstructure of commercial full-fat and low-fat cheeses. *Food structure*, 12 (2), 13.
- Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i metodama hemijskih i fizičkih analiza mleka i proizvoda od mleka (1983): Službeni list SFRJ, broj 32/83.
- Pravilnik o proizvodima od mlijeka i starter kulturama (2011): Službeni glasnik BiH, broj 21/11.
- Pravilnik o sirovom mlijeku (2011): Službeni glasnik BiH, broj 21/11.
- Sabadoš, D. (1996): Kontrola i ocjenjivanje kakvoće mlijeka i mliječnih proizvoda, II. dopunjeno izdanje, izd. Hrvatsko mljekarstvo društvo, Zagreb.
- Salles, C., Dalmas, S., Septier, C., Issanchou, S., Noël, Y., Etiévant, P., Le Quéré, J. L. (1995): Production of a cheese model for sensory evaluation of flavour compounds. *Le Lait*, 75 (6), 535-549.
- Sarić, Z. (2002): Izučavanje biohemijskih promjena kod tipova livanjskog i travničkog sira. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Sarajevo.

- Sarić, Z., Bijeljac, S. (2003): Autohtoni sirevi Bosne i Hercegovine. *Mljekarstvo*, 53 (2), 135-143.
- Sarić, Z., Bijeljac, S., Dizdarević, T. (2007): Autohtono sirarstvo u Bosni i Hercegovini – istorijski aspekt. *Biotehnologija u stočarstvu*, Vol. 24, 89-96.
- Slanovec, T. (1982): *Sirarstvo*, Ljubljana ČZP Kemički glas.
- Spreer, E. (1995): *Milk and Dairy Product Technology*. Ed. Marcel Dekker Inc., New York.
- Starodubcev, V. J. (1961): *Sbornik dokladov, Ajgjuhrat, Erevan*.
- Tremonte, P., Tipaldi, L., Succi, M., Pannella, G., Falasca, L., Capilongo, V., Sorrentino, E. (2014): Raw milk from vending machines: Effects of boiling, microwave treatment, and refrigeration on microbiological quality. *Journal of Dairy Science*, 97 (6), 3314-3320.
- Tyler, W. J. (1958): Genetic Aspects of Solids-not-fat and its Components1. *Journal of Dairy Science*, 41 (3), 447-449.
- Valkaj, K. (2015): *Turoš Cheese from Međimurje Compared to Prgica from Varaždin and Kvargl from Bjelovar–Qualitative Differences*. Doctoral dissertation, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Waldburg, H. (1974): *Handbook of cheese: cheeses of the world A to Z*. Ed. Volkswirtschaftlecher Verlag GmbH, Kempten Allgan.

QUALITY CHARACTERISTICS AND TECHNOLOGY OF ZLATNI CHEESE

Summary

Zlatni sir is an authentic Bosnian Herzegovinian cheese which technology and origin are based on Swiss cheeses. The aim of this work is to study the original technology of the Zlatni sir, to determine the physicochemical and hygienic quality of milk for the production of the Zlatni sir, its chemical composition, pH and sensory properties, and to investigate the influence of the ripening length on the sensory characteristics and the chemical composition of the Zlatni sir.

The quality of milk for the production of Zlatni sir, the technology and the most important production parameters, the chemical composition and pH of the cheese through the ripening and its sensory quality are tested. Milk analyzes established the favorable chemical composition and hygiene of the milk used in the production of Zlatni sir. The results showed that different ripening periods do not have a significant effect on the sensory evaluation of the Zlatni sir.

The average values of the Zlatni sir chemical composition were changed during ripening, and the expected decrease in water content during ripening or increase in dry matter content happened, and the protein content raised slightly. Based on the analyzes carried out, the content of water in the non-fatt matter of cheese analyzed after 5 months of ripening was counted in hard cheeses and after 8 months of ripening, it was converted into extra hard cheese, according to Bosnia and Herzegovina

regulations (2011). It can be stated that this is a high quality cheese that is specific to the Bosnian - Herzegovinian market but also to the region.

Key words: Zlatni cheese, technological process, physical-chemical properties, sensory analysis, milk analysis.

PROIZVODNJA, SASTAV I SVOJSTVA KUPREŠKOG SIRA

Edin Rizvanović¹, Zlatan Sarić¹, Tarik Dizdarević¹, Smail Žilić²

Stručni rad – *Professional paper*

Rezime

U ovom radu opisana je tehnologija, hemijski sastav i svojstva autohtonog Kupreškog sira. Kupreški sir se proizvodi na području Kupresa, na nadmorskoj visini od 1.200 metara, sa jedinstvenim uslovima za stočarstvo i proizvodnju mlijeka i mliječnih proizvoda. Kupreški sir spada u grupu punomasnih, tvrdih sireva i proizvodi se od kravljeg, kozijeg i ovčijeg mlijeka, ali i njihovim kombiniranjem. pH i titraciona kiselost mlijeka se snižavala nakon pasterizacije, a također pH surutke nakon dogrijavanja dok se titraciona kiselost surutke povećavala. Prosječne vrijednosti hemijskog sastava Kupreškog sira su nakon 70 dana zrenja bile slijedeće: suha materija 67,27%, mast 36,50%, proteini 26,00%, mast u suhoj materiji 54,25% i voda u bezmasnoj materiji sira 51,54%. Prosječna pH vrijednost Kupreškog sira nakon 70 dana zrenja iznosila je 5,26. Prosječna ukupna sezorna ocjena Kupreškog sira iznosi 18,28 što ga svrstava u ekstra klasu sireva.

Ključne riječi: *Kupreški sir, tehnologija, tehnološko-proizvodni parametri, hemijski sastav, senzorna analiza.*

UVOD

Tokom vijekova, u Bosni i Hercegovini se razvijalo stočarstvo, a uz njega i širok spektar autohtonih mliječnih proizvoda, posebno sireva. Autohtoni mliječni proizvodi Bosne i Hercegovine su opisani od strane mnogih autora (Bijeljac i Sarić, 2005; Dozet, 1963; Dozet *et al.*, 1974; Dozet *et al.*, 1987; Dozet *et al.*, 1991; Dozet *et al.*, 1996; Sarić i Bijeljac, 2003a; Sarić, 2007; Sarić *et al.*, 2007; Zdanovski, 1947; Zdanovski, 1956; Zdanovski, 1962). U okviru ovoga, određeni broj radova govori o tvrdim sirevima, a među njima je najveća pažnja posvećena Livanjskom siru (Dozet *et al.*, 1974; Filjak i Dozet, 1953; Filjak i Baković, 1974; Franjić, 1983; Kammerlehner, 2003; Kirin *et al.*, 2003; Zdanovski, 1967; Sarić i Bijeljac, 2003a; 2003b; Sarić *et al.*, 2010).

Kupreška visoravan je specifična i prepoznatljiva po kvalitetu mlijeka koje se upotrebljava u proizvodnji i sira ali i kvalitetu samog sira. U godinama prije agresije na BiH na Kupresu je postojala sirana koja je proizvodila Kupreški sir. Ratnim dejstvima, pogon je uništen, a proizvodnja potpuno ugašena. Proizvodnja se ponovo pokreće

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

² Kupres Milch⁺ d.o.o.

Korespondencija: Zlatan Sarić, z.saric@ppf.unsa.ba

2005. godine, od strane drugih ljudi i u drugom pogonu, ali i sa tehnologijom različitom od one koja se primjenjivala 80-tih godina prošlog vijeka u tadašnjoj kupreškoj sirani. Nakon početne proizvodnje sira 2005. godine sirana je proizvodila Kupreški sir sa uspjehom sve do 2013. godine kada proizvodnja prestaje. Nakon gašenja proizvodnje i prestanka sa radom sirane, mljekaru preuzima novi vlasnik koji 2014. godine počinje uspješnu proizvodnju Kupreškog sira, a mljekara dobija novo ime „Kupres Milch“ d.o.o. Godišnja prerada mlijeka dostiže i do pola miliona litara mlijeka što omogućava proizvodnju 40 tona sira godišnje. Proizvodnja Kupreškog sira se razvija vrlo brzo i njegov kvalitet vremenom postaje sve prepoznatljiviji čineći ga brend proizvodom ovog kraja. Kupreški sir bazično spada u grupu punomasnih, tvrdih kravljih sireva ali se proizvodi i od kozijeg i ovčijeg mlijeka, te njihovim kombiniranjem sa kravljim. Cilindričnog je oblika, težine od 1,8 do 2,0 kg. Ima čvrstu i glatku koru, slamnato-rumene boje. Tijesto Kupreškog sira je svijetlo žute boje i zrnaste strukture. Standardni Kupreški sir predstavlja bazu za proizvodnju ostalih vrsta, a vrlo su specifične i dvije vrste začinskih sireva. Prvi začinski sir sadrži papriku, paradajz, čili i origano, a drugi je napravljen sa ljekovitim biljem, koprivom, bijelim lukom, peršunom i bosiljkom. Obzirom na dugogodišnju tradiciju proizvodnje, Kupreški sir se s pravom može smatrati autohtonim. U literaturi do sada nisu zabilježeni podaci o tehnologiji, hemijskom sastavu i svojstvima Kupreškog sira pa su ova istraživanja prva takve vrste, a podaci po prvi put predstavljaju ovaj tip tvrdog autohtonog sira Bosne i Hercegovine. Stoga je cilj ovog rada prikazati tehnologiju, hemijski sastav i svojstva Kupreškog sira.

MATERIJAL I METODE

Praćena je tehnologija, hemijski sastav, pH i senzorne osobine Kupreškog sira tokom zrenja. Detaljno su praćena tri proizvodna dana. Za određivanje fizičko-hemijskih i mikrobioloških analiza uzeti su uzorci mlijeka za proizvodnju Kupreškog sira iz sabirnog tanka svaki proizvodni dan. Na sabirnim uzorcima mlijeka određivan je broj somatskih ćelija (BAS EN ISO 13366-2-2010, Fossomatic TMFC 6000), broj bakterija (BAS EN ISO 21187:2005, BactoScan TMFC 50H), tačka mržnjenja (BAS EN ISO 5764:2010, Cryoscope 4250) i hemijski sastav mlijeka (BAS ISO 9622:2008, MilkoScan TMFT 6000).

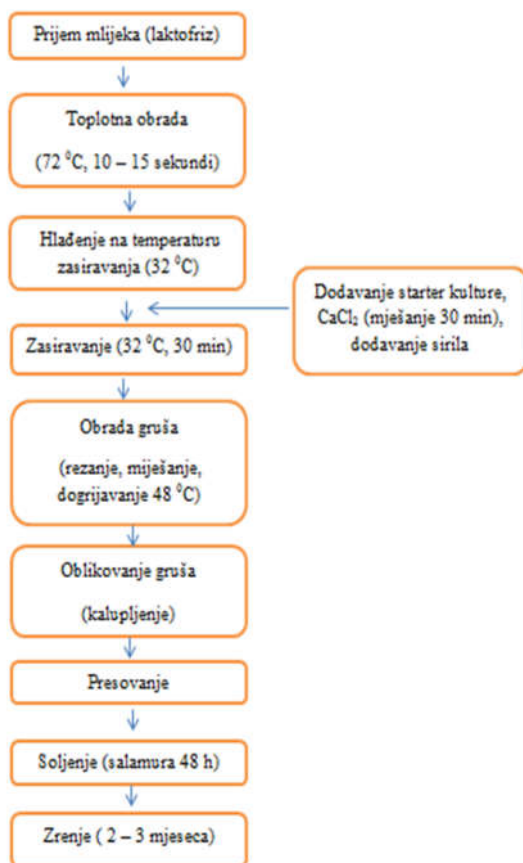
Tokom proizvodnje sira iz kazana su uzimani uzorci mlijeka i surutke radi određivanja pH vrijednosti i titracione kiselosti, a mjerio se i pH dobijenog gruša. pH vrijednost mlijeka, surutke i gruša je mjerena pomoću pH metra Mettler Toledo koristeći elektrodu InLab Solids Pro ISM Electrode, a titraciona kiselost je izražena u °SH (Sabadoš, 1996). Titraciona kiselost i pH mlijeka su praćeni tokom prijema u laktofriz i nakon pasterizacije. pH i kiselost surutke tokom obrade gruša su mjereni nakon rezanja i dogrijavanja gruša, a pH gruša prije presovanja sireva. Temperatura u zrioni mjerena je termometrom, vlažnost u zrioni (RH) pomoću higrometra, a koncentracija soli u salamuri pomoću areometra. Nakon 70 dana zrenja izvršene su fizičko-hemijske analize sira gdje su određivani sadržaj suhe materije sušenjem u

sušnici - Heraeus (Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i metodama hemijskih i fizičkih analiza mlijeka i proizvoda od mlijeka, 1983), sadržaj masti, Van Gulik metodom (ISO 3433:2008), sadržaj masti u suhoj materiji i vode u bezmasnoj materiji sira (računskim putem), sadržaj proteina metodom po Kjeldahl – u (ISO 8968:2004) i pH vrijednost sira pomoću pH-metra (Metrohm 632) i elektrode WTW-SenTix Sp. Senzorna analiza Kupreškog sira je izvršena nakon 70 dana zrenja sira. Senzorna ocjena urađena je od strane ocjenjivačkog tima koji je sastavljen od 5 ocjenjivača-eksperata. U rezultatima su prikazane prosječne ocjene svih ocjenjivača. Ocjenjivanje je vršeno metodom bodovanja, sir je bodovan i vrednovan opisno (komentari ocjenjivača), a različite karakteristike sira su nosile različit broj bodova ovisno od njihove značajnosti. Svojstva sira koja su ocjenjivana od strane ocjenjivača su slijedeća: vanjski izgled, boja, konzistencija, izgled na presjeku, miris i okus. Maksimalan broj bodova koji je sir mogao dobiti je 20,00. Svi rezultati su prikazani kao prosječne vrijednosti tri ponavljanja.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tehnološki proces proizvodnje Kupreškog sira

U mljekari „Kupres Milch“ d.o.o. se dnevno provedu dvije proizvodnje. Mlijeko se otkupljuje od farmera sa lokalnog područja. U jednom proizvodnom danu se zasiri od 1.500 do 2.000 l mlijeka.



Shema 1. Tehnološki proces proizvodnje sira u mljekari „Kupres Milch“ d.o.o.
Scheme 1. Technology proces of cheese manufacture in Dairy „Kupres Milch“ d.o.o.

Nakon muže, proizvođači kravljeg mlijeka svoje mlijeko pretaču u laktofrije gdje se ono čuva na temperaturi od 4°C. Mljekara „Kupres Milch“ d.o.o. u svom vlasništvu posjeduje transportno vozilo sa ugrađenom cisternom pomoću koje se mlijeko doprema u pogon sirane gdje se mlijeko odlaže u laktofrije. Mlijeko se prvo cijedi da bi se odstranile nečistoće, a zatim se ono hladi na temperaturu od 4°C i tu se zadržava sve do samog početka proizvodnje sira. Tokom otkupa mlijeka dva puta mjesečno se uzimaju uzorci mlijeka da bi se izvršila kontrola kvaliteta mlijeka (hemijski sastav, pH i kiselost mlijeka, broj somatskih ćelija i bakterija, tačka mržnjenja). Mlijeko iz laktofriza odlazi na toplotnu obradu (pasterizaciju) u trajanju od 10 – 15 sekundi na temperaturi 72 - 73°C. U Mljekari „Kupres Milch“ d.o.o. ne vrši se obiranje masti niti standardizacija njenog sadržaja u mlijeku. Pasterizacija se obavlja pomoću pločastog pasterizatora. Nakon završetka procesa toplotne obrade mlijeko temperature 37 - 38°C se iz pastera preko gumenog crijeva prebacuje u kazan. Mlijeku se dodaju starter kultura i kalcijev hlorid (CaCl₂). Na 1.000 l mlijeka dodaje se 12 g starter kulture

(duboko zamrznuta, koncentrovana kultura, Christian Hansen TCC-20) i 20 do 22 g kalcijeveog hlorida (CaCl_2). Sadržaj kazana se zatim miješa 30 minuta, za koje vrijeme se temperatura mlijeka u kazanu spušta na temperaturu zasiravanja ($32 - 34^\circ\text{C}$) a zatim se dodaje sirilo (Christian Hansen, CHY-MAX® Powder Extra NB) u količini od 15 do 16 g na 1.000 l mlijeka. Nakon toga kazan se zatvara da mlijeko miruje 30 minuta kako bi došlo do koagulacije (zasiravanja) mlijeka. Pola sata nakon mirovanja mlijeka kazan se otvara, te se nožem provjerava čvrstoća gruš. Ukoliko je gruš mekan, zasiravanje se produžava 10 minuta da bi došlo do potpune koagulacije, a ako je gruš čvrst pristupa se njegovoj obradi.



Slika 1. Kazan za sirenje mlijeka kapaciteta 1.000 l
Picture 1. Cheese vat with 1.000 l capacity

Obradom gruš omogućava se lakše izdvajanje surutke. Ovaj proces uključuje rezanje gruš, miješanje i dogrijavanje gruš radi sušenja i postizanja njegove čvrstoće. Nakon završetka procesa zasiravanja mlijeka, dobijeni gruš se ručno pomoću sirarske harfe usitnjava na manje čestice (veličine zrna kukuruza), a nakon toga se miješanje obavlja mašinski. Svrha rezanja gruš na sitne kockice je pospješivanje odvajanja surutke i proizvodnja sira željenog kvaliteta. Ukoliko se želi proizvesti tvrdi sir, gruš se usitnjava na što manje čestice jer se tada odvaja više surutke. Miješanje i dogrijavanje gruš odvija se na temperaturi od 48°C , a traje 1 sat i 10 minuta bez prestanka kako ne bi došlo do pada čestica na dno kazana i njihovog slijepplivanja. Dogrijavanje gruš omogućava očvršćavanje čestica gruš koje pospješuju dalje odvajanje surutke. Dogrijavanje se izvodi zagrijavanjem vode koja se nalazi između duplih zidova kazana. Pred kraj procesa počinje se sa postepenim ispuštanjem gruš kroz ispusni otvor koji se nalazi pri dnu kazana. Završetkom procesa obrade gruš pristupa se oblikovanju dobijenog gruš. Na ispusni ventil kazana stavlja gumeno crijevo, a zatim se lagano ispuštaju gruš i surutka. Iz crijeva gruš se prebacuje u mrežice, a onda se mrežice napunjene grušom prebacuju u kalupe. Gruš u kalupima se pritišće rukama da bi se ocijedilo što više surutke, a nakon što se kalup napuni stavljaju se poklopci te se

kalupi stavljaju pod presu. Kalupi napunjeni grušom stavljaju se na vertikalne prese. Presovanjem se izdvaja preostala surutka iz gruša, postiže se željeni oblik sira i dobija se odgovarajuća tekstura. Presovanje mora biti postepeno, jer visok početni pritisak dovodi do sabijanja površinskog sloja i na taj način se sprječava izlazak surutke koja je ostala u tijestu. Presovanje Kupreškog sira traje 2 sata i 30 minuta gdje se svakih 20 – 30 minuta mjenja pritisak za 0,5 bara. Nakon svake promjene pritiska sirevi se vade ispod prese i okreću se. Sa svakim okretanjem sira skida se mrežica i čisti se masnoća koja ostaje na njoj.

Nakon presovanja sir se soli jer je neslan. Za soljenje sira upotrebljava se kuhinjska so (NaCl) koja mora biti pročišćena i ne smije sadržavati teške metale. Soljenje Kupreškog sira obavlja se u salamuri (rastvor soli u vodi) sa koncentracijom soli od 22 do 23 Be°. Salamurenje Kupreškog sira traje 48 sati. Nakon 24 sata sirevi se okreću, a nakon 48 sati se vade iz salamure i stavljaju na daske na kojima se nalazi platno radi sušenja. Nakon 3 do 4 sata sušenja sira na daskama sirevi se prebacuju u predzrionu u kojoj se zadržavaju 3 do 4 dana. Daske ispod sira se svako jutro okreću zbog vlage koja se stvorila ispod sira. Iz predzrione sirevi se prebacuju u zrionu gdje zriju 2 do 3 mjeseca. U zrioni se sirevi slažu tako da između svakog sira sa strane i iznad sira postoji određeni razmak. U prve dvije sedmice sirevi otpuštaju najviše vode pa se zbog toga sirevi i daske svakodnevno okreću. Nakon 15 dana sirevi i daske se okreću svakih 7 do 10 dana. U prvoj sedmici zrenja dolazi do pojave plijesni (u slučaju velike vlažnosti) pa je sireve neophodno odmah očistiti i premazati jestivim uljem. Temperatura u zrioni je od 14 do 16°C, a relativna vlažnost (RH) od 80 do 85%. Tvrdi sirevi su trajniji pa je zbog toga moguće njihovo duže skladištenje na nižim temperaturama. Nakon zrenja sirevi se vakuumski pakuju, a nakon toga se pakuju u kutije. U slučaju da su premazani uljem sirevi se zamotavaju u papir, te se pakuju u kutije. Da bi se sirevi mogli duže skladištiti neophodno ih je premazati uljem jer se na taj način sprečava njihovo isušavanje. Temperatura i relativna vlažnost moraju biti odgovarajući da ne bi došlo do prekomjernog isušivanja sira ili stvaranja nepoželjenih plijesni. Tokom skladištenja takođe je obavezna njega sira.



Slika 2. Soljenje sira u salamuri
Picture 2. Brining of cheese



Slika 3. Zrenje sira u zrioni
Picture 3. Cheese ripening

Hemijski i mikrobiološki kvalitet mlijeka

Sastav mlijeka određuje njegovu hranidbenu vrijednost, mogućnost prerade u mliječne proizvode, te mnoge fizičko-hemijske i senzorne osobine proizvoda (Alichanidisi Polychroniadou, 1995). Sastav, svojstva i količina mlijeka zavise od količine i kvaliteta hrane koja se daje kravama. Rezultati fizičko-hemijske i mikrobiološke analize mlijeka korištenog za proizvodnju Kupreškog sira prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Hemijski i mikrobiološki kvalitet sirovog mlijeka korištenog za proizvodnju Kupreškog sira

Table 1. Chemical and microbiological quality of raw milk for production of Kupres cheese

Količina (broj)	Mast (%)	Proteini (%)	Laktoza (%)	SM (%)	BSM (%)	TM (C°)	SC/ml	CFU/ml
Xs	3,51	3,35	4,25	12,11	8,70	0,513	474.000	568.666
Min	3,45	3,33	4,20	12,03	8,64	0,510	417.000	524.000
Max	3,63	3,38	4,29	12,17	8,77	0,515	561.000	595.000

SM – suha materija; BSM – bezmasna suha materija; TM – tačka mržnjenja; SC/ml – broj somatskih ćelija/ml mlijeka; CFU/ml – ukupan broj bakterija/ml mlijeka

Može se reći da kvalitet mlijeka prije prerade zadovoljava, s obzirom na sadržaj masti, proteina i suhe materije bez masti koji odgovaraju zahtjevima Pravilnika o sirovom mlijeku (2011) koji propisuje minimalno 3,20% masti, 2,80% proteina i 8,50 % bezmasne suhe materije. Mast je najnestabilniji i najpromjenljiviji sastojak

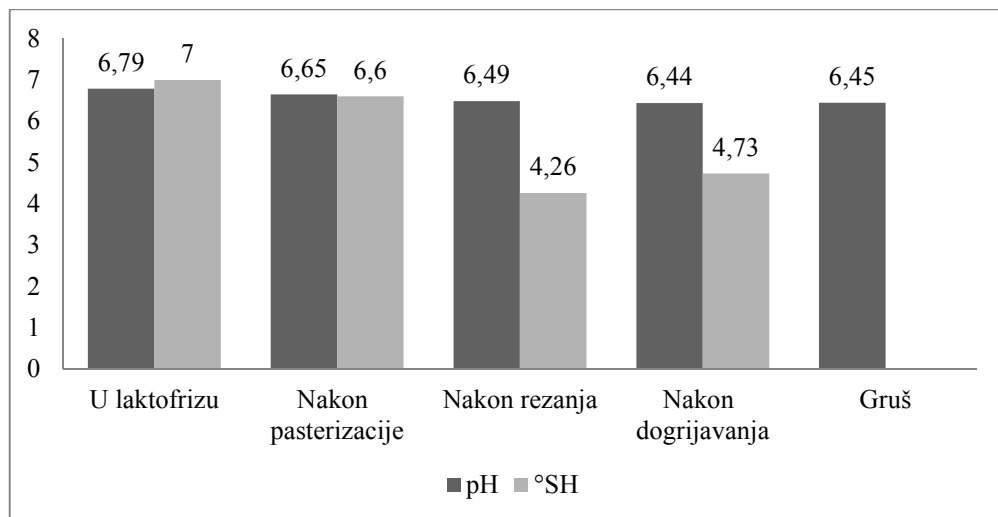
mlijeka o kojem ovisi energetska i hranidbena vrijednost mlijeka. Postotak mliječne masti se postupno povećava sa smanjenjem mliječnosti krava prema kraju laktacije, što se također može povezati s manjim davanjem krepih i povećanim davanjem voluminoznih krmiva (Galler, 1998). Sadržaj proteina u kravljem mlijeku je stabilan hemijski parametar, a na njegovu količinu utiču količina energije i proteina u obroku muznih životinja (Kalit, 2001).

Količina laktoze u svim uzorcima mlijeka bila je nešto niža ali ipak zadovoljavajuća što govori o povoljnom zdravstvenom stanju vimena krava jer upravo pojava mastitisa u stadu nepovoljno utiče na sadržaj laktoze u mlijeku (Kitchen, 1981). Bosnić (2003) i Bijeljac i Sarić (2005) navode nešto više prosječne vrijednosti za sadržaj laktoze (4,80%) od onih utvrđenih u ovim istraživanjima u mlijeku za proizvodnju Kupreškog sira. Smanjivanje količine laktoze i povećanje sadržaja natrija i hlorida može upućivati na veći broj somatskih ćelija u mlijeku (Antunac *et al.*, 1997). Mastitisom se smanjuje sadržaj laktoze u mlijeku i do 2,00% (Antunac i Lukač – Havranek, 1999). Sadržaj suhe materije u mlijeku u analiziranom mlijeku prosječno je iznosio 12,11%, sa varijacijama od 12,03 do 12,17% što je nešto niže od vrijednosti koje navodi Miletić (1994), od 12,50 do 13,00%. Na osnovu ukupnog broja bakterija prema Pravilniku o sirovom mlijeku (2011) analizirano mlijeko se svrstava u III klasu s obzirom da broj bakterija u 1 ml mlijeka prelazi 400 hiljada. Broj somatskih ćelija pokazatelj je zdravstvenog stanja vimena (Rupić, 1988; Čačić *et al.*, 2003). Budući da su somatske ćelije uobičajen i normalan sastojak mlijeka, nije problem u njihovom prisustvu već u njihovom povećanom broju (Antunac *et al.*, 1997). Prema Pravilniku o sirovom mlijeku (2011) analizirano mlijeko se na osnovu broja somatskih ćelija svrstava u II klasu s obzirom da broj somatskih ćelija u 1 ml mlijeka prelazi 400 hiljada.

Tehnološko-proizvodni parametri tokom proizvodnje Kupreškog sira

Jedan od najznačajnijih parametara koji se prati tokom proizvodnje sira su promjene pH vrijednosti i titracione kiselosti mlijeka i surutke, te pH gruša i sira. Iz grafikona 1 se može vidjeti da se nakon pasterizacije pH vrijednost snizila i srednja vrijednost je iznosila 6,65. Navedene vrijednosti odgovaraju vrijednostima koje navodi Merkl (2017) gdje je prosječna pH vrijednost iznosila 6,72. Slično je i sa titracionom kiselosti gdje je nakon pasterizacije ona bila prosječno 6,60 °SH i bila niža od one kod sirovog mlijeka za 0,40 °SH. Navedene vrijednosti se ne poklapaju sa vrijednostima koje iznose Popović – Vranješ *et al.* (2009) tokom proizvodnje sira Trapista gdje je prosječna vrijednost titracione kiselosti pasteriziranog mlijeka iznosila 7,00 °SH ali su dobivene vrijednosti u ovom radu uobičajene. Srednja pH vrijednost surutke nakon rezanja gruša iznosila je 6,49, a nakon dogrijavanja 6,44. pH se snižava usljed rada starter bakterija. Navedene pH vrijednosti surutke odgovaraju vrijednostima koje navodi Baković (1972) prilikom proizvodnje Trapista gdje je pH vrijednost surutke iznosila od 6,30 do 6,40. U skladu sa promjenom pH, srednja vrijednost titracione kiselosti surutke nakon rezanja gruša iznosila je 4,26 °SH, a nakon dogrijavanja 4,73 °SH što znači da je došlo do povećanja za 0,47 °SH. Prosječna pH vrijednost gruša

prije presovanja iznosila je 6,45 što je niže od vrijednosti utvrđenih prilikom proizvodnje Ementaler sira gdje je pH vrijednost iznosila od 6,60 do 6,80 (Strahija, 1983).



Grafikon 1. Prosječne vrijednosti pH i titracione kiselosti (°SH) mlijeka i surutke i pH gruša tokom proizvodnje Kupreškog sira

Figure 1. Average values of pH and titration acidity (°SH) of milk and whey and pH of curd during Kupres cheese manufacture

Za proces salamurenja osnovni faktori su koncentracija soli, temperatura, kiselost i pH salamure.

Tabela 2. Koncentracija soli, temperatura i pH vrijednost salamure Kupreškog sira
Table 2. Salt concentration, temperature nad pH value of brine at Kupres cheese

Pokazatelj	Koncentracija salamure (Be°)	Temperatura salamure	pH salamure
Xs	22,50	12,75	6,75
Min	22,00	12,70	6,70
Max	23,00	12,80	6,80

Za soljenje većine tvrdih i polutvrdih sireva koristi se mokro soljenje ili salamurenje. Vrijednost koncentracije salamure zavisi od vrste sira. Tokom salamurenja so iz salamure prodire u unturašnjost sira, a voda iz unutrašnjosti sira putuje ka površini sira (osmoza). Temperature salamure koje se najčešće primjenjuju za tvrde sireve su od 12 do 17°C, a koncentracija salamure od 19 do 22% (Bijeljac i Sarić, 2005). Soljenje

Kupreškog sira obavlja se u salamuri gustine od 22 do 23 Be° što preračunom približno odgovara koncentraciji soli (%) za tvrde sireve (Božanić i Tratnik, 2012). Da bi se postigle optimalne karakteristike sira zrenje se mora obavljati u kontrolisanim uslovima temperature, vlažnosti i strujanja zraka.

Tabela 3. Temperatura i relativna vlažnost zraka tokom zrenja Kupreškog sira
Table 3. Temperature and relative humidity during Kupres cheese ripening

Pokazatelj	Temperatura (°C) i relativna vlažnost (RH)			
	30 dana		70 dana	
	°C	RH	°C	RH
Xs	14,4	82	14,2	82
Min	13,0	80	12,9	80
Max	15,8	84	15,4	84

Kao što se može vidjeti iz tabele temperatura tokom zrenja Kupreškog sira je iznosila od 13,0 do 15,8°C. Srednja vrijednost temperature tokom dva vremenska perioda zrenja varirala je od 14,2 do 14,4°C što odgovara temperaturi 14-16°C koja se primjenjuje tokom zrenja Kupreškog sira. Ova temperatura odgovara optimalnoj temperaturi zrenja tvrdih i polutvrdih sireva koja je od 12 do 15°C (Kalit, 2002). Za optimalno zrenje polutvrdih i tvrdih sireva relativna vlažnost zraka u zrionici treba biti između 70% i 85%. Zrionica treba biti zamračena i redovito ventilirana (najmanje tri izmjene zraka u 24 sata). Tokom zrenja sirevi se po potrebi redovito okreću i njeguju (Kalit, 2002).

Hemijski sastav Kupreškog sira

U tabeli 4 prikazan je prosječan hemijski sastav tvrdog Kupreškog sira nakon 70 dana zrenja.

Tabela 4. Hemijski sastav Kupreškog sira nakon 70 dana zrenja
Table 4. Chemical composition of Kupres cheese after 70 days ripening

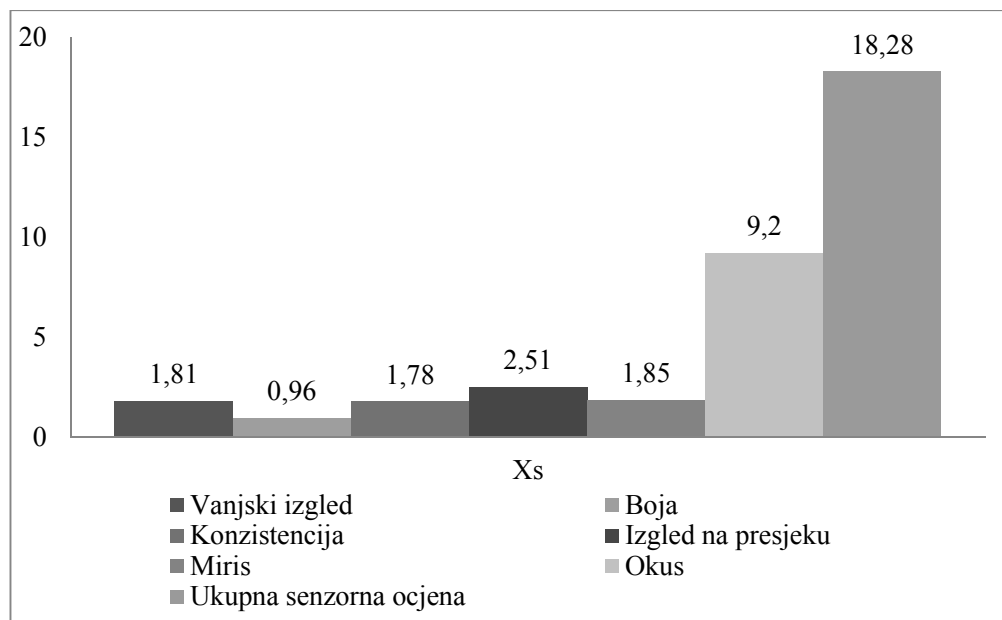
Hemijski sastav sira	Količina (%)		
	Xs	Min	Max
Sadržaj suhe materije	67,27	66,70	67,96
Sadržaj vode	32,72	32,04	33,33
Sadržaj masti	36,50	36,00	37,00
Sadržaj proteina	26,00	25,67	26,25
Sadržaj masti u SM	54,25	52,97	55,08
Sadržaj vode u BMS	51,54	50,06	52,44
pH vrijednost	5,26	5,23	5,28

SM - Suha materija; BMS – Bezmasna materija sira

Nakon 70 dana zrenja sadržaj suhe materije u Kupreškom siru iznosio je 67,27% što ne odgovara vrijednostima suhe materije koje navodi Kutle (1996) gdje je ona kod industrijskog Livanjskog sira iznosila 68,53% ali se uklapa u vrijednosti za tvrde sireve. Prema istraživanjima koja su proveli Gallowey i Crawford (1985) na različitim vrstama tvrdih sireva vrijednosti iz tabele za sadržaj masti u Kupreškom siru ne odgovaraju vrijednostima koje se iznose gdje je sadržaj masti iznosio 33,00%, dok vrijednost za sadržaj proteina u Kupreškom siru u potpunosti odgovara njihovim istraživanjima gdje je ona iznosila 26,00 %. Prema Pravilniku o proizvodima od mlijeka i starter kulturama (2011) Kupreški sir pripada grupi tvrdih sireva jer je nakon 70 dana zrenja prosječan sadržaj vode u BMS iznosio 51,54% dok se na osnovu sadržaja masti u SM Kupreški sir svrstava u grupu punomasnih sireva sa prosječnim sadržajem nakon 70 dana zrenja 54,25%. Prosječna pH vrijednost tvrdog Kupreškog sira nakon 70 dana zrenja iznosila je 5,26 što odgovara vrijednostima većine tvrdih sireva prema istraživanjima koje su proveli Hill (1995) i Fox *et al.* (2000) gdje je pH vrijednost iznosila od 5,30 do 6,20.

Senzorna ocjena Kupreškog sira

Senzorne karakteristike sira su one koje opredjeljuju potrošače i čine nezaobilazni dio procjene kvaliteta nekog sira.



Grafikon 2. Senzorna ocjena Kupreškog sira nakon 70 dana zrenja
Figure 2. Sensory evaluation of Kupres cheese after 70 days ripening

Iz grafikona 2 mogu se vidjeti prosječne senzorne ocjene Kupreškog sira nakon 70 dana zrenja. Prosječna ocjena za vanjski izgled iznosi 1,81, a za konzistenciju 1,78. Od mogućih 3,00 boda za izgled na presjeku, Kupreški sir je dobio ocjenu 2,51. Prosječna ocjena za miris iznosila je 1,85 od mogućih 2,00 dok je za okus iznosila 9,20 od mogućih 10,00 što znači da se radi o vrlo kvalitetnom siru. Konačno, prosječna ukupna sezorna ocjena Kupreškog sira iznosi 18,28 što ga svrstava u ekstra klasu sireva.



Slika 4. Vanjski izgled i presjek Kupreškog sira
Picture 4. Appearance and cut of Kupres cheese

ZAKLJUČAK

U radu je prikazana tehnologija i tehnološko-proizvodni parametri tokom proizvodnje Kupreškog sira. Izvršena je fizičko-hemijska analiza mlijeka, sira i senzorna analiza sira nakon 70 dana zrenja. Prema Pravilniku o proizvodima od mlijeka i starter kulturama (2011) Kupreški sir se svrstava u grupu tvrdih, punomasnih sireva koji se izvorno proizvodi od kravljeg mlijeka. Hemijski sastav kravljeg mlijeka korištenog za proizvodnju Kupreškog sira je u skladu sa Pravilnikom (2011). Na osnovu broja mikroorganizama u 1 ml mlijeko se svrstava u III klasu, dok se mlijeko prema broju somatskih ćelija u 1 ml svrstava u II klasu. Prosječne vrijednosti hemijskog sastava Kupreškog sira su nakon 70 dana zrenja iznosile (%): suha materija 67,27, mast 36,50, proteini 26,00, mast u suhoj materiji 54,25 i voda u bezmasnoj materiji sira 51,54. Prosječna pH vrijednost Kupreškog sira nakon 70 dana zrenja iznosila je 5,26. Na osnovu prosječne ukupne senzorne ocjene može se konstatovati da je period od 70 dana dovoljan za zrenje Kupreškog sira i da je to sir ekstra klase. Analize su pokazale da je on tvrdi punomasni autohtoni sir visokog kvaliteta i da kao takav predstavlja značajan potencijal unutar sireva Bosne i Hercegovine.

LITERATURA

- Alichanidis, E., Polychroniadou, A. (1995): Special features of dairy products from ewe and goat milk from the physicochemical and organoleptic point of view. In: FIL-IDF, Production and utilization of ewe and goat milk. Crete (Greek), 19-21 October, 21-43.
- Antunac, N., Lukač-Havranek, J., Samaržija, D. (1997): Somatske stanice i njihov utjecaj na kakvoću i preradu mlijeka. *Mljekarstvo*, 47 (3), 183-193.
- Antunac, N., Lukač-Havranek, J. (1999): Proizvodnja, sastav i osobine ovčijeg mlijeka. *Mljekarstvo*, 49 (4), 241-254.
- Baković, D. (1972): Održivost surutke. *Mljekarstvo*, 22 (11), 249-253.
- BAS EN ISO 13366-2 (2008): Mlijeko – Brojanje somatskih ćelija – Dio 2: Vodič za rad fluoro-opto-elektronskih brojača, (EN ISO 13366–2:2006, ITD).
- BAS ISO 9622 (2008): Punomasno mlijeko-Određivanje sadržaja mliječne masti, bjelančevina i laktoze - Uputstvo za rad sa mid – infrared instrumentima (ISO 9622 : 1999, ITD).
- BAS EN ISO 21187 (2007): Mlijeko - Kvantitativno određivanje bakteriološkog kvaliteta - Vodič za uspostavljanje veze između rezultata rutinskih metoda i rezultata ustaljenih metoda i njihove verifikacije.
- BAS EN ISO 5764 (2010): Mlijeko – Određivanje tačke mržnjenja – Thermistor krioskop metoda.
- Bijeljac, S., Sarić, Z. (2005): Autohtoni mliječni proizvodi sa osnovama sirarstva, izd. Poljoprivredni fakultet Sarajevo, Sarajevo.
- Bosnić, P. (2003): Svjetska proizvodnja i kvaliteta kravljeg mlijeka. *Mljekarstvo*, 53 (1), 31-50.
- Božanić, R., Tratnik, Lj. (2012): Mlijeko i mliječni proizvodi, izd. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
- Čačić, Z., Kalit, S., Antunac, N., Čačić, M. (2003): Somatske stanice i čimbenici koji utječu na njihov broj u mlijeku. *Mljekarstvo*, 53, (1), 23-36.
- Dozet, N. (1963): Prilog poznavanju proizvodnje bijelih mekih sireva na području Bosne i Hercegovine. Doktorska disertacija. Sarajevo. 25.
- Dozet, N., Stanišić, M., Sumenić, S., (1974): Izučavanje kvalitete autohtonog Livanjskog sira. *Mljekarstvo*, 24 (7), 224-230.
- Dozet, N., Stanišić, M., Parijez, S., Sumenić, S. (1974): Tendencije u proizvodnji autohtonih mlječnih proizvoda u Bosni i Hercegovini. *Mljekarstvo*, 24 (8), 176-187.
- Dozet, N., Stanišić, M., Bijeljac, S., (1987): Kvalitet i energetska vrijednost autohtonih mlječnih proizvoda, IRI. Zbornik radova, Mostar.
- Dozet, N. (1991): Komparativni pregled autohtonih mlječnih proizvoda brdsko-planinskog područja Jugoslavije. *Ekonomika poljoprivrede*, 38 (6-7-8):291-302.
- Dozet, N., Adžić, N., Stanišić, M., Živnić, N. (1996): Autohtoni mlječni proizvodi, izd. Poljoprivredni institut-Podgorica, Sirmir-Beograd.

- Filjak, D., Dozet, N. (1953): O proizvodnji livanjskog sira. *Mljekarstvo*, 3 (4), 73-78.
- Filjak, D., Baković, D. (1974): Livanjski sir. Memorijalni simpozijum posvećen akademiku prof. dr Nikoli Zdanovskom na temu "Aktuelni problemi razvitka poljoprivrede brdsko-planinskog područja". Jajce, Separat, 1.
- Franjić, B. (1983): Ispitivanje kvaliteta i tehnoloških svojstava Livanjskog sira, Magistarski rad-Poljoprivredni fakultet Sarajevo.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., McSweeney, P. L. H. (2000): *Fundamentals of Cheese Science*, Aspen Publisher, Gaithersburg, Maryland.
- Galler, J. (1998): Der Fettgehalt in der Kuhmilch ist nicht immer gleich. *Förderungsdienst* 46 (8), 49-51. 20.
- Galloway, J. H., Crawford, J. M. (1985): Cheese Fermentation. In: *Microbiology of Fermented Foods*. Volume. 1, Ed. Wood, B. J. B., Elsevier Applied Science Publishers, London and New York, 111-166.
- Hill, A. R. (1995): Chemical species in cheese and their origin in milk components. In: *Chemistry of Structure – Function Relationships in Cheese*. Ed. Malin, E.L., Tunick, M.H., New York, Plenum Press, 43-45.
- ISO 8968 (2004): Milk – Determination of Nitrogen Content – Part 3: Block-digestion Method.
- ISO 3433 (2008): Milk - Determination of fat content - Van Gulik method - butyrometric method.
- Kalit, S. (2001): Kakvoća autohtonih sireva i sustav kontrole. U: Treće savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj, Zbornik predavanja, Zagreb, 22. – 23. listopada, 8-13.
- Kalit, S. (2002): Zrenje sireva. U: Četvrto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj. Varaždinske Toplice, 24. i 25. listopada 2002., 47-56.
- Kammerlehner, J. (2003): *Käse-Technologie*, ed. Verlag Freisinger Künstlerpresse, Freising.
- Kirin, S., Marijan, Ž., Mihaljević, D. (2003): Livanjski sir, *Mljekarstvo* 53 (4), 281-291.
- Kitchen, B. J. (1981): Review of the progress of Dairy Science: bovine mastitis: milk compositional changes and related diagnostics tests. *Journal of Dairy Research*, 48, 167-188.
- Kutle, M. (1996): Proizvodnja Livanjskog sira, Diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
- Merkl, A. (2017): Kakvoća svježeg sirovog mlijeka na ulazu u mljekaru. Završni rad, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac.
- Miletić, S. (1994): Mlijeko i mliječni proizvodi. izd. Hrvatsko mljekarsko društvo, Zagreb.
- Popović-Vranješ, A., Krajnović, M., Pejanović, R. (2009): Utjecaj mlijeka, aditiva i tehnologije na kemijski sastav i senzorna svojstva sira Trapista. *Mljekarstvo*, 59 (1), 70-77.
- Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i metodama hemijskih i fizičkih analiza mlijeka i proizvoda od mlijeka (1983): Službeni list SFRJ, 32/83.

- Pravilnik o sirovom mlijeku (2011): Službeni Glasnik BiH, 21/11.
- Pravilnik o proizvodima od mlijeka i starter kulturama (2011): Službeni Glasnik BiH, 21/11.
- Rupić, V. (1988): Porodiljstvo. U: Veterinar u kući. izd. Druga knjiga, Logos, Split, 153-246.
- Sabadoš, D. (1996): Kontrola i ocjenjivanje kakvoće mlijeka i mliječnih proizvoda. izd. Hrvatsko mljekarsko društvo, Zagreb.
- Sarić, Z., Bijeljac, S. (2003a): Autohtoni sirevi Bosne i Hercegovine. *Mljekarstvo*, 53 (2), 135-143.
- Sarić, Z., Bijeljac, S. (2003b): Tradicionalna proizvodnja Livanjskog sira kao osnova za industrijsku proizvodnju. *Jugoslavenski mlekarški simpozijum: Savremeni trendovi u mlekarstvu*, Zlatibor. Srbija. Zbornik radova, 116-121.
- Sarić, Z. (2007): Formaggi tradizionali della Bosnia e Erzegovina. *Caseus. Arte e cultura del formaggio*. 2, 2007.
- Sarić, Z., Bijeljac, S., Dizdarević, T. (2007): Autohtono sirarstvo u Bosni i Hercegovini – istorijski aspekt. *Biotehnologija u stočarstvu*, Vol. 24, 89-96.
- Sarić, Z., Dizdarević, T., Bijeljac, S., Hubanić, N. (2010): Senzorne karakteristike livanjskog sira u odnosu na preferencije potrošača. *Prehrambena industrija*, Vol. 21, 1-2, 35-41.
- Strahija, I. (1983): Rezultati mjerenja pH vrijednosti u sirarstvu. *Mljekarstvo*, 33 (12), 1983.
- Zdanovski, N. (1947): *Ovčje mljekarstvo*, izd. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb.
- Zdanovski, N. (1956): Mliječni proizvodi u NR Bosni i Hercegovini. *Mljekarstvo*, 6 (7-8), 179-186.
- Zdanovski, N. (1967): Naši tvrdi ovčji sirevi. *Mljekarstvo*, 17 (9), 199-205.
- Zdanovski, N. (1962): *Mljekarstvo*. izd. Poljoprivredni fakultet, Sarajevo.

MANUFACTURE, COMPOSITION AND PROPERTIES OF KUPRES CHEESE

Summary

This paper describes the technology, chemical composition and properties of indigenous Kupres cheese. Kupres cheese is produced in the Kupres area, at an altitude of 1.200 meters, with unique conditions for livestock breeding and the production of milk and dairy products. Kupres cheese belongs to a group of full-fat, hard cheeses and is made from cow's, goat's and sheep's milk, but also by combination of them. The pH and titratable acidity of milk decreased after pasteurisation, and the pH of the whey decreased after the cutting of curd, while the titration acidity of the whey increased. The average values of the chemical components after 70 days of ripening were as followed: dry matter 67.27%, fat 36.50%, proteins 26.00%, fat in dry matter 54.25% and water in non-fat cheese matter 51.54%. The average pH value of

Kupres cheese after 70 days of ripening was 5.26. The average overall rating of Kupres cheese is 18.28, which places it in an extra cheese class.

Key words: *Kupres cheese, technology, technological-production parameters, chemical composition, sensory analysis.*

THE EVALUATION OF CHLORINE DIOXIDE EFFICIENCY USED IN THE DAIRY PLANTS DISINFECTION*

Enver Karahmet¹, Senita Salkić¹, Almir Toroman¹, Amir Ganić¹, Edin Šatrović²,
Melina Topalović¹

Original scientific paper

Summary

Processing plants hygiene is primary aim for safety production of any raw material to the end product. Poor hygiene of surfaces that come into contact with food results in the contamination of food by microorganisms, such as *Listeria*, *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Klebsiella* and the others, which cause alimentary ailments in humans. The aim of this study was to determine the efficiency of products based on chlorine dioxide at the milk-processing facility and to assess the possibility of its application in the disinfection process of surfaces in dairy plants. The second but not less important goal was the hygiene assessment of equipment, appliances and workers' hands, that come in contact with raw materials and ready-made products during the processing of milk. Based on gathered microbiological results and considering the degree of reduction of the bacterial growth, it was found that the tested solution of "Dioxy Activ Supra Farm" disinfectant with its active component, stabilized liquid chlorine dioxide, was extremely efficient against for these two genera of bacteria it is useful to add potentially pathogenic *Escherichia coli* and pathogenic bacteria of the genus *Klebsiella*, and the manufacturers recommended the use of above-mentioned disinfectant in dairy plants in order to achieve optimal results in manufacturing.

Key words: *efficiency, disinfectant, chlorine dioxide, hygienic and microbiological safety.*

INTRODUCTION

The normal milk contains cells (somatic cells) of different origins: some remain from the blood, while others from the breast glands (alveolar epithelium), major milk ducts and breast sucking (Schutz, 1994). Contamination of milk produced by pathogenic microorganisms, primarily, from the infected mammary glands or secondary, contact with the surface during the milking process, processing in dairies. The dairy industry is causing serious problems with *Listeria monocytogenes*. In recent years, the literature has more information about infections people caused by this microorganism.

* Rad prezentiran na 27. Međunarodnoj naučno-stručnoj konferenciji poljoprivrede i prehrambene industrije/ 27th International Scientific-Expert Congress on Agriculture and Food Industry, Septembar, 2017, Bursa, Turkey

¹ Faculty of Agriculture and Food Sciences University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

² Veterinary Faculty of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

*Corresponding author: e.karahmet@ppf.unsa.ba, Zmaja od bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Today we know enough facts proving that a number of cases of listeriosis people formed foodborne transmission of the bacteria. Biological contaminants of milk are all the microorganisms that are found in milk, regardless of whether they are pathogenic, technologically useful or technologically harmful. Lindzy (2002) found that in the milk comes from the environment up to 1000 micro-organisms per 1 ml (*staphylococcus, streptococcus, pseudomonads, lactobacilli, germs, coliform microorganisms, yeasts, molds*), from the udder of about 10,000 / 1 ml (*micrococci, streptococci, staphylococci, pseudomonas, coliform microorganisms, yeasts*) and from the milking equipment around 100,000 microbes per 1 ml (*pseudomonas, streptococci, micrococci sarcinã, flavobacterium, staphylococci, bacilliforms, coliform microorganisms, yeasts, molds*). Therefore, the milk must be protected from contamination, and therefore dairy industry focuses much effort to this goal (Grujić and Jašić, 2012). Chlorine dioxide (ClO_2) gas is mildly irritating odor. At a temperature of 11°C is yellow to yellow-red liquid, but at -59°C solidifies. The degradation of the constituent components starts at a temperature of 30°C , while at about 50°C is very explosive. Concentration in the air between 4% and 20% cause scratching, and this gas is also called blasting. Chlorine dioxide is unstable under the influence of light, especially in aqueous solutions when producing hypo chlorine and chlorine acid, and molecular oxygen. Due to the instability he is preparing by electrolysis or chemical merging of sodium chloride and sulfamic acid at the places of using (Asaj, 2000; Wallhauser, 1978; US EPAW, 2000).

It is a strong disinfectant, selective oxidant and biocide wide spectrum compared to chlorine has far better disinfectant properties. Theoretically has 2.5 times the oxidation-reduction potential with respect to chlorine and can decompose the organic compounds, but also to neutralize viruses that cannot do chlorine. It is very soluble in water, but in contrast to the chlorine does not react with it. In aqueous solution exists as a dissolved gas.

For equal concentrations, the ability to dissolve chlorine dioxide spores and viruses is higher than chlorine, are used in the United States on several occasions during the treatment of objects contaminated with anthrax (Asaj, 2000; Molitor, 2013; Wallhauser, 1976; US EPAW, 2000). In addition to a wide variety of applications, it was found that chlorine dioxide is one of the most effective means of destruction and prevention of re-formation of biofilm (Coester, 2005; Marić and Vraneš, 2007).

Chemical activity of chlorine dioxide in the water resulted from the neutralization of chemicals such as cyanide, sulfate, aldehydes and phenols. This is why its use in very contaminated water results in an improvement of smell, even the taste of the water. The relatively long stay in the water in the form of residues makes the water in the pipes and various containers longer period remains protected from subsequent microbial, including chemical contamination (Coester, 2005; Gilbert and Rosenblat, 2003). It is essential that the planned sanitation program is in accordance with the law and to protect the reputation of the brand and the product, medical product safety, quality, and to enable him to not be contaminated (Grujić and Radovanović, 2007).

MATERIAL AND METHODS

The main material used in this study is disinfectant "Dioxy Activ Supra FARM" liquid-based chlorine dioxide. Disinfectant was prepared in dilutions of 0.5: 1000, 1: 1000 and 2: 1000; it means 0.5% 1.0% and 2.0% dilution. It is a liquid product based on chlorine dioxide that may be used for disinfection in wide use - the human and veterinary medicine to the food industry, the catering industry, and in the household. Stabilized Chlorine Dioxide is a yellow liquid with the smell of chlorine. At a temperature of 20°C has a density of 1 g / cm³ and pH 7, containing no aldehydes and does not foam.

As gaseous chlorine dioxide has a wide range of effects on all types of microorganisms, so it can be said that the bactericidal, including spore-forming bacterium, prevents the development of viruses, fungi and algicides. Works well at low concentrations under a wide range of pH to 1.5 to 10 and under a wide temperature range of 10°C to 40°C. After application of the working surfaces in the food and dairy the industry is not necessary to perform rinsing since, except for a negligible amount of chloride, does not leave residues, or change the smell and taste of foods (Fischer and Molitor, 2013). Determining the efficiency of preparation based on chlorine dioxide included taking swabs in the dairy facility and laboratory analysis in the microbiology laboratory of Agriculture and Food Sciences Faculty in Sarajevo. In the dairy a plan taking swabs included the following groups: the surface in direct contact with the product (milk) surface in indirect contact with the product, tanks for transportation of raw milk, and the hands and clothing of employees.

The study included 178 swabs from the device surface and the workers who come into contact with milk and milk products, of which 88 swabs taken prior to disinfection ("the dirty") and 90 swabs after use of the test disinfectant based on chlorine dioxide, 30 swabs per each dilution. The analysis results for samples positive smears is carried out in a manner that is calculated by first colony forming unit, or bacteria per cm² (cfu/cm²), and then each value was converted to logarithms (log 10 cfu/cm²).

The method of taking swabs was based according to the guidelines for microbiological sampling and testing of food in the context of official controls, issued by the Food Safety Agency of Bosnia and Herzegovina and the mainstay method for sampling in the Regulation on microbiological criteria, which refers to EN ISO 18593 as a reference the sampling method for sampling from processing areas and equipment used for production.

RESULTS AND DISCUSSION

From a total of 88 swabs taken prior to disinfection 11 samples were unsatisfactory, or 12.5% of the samples did not comply with microbiological criteria. When analyzing unsatisfactory smears out of 11, five of them were positive for aerobic mesophilic bacteria, while the remaining six were positive for other microorganisms.

Poor swabs were taken from the hands of workers and from the surface of the inlet pipe of tanks for raw milk. On the surface lacto freezers, duplicators, CIP systems are not pathogenic strains of bacteria. Other sample of swabs (77) meet the requirements of the Regulation on the methods of carrying out microbiological analyse and super analyses (B and H Official Gazette No. 11/13).

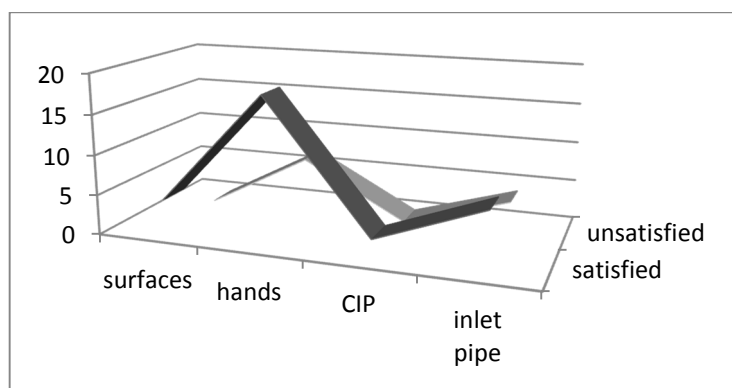


Figure 1. Smear analizys (on dirty)

After treatment 0.5% "Dioxy Activ Supra FARM" disinfectant only 2 swab samples did not meet the requirements of the Regulations (Figure 1). Microbiological findings after treatment 1% and 2% of those surfaces "Dioxy Activ Supra FARM", disinfectant were satisfactory. Barns or outlet tanks for delivery of raw milk were found pathogenic species. Microbiological findings before and after treatment of those surfaces were negative. Microorganisms are inevitably introduced into the product during processing and other manipulation of food, which is not the case in this example. Good hygiene equipment is prevented microbial contamination of milk products.

Table 1. Microbiological analysis of workers hands

Tretman	Before disinfection	After disinfection
Species		
<i>Salmonella</i> sp.	Negative	Negative
<i>Klebsiella</i> sp.	Positive	Negative
<i>Shigella</i> sp.	Negative	Negative
<i>Clostridium difficile</i>	Negative	Negative
<i>E. coli</i>	Negative	Negative
Total number of microorganisms	80	0

Microbiological analysis of the swabs from the hands of one employee indicated the presence of pathogenic bacteria of the genus *Klebsiella*, the total number of bacteria was 80 cfu/cm². The results showed that the CFU greater than 1 which does not correspond to the microbiological purity standards for items such surfaces and hands of workers who come into contact with food. Microbiological analysis of the slurry inlet pipe for receiving the milk showed the presence of pathogenic *E. coli*, total bacteria was 160 cfu/cm².

The effectiveness of applying disinfectant based on chlorine dioxide

The treatment of the hands of workers 1% solution of chlorine dioxide in a time exposure of 5 minutes reduced the transmission of bacteria on swabs of 1,90 log cfu/cm² (Figure 2). There was a significant microbial reduction at the hands of the workers. It can be assumed that the transfer of bacteria from the hands of workers to produce the milk physical contact was reduced in a similar manner as in the case of transfer of the arms treated with chlorine dioxide on swabs for sampling.

After the use of 1% and 2% solution of chlorine dioxide in the treatment of the surface of the inlet pipe tanks for raw milk, reduced the transmission of bacterial colonies on swabs of 2,20 log cfu/cm².

Overall, the results of this analysis indicate that this approach in reducing the transmission of bacteria from the hands of workers in the finished product, and the surface of the inlet pipe tank for reception of milk, their immobilization on the hand or on the surface of the inlet pipe, has good potential "Dioxy Activ Supra FARM" disinfectants for practical application in the dairy industry.

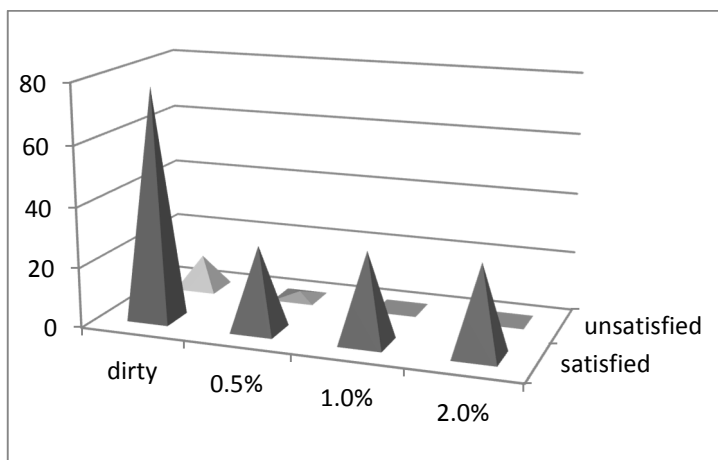


Figure 3. Efficiency of chlorine dioxide at different solutions

The researched activities of disinfectants Dioxy activ supra all was found that the concentration of the disinfectant of 0.5% is not sufficient to eliminate harmful micro-

organisms and that despite the recommended time of action that is not enough to remove some microorganisms. At a concentration of 1.0% same disinfectant achieves 100% effect of removing harmful microorganisms so that a concentration of 2.0% is not necessary to use except for the stubborn soil. It is therefore recommended that the disinfectant Dioxy activ supra all used in this concentration for daily disinfection of equipment and surfaces that come in contact with raw material and products. Certainly 2.0% concentration can be used in cases of the harder soiling. Results of efficiency testing of chlorine dioxide used for disinfection in the food industry, pointing to the possibility of its effective application in dairy plants.

After application of the disinfectant at the working surfaces in the food industry and dairy it is not necessary to perform rinsing since, except for a negligible amount of chloride, leaves no residues, nor changes the smell and taste of foods (Molitor and Fischer, 2013, US EPAW, 2000).

Chlorine dioxide is a powerful disinfectant, selective oxidant and biocide wide spectrum compared to chlorine has far better disinfectant properties. In gaseous form, has the widest use in the treatment of drinking water, where it is used as an alternative to chlorine. Solutions are recently used in dentistry as an oral antiseptic and as a bleach pulp. As gas is also used to sterilize medical equipment, and is also used for hot treatments farm contaminated anthrax (Hadžiabdić *et al.*, 2013).

Microbiocidal activity of chlorine dioxide *in vitro* research today is checked mainly in dentistry. Thus, in one of the many contemporary study suggests a strong bactericidal effect stabilized liquid for oral hygiene, commercial name CloSYS® on a wide range of oral bacteria and other opportunistic pathogens, with the exception of *Streptococcus oralis*, *Enterococcus*, *Streptococcus sanguinis* and *Pseudomonas aeruginosa*, whose number is significantly reduced only after five minutes of action. Good performance is defined and the other species that are not directly associated with infections of the mouth, but are opportunistic pathogens for the overall health status. This refers to the type of *Klebsiella pneumoniae* and *Pseudomonas aeruginosa* as the cause of hospital infections and the *Staphylococcus aureus* and *Haemophilus influenzae* as the cause of systemic infections (Hadžiabdić *et al.*, 2013).

The basis of good disinfection effect of chlorine and its compounds is expressed in extreme chemical reactivity and accordingly exceptional oxidation potential. The use of chlorine and its compounds is extremely widespread in contemporary performance practice of disinfecting procedures. With them, the disinfected air, soil, water in almost all purposes of use - from drinking water to the swimming pool water, contamination of the exposed surface of the housing, livestock and production facilities, technological equipment, packaging materials, work shoes and clothing, and are also used as antiseptic agents for disinfecting hands for example (Asaj, 2000). In addition to a wide variety of applications, it was found that chlorine dioxide is one of the most effective means of destruction and the prevention of re-formation of biofilm (Marić and Vraneš, 2007).

Disinfectant “Dioxy Activ Supra Farm” presents highly bactericidal, fungicidal, sporocidal and virucidal disinfectant based on chlorine dioxide in the food industry.

No smell, no foam and no aldehyde. It is effective for all types of microorganisms, operates under a wide range of pH (1.5-10), is also within a wide temperature spectrum and is suitable for CIP systems.

CONCLUSIONS

By performed microbiological analyses led to the following conclusions:

- Presence of *enterobacteria*. Two samples were positive or 2.27%, sample the hands of a worker to the bacteria of the genus *Klebsiella* and sample the inlet pipe tank for reception of milk on the bacteria *Escherichia coli*.
- Only two samples did not comply with the microbiological purity standards for objects, surfaces and hands that come into contact with food after treatment with 0.5% chlorine dioxide.
- Microbiological findings after treatment 1% and 2% of those surfaces "Dioxy Activ Supra FARM" were satisfactory.
- The efficiency of chlorine dioxide to disinfect the milk drive is evaluated based on the reduction value of the number of colony forming units, or estimated living cells.
- Based on the results of microbiological and given the degree of reduction in the growth of bacterial colonies, it was found that the tested solutions of disinfectants "Dioxy Activ Supra FARM" with the active ingredient stabilized liquid chlorine dioxide was extremely effective against *E. coli* as hygiene very stubborn bacteria, and bacteria of the genus *Klebsiella* and *Listeria*.
- Research has shown that without applying disinfectants in the milk processing cannot meet the prescribed requirements of good hygiene practice.

REFERENCES

- Asaj, A. (2000): Dezinfekcija, Medicinska naklada, Zagreb.
- Coetser, S. E., Cloete, T. E. (2005): Biofouling and biocorrosion in industrial water systems. *Crit. Rev. Microbiol.* 31, 213-232.
- Fischer, M., Molitor, H. D. (2013): Wasserdesinfektion mit Chlordioxid, Forschungsanstalt, Geisenheim.
- Gilbert, G., Rosenblatt, A. A. (2003): Chlorine Dioxide: The Current State of the Art, *Science and Engineering*, 27: 203–207.
- Grujić, R., Radovanović, R. (2007): Kvalitet i analiza namirnica, Tehnološki fakultet, Banja Luka.
- Grujić, R., Jašić, M. (2012): Održive tehnologije u prehrambenoj industriji, Tehnološki fakultet, Tuzla.
- Hadžiabdić, S., Majerle, M., Vrabelj, D., Ratiznojnik, Mateja, Goletić, T., Kustura, Aida, Rešidbegović, Emina, Gagić, A. (2013): Djelovanje 1‰-nog rastvora stabiliziranog tečnog hlor dioksida (ClO₂) na uzročnike food-born oboljenja u

- in vitro uvjetima, Zavod za zootehniku i peradarstvo, Veterinarski fakultet, Univerzitet u Sarajevu.
- Jašić, M. (2013): Rezidue i kontaminanti u hrani, Tehnološki fakultet, Tuzla.
- Marić, S., Vraneš, J. (2007): Characteristics and significance of microbial biofilm formation, *Periodicum Biologorum*, Zagreb.
- Lindsay, D., Brözel, B. S., Mostert, J. F., von Holy, A. (2002): Differential efficacy of a chlorine dioxide-containing sanitizer against single species and binary biofilms of a dairy-associated *Bacillus cereus* and a *Pseudomonas fluorescens* isolate, *Journal of applied microbiology*, England.
- Molitor, H. D., Fischer, M. (2013): Wasserdesinfektion mit Chlordioxid, Forschungsanstalt, Geisenheim.
- Pravilnik o higijeni hrane, Službeni glasnik BiH br. 04/13.
- Pravilnik o metodama obavljanja mikrobioloških analiza i superanaliza, Službeni list BiH br. 11/13.
- Pravilnik o mikrobiološkim kriterijima za hranu, Službeni glasnik BiH br. 11/13.
- Schutz M. Michael (1994): Somatic cells in milk. <http://www.ansc.purdue.edu/dairy/ppt/scctalk.pdf>. Accessed 5th of June.).
- Wallhauser, K. H. (1978): Sterilisation – desinfektion – konservierung, G. Thiem Verlag, Stuttgart.
- U.S. Environmental Protection Agency Washington, CHLORINE DIOXIDE AND CHLORITE (CAS Nos. 10049-04-4 and 7758-19-2), In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS), September, 2000.

ISPITIVANJE EFIKASNOSTI HLOR DIOKSIDA U DEZINFEKCIJI MLJEKARSKOG POGONA

Rezime

Higijena pogona za preradu bilo koje sirovine je primarna da bi krajnji proizvod bio higijenski i mikrobiološki ispravan. Loša higijena površina koje dolaze u kontakt sa hranom ima za posljedicu kontaminaciju hrane mikroorganizmima, kao što su: *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Klebsiella* i druge, koji izazivaju alimentarna oboljenja ljudi. Cilj ovog rada je bio da se utvrdi efikasnost preparata na bazi hlor dioksida u pogonu za preradu mlijeka i procijeni mogućnost njegove primjene u dezinfekciji površina u pogonima za preradu mlijeka. Drugi, ne manje značajan cilj je bio ocjena higijene opreme, uređaja i ruku radnika koji u toku prerade mlijeka dolaze u dodir sa sirovinama i gotovim proizvodima. Na osnovu mikrobioloških rezultata a s obzirom na stepen redukcije rasta bakterijskih kolonija, utvrđeno je da je testirani rastvor dezinficijensa “Dioxy Activ Supra Farm” sa aktivnom komponentom, stabiliziranim tečnim hlor dioksidom bio izuzetno djelotvoran protiv patogene bakterije *E. coli* kao i patogenih bakterija iz roda

Klebsiella, te se proizvođačima preporučuje upotreba navedenog dezinficijensa u mljekarskom pogonu u cilju postizanja optimalnih rezultata u proizvodnji.

Ključne riječi: *efikasnost, dezinficijens, hlor dioksid, higijenska i mikrobiološka ispravnost.*

MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION OF TABLE EGGS*

Enver Karahmet¹, Senita Salkić¹, Almir Toroman¹, Melisa Ašimović¹, Saud Hamidović¹

Original scientific paper

Summary

Eggs are from the moment they laid up to the time of consumption exposed to the impact of various microorganisms that enter the eggs from any area with which eggs come into contact. The number of possible bacteria on the surface of the shell can range from several hundreds to ten million and the presence of about 16 different species of Gram positive bacteria is possible. Microorganisms not only cause egg spoilage but are often cause of massive illness, resulting from eating foods, prepared from microbiologically defective eggs. The aim of this paper is to show the factors of microbiological quality and the consistency of eggs. Egg samples obtained in two market centers and one from local hens farm were tested according to the Rules on performing microbiological analyzes (Official Gazette of BH 11/13) and according to the Rules on Microbiological Criteria for Food (Official Gazette of BiH 11/13). Microbiological studies included determination of the total number of *aerobic mesophilic bacteria*, presence of *E. coli* and *Salmonella* and number of *Pseudomonas* spp. The results indicate that the presence of microorganisms exceeds the limit values of the rulebook for some of the samples, mainly from the domestic egg group. The maximum value of total aerobic mesophilic bacteria on the outside is 143.6×10^2 CFU/ml and the lowest is 6.9×10^2 CFU/ml. The highest value of total *aerobic mesophilic bacteria* on the inside is 97.6×10^2 CFU/ml and the lowest is 0.1×10^2 CFU/ml. Five samples showed contamination of *coliform bacteria*. The presence of *Salmonella* was confirmed in two samples on the outside, confirming the presence of *Escherichie* in five samples.

Key words: *microbiology, egg safety, contamination, egg spoilage*

INTRODUCTION

Eggs are very good choice of cheap, high quality proteins. More than half the protein of eggs is in the albumen, together with vitamin B2 and small amounts of fat and cholesterol from egg yolks. Egg is a rich source of selenium, vitamin D, B6, B12 and minerals like zinc, iron and copper. Egg yolks contain more calories and fat. They are the source of cholesterol, vitamin A, D, E and K lecithin - a compound that allows

* Rad prezentiran na 29. Međunarodnoj naučno-stručnoj konferenciji poljoprivrede i prehrambene industrije/ 29th International Scientific-Expert Congress on Agriculture and Food Industry, Septembar, 2018, Izmir, Turkey

¹ Faculty of Agriculture and Food Sciences University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.

Correspondence: Ass. prof. Enver Karahmet, e-mail: e.karahmet@ppf.unsa.ba

emulsification. Eggs are a useful source of vitamin D, which helps in protection of bones, preventing osteoporosis and rickets (Davis, 2002).

Fresh, freshly laid eggs are sterile, if the hens healthy and if there are on the litter adequate hygienic conditions. And in fresh sterile eggs, the shell is very often contaminated, with the most common contaminants being *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Bacillus*, coliform bacteria and mildew. Eggs can be contaminated with microorganisms even in the fallopian tube before the formation of the eggshell, bacteria of the genus *Salmonella* (*S. typhimurium*) which is not as pathogens for adults as much as children, the product of raw or insufficiently heat-treated eggs (Schoen, 1995).

The shell represents a multilayer barrier, made of cuticle, lime and double layer membrane. In the limestone layer there are small openings which size are on the surface is between 15 and 60 microns, and in the interior of 6 to 23. In case of damage to the cuticle may cause penetration of microorganisms into the interior of the egg, since the size of most micro-organisms considerably smaller than the size the opening of the pores. The protective role of egg is in the shell, beside that egg containing certain proteins (*conalbumin*, *ovomucoidin*, *lysozyme*, etc.) with a strong antimicrobial activity (WHO, 2001).

Infection of *Salmonella* species is usually characteristic of animal food, such as eggs, milk and meat. Bacterial pathogens can be on shells and eggs inside, so it has to be taken into account in handling and procedures, both before and after scraping the shell. They can be easily and quickly transmitted from eggs to other foods, hand manipulators and accessories. In order to prevent contamination with pathogenic bacteria from eggs in house conditions, the eggs should be kept clean and kept separate from other foods, and after handling the eggs, it is necessary to wash hands well, as well as all the used utensils (Atkins, 2002). In the egg shortage are: black truffles, green, red, mixed rot, acidity and placidity of the eggs. Black rot is caused by bacteria from the genus *Proteus*: *P. melanogenes* and *P. vulgaris*, which produce black colonies. First, the greens get greyish and become watery, and then the ointments are darkened. These bacteria produce a large amount of carbon dioxide gas and can cause a bomber or scratching shell. The smell of such eggs is very unpleasant.

Green root causes *Pseudomonas fluorescens*, which produces a yellow-green pigment. Initially the whites get greenish color, it becomes less frequent and the ointment is shifted in it. If changes in procedures and yolk can then be mixed with egg white.

The red rotting challenge is *Serratia marcescens* (*Bacterium prodigiosum*) that produces red colonies. The color of the egg yolk changes: first, a reddish-colored spinner appears (as in incubation), and it can also produce a full red color that goes into brown. Egg white gets greyish or pinkish and becomes less frequent. Mixed decay occurs when there are different types of bacteria, and that all *Micrococcus* and *E. coli*. Dirty-yellow-water-soluble liquid is produced by the egg, which is very unpleasant odor depending on the dominant type of bacteria.

To moldy eggs come if stored in humid conditions. Mold is first appeared on the surface then decomposed pellicles and penetrates into the interior of the egg. Because

of aerobicity, molds develop around the air chambers. The most common are *Cladosporium* species: *C. herbarium* produces black colonies and *Penicillium glaucum* green. These species develop when eggs are kept at lower temperatures. Gray stains caused by *Aspergillus*, *Mucor* and *Rhizopus* and *Alternaria black*. If mold develops on the surface then the egg can be used but the odor still feels and transferred to the products (Avade, 1996).

MATERIAL AND METHODS

As working material we were used egg samples purchased in two market centers and samples were purchased at a local farm labeled as domestic eggs. Microbiological analyzes were performed by BAS EN ISO 18593 and BAS EN ISO 6579 (salmonela). Samples were taken from the market center "A" (Group I), 10 samples from the market center "B" (group II), and 10 samples of domestic eggs (group III). Immediately after buying patterns eggs are delivered to the laboratory of microbiology at the Faculty of Agriculture and Food Sciences in Sarajevo and used to determine the total number of aerobic mesophilic bacteria, the presence of *E. coli*, *Salmonella* and *Pseudomonas*.

Incubation of aerobic mesophilic bacteria was performed at 30 C for 48 h, *Pseudomonas* at 37 C for 7 days. After the incubation is performed counting of bacterial colonies and determining the presence of coliform bacteria in a broth Coonkey MC. From MC Coonkey broth was made sterile swab material iridescence on SS agar and Endo Agar, and incubated at 37°C or 37°C during 7 days. After incubation, the presence of certain types of coliform bacteria was determined. Number of microorganisms present is expressed as a unit of former colonies (CFU) per milliliter of sample.

RESULTS AND DISCUSSION

According to analyze of the samples it was found that the largest number of all tested microorganisms on the outside of the samples. On the outside of the samples in the first group (I) is the largest number of aerobic bacteria was found in the sample No. 1 (1246×10^1 CFU / ml). In this group the analysis results of the samples was determined that there was no presence of coliform bacteria.

In the second group (II), the presence of coliform bacteria was detected in two samples. It is also confirmed that the two samples present and *Salmonella* as far as the outside of the samples largest number of aerobic bacteria was found in the sample number 2 (1417×10^2 CFU/ml), most of the *Pseudomonas* species is also found in the sample No. 3 groups of two (II) on the outer side of the shell (496×10^2 CFU/ml).

It was confirmed that five coliforms were present in coliform bacteria, *Escherichia coli*, on the outer side of the third group (III). On the outer side of the examined samples, the largest number of aerobic mesophilic bacteria was found on sample number 10 (1543×10^2 CFU/ml). The largest number of *Pseudomonas* species is found

in the sample number 3 from the outside (297×10^2 CFU/ml). The presence of *Escherichia coli* was confirmed by the samples of the first group (I) in 2 samples, in the samples of the third group (III) in 5 samples, while the other group (II) did not detect the presence of these microorganisms. The presence of *Salmonella* spp was not confirmed in the first group (I), and group two (II) confirmed the two samples, and three of the group (III) in three samples.

Table 1. Microorganisms on the outer side of egg shell (CFU/ml)

Sample	Aerobic mesophilic bacteria			Escherichia coli			Salmonella spp			Pseudomonas		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	1246	387	1236	no	no	+	no	no	no	271	81	223
2	97	132	1436	no	no	+	no	no	no	19	22	96
3	304	1417	670	no	no	no	no	no	+	59	496	297
4	74	192	412	+	no	no	no	+	no	9	39	113
5	69	998	370	+	no	no	no	+	+	6	47	257
6	108	312	720	no	no	+	no	no	no	8	126	187
7	770	800	835	no	no	no	no	no	no	14	270	200
8	90	160	469	no	no	no	no	no	no	32	38	136
9	101	190	867	no	no	+	no	no	+	59	70	180
10	120	100	1543	no	no	+	no	no	no	8	128	127

On the inner side, also the largest number of aerobic mesophilic bacteria had a sample number 3 (526×10^2 CFU/ml) from group two (II). A large number of aerobic mesophilic bacteria on the inner side also had sample number 4 (107×10^2 CFU/ml). The largest number of *Pseudomonas* spp was also found in sample number 3 on the inside (47×10^2 CFU/ml).

In the group three (III) the largest number of aerobic mesophilic bacteria had a sample number 4 (976×10^2 CFU/ml). A large number of aerobic mesophilic bacteria on the inside also had a sample number 13 (246×10^2 CFU/ml). The largest number of *Pseudomonas* spp was found again in sample 4 on the inside (92×10^2 CFU/ml).

Table 2. Microorganisms on the inner side of egg shell (CFU/ml)

Sample	Aerobic mesophilic bacteria			Escherichia coli			Salmonella spp			Pseudomonas		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	7	7	45	no	no	+	no	no	no	2	1	4
2	1	1	37	no	no	+	no	no	no	0	6	3
3	7	526	246	no	no	no	no	no	no	0	47	16
4	1	107	976	no	no	no	no	+	no	1	13	92
5	7	6	33	no	no	no	no	+	+	3	1	4
6	5	70	166	no	no	no	no	no	no	0	3	18
7	2	1	82	no	no	no	no	no	no	0	8	8
8	6	82	36	no	no	no	no	no	no	2	2	9

9	5	12	40	no	no	+	no	no	no	1	0	12
10	7	16	98	no	no	+	no	no	no	1	1	3

As can be seen from Tables 1 and 2, the largest contamination within the ewes was sample No. 4 (976×10^2 CFU/ml) of group (III) and generally samples from a group of domestic eggs. Also, samples from group (II) numbers 3 and 4 also had a greater number of microorganisms. The number of microorganisms in the samples from the group (I) is negligible compared to the other two groups. Samples from the group (I) had the lowest number of microorganisms and on the outside, which explains the fact that it is not within the eggs found a large number of microorganisms.

Test results indicate that the five (5) samples contaminated with coliform bacteria from all three groups of (III). After this, a confirmation test was performed on the Endo agar and Salmonella Shigella agar to determine the contamination of species from the genera *Escherichia* and *Salmonella*.

DISCUSSIONS

The analyzed egg samples (I), (II) "Domestic" (III) show a huge variability in the total number of microorganisms, both from the outside and from the inside. Total mesophilic aerobic bacteria outside of the samples varied in a wide range from 1543×10^2 to 6 CFU/ml and $0-976 \times 10^2$ CFU/ml to the inside of the sample. Although the analysis of selected eggs, it can say that poor hygiene and inadequate storage at temperatures contributed to the fact that some samples have high levels of contamination. Braun *et al.* (1999) investigated the ability to penetrate *S. enteritidis* through the shell in dependence on temperature and relative humidity. Bacterial penetration is more important on the blunt part of the egg compared to the tip of the egg because of higher porosity (Haigh and Betts, 1991). The number of microorganisms within the egg is associated with the initial number of microorganisms on the surface of the shell. The greater the number of *S. enteritidis* in the culture used to submerge eggs, the higher the percentage of egg contamination (Chen *et al.*, 1996).

It has been proven that the level of passage into egg contents increases with increasing temperature and relative humidity. Schoeni *et al.* (1995) studied the potential penetration of Salmonella from feces in the interior of the egg three days after storage. 50% of the contents were contaminated at 25°C, while contamination was not at 4°C at all. Rizk *et al.* (1966) investigated the recovery of salmonella from eggs stored at 2°C, 10-13°C and 22-23°C. Salmonella was found in the contents after 4 and 10 weeks at a temperature of 10-13°C and 22-23°C, while at a temperature of 2°C the concentration of Salmonella was very low.

CONCLUSIONS

- The maximum value of total aerobic mesophilic bacteria from the outside was 1543×10^2 CFU/ml, and the smallest 64×10^2 CFU/ml.
- The highest value of total aerobic mesophilic bacteria on the inside of the side was 97.6×10^2 CFU/ml and at least 0.1×10^2 CFU/ml.
- Sample number 4 had a large number of microorganisms on the inside of the shell indicating endogenous contamination.
- Four samples showed contamination with coliform bacteria, sowing on Endo agar and SS agar confirmed the presence of *Salmonella* in samples 4 and 5 of the group (I) on the outside, and the presence of *Escherichia* in samples 1, 2, 6, 9 and 10 groups (III).
- Samples from the group of domestic eggs were shown to be least acceptable, both due to coliform bacteria contamination and the number of other microorganisms on the surface and in the interior.
- According to the Regulations, 7 samples or 23.3% are considered microbiologically unacceptable, and as such should not be on the market.
- There is insufficient control over products sold in the market. Homemade eggs are not labeled or packaged in an appropriate manner, so the exact date of production as well as the freshness of eggs cannot be known, so it is bought "for trust".

REFERENCES

- Atkins, (2002): An Egg-cellent Idea, <http://atkins.com/Archive/2002/3/1-736312.html>.
- Awade, A. C. (1996): On egg fractionation: Applications of liquid chromatography to the isolation and the purification of hen egg white and egg yolk proteins. *Z. Lebensm Unters Forsch A* 202: 1-14
- Braun, P., K. Fehlhaber, A. Wickie (1999): *Salmonella enteridis* invades the egg through the shell. *World Poultry Special*, 23-24.
- Chen, J., R. C. Clarke, M. W. Griffiths (1996): Use of luminescent strains of *Salmonella enteritidis* to moitor contamination and survival in eggs. *J. Food Protect.* 9, 915-921.
- Davis Craig and Reg Reeves (2002): High value opportunities from the chicken egg, RIRDC Publication No 02/094, RIRDC Project No DAQ-275A
- Haihg, T., W.B. Betts (1991): Microbial barrier properties of hen egg shells *Microbios* 68, 137-146.
- Rizk, S. S., J. C. Ayres., A. A. Kraft (1966): Effects of holding condition of the development of *Salmonellae* in artificially inoculated hen's eggs. *Poultry Sci.* 45, 825-829.
- Schoeni, J. L., K. A. Glass, J. L. Mcdermott, A. C. Wong (1995): Growth and penetration of *Salmonella enteritidis*, *Salmonella heidelberg* and *Salmonella typhimurium* in eggs. *Int J. Food Microbiol.* 24, 385-396.

WHO (2001): World Health Organisation surveillance programme for control of foodborne infections and itoxications in Europe. Seventh report, 1993-1998, U: Schmidt K I Tirado C (ur.). Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary medicine (BgVV), Berlin, Germany, pp. 415, 422-423.

MIKROBIOLOŠKA KONTAMINACIJA KONZUMNIH JAJA

Rezime

Svježa jaja su sve do trenutka potrošnje izložena utjecaju različitih mikroorganizama koji u jaje ulaze s bilo koje površine s kojom jaje dolazi u dodir. Broj mogućih bakterija na površini ljuske može se kretati od nekoliko stotina do deset miliona a moguće je prisutnost oko 16 različitih uglavnom gram pozitivnih bakterija. Mikroorganizmi ne samo da izazivaju kvar jajeta nego su često uzročnici masovnih oboljenja, koja su posljedica konzumiranja jela, pripremanih od mikrobiološki neispravnih jaja. Cilj ovog rada je prikazati činioce mikrobiološke kvalitete i održivosti konzumnih jaja. Uzorci jaja nabavljeni u dva tržna centra i na pijaci tržnici ispitivani su prema Pravilniku o vršenju mikrobioloških analiza (Sl. List BiH 11/13) i prema Pravilniku o mikrobiološkim kriterijima za hranu (Sl. List BiH 11/13). Mikrobiološka ispitivanja su obuhvatala određivanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija, prisustva *E. coli* i *Salmonelle*, te broja *Pseudomonas* spp. Rezultati briseva ukazuju da prisustvo mikroorganizama prevazilazi granične vrijednosti pravilnika za neke od uzoraka, uglavnom iz grupe domaćih jaja. Maksimalna vrijednost ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija sa vanjske strane iznosila je $143,6 \times 10^2$ CFU/ml, a najmanja $6,9 \times 10^2$ CFU/ml. Najveća vrijednost ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija sa unutrašnje strane strane iznosila je $97,6 \times 10^2$ CFU/ml, a najmanja $0,1 \times 10^2$ CFU/ml. Pet uzoraka je pokazalo kontaminaciju koliformnim bakterijama. potvrđeno je prisustvo *Salmonelle* u dva uzorka sa vanjske strane, te je potvrđeno prisustvo *Escherichia* u pet uzoraka.

Ključne riječi: *mikrobiološka ispravnost, jaja, kontaminacija*

STANDARDIZACIJA BOSANSKOG SUDŽUKA PROIZVEDENOG U KOMORI ZA ZRENJE*

Sabina Operta¹

Originalan naučni rad – *Original scientific paper*

Rezime

Cilj rada bio je proizvesti bosanski sudžuk u optimiziranim uslovima u komori za zrenje, uzimajući u obzir tradicionalnu recepturu, kao i dodatke koji se koriste u mesnoj industriji, te na osnovu rezultata predložiti standarde za sirovinu, procedure proizvodnje i kriterije kvaliteta gotovog proizvoda. Bosanski sudžuk je tradicionalna kobasica, koja se proizvodi od govedeg mesa, govedeg loja, kuhinjske (nitritne) soli, uz dodatak bijelog luka i crnog bibera. U mesnoj industriji Menprom (Gornja Tuzla) proizvedeno je 12 šarži bosanskog sudžuka koje su dobijene kombinacijom četiri modaliteta sirovine i tri modalitetima dodataka. Analiza varijanse pokazala je da je postojao značajan uticaj ($p < 0,05$) sirovine i dodataka, te njihovog međudjelovanja na sva ispitivana fizikalno-hemijska svojstva, osim što nije postojao uticaj sirovine ($p > 0,05$) na Aw-vrijednost. Prosječna pH-vrijednost svih modaliteta sudžuka iznosila je 5,09, prosječna Aw-vrijednost 0,892, sadržaj vode 32,72%, sadržaj proteina 32,42%, sadržaj masti 28,46%, relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva u odnosu na ukupne proteine mesa 9,76%, a prosječan gubitak tokom sušenja 38,69%. Rezultati rada pokazali su da se nakon tri sedmice trajanja procesa u potpuno kontroliranim i optimiziranim uslovima u komori za zrenje, proizveo kvalitetan, mikrobiološki ispravan i nutritivno vrijedan proizvod - bosanski sudžuk u tipu suhe, fermentirane kobasice. Kao kriteriji kvaliteta gotovog proizvoda – suhog fermentiranog bosanskog sudžuka predlažu se: sadržaj ukupnih proteina, sadržaj proteina vezivnog tkiva, sadržaj vode i pH-vrijednost. Suhi fermentirani sudžuk treba se proizvoditi od I i/ili II kategorije govedeg mesa i najviše 20% govedeg loja. Gotov proizvod – suhi fermentirani sudžuk treba sadržavati više od 22% ukupnih proteina mesa, manje od 15% proteina vezivnog tkiva u ukupnim proteinima mesa, manje od 35% vode i imati $pH \leq 5,2$. Polusuhi fermentirani sudžuk može se proizvoditi od govedeg mesa. Sadržaj ukupnih proteina mesa u ovom sudžuku ne smije biti manji od 16%, a relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva u ukupnim proteinima mesa ne smije biti veći od 20%. Za suhi fermentirani sudžuk koji se proizvodi u kontroliranim uslovima komore za zrenje, u radu su predloženi još i standardna receptura s začinima koji se tradicionalno dodaju u sudžuk, procedure pri postupku proizvodnje i preporuke za sigurnost.

Ključne riječi: *bosanski sudžuk, optimizirani uslovi, standardizacija, kvalitet*

¹ Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu/ Faculty of Agriculture and Food Sciences University of Sarajevo; s.operta@ppf.unsa.ba

* Izvod iz doktorske disertacije/ Excerpt from the doctoral dissertation

UVOD

Standardizacija procesa proizvodnje podrazumijeva definisanje i mjerenje esencijalnih fizikalnih parametara u cilju optimiziranja odgovarajućih tehnoloških postupaka obrade i prerade mesa, odnosno optimalno podešavanje svih elemenata proizvodnog procesa u cilju postizanja optimalnih vrijednosti definiranih parametara za fermentirane kobasice. Za standardizaciju fermentiranih mesnih proizvoda uopće, bitna je kontrola kvaliteta koja se provodi u različitim fazama procesa, počevši od sastojaka, preko procesa do kontrole gotovog proizvoda (Curt i sar., 2004). Analiza sastava fermentiranih kobasica obično se provodi prema standardnim metodama. Za standardizaciju proizvoda često se koristi vodeni aktivitet (A_w -vrijednost), a poželjno je mjeriti i pH-vrijednosti kao važan parametar koji prati stepen zakiseljavanja tokom fermentacije i na kraju procesa proizvodnje fermentiranih kobasica. U propisima većine evropskih zemalja za vrjednovanje kvaliteta proizvoda od mesa koriste se slijedeći kriteriji: sadržaj proteina, sadržaj masti, sadržaj vlage, odnos među sastojcima, sadržaj ugljikohidrata, sadržaj kalcija, maksimalno dozvoljena količina aditiva, pH i A_w -vrijednosti (Vuković, 2001). Leistner i Roedel (1975), uzimajući u obzir A_w i pH-vrijednosti kao glavne kriterije, klasiraju mesne proizvode na „lako kvarljivi mesni proizvodi“ ($pH \geq 5,2$ i $A_w \geq 0,95$), „kvarljivi mesni proizvodi“ ($pH 5,2 - 5,0$, ili $A_w 0,95 - 0,91$) i „stabilno uskladišteni mesni proizvodi“ ($pH \leq 5,2$ i $A_w \leq 0,95$, ili pojedinačno $pH \leq 5,0$ ili pojedinačno $A_w \leq 0,91$). Dibirasulaev (2005) daje klasifikaciju proizvoda od mesa prema roku upotrebe, također uzimajući kao glavne kriterije A_w i pH-vrijednost proizvoda. Tako prema održivosti Dibirasulaev (2005) svrstava mesne proizvode u grupu A ili „brzo kvarljivi“ ($A_w > 0,95$ i $pH \geq 5,2$) koji se trebaju čuvati na temperaturi $< 5^\circ C$, grupu B ili „kvarljivi“ ($A_w 0,95 - 0,91$ ili proizvodi s $pH 5,2 - 5,0$) koji se trebaju čuvati na temperaturi $< 10^\circ C$ i grupu C ili „trajni pri dužem čuvanju“ koji se mogu čuvati pri sobnoj temperaturi. USDA kao standard za suhe i polusuhe kobasice preporučuje omjer vlaga: proteini ili MPR (Sebranek, 2004). Bosanski sudžuk je tradicionalna kobasica, proizvedena od govedeg mesa, govedeg loja, kuhinjske (nitritne) soli, uz dodatak bijelog luka i crnog bibera, koja se prema bivšem Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mesa (Sl. list RBiH, 02/92, i 13. i 14/94) svrstava u trajne kobasice proizvedene po proizvođačkoj specifikaciji. Kvalitet bosanskog sudžuka ponuđenog na tržištu BiH je jako varijabilan, što potvrđuju i rezultati dosadašnjih istraživanja. Istraživanja pojedinih autora (Čaušević i sar., 1985; Tupajić, 1991; Gajić, 2000; Operta i sar., 2007; Operta, 2008; Operta i sar., 2008; Kozačinski i sar., 2008) pokazala su da se sadržaj vode, proteina i masti kreće u širokom rasponu (24 - 45%; 25 - 32%, 22 - 42%). Do sada nisu rađena istraživanja sadržaja proteina vezivnog tkiva u ukupnim proteinima mesa kod bosanskog sudžuka. Ovaj parametar je jako važan za kvalitet mesnih proizvoda, tako da je uvršten u pravilnike o mesnim proizvodima zemalja u okruženju (Hrvatska, Srbija). Bosanski sudžuk kao jedna od najpopularnijih govedih kobasica zaslužuje svoje mjesto u zaštićenim fermentiranim kobasicama u

normativnim aktima zakonskih propisa o mesnim proizvodima u Bosni i Hercegovini. Međutim, da bi se to i dogodilo potrebno je standardizirati i optimizirati sirovinu i uslove proizvodnog procesa bosanskog sudžuka (pH-vrijednost, Aw-vrijednost, temperaturu, vlažnost vazduha, strujanje vazduha, trajanje procesa, mikrobiološku ispravnost), te kvalitet gotovog proizvoda ocjenjivati na osnovu parametara kvaliteta (zastupljenost pojedinih tkiva, pH-vrijednost, Aw-vrijednost, odnos voda:proteini ili MPR, sadržaj proteina, sadržaj masti, sadržaj proteina vezivnog tkiva u odnosu na proteine mesa, kalo) koji se primjenjuju u EU, SAD-u, pa i susjednim zemljama.

Cilj ovoga rada bio je da se proizvede bosanski sudžuk u optimiziranim uslovima u komori za zrenje, uzimajući u obzir tradicionalnu recepturu, ali i dodatke koje koriste mesne industrije, te predlože standardi za sirovinu, procedure proizvodnje i kriterije kvaliteta gotovog proizvoda.

MATERIJAL I METODE RADA

Materijal

Eksperimentalna proizvodnja bosanskog sudžuka obavljena je u MI „Menprom“. U komori za zrenje pod kontroliranim uslovima proizvedeno je ukupno 12 različitih šarži bosanskog sudžuka. Eksperimentalne recepture za bosanski sudžuk predstavljene su u tabeli 1. Za proizvodnju bosanskog sudžuka korištena su četiri modaliteta sirovine (S1, S2, S3 i S4) koji su se dobili kombiniranjem različitih kategorija i količina goveđeg mesa i goveđeg loja (tabela 1). Količina dodatog loja zavisila je od zastupljenosti masnog tkiva po pojedinim kategorijama mesa. U modalitetima dodataka D1 i D2 nalazili su se sastojci koji ulaze u sastav tradicionalnih receptura bosanskog sudžuka s maksimalnom (prema propisima) i minimalnom (minimum nitrita potrebnih za antibakterijski efekat) količinom nitritne soli. Dodatak D3 sastavljen je od mješavine aditiva i začina koji se danas najčešće koriste u mesnoj industriji, a zasnovani su na korištenju starter-kultura. Goveđe meso i goveđi loj su se nakon vaganja usitnili na stroju za usitnjavanje mesa (K+G Wetter, Njemačka), na promjer čestica od 5 mm. Dodatni sastojci su izvagani i prema recepturama pomiješani s goveđim mesom i goveđim lojem u mješalici (Eller, Italija). Nakon kombinovanja sirovine i dodataka dobijeno je 12 različitih šarži nadjeva. Nadjevi šarži su u plastičnim kašetama podvrgnuti suhom salamurenju u komori za hlađenje, izuzev nadjeva kojima su se dodale starter-kulture. Potom, nadjevi su punjeni u kolagene omotače promjera 55 mm pomoću vakuumske punilice (Handtmann, Njemačka). Prilikom punjenja, krajevi kobasica zatvarani su klipsama pomoću klipsarice (TipperTie, Njemačka). Napunjeni sudžuk na ram-kolicima premješten je u prostor za kondicioniranje kako bi se zasušila površina kobasica. Nakon kondicioniranja, ram-kolica sa bosanskim sudžukom smještena su u komoru za zrenje (Maurer Atmos, Njemačka). Kobasice su podvrgnute fermentaciji, dimljenju i zrenju, a potom su vakumski upakovane pomoću vakumirke (Webomatic, Njemačka). Bosanski sudžuk iz komore za zrenje čuvan je u kartonskim kutijama u skladištu na 4°C do analiza. Temperatura (do 10°C) i relativna vlažnost vazduha (RH do 75%) prostora za

usitnjavanje, miješanje, punjenje i pakovanje je optimizirana i kontrolirana. Ostali parametri uslova pojedinih faza procesa mogu se vidjeti na slici 1., gdje je predstavljen dijagram toka proizvodnog procesa bosanskog sudžuka proizvedenog u kontroliranim i optimiziranim uslovima komore za zrenje.

Tabela 1. Recepture bosanskog sudžuka (%)

Table 1. Composition of Bosnian Sudžuk (%)

Sirovina/Raw material	S1			S2			S3			S4		
Dodatak/ Supplement	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Osnovna sirovina / Basic raw material												
I GM	80	80	80	45	45	45						
II GM				40	40	40	90	90	90	50	50	50
III GM										50	50	50
Govedi loj/ Beef fat	20	20	20	15	15	15	10	10	10			
Dodatni sastojci/ Additional ingredients												
Nitritna so/Nitrite salt	2,5	2,2	2,4	2,5	2,2	2,4	2,5	2,2	2,4	2,5	2,2	2,4
Bijeli luk/Garlic	0,4	0,4		0,4	0,4		0,4	0,4		0,4	0,4	
Crni biber/Black pepper	0,25	0,25	0,2	0,25	0,25	0,2	0,25	0,25	0,2	0,25	0,25	0,2
Smješa začina/ Mixture spices			1,3			1,3			1,3			1,3
Starter-kulture/Starter culture			0,01			0,01			0,01			0,01

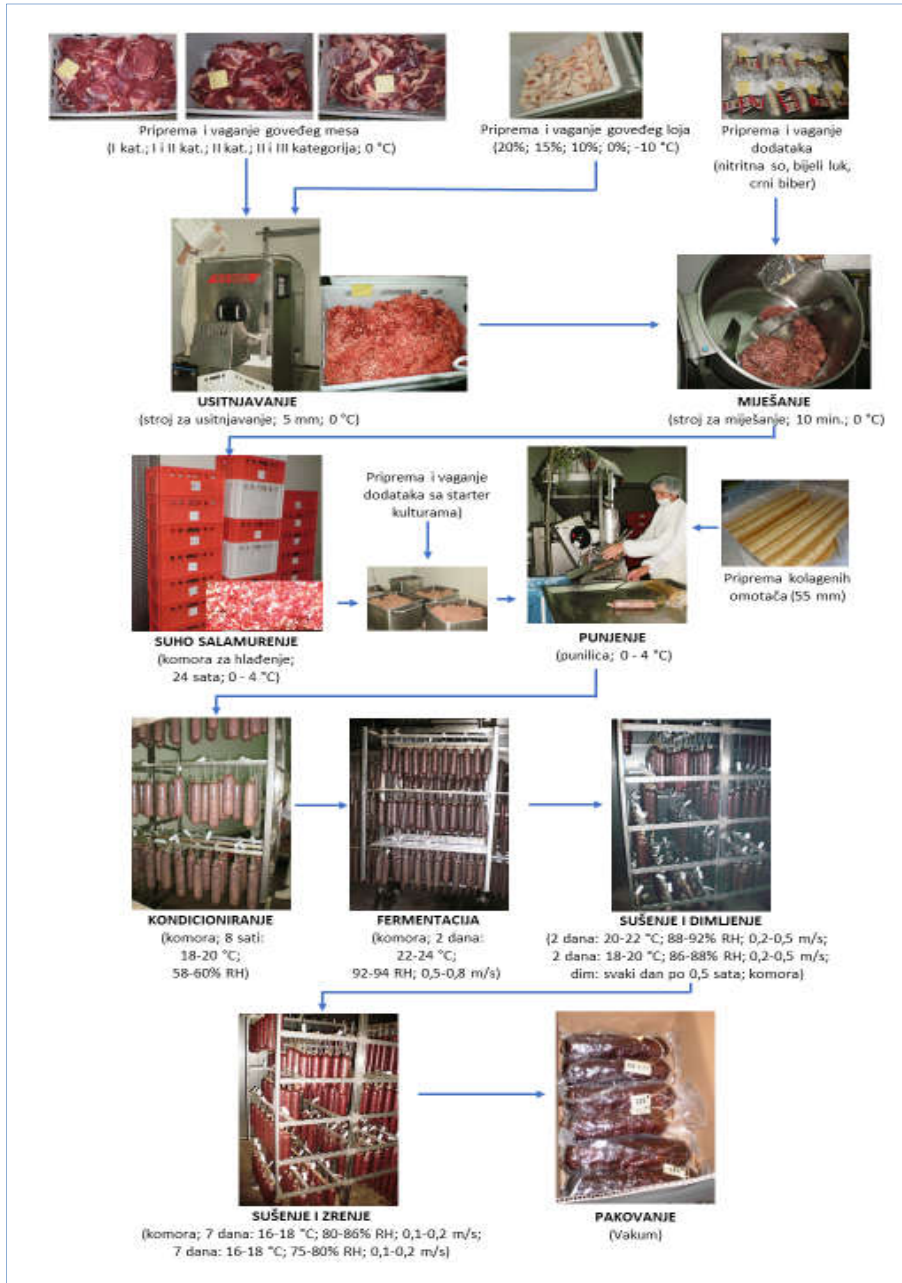
GM I: I kategorija govedeg mesa; GM II: II kategorija govedeg mesa; GM III: III kategorija govedeg mesa; (GM I: I category beef; GM II: II category beef; GM III: III category beef)

Metode rada

Fizikalno-hemijski parametri - Na gotovom bosanskom sudžuku mjereni su i analizirani sljedeći fizikalno-hemijski parametri: pH-vrijednost (pomoću vodootpornog pH-metra s elektrodom Eutech Instruments), aw-vrijednost (pomoću aw-aparata LabSwift, Novasina, Švajcarska), sadržaj vlage, proteina, masti i hidropsiprolina (po standardima BAS ISO metoda, 2007), sadržaj kolagena (% hidropsiprolina \times 8) kao i relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva u odnosu na ukupne proteine mesa. Gubitak mase uzoraka bosanskog sudžuka (%) mjereno je pomoću digitalne vage (Libela, Celje) s tačnošću 0,01 g, a potom izračunat iz odnosa $A = a - b/a \times 100$ (A - gubitak mase, a - masa svježe napunjene kobasice, b - masa osušene kobasice).

Mikrobiološka ispravnost - Analize mikrobiološke ispravnosti obavljena je po odredbama tada važećeg Pravilnika („Sl. list BiH“ br. 2/92, 13. i 14/94, preuzeto iz „Sl. lista SFRJ“ br. 2/80 i 25/80). Rađeno je izolovanje i identifikacija *Salmonella spp.*, sulfid redukujućih klostridija, *E. coli*, *Proteus-a* i koagulaza pozitivnih stafilocoka.

Statistička obrada podataka - Za statističku obradu podataka korištena je dvofaktorska analiza varijanse, dok se za provjeru signifikantnosti razlika između dobivenih prosječnih vrijednosti koristio LSD test. Ako je *p*-vrijednost bila manja od 0,05 (jer se radi s greškom prve vrste 5%), razlika između poređenih grupa smatrane su statistički signifikantnom.



Slika 1. Dijagram toka procesa proizvodnje bosanskog sudžuka
Figure 1. General production flow-chart of Bosnian Sudžuk

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Goveđe meso i goveđi loj kao osnovna sirovina u proizvodnji bosanskog sudžuka bili su mikrobiološki ispravni, s A_w -vrijednošću $\leq 0,98$ i poželjnom pH vrijednošću $\leq 5,8$. Goveđe meso je bilo ohlađeno na 0°C , a goveđi loj zamrznut na -18°C . Neki autori (Vuković, 1998; Fisher, 1998; Wirth i sar., 1977) navode da je vrlo važno da se za proizvodnju fermentiranih kobasica upotrijebi svježe goveđe meso koje treba imati pH $\leq 5,8$ i biti ohlađeno na 0°C , što je ispoštovano u ovim istraživanjima. Začini, aditivi i omotači su čuvani u skladu s proizvođačkom specifikacijom.

Bosanski sudžuk, kao gotov proizvod bio je mikrobiološki ispravan prema odredbama Pravilnika o uslovima u pogledu mikrobiološke ispravnosti (2/92, 13. i 14/94), odnosno nije sadržavao *Salmonella* vrste, koagulaza pozitivne stafilokoke, sulfit reducirajuće klostridije, *Proteus* vrste i *Escherichia coli*.

Rezultati fizikalno-hemijskih analiza i dvofaktorijalne analize varijanse uzoraka bosanskog sudžuka predstavljeni su grafikonomima 1., 2. i 3. Analiza varijanse pokazala je da je postojao značajan uticaj ($p < 0,05$) sirovine i dodataka, te njihovog međudjelovanja na sva ispitivana svojstva, osim što nije postojao uticaj sirovine ($p > 0,05$) na a_w -vrijednost. Prosječna pH-vrijednost za sve modalitete sudžuka iznosila je 5,1 (s varijacijama od 4,8 do 5,2), a prosječna A_w -vrijednost 0,892 (s varijacijama 0,869-0,904). Slične A_w i pH vrijednosti dobili su Kozačinski i dr. (2008). Ukoliko uzmemo u obzir kriterije Leistner i Roedel-a (1975) te Dibirasulaev-a (2005), za bosanski sudžuk (gotov proizvod) proizveden u komori za zrenje može se reći da se svrstava u „stabilno uskladištene“ ili „trajne pri dužem čuvanju“ ili grupu C, koji se mogu čuvati pri sobnoj temperaturi ($A_w < 0,95$ i pH $< 5,2$).

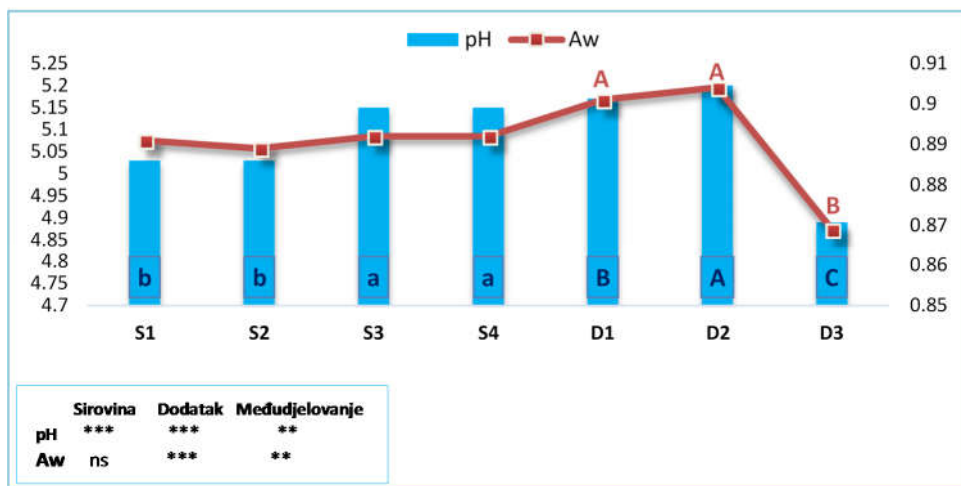
Prosječan sadržaj vode u bosanskom sudžuku nakon 21 dan iznosio je 32,72%. Varijacije u sadržaju vode su se kretale od 31,40% do 34,17%. Prosječan sadržaj proteina u svim modalitetima iznosio je 32,42%, s variranjem od 30,20% do 35,15%. Rezultati sadržaja vode i proteina kretali su se u rasponu koji u svojim istraživanjima sudžuka dobili pojedini autori (Tupajić, 1991; Gajić, 2000; Operta i sar., 2007; Operta, 2008; Operta i sar., 2008; Kozačinski i sar., 2008).

Odnos vlaga:proteini (MPR), najčešće se koristi u SAD-u za klasifikaciju sušenih kobasica i ostalih mesnih proizvoda. Ovaj odnos izražava postotak vlage podijeljen s postotkom proteina. Prema USDA, suhe kobasice moraju imati odnos vlaga:proteini (MPR) od 1,9:1 ili manji, a polusuhe kobasice 3,1:1 ili manje (Sebranek, 2004). Odnos vlaga:proteina u gotovom bosanskom sudžuku bio je 1,01:1 i manji, što ga svrstava u suhe kobasice prema ovom kriteriju. Vuković (2001) ističe da sadržaj proteina predstavlja objektivan kriterij na osnovu kojeg se može vrjednovati kvalitet proizvoda.

Prosječan sadržaj masti u ispitivanim modalitetima bio je 28,46% s varijacijama od 24,02% do 32,41%, te se kretao u rasponu sadržaja masti sličnih istraživanja sudžuka drugih autora (Čaušević i sar., 1985; Tupajić, 1991; Gajić, 2000; Operta i sar., 2007; Operta, 2008; Operta i sar., 2008).

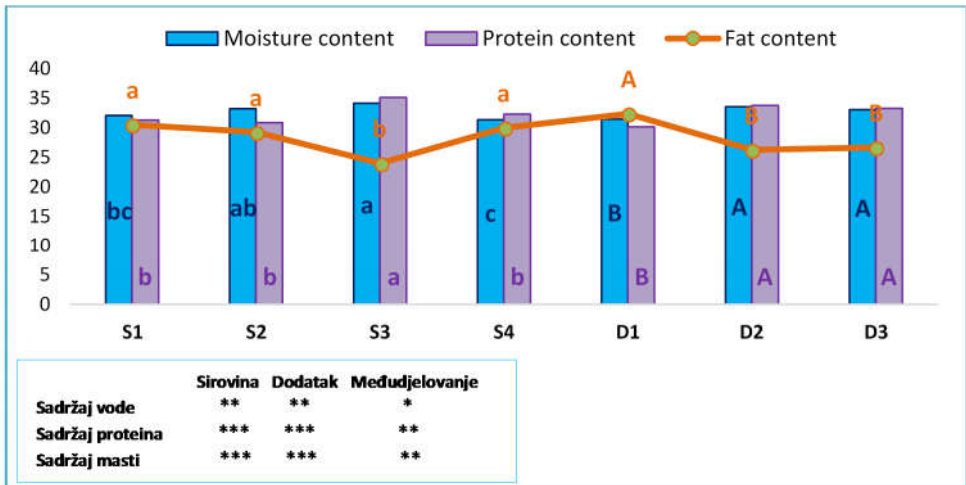
Relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva u odnosu na ukupne proteine mesa prosječno je iznosio 9,76%, s varijacijama 6,42-12,52%. Opće je poznato da vezivno tkivo ima manju biološku vrijednost. Sadržaj vezivnog tkiva u ispitivanim modalitetima sudžuka bio je dosta povoljan, što je vjerovatno produkt dobre klasifikacije pojedinih kategorija govedeg mesa prije proizvodnje.

Tokom tri sedmice, ispitivani uzorci bosanskog sudžuka izgubili su prosječno 38,69% na težini, s varijacijama od 35,83% do 42,79%. Čaušević i sar. (1995) navode nešto veće kalo (47,09%) kod sudžuka, također sušenog tri sedmice. Toldrá (2002) daje klasifikaciju fermentiranih kobasica na osnovu kala (gubitka mase) na: polusuhe s gubitkom >20% tokom 7 dana i suhe fermentirane s gubitkom mase >30% s normalnim procesom koji traje oko 3 sedmice i sporim koji može trajati 90-120, pa čak i 180 dana. Prema klasifikaciji Toldrá (2002) bosanski sudžuk se može klasificirati kao suha, fermentirana kobasica s normalnim procesom proizvodnje od 21 dan i kalom > 30%.



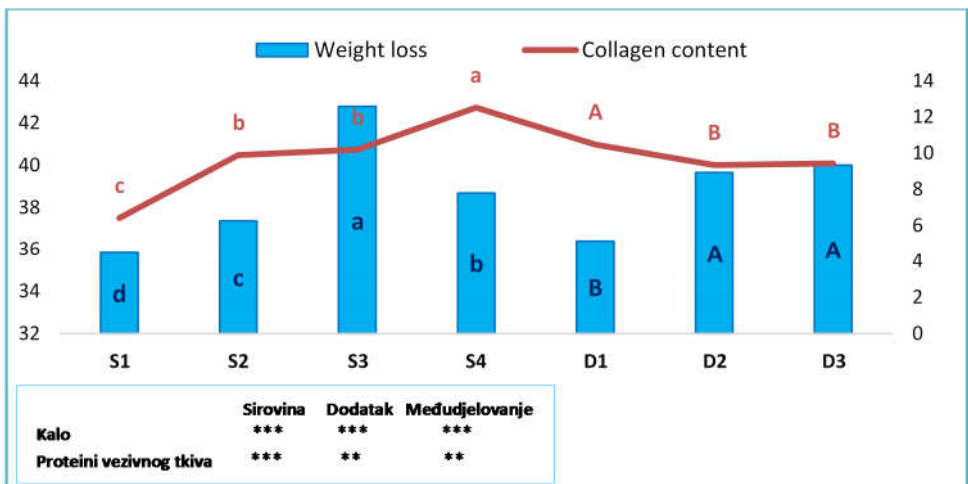
Grafikon 1. pH i Aw vrijednost bosanskog sudžuka
Graph. 2. pH value and Aw of Bosnian Sudžuk

^{a-b}; ^{A-C} Različita mala i velika slova pokazuju značajne razlike/ Means within some rows with different letters are significantly different ^{NS} Not significant; * Significant p<0,05; ** Significant p<0,01. *** Significant p<0,001.



Grafikon 2. Sadržaj vode, proteina i masti u bosanskom sudžuku (%)
 Graph. 2. Moisture content, proteins and fat in the Bosnian Sudžuk (%)

^{a-c} ; ^{A-B} Različita mala i velika slova pokazuju značajne razlike/ Means within some rows with different letters are significantly different ^{NS} Not significant; * Significant p<0,05; ** Significant p<0,01. *** Significant p<0,001.



Grafikon 3. Relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva u ukupnim proteinima mesa i gubitak mase bosanskog sudžuka (%)

Graph. 3. Relative protein content in relation to total protein and weight loss in Bosnian Sudžuk (%)

^{a-d} ; ^{A-B} Različita mala i velika slova pokazuju značajne razlike/ Means within some rows with different letters are significantly different ^{NS} Not significant; * Significant p<0,05; ** Significant p<0,01. *** Significant p<0,001.

Prijedlozi standarda za bosanski sudžuk

Na osnovu provedenih istraživanja i dobijenih rezultata može se zaključiti da se nakon tri sedmice trajanja procesa u potpuno kontroliranim i optimiziranim uslovima u komori za zrenje, proizveo kvalitetan, mikrobiološki ispravan i nutritivno vrijedan proizvod - bosanski sudžuk u tipu suhe, fermentirane kobasice. U prilog ovoj klasifikaciji idu sljedeće činjenice: tokom tri sedmice pH i Aw-vrijednosti su pale (pH vrijednost $\leq 5,2$ i Aw vrijednost $< 0,91$), smanjio se sadržaj vode i povećao gubitak mase ($< 35\%$ vlage; gubitak mase $> 30\%$), a odnos voda:proteini je bio povoljan (ispod 1,1:1,0). Sve ovo ukazuje da se dobila suha i „stabilna za skladištenje“ kobasica, te da se odigrao proces fermentacije što joj daje prefiks „fermentirana“. Sadržaj proteina ($> 27\%$), sadržaj masti ($< 35\%$) i sadržaj proteina vezivnog tkiva u ukupnim proteinima mesa ($< 15\%$) pokazuju da se dobio kvalitetan i nutritivno vrijedan proizvod. S obzirom na naprijed navedeno za definisanje naziva i procjenu kvaliteta bosanskog sudžuka proizvedenog u komori za zrenje, uzeti su sljedeći kriteriji: fermentacija i sušenje kao postupak konzerviranja, pH- vrijednost gotovog proizvoda, sadržaj vode u gotovom proizvodu (suha, polusuha), sadržaja ukupnih proteina mesa i relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva u odnosu na sadržaj ukupnih proteina mesa u gotovom proizvodu. Na osnovu naprijed navedenih kriterija, te da bi se razdvojio kvalitetan i manje kvalitetan proizvod, predlažu se dvije definicije:

- Bosanski sudžuk – suha fermentirana kobasica
- Bosanski sudžuk – polusuha fermentirana kobasica

Suhi, fermentirani sudžuk treba imati bolje kvalitet i stoga kriteriji za njega su nešto strožiji. U proizvodnji suhog fermentiranog sudžuka trebaju se koristiti I i/ili II kategoriju govedeg mesa, s maksimalnim dodatkom 20% govedeg loja. Govede meso od kombinacije II i III kategorije se ne preporučuje za suhi, fermentirani sudžuk, iz razloga što su ova istraživanja pokazala da je sadržaj vezivnog tkiva za ovu kombinaciju jako blizu predloženom minimumu od 15%. Tip polusuhog, fermentiranog sudžuka može biti nešto slabijeg kvaliteta, i može sadržavati kombinaciju II i/ili III kategorije mesa. Također, sadržaj vode u ovm tipu sudžuka može biti veći od 35%.

Definicija: Bosanski sudžuk – suha fermentirana kobasica

Proizvod od govedeg mesa I i/ili II kategorije, govedeg loja, kuhinjske soli, aditiva, začina, ekstrakata začina, šećera i starter-kultura. Nadjev bosanskog sudžuka je umjereno usitnjen i napunjen u prirodne ili vještačke omotače. Od začina dominira bijeli luk i crni biber. Sadržaj ukupnih proteina mesa ne smije biti manji od 22%, a relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva u ukupnim proteinima mesa ne smije biti veći od 15%. Sadržaj vlage treba biti $< 35\%$, a pH-vrijednost $\leq 5,2$ u gotovom bosanskom sudžuku.

Definicija: Bosanski sudžuk – polusuha fermentirana kobasica

Proizvod od govedeg mesa, govedeg loja, kuhinjske soli, aditiva, začina, ekstrakata začina, šećera i starter-kultura. Nadjev bosanskog sudžuka je umjereno usitnjen i

napunjen u prirodne ili vještačke omotače. Od začina dominira bijeli luk i crni biber. Sadržaj ukupnih proteina mesa treba biti >16%, a relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva u ukupnim proteinima mesa <20%.

Za suhi fermentirani sudžuk koji se proizvodi u kontroliranim uslovima komore za zrenje predlaže se standardna receptura s začinima koji se tradicionalno dodaju u sudžuk (slika 2), procedure pri postupku proizvodnje (slika 3) i preporuke za sigurnost, (slika 4) kako slijedi.

BOSANSKI, SUHI, FERMENTIRANI SUDŽUK (1000 g)	
<i>Osnovna sirovina</i>	
Goveđe meso I kategorije (but)	800 g
Goveđi loj	200 g
Ili	
Goveđe meso I kategorije (but)	450 g
Goveđe meso II kategorije (leđa, plećke, slabine)	400 g
Goveđi loj	150 g
Ili	
Goveđe meso II kategorije (leđa, plećke, slabine)	900 g
Goveđi loj	100 g
<i>Dodatni sastojci</i>	
Nitritna so	22-25 g
Bijeli luk	4,0 g
Crni biber	2,5 g

Slika 2. Prijedlog standardne recepture za bosanski suhi, fermentirani sudžuk
Figure 2. Proposal of standard recipes for Bosnian dry, fermented sudžuk

PROCEDURA PRI POSTUPKU PROIZVODNJE BOSANSKOG, SUHOG, FERMENTIRANOG SUDŽUKA

1. Usitnjavanje govedeg mesa i govedeg loja na promjer 3/16 (5 mm).
2. Miješanje usitnjene sirovine s dodacima.
3. Suho salamurenje. Držati nadjev na temperaturi do 4 °C, 24 sata.
4. Punjenje nadjeva u omotače promjera 55 mm. Kolageni omotači.
5. Kondicioniranje. Na temperaturi 18 – 20 °C, 58 - 60% RH, 8 sati.
6. Fermentacija. Na temperaturi 22 – 24 °C, 92 - 94% RH, 0,5 - 0,8 m/s, 48 sati.
7. Hladno dimljenje. Na temperaturi 18 – 22 °C, 86 - 92% RH, 0,2 - 0,5 m/s, 4 dana.
8. Sušenje i zrenje. 16 – 18 °C, 75 - 86% RH, 0,1 - 0,2 m/s, 2 sedmice.
9. Čuvanje: do 15 °C, < 75% RH, 0,1 m/s.

Slika 3. Prijedlog procedura pri postupku proizvodnje bosanskog suhog sudžuka
Figure 3. Proposal of procedures in the process of production of dry Bosnian Sudžuk

**PREPORUKE ZA SIGURNOST BOSANSKOG, SUHOG,
FERMENTIRANOG SUDŽUKA IZ KOMORE ZA ZRENJE**

Da bi se dobio siguran bosanski sudžuk, potrebno je poštovati sljedeće preporuke:

1. Koristiti mikrobiološki ispravno goveđe meso i goveđi loj s niskim sadržajem bakterija (100 – 1000/g).
2. Koristiti goveđe meso s pH-vrijednošću $\leq 5,8$.
3. Koristiti ohlađeno goveđe meso, temperature do 4 °C.
4. Koristiti zamrznut goveđi loj, temperature do -18 °C.
5. Postupati sa začinima i aditivima u skladu s preporukama proizvođača.
6. Vagati sirovinu i dodatke sa velikom preciznošću.
7. Držati temperaturu proizvodnog područja pri usitnjavanju mesa ispod 12 °C.
8. Poštovati dužinu trajanja i temperaturu suhog salamurenja (<4 °C; 24 sata).
9. Kontrolirati temperaturu nadjeva koja treba da je između 0 °C i 4 °C.
10. Kontrolirati parametre: temperatura, vlažnost vazduha i strujanje vazduha prilikom kondicioniranja, fermentacije, sušenja, dimljenja, zrenja i pakovanja.
11. Nadzirati sudžuk tokom fermentacije, sušenja, dimljenja i zrenja od strane kvalifikovanog osoblja.
12. Poštovati uslove skladištenja i datum „Upotrijebiti do“ i Poštovati higijenske mjere za opremu, površine, posuđe, pribor i procedure odijevanja.

Slika 4. Prijedlog preporuka za sigurnost bosanskog suhog, fermentiranog sudžuka
Figure 4. Proposal of recommendations for the safety of dry, fermented Bosnian Sudžuk

ZAKLJUČAK

Na osnovu provedenih istraživanja i dobijenih rezultata može se zaključiti da se nakon tri sedmice trajanja procesa u potpuno kontroliranim i optimiziranim uslovima u komori za zrenje, proizveo kvalitetan, mikrobiološki ispravan i nutritivno vrijedan proizvod - bosanski sudžuk u tipu suhe, fermentirane kobasice. Kao kriteriji kvaliteta gotovog proizvoda – bosanskog sudžuka predlažu se: sadržaj ukupnih proteina, sadržaj proteina vezivnog tkiva, sadržaj vode i pH-vrijednost. Suhi fermentirani sudžuk treba se proizvoditi od I i/ili II kategorije goveđeg mesa i najviše 20% goveđeg loja. Gotov proizvod – suhi fermentirani sudžuk treba sadržavati više od 22% ukupnih proteina mesa, manje od 15% proteina vezivnog tkiva u ukupnim proteinima mesa, manje od 35% vode i imati $\text{pH} \leq 5,2$. Polusuhi fermentirani sudžuk može se proizvoditi od goveđeg mesa svih kategorija. Sadržaj ukupnih proteina mesa u ovom sudžuku ne smije biti manji od 16%, a relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva u ukupnim proteinima mesa ne smije biti veći od 20%. Za suhi fermentirani sudžuk koji se proizvodi u kontroliranim uslovima komore za zrenje predloženi su: standardna receptura s začinima koji se tradicionalno dodaju u sudžuk, procedure pri postupku proizvodnje i preporuke za sigurnost.

LITERATURA

- Čaušević, Z., Milanović, A., Glogovac, Ž., Lelek, M. (1985): Prilog poznavanju proizvodnje sudžuka. Radovi poljoprivrednog fakulteta. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- 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.
- Curt, C., Trystram, G., Nogueue –Terrones, H., Hossenlop, J. (2004): A method for during processing – Application to the dry sausage process. *Food Contr* 15: 341 - 349.
- Dibirasulaev, M. A. Uskokov M.H. Fatjanov E.V. (2005): Pravilno li mi hranim kolbasu? *Holodiljni biznes*. No 2.C., 38 - 39.
- Fischer, A. (1998): *Handbuch der Lebensmitteltechnologie-Fleisch, Produktbezogene Technologie, Rohwurst*. Stuttgart, DE: Ulmer Verlag, pp. 518 - 546.
- Gajić, B. (2000): Kontaminiranost suhomesnatih proizvoda supstancama štetnim po zdravlje ljudi. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet Sarajevo.
- Kozačinski, L., Drosinos, E., Čaklović, 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. (1975): The significance of water activity for microorganisms in meats. In: (Duckworth, R. B., eds.) *Water Relation in Foods*. pp:309-323. Academic Press, London.
- 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., 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. LIII br. 59/1 20. Sarajevo. Str: 199 - 207.
- Pravilnik o kvalitetu proizvoda od mesa. (Sl. List RBiH br. 02/1992, br. 13/1994, br. 14/1994).
- Pravilnik o uslovima u pogledu mikrobiološke ispravnosti kojima moraju odgovarati životne namirnice u prometu. (Sl. List RBiH br. 02/1992, br. 13/1994, br. 14/1994).
- Sebranek, J. G. (2004): Semidry fermented sausages. In (YH Hui, L Meunier-Goddik, AS Hansen, J Josephen, W-K Nip, PS Stanfield, F Toldrá, eds.) *Handbook of food and Beverage Fermentation Technology*. New York: Marcel Dekker, Inc., pp. 385 - 396.
- Toldrá, F. (2002): *Dry cured meat products*. Trumbull, Connecticut: Food&Nutrition Press, pp.27- 220.
- Tupajić, P. (1991): Tehnologija proizvodnje pršuta i sudžuka od goveđeg mesa. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet Sarajevo.
- Vuković, I. K. (1998): Osnovi tehnologije mesa. Sušeni (sirovi) proizvodi. 212 - 232. Veterinarska komora Srbije. Beograd.
- Vuković, I. K. (2001): Važniji činioci i kriterijumi kvaliteta proizvoda od mesa - prilozi za novi Pravilnik o kvalitetu. *Tehnologija mesa* 46(5-6): 421 - 432. Beograd.
- Wirth, F., Leistner, L., Rodel, W. (1977): *Upute za tehnologiju mesa*. (prevod dr. K. Benčević). Poslovna zajednica za stočarstvo. Biotehničko znanstveno nastavni centar. Osijek.

STANDARDIZATION OF BOSNIAN SUDŽUK PRODUCED IN A RIPENING CHAMBER

Summary

The aim of the paper was to produce a Bosnian Sudžuk in optimized conditions in the chamber for ripening, taking into account the traditional recipe, as well as the additives used in the meat industry, and afterwards, based on the results, propose standards for raw materials, production procedures and quality criteria for the finished product. Bosnian Sudžuk is a traditional sausage, made from beef meat, beef fat, kitchen (nitrite) salt, with the addition of garlic and black pepper. Twelve batches of Bosnian Sudžuk were produced in the meat industry Menprom (Gornja Tuzla). The batches were obtained by combining four modalities of the raw material and three modalities of the additives. The variance analysis showed that there was a significant influence ($p < 0.05$) of the raw materials and supplements, and their interaction with all the physicochemical properties tested, except that there was no effect of the raw material ($p > 0.05$) on the a_w value. The average pH value of all soding modes was 5.09, the average A_w value was 0.892, the water content was 32.72%, the protein content was 32.42%, the fat content was 28.46%, the relative content of the connective tissue protein relative to the total proteins meat was 9.76%, and the average loss during drying was 38.69%. The results of the work showed that after three weeks of the process in fully controlled and optimized conditions in the chamber for ripening, a high-quality, microbiologically correct and nutritionally valuable product Bosnian Sudžuk a type of dry, fermented sausage was produced. The criteria proposed for the quality of the finished product - dry fermented Bosnian Sudžuk, are: the content of total proteins, content of protein binding tissue, water content and pH value. Dry fermented sudžuk should be produced from I and / or II category of beef meat and max. 20% of beef fat. Finished product - dry fermented sudžuk should contain more than 22% of total protein meat, less than 15% of connective tissue protein in total meat protein, less than 35% of water and have a pH of ≤ 5.2 . Semi-dry fermented sudžuk can be produced from beef meat. The total protein content of meat in this Sudžuk should not be less than 16%, and the relative content of connective tissue proteins in total meat protein must not exceed 20%. For the dry fermented sudžuk produced in the controlled conditions of the chamber for ripening, also are proposed; a standard recipe with spices traditionally added to Sudžuk, production procedures and safety recommendations.

Keywords: *Bosnian Sudžuk, optimized conditions, standardization, quality*

DETERMINACIJA SENZORNIH ATRIBUTA BOSANSKOG SUDŽUKA

Sabina Operta¹

Originalan naučni rad – *Original scientific paper*

Rezime

Cilj rada bio je razviti terminologiju rječnika senzornih atributa, dati opis poželjnih i nepoželjnih svojstava i prijedložiti ocjenjivački listić za bosanski sudžuk.

U istraživanju je korišteno osam reprezentativnih uzoraka različitih brendova bosanskog sudžuka proizvedenih na tradicionalan način, te četiri reprezentativna uzorka sa defektima, koji su nabavljeni na tržnicama i na pijacama u gradu Sarajevu. Tokom sedam sjednica komisija je grupno diskutovala, predlagala, grupirala i eliminirala senzorne attribute za bosanski sudžuk. Na VIII. sjednici predložen je preliminarni rječnik s definicijama za 79 deskriptora senzornih atributa bosanskog sudžuka. Na IX. sjednici komisija je odabrala i predložila 18 glavnih atributa za bosanski sudžuk: za izgled presjeka (odnos meso/mast, boja mišićnog tkiva, boja masnog tkiva, prisustvo kore); za miris (mliječna kiselina, bijeli luk, crni biber, dim); za teksturu u ustima (tvrdoća, sočnost, žilavost i masnost) i za okus/aromu (slan, kiseo, bijeli luk, crni biber, dim i užegao). Za mjerenje intenziteta senzornih atributa bosanskog sudžuka predložen je ocjenjivački listić s kvantitativno-deskriptivnim testom na nestruktuiranoj skali od 10 cm, a za mjerenje prihvatljivosti 9-obodovna hedonistička skala kako u laboratorijskim ispitivanjima senzornog kvaliteta, tako i u proizvođačkim kompanijakma koje se bave proizvodnjom bosanskog sudžuka. Kao uputstvo pri obuci ocjenjivača o razumijevanju poželjnih i nepoželjnih pojava kod bosanskog sudžuka, može se koristiti predložena lista opisa poželjnih i nepoželjnih svojstava bosanskog sudžuka. Rezultati rada mogu poslužiti dopunjavanju važećeg pravilnika u pogledu pisanja zahtjeva za senzornim svojstvima bosanskog sudžuka.

Ključne riječi: *bosanski sudžuk, rječnik, senzorni profil, senzorna analiza, vokabular*

UVOD

Fermentirane kobasice su stabilni mesni proizvodi koji se obično pripremaju od mješavine usitnjenog mesa, masti, soli i začina, koja se nakon punjenja u omotače, pušta da fermentira pod kontroliranim uslovima temperature i vlažnosti vazduha (Salminen, 1990). Najpoznatija trajna fermentirana goveđa kobasica u Bosni i Hercegovini je bosanski sudžuk. Bosanski sudžuk proizvodi se od usitnjenog goveđeg

¹ Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu/ Faculty of Agriculture and Food Sciences
University of Sarajevo; s.operta@ppf.unsa.ba

*Izvod iz doktorske disertacije/ Excerpt from the doctoral dissertation

mesa, govedeg loja, soli, aditiva (nitriti, antioksidanti) začina (bijeli luk, crni biber) i starter kultura.

Senzorni kvalitet suhих fermentiranih kobasica zavisi od svojstava sirovine, kontrole tehnoloških parametara, kao i od formacija koje nastaju razgradnjom proteina, lipida i ugljikohidrata u konačnom proizvodu (Ordóñez i sar., 1999). U Pravilniku o usitnjenom mesu, poluproizvodima i proizvodima od mesa (Sl. glasnik BiH 82/2013), nisu navedeni zahtjevi u pogledu senzornih atributa za sudžuk, već su samo navedeni uopćeni zahtjevi za senzorne attribute trajnih kobasica. Posljednih nekoliko godina pojedini autori (Tupajić, 1991; Gajić, 2000; Sinanović i sar., 2005; Operta, 2005; Operta i sar., 2007; Operta, 2008; Operta i sar., 2008; Čengić i sar., 2008) u svojim radovima analiziraju senzorna svojstva bosanskog sudžuka, ali se ne bave specifičnim vokabularom tih svojstava. Tupajić (1991) je koristila pet bodovni sistem u ocjeni senzornih svojstava sudžuka iz društvenog i iz privatnog sektora. Gajić (2000) također u istraživanjima sudžuka koristi 5-bodovni sistem u ocjeni organoleptičkih svojstava. Sinanović i sar. (2005), Operta i sar. (2007, 2008), Operta (2008) i Čengić i sar. (2008) za ocjenu senzornih svojstava sudžuka koriste sajamski test sa maksimalnih 20 bodova i kvantitativno-deskriptivni (profil) test (ISO 6564, 1985) sa skalom poželjnosti od 1 do 7. Zbog svega naprijed rečenog, ukazala se potreba da se u okviru doktorske disertacije uradi riječnik (leksikon) senzornih atributa za bosanski sudžuk. Prvi korak kod stvaranje rječnika je identificiranje širokog broja relevantnih opisnih pojmova za senzorni kvalitet tog proizvoda. Najčešće se to radi primjenom „Tehnike slobodnog izbora“ (Damasio i Costell, 1991; Pérez-Cacho i sar., 2005). Deskriptivni rječnik zasniva se na dobivanju vokabulara prema ISO (1994), koji podrazumijeva da odabrani ocjenjivači prvo pišu svoju listu senzornih atributa proizvoda, a potom svi zajedno se dogovaraju koje attribute treba uvrstiti u rječnik a koje eliminirati. Kao pomoć ocjenjivačkoj komisiji predlaže se da se prethodno pretraže literaturni izvori vezani za fermentirane kobasice i da se o tome provede grupna rasprava. Kvantitativno-deskriptivna analiza je metoda koja se najčešće koristi za definisanje i kvantificiranje senzornih svojstava proizvoda. Da bi se definisala i kvantificirala senzorna svojstva nekog proizvoda potrebno je proći tri koraka. Prvi korak je upoznavanje proizvoda i razvoj leksikona koji precizno i sveobuhvatno opisuje svojstva proizvoda. Potom se ocjenjivačima predstavljaju različite varijante tog proizvoda. Ocjenjivači ponaosob predlažu različite termine za opis senzornih svojstava proizvoda. Na kraju ovoga koraka, termini se grupišu, hedonski izrazi se eliminišu, a slični ili isti sinonimi se objedinjuju u jedan termin. Drugi korak je usklađivanje i standardizacija senzornih prijedloga ocjenjivača. To se postiže povezivanjem definicija i fizičkih referenci za svaki atribut prisutan u leksikonu. Treći korak je bodovanje proizvoda na bazi svakog deskriptivnog atributa na skali intenziteta (Valentin i sar., 2012).

Radi doprinosa u ocjenjivanju intenziteta i prihvatljivosti senzornih svojstava bosanskog sudžuka, cilj rada bio je razviti terminologiju rječnika senzornih atributa, dati opis poželjnih i nepoželjnih svojstava i prijedložiti ocjenjivački listić za bosanski sudžuk.

MATERIJAL I METODE RADA

Uzorci - Osam reprezentativnih uzoraka različitih brendova bosanskog sudžuka proizvedenih na tradicionalan način, te četiri reprezentativna uzorka sa defektima, prosječne težine 420,00 g, prosječne dužine 55,50 cm, prosječnog promjera 3,10 mm, prosječnog obima 11,45 cm i prosječnog roka trajanja 6 mjeseci prema informacijama iz deklaracija, nabavljeno je na tržnicama i na pijacama u gradu Sarajevu (Otoka, Gradska tržnica i Ciglane). Senzorna ispitivanja rađena su u laboratoriji na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu u Sarajevu. Prvo su uzorci opisivani kao čitav proizvod s omotačem, potom je omotač skinut, a kobasice su oštirim nožem isječene na nareške debljine 2-3 mm. Naresci su posloženi na plastične tanjire i pokriveni folijom. Uzorci su prethodno označeni trocifrenim, slučajno, odabranim brojevima. Za čišćenje usta obezbijedeni su voda i neslan hljeb. Ocjenjivači su bili studenti master studija Prehrambene tehnologije i Kontrola kvaliteta hrane i pića te nastavno osoblje Katedre za meso, ribu, jaja, gotovu hranu i ishranu koji su bili obučeni po različitim pitanjima: o čulima; o prepoznavanju, opisivanju i rangiranju stimulanasa, o metodama senzorne analize i drugo.

Razvoj rječnika: U toku osam sjednica provedene su grupne diskusije i urađene su redukcije, odnosno, eliminacije u dva navrata, te grupisanje deskriptora za bosanski sudžuk. Na IX. sjednici izabrana su najvažnija svojstva (atributi) bosanskog sudžuka. Na I. i II. sjednici prije razvoja rječnika, komisiji je slušala predavanje o fermentiranim kobasicama, a potom su joj predočeni literaturni radovi o fermentiranim kobasicama. Nakon toga, komisiji su predočeni spiskovi s mogućim deskriptorima i defekatima koji su mogu pojaviti kod suhih kobasica, uopće. Sljedeći korak je bio da je svaki član komisije ponaosob opisivao senzorna svojstva ponuđenih uzoraka bosanskog sudžuka. Koristeći se „Tehnikom slobodnog izbora“ (Damasio i Costell, 1991; Pérez– Cacho i sar., 2005), ocjenjivači su slobodno generirali termine kojim su opisivali svoja osjetila. Na III., IV., V. i VI. sjednici komisija je na osnovu predloženih termina generirala deskriptore, objedinjavajući i svrstavajući slične deskriptore u grupe. VII. sjednica bila je posvećena eliminaciji pojedinih deskriptora. Kriterij za eliminaciju je bio da se ostave oni deskriptori koji su važni za proizvod, a da se svi drugi eliminišu. Na VIII. sjednici, za svaki deskriptor data je definicija, čime se dobio preliminarni rječnik (leksikon) za bosanski sudžuk. Na zadnjoj, IX. sjednici, iz rječnika je odabrano i definirano 18 deskriptora, koji se mogu smatrati glavnim za bosanski sudžuk. Pored toga, na istoj sjednici izrađen je ocjenjivački listić, te je predložen spisak i objašnjenje poželjnih i nepoželjnih pojava senzornih atributa, a koji se može koristiti kao uputstvo pri ocjenjivanju uzoraka bosanskog sudžuka.

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Razvoj rječnika

Deskriptivni rječnik razvijen je tokom devet dnevnih zasijedanja od po 2 sata, a zasnovan je na dobivanju vokabulara ISO (1994). Na I. i II. sjednici komisija za ocjenjivanje, slušala je predavanje o suhim fermentiranim kobasicama. Poseban naglasak predavanja bio je na senzornim svojstvima fermentiranih kobasica. Predočeni su spiskovi mogućih deskriptora i defekata koji su mogu pojaviti kod suhih fermentiranih kobasica. Sličan način rada predstavili su Ruiz Perez–Cacho i sar. (2005), koji su se bavili generiranjem vokabulara za rječnik španskih suhih kobasica. Na III., IV., V. i VI. sjednici urađeno je generiranje rječnika za 8 tradicionalnih brendova bosanskog sudžuka i 4 uzorka s defektima. Ocjenjivači su slobodno generirali termine kojima su opisivali svoja osjetila, koristeći „Tehniku slobodnog izbora“ (Damasio i Costell, 1991; Pérez – Cacho i sar., 2005).

Ocjenjivači su predložili početni radni popis deskriptora koje su mogli uočiti na ponuđenim uzorcima bosanskog sudžuka, a potom su deskriptore objedinili i svrstali u nekoliko zajedničkih skupina senzornih svojstava (tabela 1). Ukupno je predloženo 294 deskriptora, i to: 35 deskriptora za osobine omotača; 16 za površinu kobasica nakon skidanja omotača; 71 za poprečni presjek; 44 za miris; 56 za okus; 41 za teksturu i 31 za aromu. Prema ISO (1994) više od 100 deskriptora bi trebalo biti generirano korištenjem ove strategije. Zbog toga je VII. sjednica bila posvećena eliminaciji pojedinih deskriptora. Kriterij za eliminaciju je bio da se ostave oni deskriptori koji su važni za proizvod, a da se drugi eliminišu. Tako su prvo eliminisani hedonistički pojmovi (npr. prijatna aroma, prihvatljiva boja i dr.), zatim pojmovi koji su bili suvišni (na primjer izgled, potkovica, aroma karakteristična za bosanski sudžuk i dr.), i na kraju pojmovi koji su se ponavljali (na bijeli luk, tamnocrvena boja i dr.). Svi pojmovi koji su objašnjavali nepoželjne pojave vezane za boju su zamijenjeni s pojmom „defekti“ (npr. neujednačena boja, zamućenost i dr.), nijanse boje (npr. sivkasta, crvenkasta i dr.) su bile isključene, i predloženo je da se vrijednost boje mjeri njenom „svjetloćom“. Deskriptori koji su opisivali omotač eliminisani su, zbog toga što su oni manje važni atributi i što se za punjenje nadjeva mogu koristiti prirodna crijeva ali i vještački omotači, koji se dosta razlikuju po svojim osobinama.

Također, deskriptori koji opisivali površinu nakon skidanja omotača su svedeni na osobine vezane za opće pojmove poput „boje mišićnog i masnog tkiva“, te „prisustvo kore“, koja se u ovom slučaju svrstala u skupinu deskriptora karakterističnih za presjek kobasice. Pojmovi koji su opisivali vidljivost bibera, zamijenjeni su s pojmom „prisustvo crnog bibera“, jer nije bilo razlika u promjeru i distribuciji ovoga začina među uzorcima. Slično je urađeno i za prisustvo bijelog luka na presjeku.

Mnogi od deskriptora na popisu bili su slični, te su neki bili isključeni iz tog razloga, zadržavajući pri tome najreprezentativnije attribute (npr. prisustvo kore = suha površina; mast/meso veza = povezanost masnog/mišićnog tkiva, miris mliječne kiseline = salama, miris plijesni = miris gljiva, tvrdo = tvrdoća, masno = mast = masnoća = masno tkivo, butirik aroma = sir itd.). Neki atributi su zamijenjeni

jednostavnijim izrazom (tvrdoća = tvrdo i mehko, žvkljivost = nježan i žilav). Deskriptori kojima su se opisivali miris, okus i aroma su u najvećoj mjeri zadržani, osim što su eliminirana ponavljanja pojmova, a neki pojmovi su modifikovani. Od početnog popisa sa 294 pojma u dvije eliminacije došlo se do popisa sa 79 deskriptora. Na VIII. sjednici data je definicija za svaki ovaj deskriptor, čime se dobio preliminarni rječnik (leksikon) za bosanski sudžuk (tabela 2).

Tabela 1. Početni predloženi deskriptori za bosanski sudžuk

Table 1. The initial proposed descriptors for the Bosnian Sudžuk

Osobine omotača
Naboran (2x); Na mjestima naborano crijevo; Djelimično naboran; Zamašćen omotač; Ne naliježe dobro na nadjev; Crijevo dobro prijanja; Teže skidanje omotača (2x); Teško skidanje omotača (2x); Teško se skida, ostaju dijelovi omotača (2x); Srednje dobra odvojivost crijeva; Lako se odvaja; Crijevo se lako odvaja; Rupice na omotaču (2x); Šupljine na crijevu; Nije očišćen omotač (2x); Prljav omotač; Brazdast omotač; Neujednačena površina; Površina neravna sa većim udubljenjima; Prisustvo masnog tkiva; Vidljivi ostaci masnog tkiva na omotaču; Masno tkivo ispod omotača; Vidljiva masnoća ispod omotača; Prisustvo plijesni na omotaču; Ostaci pepela; Ostaci čađi; Zračni jastuci; Zračni jastučići; Masni jastuci
Površina kobasice nakon skidanja omotača
Površina tamna; Tamno sivo crvene boje; Boja tamno crvena; Masni tragovi na mjestima gdje je omotač bio naboran; Masni tragovi na mjestima; Površina prilično masna; Površina masna (2x); Zamašćenost površine; Prisutna kora; Suha površina; Okorjela površina; Tvrda i okorjela površina; Rub pomalo skorjeo; Zaostali dijelovi omotača po površini (2x)
Poprečni presjek
<u>Boje mišićnog tkiva:</u> Tamno crvena (3x); Crvenkasta boja; Crvena do purpurna boja; Svijetla do tamnosmeđa boja; Tamno crvena do purpurna boja; Roza boja sa tamnijim rubom (2x); Crveno purpurna; Prihvatljiva boja; Neujednačena boja (2x)
<u>Boje masnog tkiva:</u> Bijela do blijedo žuta (2x); Bijela do sivkasta; Bijela boja; Zamućenost (masno tkivo poprimilo boju mišićnog tkiva); Roze siva; Sivkasta; Svijetlo bijela do crvenkasto-roza; Ružičasta boja; Zamućenost boje; Siva
<u>Geometrijski oblik masnog tkiva:</u> Manje od 2mm; Cca 3-5 mm; Neujednačene čestice masnog tkiva (2x); Čestice od 2 do 4 mm; Umjerena veličina kuglica masti
<u>Vežvno tkivo:</u> Vidljive žilice vežvnog tk. (2x); Vidljivo vežvno tk.; Vidne su žilice; Puno vlakana vežvnog tkiva
<u>Vidljivost začina:</u> Vidljivi zeleni dijelovi (bijeli luk); Zelenkaste mrljice bijelog luka; Vidljivo prisustvo bibera; Vidljivo prisustvo crnog bibera; Vidljiva zrnca bibera; Vidi se biber; Vidljiv biber; Crne tačke od dodatog bibera; Vidljivo prisustvo crnog bibera
<u>Povezanost mišićnog i masnog tkiva:</u> Dobro povezano; Nije dobro povezano; Slabije se razlikuje masno i mišićno tkivo; Neujednačena smjesa (2x); Smjesa neujednačena; Masno tkivo neravnomijerno raspoređeno; Veća količina masnog tkiva; Više je zastupljeno masno od mišićnog tkiva; Više masnog tkiva; Neujednačen raspored masnog tkiva; Previše masnog tkiva; Pekomjerna usitnjenost mišićnog tkiva; Masne čestice izdvojene na presjeku; Prisutan tamni rub na presjeku (2x); Izdvojeno vežvno tkivo; Prisutan vazduh; Unutrašnjost vlažna; površina presjeka masna; Postoje šupljine; Puno šupljina; Rupice na presjeku; Manje i veće rupice na presjeku (2x); Manje i veće šupljine; Nepovezanost; Otopljena masnoća (druga masnoća)
Miris
Na mljječnu kiselinu; Na bijeli luk (3x); Umjeren miris bijelog luka (2x); Na luk; Miris na bijeli luk i biber (2x); Na crni biber; Umjeren miris bibera; Blago izražen miris bibera; Miris bibera i bijelog luka; Na dim (6x); Izrazit miris dima; Umjeren izražen miris dima (2x); Dominira miris na dim; Na užeglu masnoću; Užegao; Miris ovčijeg loja; Na sir; Na kožu (životinjsku); Miris na vlagu; Miris na medikamente; Miris na gljive; Na kvasac; Miris na plijesni; Miris salame (2x); Miris na začine; Miris na urin; Miris na staju; Miris na crijeva; Miris na amonijak; Bez stranih mirisa; Prijatan miris junećeg mesa;

Prijatan miris; Ogavan miris
Okus
Slan; Neslan; Dosta slan; Poprilično slan; Preslan; Previše slan; Manje slan; Umjereno slan; Kiseli okus (7x); Blago izražena kiselost; Na bijeli luk (4x); Previše se osjeti bijeli luk; Osjeti se malo biber i bijeli luk; Osjeti se bijeli luk, biber, masno tkivo i kora; Osjećaj na biber (5x); Osjeti se malo biber (2x); Harmoničnost bijelog luka, bibera i dima; Na dim; Osjećaj na masno (5x); Mastan; Lojast; Užegao; Osjeti se vezivno tkivo; Na sirčetu kiselinu; Sladak; Slatkast (2x); Gorak; Pikantan; Nekarakterističan okus za suđžuk; Ljutoća; Izražen okus na meso; Govede meso; Punoća okusa; Dobra usklađenost začina; Neukusan; Suh; Kora
Tekstura u ustima
Tvrdoća; Tvrdna tekstura; Nešto tvrđa; Umjerena tvrđa; Ni tvrd ni mekan; Mehkoća; Mekana (4x); Mehka; Previše mekana; Sočna (3x); Suha; Previše suha; Vlažna; Masnost; Masna; Ljepljiva; Razmaziva; Žilavost; Izražene žilice (2x); Nježnost; Nježna (2x); Žvakljiva; Žvakljivost loša (2x); Žvakljivost dobra; Žvakljivost teška; 3-4 žvaknja; Rastresita; Elastična; Pahuljasta; Vlajnasta; Zrnasta; Šljunkovita; Pjeskovita
Aroma
Mliječne kiseline; Kisela (3x); Na bijeli luk; Na luk; Na biber; Na dim (2x); Na užeglo; Osjećaj masnoće; Osjećaj masnoće u ustima (2x); Zaostaje masnoća; Zaostaje osjećaj masnoće (2x); Osjećaj na sirovo meso (2x); Nepoželjna aroma; Na amonijak; Na sir; Na kožu (životinjsku); Na vlagu; Na medikamente; Na gljive; Na plijesni; Na salamu; Na začine; Na urin; Na staju; Na iznutrice

Tabela 2. Preliminarni rječnik (leksikon) atributa za bosanski suđžuk
Table 2. Preliminary dictionary (lexicon) attributes for Bosnian Suđžuk

ATRIBUTI	DEFINICIJA
IZGLED PRESJEKA	
1. Svjetloća	Vrijednost boje, odnosno, stepen crvene boje od svijetle do tamne
2. Uniformnost boje	Distribucija boje na presjeku
3. Defekti boje	Greške u boji (pojava neuobičajenih boja za tu vrstu kobasice)
4. Bijela boja masti	To je karakteristična boja masnog tkiva goveda
5. Žuta boja masti	Žuta boja uslijed oksidacije masti
6. Defekti boje masnog tkiva	Greške u boji masnog tkiva (pojava neuobičajenih boja za tu vrstu kobasice)
7. Dijametar masnih čestica	Opisuje usitnjenost masnog tkiva na presjeku kobasice
8. Prisustvo bijelog luka	Opisuje prisustvo bijelog luka na presjeku kobasice
9. Prisustvo crnog bibera	Opisuje prisustvo crnog bibera na presjeku kobasice
10. Povezanost mast/meso	Vizualna procjena stepena povezanosti glavnih sastojaka (meso i mast)
11. Distribucija mast/meso	Atribut koji pokazuje uniformnost distribucije mesa i masnoće na presjeku
12. Usitnjenost mesa	Opisuje stepen usitnjenosti mesa na presjeku kobasice
13. Izdvojena mast	Opisuje stepen izdvajanja i ispadanja masnih čestica na presjeku kobasice
14. Prisustvo kore	Prisutnost tamnijeg vanjskog prstena na kriški kobasice uslijed neprirrodnog procesa sušenja
15. Prisustvo šupljina	Opisuje stepen prisutnosti šupljina na presjeku
16. Suha/vlažna površina	Opisuje vlažnost odnosno suhoću površine presjeka
MIRIS	
17. Mliječna kiselina	Karakterističan miris mliječne kiseline koji asocira na jogurt
18. Bijeli luk	Miris povezan sa bijelim lukom
19. Crni biber	Miris povezan sa crnim biberom
20. Dim	Miris povezan sa dimom
21. Užegla masnoća	Miris povezan sa oksidacijom spojeva iz masti
22. Ovčiji loj	Miris povezan sa ovčijim lojem
23. Sir	Miris koji asocira na neki sir
24. Koža (životinjska)	Miris asocira na štavljenu kožu životinje
25. Vлага	Miris asocira na vlažnu zemlju

26. Medikamenti	Miris karakterističan za hemikalije
27. Gljive	Karakterističan miris spojeva u gljivama
28. Kvasac	Miris koji asocira na kvasac
29. Plijesni	Miris koji asocira na na vazduh u zatvorenim prostorijama
30. Salama	Miris salame povezan sa mliječnom kiselinom
31. Začini	Miris koji asocira na aromatične začine, a drugačiji je od mirisa crnog bibera i bijelog luka
32. Urin	Karakterističan miris suhofermentiranih kobasica kod kojih je dodat stari bijeli luk
33. Staja	Miris povezan sa stajom za životinje
34. Crijeva	Miris koji asocira na miris govedih crijeva
35. Amonijak	Miris koji asocira na amonijak
36. Juneće meso	Miris koji asocira na juneće meso
OSNOVNI OKUSI	
37. Slan	Opisuje osnovni okus soli proizveden razrjeđenjem u vodenoj otopini soli kao što su NaCl, KCl
38. Kiseo	Opisuje osnovni okus na kiseline proizvedene razrjeđivanjem u vodenoj otopini mnogih kiselih supstanci (npr. limunske kiseline)
39. Sladak	Opisuje osnovni okus proizvoda proizveden razrjeđenjem u vodenoj otopini materija kao što je glukoza
40. Gorak	Opisuje osnovni okus proizvoda proizveden razrjeđenjem u vodenoj otopini materija kao što su kinin i kofein
TEKSTURA U USTIMA	
41. Tvrdoća	Stepen tvrdoće izražen kao sila potrebna za kompresiju hrane između kutnjaka
42. Mehkoća	Lahkoća grizenja između zuba
43. Sočnost	Opisuje percepciju količine vode pri prvom zagrizu proizvoda
44. Suha	Opisuje količine soka pri prvom zagrizu proizvoda
45. Vlažna	Opisuje količine soka pri prvom zagrizu proizvoda
46. Masnost	Percepcija količine masti koju otpušta proizvod pri žvakanju
47. Žilavost	Broj žvakanja kojima se sudžuk dovodi u stanje za gutanje slično onom za staro goveđe meso
48. Nježnost	Broj žvakanja kojima se proizvod dovodi u stanje za gutanje (slično onom za mladi grašak)
49. Žvackljiva	Opisuje potreban broj žvakanja da se proizvod pripremi za gutanje
50. Rastresita	Opisuje rastresitu strukturu proizvoda u ustima uslijed slabe povezanosti
51. Elastična	Opisuje brzinu oporavka od deformacije silom
52. Pahuljasta	Opisuje osjećaj pri žvakanju koji podsjeća na čestice šećera
53. Vlakanasta	Opisuje osjećaj vlakana poput vlakana u povrću (celer)
54. Zrnasta	Opisuje veličinu čestica nadjeva
55. Šljunkovita	Veličina čestica proizvoda slična onim kod kruške
56. Pjeskovita	Veličina čestica proizvoda slična onim kod kruške
AROMA	
57. Mliječne kiseline	Karakteristična aroma mliječne kiseline koja podsjeća na jogurt
58. Na sirćetnu kiselinu	Karakteristična aroma sirćetne kiseline
59. Kisela	Aroma koja podsjeća na kisele supstance
60. Na biber	Karakteristična aroma crnog bibera
61. Na bijeli luk	Karakteristična aroma bijelog luka
62. Na dim	Karakteristična aroma dima
63. Na užeglo	Aroma koja asocira na komponente nastale oksidacijom masti
64. Osjećaj masnoće	Aroma masnoće
65. Na amonijak	Aroma koja podsjeća na amonijak
66. Na sir	Aroma koji asocira na neki sir
67. Na kožu (životinjsku)	Aroma koja asocira na štavljenu kožu životinje
68. Na vlagu	Aroma koja asocira na vlažnu zemlju
69. Na medikamente	Aroma karakteristična za hemikalije
70. Na gljive	Karakteristična aroma gljiva
71. Na plijesni	Aroma asocirana na vazduh u zatvorenim prostorijama
72. Na salamu	Aroma salame povezana sa mliječnom kiselinom

73. Na začine	Aroma koja asocira na aromatične začine, a drugačija je od mirisa crnog bibera i bijelog luka
74. Osjećaj na sirovo meso	Aroma koja podsjeća na sirovo meso
75. Pikantan	Opisuje oštar osjećaj nazalne sluznice koji izaziva biber u proizvodu
76. Na urin	Karakteristična aroma suhofermentiranih kobasica kod kojih je dodat stari bijeli luk
77. Na staju	Aroma povezana sa stajom za životinje
78. Na iznutrice	Aroma asocira na iznutrice
79. Goveđe meso	Aroma koja podsjeća na goveđe meso

Stone i Sidel (1998) su ukazali da se opis deskriptora iz rječnika može koristiti u slučaju da ocjenjivači imaju problem prilikom opisivanja percepcije pojedinih senzornih svojstava, tokom obuke i ocjenjivanja. Na VIII. sjednici nastavilo se sa daljom selekcijom, tako da su 79 atributa svedena na 30, i to: šest za izgled poprečnog presjeka (svjetloća, bijela boja masti, žuta boja masti, defekti boje masnog tkiva, povezanost mast/meso, prisustvo kore); devet za miris (mliječna kiselina, bijeli luk, crni biber, dim, salama, začini, urin, crijeva, juneće meso); 3 osnovna za okus (slan, kiseo, gorak); šest za teksturu u ustima (tvrdoća, sočnost, masnost, žilavost, nježnost, zrnatost i šest atributa za aromu (kisela, na biber, na bijeli luk, na dim, osjećaj masnog, na goveđe meso). Prema Barcenás i sar. (1999) selekcija odnosno isključivanje pojedinih atributa iz rječnika je uobičajen put, kako bi se došlo do konačnog spiska atributa po kojima se uzorci mogli razlikovati.

Na IX. sjednici komisija je uradila još jednu selekciju, tako da je na kraju odabrano 18 deskriptora za bosanski sudžuk, i to:

- za izgled presjeka četiri atributa: odnos meso/mast, boja mišićnog tkiva, boja masnog tkiva, prisustvo kore;
- za miris četiri atributa: mliječna kiselina, bijeli luk, crni biber, dim;
- za teksturu (u ustima) četiri atributa: tvrdoća, sočnost, žilavost i masnost;
- za okus/aromu, šest atributa: slan, kiseo, bijeli luk, crni biber, dim i užegao.

Ko što se vidi, za izgled presjeka eliminirana su dva atributa. Izraz „povezanost mast/meso“ zamijenjena je pojmom „odnos meso/mast“; pojmovi „bijela boja masti“, „žuta boja masti“ i „defekti boje masnog tkiva“ svedeni su na pojam „boja masnog tkiva“, a pojam „svjetloća“ na „boja mišićnog tkiva“. Rodríguez–Lazaro i sar. (2002) navode da je izgled presjeka jedan od glavnih atributa španskih fermentiranih suhih kobasica, te su odnos mišićnog i masnog tkiva, boja mišićnog i masnog tkiva na presjeku kobasice vrlo važna svojstva suhih kobasica. Ova svojstva spominju se i u Pravilniku o usitnjenu mesu, poluproizvodima i proizvodima od mesa (Službeni glasnik BiH, broj 82/2013) gdje u općim zahtjevima za fermentirane suhe kobasice (a gdje se svrstava i bosanski sudžuk) stoji: da nadjev ovih kobasica, na presjeku treba imati izgled mozaika, sastavljenog od približno ujednačenih komadića, mišićnog tkiva crvene boje i čvrstog masnog tkiva, bjeličaste boje; da su sastojci nadjeva ravnomjerno raspoređeni i međusobno čvrsto povezani, te da na presjeku kobasica nema šupljina i pukotina. Također, navoden je i zahtjev da boja bude stabilna, ali se ne definiše da li se to odnosi na mišićno ili masno tkivo ili oboje. Prisustvo kore na rubovima kobasice može se pojaviti tokom sušenja fermentiranih kobasica. S obzirom da se i bosanski

sudžuk podvrgava sušenju, ovaj atribut je stavljen u popis glavnih atributa za ovu kobasicu. Prisustvo kore može biti manje ili više izraženo, što može biti svojstvo po kojem se različiti uzorci bosanskog sudžuka mogu razlikovati.

Za miris su ostavljeni deskriptori (kisela, na bijeli luk, na crni biber, na dim) po kojima se karakteriše gotovo svaka kobasica sudžuka, dok su drugi eliminisani. S obzirom da je bosanski sudžuk fermentirana kobasica, u njemu se neminovno javlja miris na mliječnu kiselinu. To je posljedica fermentacije čiji je krajnji produkt mliječna kiselina (Fehlhaber i Janetschke, 1995). S obzirom da su bijeli luk i crni biber glavni, a često i jedini dodati začini, mirisi na ove začine su uvršteni u glavne deskriptore za bosanski sudžuk. Miris na dim, također je karakterističan za tradicionalni bosanski sudžuk, jer je uobičajeno da se ova vrsta kobasice podvrgava dimljenju. Kada je u pitanju miris, u važećem Pravilniku (82/2013) nisu navedeni zahtjevi.

Glavna četiri atributa za teksturu (u ustima) su: tvrdoća, sočnost, žilavost i masnost. Kod svojstava teksture izbačen je pojam „nježnost“, jer se ovaj atribut može mjeriti u okviru dva pojma koja su zadržana, a to su tvrdoća i žilavost. Mnogi autori (Operta, 2007; Čengić i sar., 2008; Operta i sar., 2007/2008) su u svojim istraživanjima bosanskog sudžuka istraživali senzorna svojstva teksture kao što su sočnost i tvrdoća.

Za okus i aromu navedeno je ukupno šest atributa: slan, kiseo, bijeli luk, crni biber, dim i užegao. S obzirom da senzacije gorkog i slatkog okusa nisu karakteristične za većinu uzoraka sudžuka, oni su eliminirani. Dodavanje soli u bosanski sudžuk je uobičajena praksa, a također u samoj definiciji sudžuka u Pravilniku (82/2013) navedeno je da se u sudžuk dodaje kuhinjska so ili zamjena za kuhinjsku so, što opravdava uvrštavanje ovoga deskriptora u popis. Deskriptor „kiseo okus“ je naveden jer se javlja kao posljedica fermentacije koja je karakteristična za ovu vrstu kobasice. Step en slanosti i kiselosti do sada je često bio predmet raznih istraživanja bosanskog sudžuka od strane domaćih autora (Operta, 2007; Čengić i sar. 2007; Operta i sar., 2007/2008).

Za aromu su zadržani deskriptori koji su karakteristični za većinu kobasica sudžuka (kisela, na biber, na bijeli luk, na dim), a pojam „osjećaj masnoće“ zamijenjen je pojmom „aroma na užeglo“. Kada su u pitanju navedeni atributi za aromu, svakako da se uzorci bosanskog sudžuka mogu razlikovati po njima. U važećem Pravilniku (82/2013) navedeni zahtjev za aromu suhих, fermentiranih kobasica dosta je površan i hedonistički, jer se zahtijeva da aroma bude „prijatna“.

Rječnik senzornih atributa za bosanski sudžuk koji je ovim putem razvijen, sadrži širok raspon atributa bosanskog sudžuka, dok se 18 glavnih može koristiti za razlikovanje pojedinih uzoraka bosanskog sudžuka pri senzornom ocjenjivanju.

Ocjenjivački listić, poželjna i nepoželjna senzorna svojstva

Za potrebe senzornog ocjenjivanja uzoraka bosanskog sudžuka u doktorskoj disertaciji (Operta, 2011), koristeći se prijedlogom ovih 18 atributa, oformljen je ocjenjivački listić za ocjenjivanje izražajnosti intenziteta senzornih atributa i ukupne prihvatljivosti

uzoraka bosanskog sudžuka proizvedenih od različite sirovine i dodataka u klasičnoj pušnici i u industrijskim uslovima. Opće je poznata činjenica da se za procjenu senzornog kvaliteta suhih fermentiranih kobasica koristi kvantitativno-deskriptivna analiza (KDA), kao jedno od najsofisticiranijih oblika senzornih ispitivanja. Ova analiza ima niz primjena: daje profil proizvoda uključujući sva njegova senzorna svojstva, koristi se za utvrđivanje i mjerenje prisutnosti ili intenziteta pojedinih senzornih svojstava, koristi se u kontroli kvaliteta proizvoda, za komparaciju prototipova proizvoda, za istraživanje efekta različitih sastojaka, itd. Za KDA je karakteristična upotreba odgovarajuće mjerne tehnike ili skale i ponavljanja kao osnove za utvrđivanje pouzdanosti rezultata (Chambers IV i Baker - Wolf, 2005). Najčešće se koristi linijska skala koja se prema Stone i sar. (1974) i prema Stone i Sidel (1998) pokazala jako učinkovitom. Prednost linijske skale je odsutnost bilo kakvih numeričkih vrijednosti povezanih s odgovorima, te ograničena upotreba riječi kako bi se minimizirala pristrasnost riječima. Može se koristiti linijska skala dužine 15 cm ili 10 cm, sa sidrima koja se nalaze na 1,5 cm od svakog kraja. Skala smjera ide uvijek s lijeva na desno, s povećanjem intenziteta, npr. slabo do jako, svijetlo do tamno ili nešto slično. Mjerenjem udaljenosti od lijevog kraja daje numeričku vrijednost za računalne potrebe. Ocjenjivači ocjenjuju intenzitet nekog atributa na taj način što postavljaju vertikalnu liniju na tačku linijske skale koja najbolje odražava njihovu percepciju relativnog intenziteta za taj atribut. Numerički odgovori potom budu konvertovani u standardni poredak, kako bi se mogla primijeniti statistika. Također, treba reći, da u senzoricima, jedinstveno mjesto u ocjenjivanju prihvatljivosti (preferencija) zauzima hedonistička devet-obodovna skala. Skala je razvijena i opisana detaljno od Jones-a i sar. (1955) i Peryam i Piligram-a (1957). Prednost korištenja ove dvije tehnike ocjenjivanja (kvantitativno-deskriptivnog testa i 9-obodovne hedonističke skale) je u tome što se većina dobijenih podataka može lako obraditi kroz t-test, analizu varijanse, multiple rang-testove (Fisherov-LDS, Duncan-test, Newman-Keuls, Tukey (a), Tukey (b) i Scheffé & Bonferroni test, Dunnett-test), korelaciju, regresiju, itd.

S obzirom na naprijed rečeno, oformljen je ocjenjivački listić (slika 1) na kome se kroz kvantitativno-deskriptivni test sa nestruktuiranom skalom od 10 cm može mjeriti intenzitet senzornih atributa bosanskog sudžuka, te hedonistička 9-obodovna skala gdje se može mjeriti prihvatljivosti uzoraka bosanskog sudžuka. Pored ovoga, za potrebe ocjenjivanja uzoraka bosanskog sudžuka tokom izrade doktorske disertacije data je lista opisa poželjnih i nepoželjnih svojstava bosanskog sudžuka, a koja može poslužiti i pri obuci ocjenjivača o razumijevanju poželjnih i nepoželjnih pojava kod bosanskog sudžuka (tabela 3).

Tabela 3. Opis poželjnih i nepoželjnih svojstava (atributa) bosanskog sudžuka
Table 3. Description of desirable and undesirable properties (attributes) of the Bosnian Sudžuk

IZGLED VANJSKE POVRŠINE	
Poželjno	Nepoželjno
Da oblik kobasice bude ujednačen po cijeloj	Neujednačen oblik po cijeloj dužini.

<p>dužini. Da omotač dobro naliježe na nadjev kobasice. Da se omotač lako skida sa kobasice, bez ostataka. Da je boja površine kobasice istog, ujednačenog intenziteta po cijeloj površini, bez pojave neuobičajene boje za kobasicu. Da nema oštećenja po površini kobasice.</p>	<p>Omotač se teško skida sa kobasice, jako naboran. Omotač odvojen od nadjeva na pojedinim mjestima. Neodgovarajući omotač. Omotač se teško skida sa nadjeva kobasice, zaostaje na pojedinim mjestima kobasice. Neujednačenost boje po površini kobasice, pojava neuobičajenih boja za kobasicu. Prisustvo oštećenja po površini kobasice (mrlje, šupljine, pukotine, pljesnivost).</p>
IZGLED PRESJEKA	
Poželjno	Nepoželjno
<p>Da presjek ima izgled mozaika sastavljen od ujednačenih komadića mišićnog i masnog tkiva. Da je boja mišićnog tkiva crvena. Da je boja masnog tkiva bijela. Da je masno tkivo ravnomjerno raspoređeno u osnovnoj masi i da je povezan sa mišićnim tkivom. Da nema tamnije kore po površini presjeka kobasice. Da nema šupljina i pukotina. Da se nadjev pri sječenju ne razmazuje. Da nadjev pri sječenju ne ispada.</p>	<p>Loše raspoređeno masno i mišićno tkivo. Pretjerano uočljivo masno tkivo. Pretjerano uočljivo vezivno tkivo. Smeđa boja zbog krive nitrifikacije. Neujednačenost nijansi boje mišićnog i masnog tkiva. Prisustvo kore (tamniji rub). Šuplji centar usljed presušenosti. Slaba povezanost nadjeva zbog nedostatka zakiseljavanja i slaba protein solubilizacija. Pojave zelene površine (pretjerana kiselina, prisustvo određenih sojeva Laktobacila i streptokoka). Razmazivanje masti (ostaci masti na nožu).</p>
MIRIS	
Poželjno	Nepoželjno
<p>Umjeren miris na mliječnu kiselinu koji podsjeća na jogurt. Umjeren miris na dim. Umjeren miris na bijeli luk. Umjeren miris na biber.</p>	<p>Previše kiseo, užegao, gorak, po plijesnima, metalik, po siru, na amonijak, na octenu kiselinu, miris na salo, na životinju, na vlagu, na staju, na medikamente, na urin.</p>
TEKSTURA U USTIMA	
Poželjno	Nepoželjno
<p>Umjerenjena tvrdoća, odnosno, mehkoća. Umjerenjena sočnost. Umjerenjena masnost. Nježna tekstura.</p>	<p>Prekomjerno mehka, prekomjerno tvrda tekstura. Osjećaj prekomjerne masti u ustima, ljepljivost. Previše žilava tekstura, tjestasta tekstura, fibrozna tekstura uslijed velikog prisustva vezivnog tkiva, šljunkovita teksture.</p>
OKUS	
Poželjno	Nepoželjno
<p>Umjerenjena slanost. Umjerenjena kiselost. Umjeren umami okus.</p>	<p>Prekomjerno slan proizvod, nedovoljno slan proizvod. Prekomjerna kiselost (velika količina mliječne kiseline). Gorak okus. Prekomjeren okus na masno (užeglo). Neugodan okus.</p>
AROMA	
Poželjno	Nepoželjno
<p>Kisela (mliječna kiselina). Aroma na dim. Na crni biber. Na bijeli luk. Pikantna.</p>	<p>Prekomjerno kiselo. Na truhlo, na amonijak, na kožu, na urin, na medikamente, na plijesni, na gljive, na staju, užegla aroma, bez arome.</p>

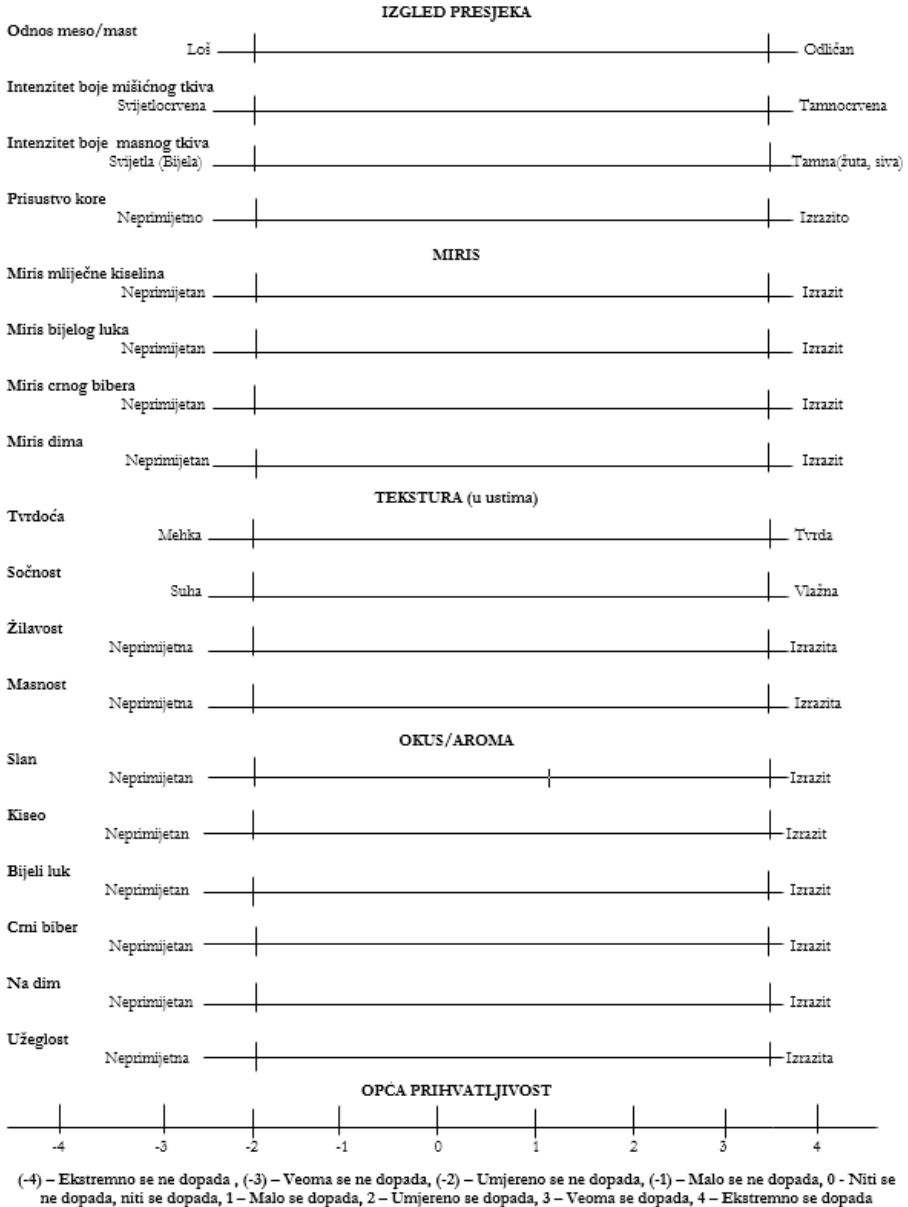
ZAKLJUČAK

Rječnik senzornih atributa za bosanski sudžuk koji je ovim putem razvijen, sadrži širok raspon mogućih senzornih atributa bosanskog sudžuka. Osamnaest glavnih senzornih atributa su atributi po kojima se mogu razlikovati pojedini uzorci bosanskog sudžuka pri senzornom ocjenjivanju. Ocjenjivački listić sa kvantitativno-deskriptivnim testom na nestruktuiranoj skali od 10 cm može se koristiti za mjerenje intenziteta senzornih atributa bosanskog sudžuka, a 9-obodovnom hedonistička skala za mjerenje prihvatljivosti uzoraka bosanskog sudžuka kako u laboratorijskim ispitivanjima senzornog kvaliteta, tako i u proizvođačkim kompanijama koje se bave proizvodnjom bosanskog sudžuka. Predložena lista opisa poželjnih i nepoželjnih svojstava bosanskog sudžuka može poslužiti kao uputstvo pri obuci ocjenjivača o razumijevanju poželjnih i nepoželjnih pojava kod bosanskog sudžuka. Na kraju, treba reći da rezultati ovoga rada mogu poslužiti dopunjavanju važećeg pravilnika u pogledu pisanja zahtjeva za senzornim svojstvima bosanskog sudžuka.

**KVANTITATIVNO-DESKRIPTIVNI TEST S NESTRUKTURANOM SKALOM INTENZITETA (10 cm)
I HEDONISTIČKOM 9 - OBODOVNOM SKALOM PRIHVATLJIVOSTI**

Proizvod: **Bosanski sudžuk** Šifra: _____ Datum: _____ Ocjenjivač: _____

Molimo vas da markiranjem tačke na liniji izrazite svoje mišljenje o slijedećim atributima (svojstvima) proizvoda.



Slika 1. Ocjenjivački listić (Operta, 2011)

Figure 1. Evaluation card (Operta, 2011)

LITERATURA

- Barcenas, P., Pérez-Elortondo, F., Salmerón, J., Albisu, M. (1999): Development of a preliminary sensory lexicon of ewes mil cheeses aided by multivariate statistical procedures. *Journal of Sensory Studies*, 14, 161–179.
- Chambers, E. IV., Baker Wolf, M. (2005): *Sensory Testing Method*. ASTM Internacional.
- Damasio, MH, Costell, E. (1991): Descriptive sensory analysis-Generation of descriptors and selection of judges. *Rev. Agro. Tec. Alim.* 31, 165-78.
- Čengić, F., Smajić, A., Operta, S. (2008): Uticaj sirovinskog sastava i tehnološkog procesa na kvalitet kobasica. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Vol. LIII, 59/1, 177 - 190.
- Fehlhaber, K., Janetschke, P. (1995). *Higiene veterinaria de los alimentos*. Zaragoza, Españá: Ed. Acribia, S.A.
- Gajić, B. (2000): Kontaminiranost suhomesnatih proizvoda supstancama štetnim po zdravlje ljudi. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet Sarajevo.
- ISO, (1994): International Standard 11035. *Senzory analysis-Methodology–Identifikacion and selection of descriptors for establishing sensory profile by a multidimensional approach*. Ref. No. ISO 11035:1994 (E). International Organization for Standardization, Geneve.
- Jones, L. V., Peryam, D. R., Thurstone, L. L. (1955): Development of scale for measuring soldiers' food preferences. *Food Res.* 20, 512 - 520.
- Operta, S. (2005): Proizvodnja i kvalitet bosanskog suđžuka. Magistarski rad. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet. Sarajevo.
- Operta, S., Smajić, A., Ganić, A. (2007): Kvalitet bosanskog suđžuka proizvedenog u industrijskim uslovima. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Vol. LII, 58/1, 239 - 247.
- Operta, S. (2008): Kvalitet bosanskog suđžuka porijeklom iz komunalne klaonice. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Vol. LIII, 59/1 20, 209 - 217.
- Operta, S., Smajić, A., Ganić, A., Karahmet, E. (2008): Tehnologija i kvalitet bosanskog suđžuka porijeklom iz domaćinstva. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, Vol. LII., 58/1, 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, 329–367.
- Pérez-Cacho, PR., Galán-Soldevilla, H., Mahatanattawee, K., Eston, A., Rouseff, R. (2008): Sensory lexicon for fresh squeezed and processed orange juices. *Food Sci. Technol. Int.* 14, 131-142.
- Peryam, D. R., Pilgrim, F. J. (1957): Hedonic Scale Method of Measuring Food Preferences. *Food Technology*. Vol. II No. 9, 9-14.
- Pravilnik o usitnjenom mesu, poluproizvodima i proizvodima od mesa, (2013): Službeni glasnik BiH, broj 82.
- Rodriguez-Lazaro, D., Hernandez-Pérez, M., Capita, R., Alonso-Calleja, C. (2002): Cecina de León: selección y entrenamiento de catadores (II). *Alimentaria*(Junio), 65–72.
- Ruiz Perez-Cacho, M. P., Galan-Soldevilla, H., Leon Crespo, F., Molina Recio, G. (2005): Determination of the sensory attributes of a Spanish dry-cured sausage. *Meat Science* 71, 620-633.

- 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.
- Sinanović, N., Smajić, A., Ganić, A. (2005): Senzorna ocjena suhomesnatih proizvoda na tržištu sarajevskog kantona. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*. Vol. L. No. 55/2005, 177 - 187.
- Stone, H., Sidel, J. L., Oliver, S., Woolsey, A., Singleton, R. C. (1974): Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. *Food Technology*. Vol 28, No. II, Nov. pp. 25 - 3.
- Stone, H., Sidel, J. (1998): Quantitative descriptive analysis: developments, applications and the future. *Food Technology*, 52, 48–52.
- Valentin, D., Chollet, S., Lelievre, M., Abdi, H. (2012): Quick and dirty but still pretty good: a review of new descriptive methods in food science. *International Journal of Food Science and Technology*.
- Tupajić, P. (1991): Tehnologija proizvodnje pršuta i sudžuka od goveđeg mesa. Magistarski rad.

SENSORY ATTRIBUTE DETERMINATION OF THE BOSNIAN SUDŽUK

Summary

The aim of the paper was to develop the terminology of the vocabulary of sensory attributes, to give a description of desirable and undesirable properties and to present a scorecard for Bosnian Sudžuk.

The research used eight representative samples of different brands of Bosnian Sudžuk produced in a traditional way, and four representative samples with defects, which were purchased in market places in the city of Sarajevo. During seven sessions, the commission was discussing, proposing, grouping and eliminating sensory attributes for the Bosnian Sudžuk. At the VIII session, a preliminary dictionary with definitions for 79 descriptors of the sensory attributes of the Bosnian Sudžuk was proposed. At the IX session, the commission chose and proposed 18 main attributes for the Bosnian Sudžuk: for the appearance of the cross-section (meat / fat ratio, color of muscle tissue, color of fat tissue, presence of bark); for smell (lactic acid, garlic, black pepper, smoke); for mouth texture (hardness, juiciness, toughness and fatness) and for taste / flavor (salty, sour, onion, black pepper, smoke and rancid). To measure the intensity of the sensory attributes of the Bosnian Sudžuk, a scorecard with a quantitative-descriptive test on an unstructured 10 cm scale was proposed. The 9-points hedonistic scale was proposed for the measurement of acceptability both in laboratory sensory quality tests and in the production companies involved in the production of a Bosnian Sudžuk. The suggested list of descriptions of the desirable and undesirable characteristics of the Bosnian Sudžuk can be used as a guide for the training of evaluators on understanding the desirable and undesirable attributes of Bosnian Sudžuk. The results of the work can serve to supplement the applicable rules in regard to the requests for the sensory properties of the Bosnian Sudžuk.

Keywords: *Bosnian Sudžuk, dictionary, sensory profile, sensory analysis, vocabulary*

GREEN SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES AND THEIR ANTIMICROBIAL ACTIVITY

Azra Hajdarević¹, Saud Hamidović², Enisa Omanović – Mikličanin²

Original scientific paper

Summary

Two methods for green synthesis of silver nanoparticles are presented in this paper. The synthesis was carried out using the apple and banana extracts. The source of silver in both experiments was the silver nitrate (AgNO_3), while the extract, besides reducing, was used as stabilizing agent as well. The quantitative analysis and determination of maximum absorbance of synthesized nanoparticles were performed spectrophotometrically. To determine the inhibitory effects of silver nanoparticles on certain bacteria type, the test diffusion antibiogram method was used. The method is based on antibiotic diffusion through the nutrient rich agar, previously sieved by the particular bacterial culture, which in this case were *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* and *Escherichia coli*. The results were compared with the standardized antibiotic ratio. Based on the results obtained, the conclusion derived is that nanoparticles synthesized in this way can be used as inhibitory factor for the growth of bacteria and that the success of their application depends on the concentration of the antibiotic used.

Keywords: *apple and banana extract, spectrophotometry, Staphylococcus aureus, Enterococcus, Escherichia coli, test diffusion method.*

INTRODUCTION

Nanotechnology is science dealing with the processes that occur at a molecular level and nano length size (Bhatia, 2016). The fundamental component of nanotechnology is the nanoparticle. It is usually between 1 and 100 nanometers in size and made up of carbon, metal, metal oxide or organic matter (Hasan, 2015). The main methods for nanoparticles production involve chemical and physical approaches. Those are, however, often costly and very harmful to the environment. The possibility of metal nanoparticle synthesis using plant extracts has been actively pursued in recent years as an efficient, inexpensive, and environmentally safe method. This process involves bioreduction of natural biomolecules and metal salts during the nanoparticle synthesis (Makarov *et al.*, 2014). The development of biologically-inspired experimental

¹ International Burch University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Genetics and Bioengineering, Francuske revolucije bb, 71 000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

² Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo, Zmaja od Bosne 8, 71 000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

processes for the syntheses of nanoparticles is evolving into an important branch of nanotechnology (Shakeel *et al.*, 2015).

A vast development in the instrumentation has led to an improved nanoparticle characterisation and subsequent application. Nanoparticles are now used in all spheres of human life, from cooking vessel, electronics to renewable energy and aerospace industry. Nanotechnology is the key for a clean and sustainable future (Ealias and Saravanakumar, 2017).

Silver nanoparticles (AgNPs) represent one of the most vital nanomaterial types among several of them involved in biomedical applications, focusing on potential applications in cancer diagnosis and therapy (Xi-Feng *et al.*, 2016). Among several methods for AgNPs synthesis, biological methods have the advantage of being simple, rapid, non-toxic and dependable. In addition, these possess green approaches that can produce well-defined size and morphology under optimized conditions (Xi-Feng *et al.*, 2016). The aim of this work was to synthesize and characterize silver nanoparticles using banana and apple extracts.

MATERIALS AND METHODS

Chemicals and Reagents

Chemicals used for green synthesis were: Silver nitrate (AgNO₃), Sigma Aldrich, Acetone, Sigma Aldrich, Ethanol (Sigma Aldrich).

Preparation of Apple Extract

100 g of apples were cut into small pieces and thoroughly washed by tap water. Meanwhile, 200 mL of deionized water was heated at 80°C for 90 minutes. In the following step, the deionized water was mixed with the prepared apples and left at the room temperature for 1 hour. The extract was filtered using a filter paper and the filtrate was used as a reducing agent for the preparation of silver nanoparticles.

In order to synthesize silver nanoparticles, 10 ml of the obtained filtrate was mixed with 90 mL 1.0 M AgNO₃. The next step was to transfer this mixture into the water bath at a temperature of 80°C.

Preparation of Banana Extract

100 g of banana peels were mixed with 100 ml of the distilled water. The mixture was heated at 90 °C for 30 minutes. After that, the mixture was filtrated using a cheese – cloth and the obtained filtrate, used as a reducing agent for nanoparticles' synthesis, was mixed with the equal amount of the acetone. The following step was the centrifugation at 1000 rpm for 5 minutes.

The synthesis of silver nanoparticles was carried out using 1 ml of banana peel extract and 50 ml of 1mM AgNO₃. It was afterwards incubated in the water bath at 80°C as well.

UV – Vis Spectrophotometry

UV – Vis absorption spectra of the synthesized nanoparticles were followed using a UV / Vis spectrophotometer in the range of 200 – 800 nm. Deionized water was used to adjust the baseline. The sample from suspension was measured in the plastic cuvette (path length 1 cm) periodically – at the intervals of 5, 10, 15 and 20 minutes respectively.

Antimicrobial Activity

By using the sterile swabs, 4 – 5 colonies were picked up from the clean bacterial broth. The next step was preparing the suspension consisted of the bacterial culture that should be investigated (in our case those were: *Escherichia coli*, *Enterococcus* and *Staphylococcus aureus*). The bacterial suspension was approximately equally distributed across the whole agar area (which in this experiment was Mueller – Hinton nutrient agar) in order to obtain the confluent growth. That uniform layer of bacteria could be achieved by rotating the plate while continuing swabbing. After that, by using forceps, 6 discs were put approximately 15 – 24 cm apart from each other, and the dishes were then incubated 18 hours at 37°C (the period of incubation was estimated to vary in the interval of 16 – 24 hours).

RESULTS AND DISCUSSION

Based on the obtained results, both-, apple and banana extracts are suitable for nanoparticles' synthesis. It is proved by the colour of starting suspension (Fig. 1 and 2) that has changed dramatically from yellow to dark, indicating the presence of silver nanoparticles.



Figure 1. Change in colour indicates the presence of silver nanoparticles, hereby using the apple extract. (Personal source)



Figure 2. Synthesized nanoparticles using the extract of banana. (Personal source).

One of the main goals of this project was to investigate the potential impact on the bacterial broth using disc diffusion method. The results obtained with this method were compared with the standardized values of two antibiotics: Imipenem and Ciprofloxacin for bacteria *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* and *Escherichia coli*. The growth of inhibition diameter for these bacteria is presented in Tables 1-3.

Table 1. Growth inhibition diameter for *Staphylococcus aureus*

Zone of growth inhibition			
<i>Staphylococcus aureus</i>	S	I	R
Imipenem	≥ 16	14 – 15	≤ 13
Ciprofloxacin	≥ 21	16 – 20	≤ 15

Table 2. Growth inhibition diameter for *Enterococcus*

Zone of growth inhibition			
<i>Enterococcus</i>	S	I	R
Imipenem	≥ 21	-	< 18
Ciprofloxacin	≥ 15	-	≤ 15

Table 3. Growth inhibition diameter for *Escherichia coli*

Zone of growth inhibition			
<i>Escherichia coli</i>	S	I	R
Imipenem	≥ 16	14 – 15	≤ 13
Ciprofloxacin	≥ 21	16 – 20	≤ 15

In these Tables, **S category** – states for sensitive which means that there is a great possibility that growth of particular group of microorganisms will be inhibited. The treatment with antibiotics might be very successful.

Further, **I category** – is abbreviation for intermediate sensitive. It means that there is also possibility of successful inhibition of microorganisms' growth, but that possibility is less when compared with the S category. Treatment is expected to show results only if maximum concentrations of antibiotics are prescribed.

Finally, **R category** – encompasses resistant microorganism groups. Those show no sensitivity and usage of antibiotics, regardless the dose, would probably be unsuccessful.

The inhibition zone diameters for the same bacteria in the presence of apple and banana extracts synthesized AgNPs are presented in Tables 4 – 9.

Table 4. Inhibition zone diameter for *Staphylococcus aureus* of the apple – synthesized Ag nanoparticles

Diameter of the inhibition zone	Measurements
Disc 1	17
Disc 2	13
Disc 3	18
Disc 4	13
Disc 5	15
Disc 6	18
Total	94
Average value	15.67 \approx 16 mm

Table 5. Inhibition zone diameter for *Enterococcus* of the apple – synthesized Ag nanoparticles.

Diameter of the inhibition zone	Measurements
Disc 1	17
Disc 2	18
Disc 3	15
Disc 4	21
Disc 5	18
Disc 6	17
Total	106
Average value	17.67 \approx 18 mm

Table 6. Inhibition zone diameter for *Escherichia coli* of apple – synthesized Ag nanoparticles

Diameter of the inhibition zone	Measurements
Disc 1	15
Disc 2	17
Disc 3	20
Disc 4	14
Disc 5	14
Disc 6	16
Total	96
Average value	16 mm

Table 7. Inhibition zone for *Staphylococcus aureus* of banana – synthesized Ag nanoparticles

Diameter of the inhibition zone	Measurements
Disc 1	9
Disc 2	9
Disc 3	8
Disc 4	7
Disc 5	9
Disc 6	10
Total	52
Average value	8.67 \approx 9 mm

Table 8. Inhibition zone diameter for *Enterococcus* of banana – synthesized Ag nanoparticles

Diameter of the inhibition zone	Measurements
Disc 1	9
Disc 2	13
Disc 3	10
Disc 4	9
Disc 5	8
Disc 6	10
Total	59
Average value	9.83 \approx 10 mm

Table 9. Inhibition growth diameter for *Escherichia coli* of banana – synthesized Ag nanoparticles

Diameter of the inhibition zone	Measurements
Disc 1	11
Disc 2	16
Disc 3	16
Disc 4	14
Disc 5	14
Disc 6	15
Total	86
Average value	14.34 \approx 14 mm

Based on the results shown above, apple – synthesized nanoparticles show either partial or complete resistance to sieved bacterial cultures, indicating the ability of inhibiting their growth and proliferation. Banana – synthesized AgNPs, on the other hand, show resistance to the antibiotics Imipenem and Ciprofloxacin. It means that nanoparticles synthesized and obtained in this way could not be used in the treatment of disease which requires Imipenem or Ciprofloxacin as a treatment method, because even in the case of maximum concentration usage, the growth and proliferation of the microbes would not be inhibited.

CONCLUSION

AgNPs formation, indicated by clearly changed color from faint light to dark brown, confirmed the reaction which took place between apple and banana extract and AgNO₃. Ag NPs have been appropriately characterized using UV – vis spectroscopy. The UV-vis spectra record implied that most rapid bioreduction was achieved using apple extract. This was denoted by broadening of the peak which is indicator of polydispersed large nanoparticles.

Silver nanoparticles (AgNPs) were successfully obtained from bioreduction of silver nitrate solutions using apple and banana extracts. Based on different properties these plant species own, AgNPs obtained from them also varied in size, slightly in color and sensitivity to particular bacteria species.

The antimicrobial property of AgNPs were investigated by growing *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* and *Escherichia coli* colonies on Mueller – Hinton nutrient agar plates supplemented with AgNPs. Results obtained in the studies support the antibacterial potential AgNPs synthesized in green manner have, and it was proved by comparison with standardized antibiotic zones.

The antibiogram method revealed that green – synthesized nanoparticles, using particularly apple and banana extract are efficient enough to inhibit the growth of certain bacteria types. The inhibition, however, can vary, so the complete success would largely depend on the dose of antibiotic required.

Silver nanoparticles (AgNPs) were successfully obtained from bioreduction of silver nitrate solutions using apple and banana extracts. Since these plant species have different properties, AgNPs obtained from them also varied in size, slightly in color and sensitivity to particular bacteria species.

Ag NPs characterization was carried out using UV – vis spectroscopy.

The antibiogram method revealed that green – synthesized nanoparticles, using particularly apple and banana extract are efficient enough to inhibit the growth of certain bacteria types. The inhibition, however, can vary, so the complete success would largely depend on the dose of antibiotic required.

Taking into consideration the stable nature and antimicrobial property the synthesized Ag NPs have shown, the conclusion made is that AgNPs may be well utilized in various industries and medical purposes. It, however, requires more detailed research taking into account cellular and molecular activities as well.

REFERENCES

- Bhatia, S. (2016): Nanoparticles Types, Classification, Characterization, Fabrication Methods and Drug Delivery Applications. Natural Polymer Drug Delivery Systems, pp 33-93, Springer.
- Ealias, A.M., Saravanakumar, M. P. (2017): A review on the classification, characterisation, synthesis of nanoparticles and their application. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, pp 1-2, IOP Publishing Ltd.
- Hasan, S. (2015): A Review on Nanoparticles: Their Synthesis and Types. Research Journal of Recent Sciences, 9 – 11.
- Makarov, V.V., A. J. Love, O.V. Sinitsyna, S. S. Makarova, I. V. Yaminsky, M. E. Taliansky, N. O. Kalinina (2014): "Green" Nanotechnologies: Synthesis of Metal Nanoparticles Using Plants. Acta Naturae , 35-44.
- Shakeel, A., Mudasir, A., Swami, B. L., Ikram, S. (2015): A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: A green expertise. Journal of Advanced Research , 18.
- Xi-Feng Zhang, Z.-G. Liu, W. Shen, S. Gurunathan (2016): Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization, Properties, Applications and Therapeutic Approaches. International Journal of Molecular Sciences.

ZELENA SINTEZA SREBRNIH NANOČESTICA I NJIHOVA ANTIMIKROBNA AKTIVNOST

Rezime

U ovom radu su predstavljene dvije metode za zelenu sintezu srebrnih nanočestica. Sinteze su urađene sa ekstraktima banane i jabuke. U oba eksperimenta je korišten srebro nitrat (AgNO_3) kao izvor srebrnih nanočestica a ekstrakt je osim kao redukujuće sredstvo bio korišten i za stabilizaciju dobivenih nanočestica. Kvantitativna analiza i određivanje maksimuma apsorpcije sintetiziranih nanočestica je urađeno spektrofotometrijskom metodom. Metod difuzijskog antibiograma je korišten za određivanje inhibitornog efekta srebrnih nanočestica na određenim tipovima bakterija. Ovaj metod je zasnovan na antibiotskoj difuziji kroz agar sa nutrijentima na koji su zasijane bakterijske kulture: *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* and *Escherichia coli*. Rezultati su upoređeni sa standardnim antibiotskim odnosom. Na osnovu dobijenih rezultata, zaključeno je da se nanočestice dobijene sa obje metode mogu koristiti kao inhibitori rasta bakterija i da uspjeh njihove aplikacije zavisi od koncentracije korištenog antibiotika.

Ključne riječi: *ekstrakt jabuke i banana, spektrofotometrija, Staphylococcus aureus, Enterococcus, Escherichia coli, testna difuzijska metoda.*

Indeks autora / Authors' index

A

Ahmetagić Jasmina	83
Ahmetović Almin	18
Ašimović Melisa	148
Ašimović Zilha	92*

B

Bašić Fejzo	25*
Bećirović Emir	60*
Borovac Berina	83

C

Čengić Lejla	92
Čustović Hamid	35

D

Dizdarević Tarik	107, 123
Durmić Velida	99*
Đikić Mirha	9, 25
Đug Samir	99
Džokić Predrag	107

G

Gadžo Drena	25
Ganić Amir	139
Gaši Fuad	9, 18
Gavrić Teofil	25
Grahić Jasmin	9*, 18*

H

Hadžimusić Nejra	72
Hajdarević Azra	183*
Hamidović Saud	148, 183
Hodžić Aida	72
Hrković-Porobija Amina	72*
Huseinbegović Neira	92

K

Karahmet Enver	139*, 148*
Karić Lutvija	18
Kavazović Aida	72
Kovo Kemal	9
Kurtović Mirsad	9, 18

L

Lazarević Boris	9, 18
Ljuša Melisa	35*

M

Milinković Miljana	83
Muhamedagić Samir	83
Muminović Ševal	92
Muratović Edina	99

O

Ohran Husein	72
Okić Arnela	9, 18
Omanović-Miklićanin Enisa	183
Operta Sabina	155*, 168*

R

Rizvanović Edin	123*
Rustempašić Alma	72

S

Salkić Senita	139, 148
Sarić Zlatan	107, 123
Softić Almira	72
Šatrović Edin	139
Šimon Silvio	9, 18

T

Topalović Melina	139
Toroman Almir	139, 148
Trakić Sabina	99
Trešnjo Amer	107*
Trožić-Borovac Sadbera	83*

V

Velić Lejla	72
-------------	----

Z

Zgajnar Jaka	60
Žilić Smail	123

IN MEMORIAM

Prof. dr. Elvedin Hanić (1942-2018)



Prof. dr. Elvedin Hanić je rođen 4. aprila 1942. godine u Crnićima, opština Stolac. Osnovnu školu završio je u rodnom mjestu, a srednju poljoprivrednu školu u Čapljini. Nakon završene srednje škole zapošljava se u Zemljoradničkoj zadruzi u Crnićima, gdje ostaje do 1962. godine. Iste godine upisuje Prirodno-matematički fakultet (grupa Biologija i Hemija) na kojem je diplomirao 1966. godine sa srednjom ocjenom studija 8,9. Paralelno sa studijem na Prirodno-matematičkom fakultetu, 1964. godine vanredno upisuje studij Više poljoprivredne škole u Mostaru, kojeg završava 1968. godine sa srednjom (prosječnom) ocjenom studija 9,0.

Pripravnički staž realizira 1969. godine u HEPOK-u, pogon „Cvijeće“. Nakon toga prelazi u Istraživačko-razvojni institut „IRI“, gdje iste godine biva izabran u zvanje naučnog saradnika, a 1984. godine u zvanje višeg naučnog saradnika.

Na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Sarajevu pohađao je 1972. i 1973. godine postdiplomsku nastavu iz oblasti „Plodnost i melioracije tla“, a magistarski rad pod naslovom „Karakteristike i uticaj treseta i stajnjaka na agrohemijske osobine zemljišta u stakleniku“, uspješno je odbranio decembra 1974. godine.

Doktorsku disertaciju pod naslovom „Karakteristike vodno-hranidbenog režima u antropogenim tlima staklenika“, odbranio je na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Sarajevu, 29. 12. 1983. godine.

Od 1996. zaposlenik je Univerziteta „Džemal Bijedić“ u Mostaru, gdje osniva i organizira Studij za mediteranske kulture i tu ostaje u radnom odnosu sve do odlaska u mirovinu.

1. 11. 1997. godine na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Sarajevu biva izabran u zvanje docenta na predmetu Fiziologija bilja, a na istoj instituciji 1.12.2003. godine prelazi u zvanje vanrednog profesora.

Prof. dr. Elvedin Hanić je govorio francuski i engleski jezik, ali se odlično služio i ruskim.

Početak agresije na suverenu Bosnu i Hercegovinu zatekao je prof. dr. Elvedina Hanića u Mostaru. U periodu od 1992. do početka 1993. nalazio se na radnoj obavezi Instituta „IRI“, Mostar. U maju 1993. godine sa brojnom bošnjačkom inteligencijom (12 doktora nauka) biva odveden u koncentracioni logor Heliodrom (Rodoč kod Mostara) gdje je bio zatočen sve do 3.7.1993. godine, kada se na inicijativu UNHCR-a zbog posljedica fizičkog zlostavljanja otpušta radi liječenja. U

tom periodu kao univerzitetski nastavnik dobiva zaštitu UNHCR-a i biva prebačen u Hrvatsku. U 1994. godini, na zahtjev Ambasade BiH u Zagrebu, uključuje se u formiranje i rad srednjih škola za izbjeglice. Kao profesor biologije dobio je radnu obavezu u školi za izbjeglice u Splitu, gdje se zadržao do aprila 1996. godine. Tada se vraća u Mostar i uključuje u izradu projekata vezanih uz osiguravanje ishrane stanovništva, a koje je finansirao Visoki Saudijski komitet za pomoć BiH.

Posebno je bitno napomenuti da je prof. dr. Elvedin Hanić, za izuzetne aktivnosti, veoma plodan naučno-istraživački rad, te vrlo uspješnu primjenu naučnih rezultata u poljoprivrednoj praksi, odlikovan medaljom Francuske agencije „Agency Cooperative technique research“, 1981. godine.

U povodu 100-te godišnjice organizovane proizvodnje grožđa i vina u Hercegovini, odlikovan je specijalnim priznanjem SOUR-a APRO-Hercegovina, 1985. godine.

Za doprinos afirmaciji Univerziteta „Džemal Bijedić“ u Mostaru, dobiva Odlikovanje Grada Mostara 11. 2. 2002. godine.

U njegovoj bogatoj profesionalnoj karijeri može se navesti i podatak da je prof. dr. Elvedin Hanić do izbijanja rata u Bosni i Hercegovini obavljao i dužnost predstavnika bivše Jugoslavije u Međunarodnom društvu za uzgoj kultura na vještačkim supstratima (*Inernational Society Soils Culture*), čije je sjedište u Wageningenu (Holandija).

U toku višegodišnjeg rada prof. dr. Elvedin Hanić je u više navrata boravio na brojnim i afirmiranim institucijama širom Evrope koje se bave problemima fiziologije i ishrane bilja (u Francuskoj na više različitih instituta i fakulteta u različitim intervalima, u Belgiji, Holandiji-najčešće u Wageningenu, Španiji, Danskoj, Libiji, Austriji i Njemačkoj).

Radio je na više različitih međunarodnih (Libija, Tunis, Slovenija, Rusija, Španija i dr.) i domaćih projekata kao saradnik ili rukovodilac.

Naučno-stručni opus prof. dr. Elvedina Hanića je najvećim dijelom vezan za fiziologiju i ishranu biljaka (stakleničko-plasteničku i voćarsko-vinogradsku gnojidbu). Ono što posebno valja istaknuti je da su njegovi naučni i stručni radovi davali i daju šansu da se na vrlo malim prostorima (plastenika i staklenika) organizira i projektira povrtlarska proizvodnja, te proizvodnja jagodičastog voća i cvijeća uz mogućnost ostvarenja maksimalnih prinosa. Ako se navedenome doda činjenica da je u uslovima hercegovačkog područja moguće ostvariti i 3 berbe godišnje, onda se može sa sigurnošću reći da je prof. dr. Elvedin Hanić uspio pretočiti fundamentalnu spoznaju u praktičnu primjenu, što je rijetkima uspjelo. Kao dokaz prethodnom je udžbenik, koji je ove dvije stvari pretočio u jedno (Značaj supstrata, kontejnera i hormona u rasadničkoj proizvodnji). Svoj naporan istraživački rad tokom života pretočio je u 65 publikovanih naučnih radova, četiri monografije, knjige, te oko 40 studija, elaborata, naučnih projekata, inovacija, patenata i ekspertiza. Prof. dr. Elvedin Hanić je bio mentor, te član brojnih komisija za odbranu doktorskih disertacija, magistarskih i završnih radova, kako na Agromediterranskom fakultetu Univerziteta

„Džemal Bijedić“ u Mostaru, tako i na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu Univerziteta u Sarajevu.

Na kraju svega napisanog mi preostaje čast i zadovoljstvo da se prof. Haniću zahvalim na svom znanju, trudu i naporu kojeg je sa puno ljubavi i entuzijazma prenosio na sve generacije studenata, stručnjake i poljoprivredne radnike koje su imali prilike slušati njegova izlaganja.

Prof. dr. Ševal Muminović

IN MEMORIAM

Prof. dr. Šemsa Pobrić (1923-2018)



Društveno-političke prilike minulog stoljeća bosanskohercegovačkom čovjeku nisu bile naklonjene. Bosansko-hercegovački građani i narodi borili su se za očuvanje domovine i njenog višestoljetnog nacionalnog i vjerskog diverziteta. Bosna i Hercegovina je kroz historiju rađala i odgajala osobe koje su njen višenacionalni i vjerski sklad znale štititi i razvijati. Prof. dr. Šemsa Pobrić-Galijašević rođena 1923. godine u Tešnju nosila je sa sobom navedeni karakter iz sredine koja je njegovala i razvijala bosanskohercegovački identitet, bez obzira kroz koje je društveno-političke prilike prolazila.

Njezino djetinjstvo i rana mladost razvijalo se u njegovanju i zaštiti Bosanskohercegovačke realnosti.

U II svjetskom ratu potvrdila je svoju odanost Bosni i Hercegovini. U tim teškim i burnim danima čovječanstva profesorica Šemsa Pobrić-Galijašević ispisala je temeljne stranice svoje biografije.

Nosilac je partizanske spomenice 1941. godine, odlikovana je ordenom zasluga za narod sa srebrenim vjencem. Po okončanju ljudskih patnji i žrtava II svjetskog rata, prof. dr. Šemsa Pobrić-Galijašević će poratne godine obnove razorenog B-H društva posvetiti bosanskohercegovačkoj ženi (majci, supruzi, uposlenici...). To ju je motivisalo da se uključi u osnivanje sreskog odbora AFŽ-a Tešnja, koji je formiran 23.3.1945. godine i da bude njen prvi sekretar.

Osamdest tri godine, skoro pa jedno stoljeće radiće na zaštiti žena i djevojčica od nasilja. Uz poratni volonterski angažman prof. Šemsa je 1955. godine diplomirala, a doktorirala 1964. godine iz oblasti Ishrane domaćih životinja na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. Na Fakultetu je radila od 1956. godine i svoj univezitetsko-obrazovno-istraživački rad službeno okončala 1977. godine, u zvanju redovnog profesora na predmetu Ishrana domaćih životinja. Za značajan prilog obrazovno-istraživačkom radu nagrađena je 27. julskom nagradom za kolektivni rad.

Uprkos velikom iskustvu u radu akademske zajednice Univerziteta u Sarajevu prof. dr. Šemsa Pobrić Galijašević u 55-oj godini života odlazi u zasluženu penziju i posvećuje se privatnom životu.

Dug, radom i pozitivnom energijom ispunjen život, prof. dr. Šemsa Pobrić-Galijašević okončala je u 95. godini život u Sarajevu, a pokopana je u svom rodnom Tešnju. Neka joj je lahka bosanska zemlja.

Prof. dr. Salko Muratović

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, 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

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 (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.

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

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 (see the "Publishing activity" menu).

Editorial Board