

UDK 63/66 (058)0808.1/2

BH ISSN 2744-1792

RADOVI

**POLJOPRIVREDNO-PREHRAMBENOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U SARAJEVU**



WORKS

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

**Godina
Volume**

LXVI

**Broj
No.**

71/2

Sarajevo, 2021.

UREDNIČKI ODBOR - Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta
Univerziteta u Sarajevu

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

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

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

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

Računarska obrada - *Computer processing:*
Arzija Jusić

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

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

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

Izdavač - *Publisher:*

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

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

SADRŽAJ / CONTENT

	Stranica Page
Jasmin Grahić, Silvio Šimon, Arnela Okić, Almira Konjić, Fuad Gaši.....	9
Genetička varijabilnost populacija tatarske heljde (<i>Fagopyrum tartaricum</i> (L.) Gaertn.) na području Bosne i Hercegovine <i>Genetic variability of tatar buckwheat populations (Fagopyrum tartaricum (L.) Gaertn.) present in Bosnia and Herzegovina</i>	
Meliha Bajrić, Fuad Gaši, Arnela Okić, Mirza Hadžidedić, Almira Konjić, Jasmin Grahić.....	20
Genetic diversity of the common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) landraces from Bosnia and Herzegovina assessed using microsatellite markers <i>Ispitivanje genetičkog diverziteta lokalnih kultivara običnog graha (Phaseolus vulgaris L.) sa područja Bosne i Hercegovine upotrebom mikrosatelitnih markera</i>	
Admira Halilović, Lutvija Karić, Čerima Zahirović, Dragan Žnidarčić, Fikreta Behmen, Senad Murtić, Elma Sefo.....	30
Morphological characteristics and yield of cucumber depending on grafting <i>Morfološke osobine i prinos krastavca u zavisnosti od kalemljenja</i>	
Muamer Bezdrob, Armin Jamaković, Saud Hamidović, Teofil Gavrić, Aleksandar Simić, Nermin Rakita.....	37
Effect of application of different amounts of nitrogen and stages of plant development at cutting on yield and forage value of grasslands <i>Efekat primjene različitih doza azota i faze razvoja biljaka pri kosidbi na prinos i krmnu vrijednost travnjaka</i>	
Fikreta Behmen	45
Uticaj sorte i razgranjenja na dinamiku rasta i kvalitet sadnica jabuke <i>Influence of variety and branching on growth dynamics and quality of apple seedlings</i>	

Dragutin Kamenjak, Dejan Marenčić, Kristina Svržnjak, Tomislava Peremin Volf, Iva Šikač, Nikola Čižmak.....	64
Vrednovanje uroda i kakvoće mošta sorte Klešćec bijeli na različitim mikrolokacijama <i>Evaluation of yield and quality of must of Klešćec white variety at different microlocations</i>	
Nermin Rakita, Zuhdija Omerović, Lutvija Karić, Sabrija Čadro, Muamer Bezdob, Saud Hamidović	73
Primjena različitih koncentracija uree u zaštiti staklenika i plastenika od snijega <i>Application of different urea concentrations in protection of greenhouses and polytunnels from snow</i>	
Ivan Ostojić, Mladen Zovko, Dragan Jurković	84
Crvena palmina pipa, <i>Rhynchophorus ferrugineus</i> (Olivier, 1970) – stanje u Hercegovini dvije godine nakon prvog nalaza <i>Red palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus (Olivier, 1970) - current situation in Herzegovina two years after the first finding</i>	
Fejzo Bašić, Mirha Dikić.....	91
Biološka kontrola korova pomoću fitofagnih insekata <i>Biological control of weeds using phytophagous insects</i>	
Renata Bešta-Gajević, Anesa Jerković-Mujkić, Amina Ahmetović, Belma Žujo, Selma Pilić.....	105
Prenošenje virusa mozaika krastavca (cucumber mosaic virus) sjemenom rosopasa (<i>Chelidonium majus</i> L.) <i>Transmission of cucumber mosaic virus by greater celandine (Chelidonium majus L.) seeds</i>	
Kemal Kovo, Jasmin Grahić, Osman Mujezinović, Arnela Okić.....	114
Monitoring pojave i razvoja gljivičnih oboljenja na hibridima paradajza pri uzgoju u zaštićenom prostoru <i>Monitoring of the occurrence and development of fungal diseases on tomato hybrids in greenhouses</i>	
Mahir Gajević, Samir Đug, Aldijana Mušović, Azemina Hasić, Maja Matović, Elma Crnovršanin, Renata Bešta-Gajević.....	125
Analiza strukture zajednica bakterija i makroinvertebrata u odnosu na fizičko-hemijske parametre vode u tri rijeke na području Bosne i Hercegovine	

Bacterial and macroinvertebrate community structure in relation to physicochemical parameters of water in three rivers in Bosnia and Herzegovina

Ermana Lagumdžija	135
Prilog poznavanju vaskularne flore sjeverne Bosne <i>Contribution to the knowledge of the vascular flora of Northern Bosnia</i>	
Mersiha Alkić-Subašić, Svijetlana Sakić-Dizdarević, Tarik Dizdarević, Sabina Operta, Jasmina Tahmaz, Nermina Đulančić	156
Istraživanje proteolitičke i lipolitičke aktivnosti bakterija mliječne kiseline izoliranih iz autohtonog <i>travničkog/vlašičkog</i> sira <i>Investigation of proteolytic and lipolytic activities of lactic acid bacteria isolated from autochthonous travnički/vlašički cheese</i>	
Lejla Biber	163
Senzorna svojstva cvjetnog meda na području Bosne i Hercegovine <i>Sensory properties of flower honey in Bosnia and Herzegovina</i>	
Vedad Falan, Hamid Bogučanin	176
Analiza poslovanja farmi u Bosni i Hercegovini prema metodologiji mreže računovodstvenih podataka farmi (FADN) <i>Farm analysis in Bosnia and Herzegovina using farm accountancy data network (FADN)</i>	
Vedad Falan, Alen Mujčinović, Merima Makaš, Alma Rustempašić, Alejna Krilić	193
Ekonomska evaluacija proizvodnje jaja: studij slučaja u Bosni i Hercegovini <i>Economic evaluation of egg production: a case study in Bosnia and Herzegovina</i>	
Indeks autora / Authors' index	205
Uputstvo za objavljivanje radova	208
Instructions for publishing papers	211

GENETIČKA VARIJABILNOST POPULACIJA TATARSKE HELJDE (*FAGOPYRUM TARTARICUM* (L.) GAERTN.) NA PODRUČJU BOSNE I HERCEGOVINE

Jasmin Grahić¹, Silvio Šimon², Arnela Okić¹, Almira Konjić¹, Fuad Gaši¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Cilj ovog rada bio je ispitati genetičku varijabilnost populacije tatarske heljde (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) sa područja Bosne i Hercegovine (BiH). Molekularna ispitivanja su provedena na ukupno 25 uzoraka, odnosno na po 5 uzoraka iz pet populacija tatarske heljde. Prikupljeni biljni materijal je prvobitno liofiliziran, a potom je podvrgnut postupku ekstrakcije DNK primjenom peqGOLD plant DNA pribora hemikalija (marka, država). Uspješna amplifikacija DNK je ostvarena kod sedam od ukupno 10 korištenih oligonukleotidnih početnica (prajmera). Rezultati istraživanja su pokazali da su svi analizirani lokusi polimorfni, te su dokazane značajne genetičke razlike između populacija tatarske heljde iz različitih proizvodnih regija ove poljoprivredne vrste na području BiH.

Ključne riječi: *tatarska heljda, mikrosatelitni markeri, genetički odnosi, analiza molekularne varijanse, analiza genetičke strukture*

UVOD

Taksonomski, heljda spada u red *Polygonales*, porodicu *Polygonaceae*, potporodicu *Polygonoideae*, te rod *Fagopyrum*. Rod *Fagopyrum* obuhvata 16 vrsta, koje su na temelju svoje morfologije klasificirane u dvije grupe; *urophyllum*, sa 14 vrsta, i *cymosum* grupu, koja obuhvata 4 vrste. Prema posljednjoj filogenetičkoj analizi provedenoj i objavljenoj od strane Ohsako *et al.* (2001), dodijeljene i dvije genetski udaljenije vrste, *Fagopyrum megacarpum* i *Persicaria hydropiper*. Najznačajnije vrste roda *Fagopyrum* su iz *urophyllum* grupe, obična heljda (*Fagopyrum esculentum* Moench.), koja je stranooplodna, i tatarska heljda (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) koja je uglavnom samooplodna. Zbog pomenute osobine, tatarska heljda ima nisku prirodnu stopu hibridizacije (Li *et al.*, 2007).

U periodu od 2005. do 2014. godine, izvršena je inventarizacija lokalno korištenih populacija heljde sa ciljem očuvanja domaće germplazme ove poljoprivredne vrste i njenog održivog iskorištavanja. Pomenuti naponi su rezultirali uspostavljanjem prve *ex-situ* kolekcije lokalnih populacija heljde, i to u sklopu Gen banke

¹ Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet

² Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske, Uprava za stručnu podršku razvoju poljoprivrede
Korespondencija: j.grahic@ppf.unsa.ba

Poljoprivprehrambenog fakulteta u Sarajevu. Pored periodične regeneracije sjemenskog materijala nad primkama obične i tatarske heljde provedena su i mnoga istraživanja u cilju njihove evaluacije, od ispitivanje utjecaja vremena sjetve na prinos zrna (Gadžo *et al.*, 2008), utjecaja organo-mineralnog đubriva na komponente prinosa obične i tatarske heljde (Grahić *et al.*, 2016a; Gavrić i Gadžo, 2011), do analiziranja agronomске prakse proizvođača heljde na području Bosne i Hercegovine (BiH) (Grahić *et al.*, 2016b). Međutim, kada je u pitanju molekularno-genetička karakterizacija heljde sa područja BiH, do sada su objavljena samo dva rada u kojima su analizirane isključivo primke obične heljde (Grahić *et al.*, 2018; Grahić *et al.*, 2017).

Kako bi se dobio bolji uvid u karakteristike kolekcije sjemena primki tatarske heljde, neophodno je bilo ispitati genetičku varijabilnost populacija tatarske heljde na području BiH.

MATERIJAL I METODE RADA

Pet uzoraka tatarske heljde, koji su analizirani u ovom radu, sakupljeni su iz različitih regija u BiH (Travnik, Breza, Ustikolina, Bosanska Krupa i Doboj). Uzorkovanje je provedeno na po pet biljaka iz svake populacije (ukupno 25 uzoraka). Pojedinačni uzorak predstavljao je količinu od četiri mlada, neoštećena lista, uzetih sa jedne biljke. Hladno sušenje lisnog tkiva (liofilizacija) obavljeno je u uvjetima podpritiska, upotrebom liofilizatora (Christ, model Alpha 1-2 LDplus). Navedena metoda sušenja biljnog materijala je korištena iz razloga što sprječava degradaciju DNK molekule. Osušeni uzorci heljde su vakumirani u aluminijskim vrećicama i čuvani na -80 °C do izolacije DNK. Ekstrakcija DNK iz biljnog tkiva provedena je primjenom peqGOLD plant DNA kit-a (Peqlab Biotechnology, Njemačka), pri čemu se u potpunosti slijedio protokol proizvođača.

Za amplifikaciju DNK korišteno je 10 mikrosatelitnih prajmera, objavljenih od strane Iwata *et al.* (2005), Ma *et al.* (2009) i Kishore *et al.* (2012) (Tabela 1). Protokol amplifikacije identičan je onome korištenom od Grahić *et al.* (2017) na običnoj heljdi. PCR reakcije umnožavanja mikrosatelitnih sekvenci provedene su u Veriti TM Thermal Cycleru (Applied Biosystems, Foster City, California, USA). Za analizu PCR produkta korišten je ABI 3130 Genetic Analyzer sa četiri kapilare. Produkt je razrijeđen sa ddH₂O u odnosu 1:50, te dodan u smjesu od 8,75 µl HiDi i 0,25 µl Genescan 500 LIZ size standarda. Nakon centrifugiranja uzorci su denaturirani u Thermocycler-u. Podaci su analizirani upotrebom softverskog paketa GeneMapper 4.0.

Tabela 1. Nazivi i sekvence lokusa koji su analizirane tokom istraživanja
Table 1. Microsatellite markers used in this study

Naziv	Sekvenca
GB-FE-043	F: TGTAACGACGGCCAGTTTCAGCACCTGGATGGAC R: TGTCCCAATGTGAAAGG
GB-FE-191	F: TGTAACGACGGCCAGTAATCAATGACCAGCACGC R: CTGATGGAGGATGCCAAA
Fem1303	F: TGTAACGACGGCCAGTAGGAGACGGGAGAGAAGCAG R: GGATGTTTGGGTGATTTTCAG
Fem1840	F: TGTAACGACGGCCAGTACGACGAAGACAAATGAGGA R: ATATGGACGGCCTGGATTAT
Fes1094	F: TGTAACGACGGCCAGTGAAGCCTTGGAAGAAGTGAAAT R: TAAAGCTCATCCCAATATGCAA
Fes1368	F: TGTAACGACGGCCAGTCAACCACTCAAAGCCTCATC R: CTTTCATATCCCTAACACAC
Fes1497	F: TGTAACGACGGCCAGTGTTGGCTGACGAAGACCGAC R: AAAGAGAGCGAGAGGCACTG

Karakteristike analiziranih SSR lokusa ispitane su upotrebom softvera za populacijsku genetiku, SPAGeDI ver. 1.2 (Hardy & Vekemans, 2002). Upotrebom računarskog programa GenoType (Meirmans i Van Tienderen, 2004) izračunata je AMOVA (Excoffier *et al.*, 1992) korištenjem SMM modela (Ohta i Kimura, 1973). Navedeni pristup je podrazumijevao da se nedostajeće alelne varijante zamjenjuju sa prosječnom alelnom dužinom za dati lokus. Sve analize su napravljene uz bootstrap sa 1000 permutacija. Vizualizacija genetske udaljenosti je obavljena u računarskom programu MEGA 6 (Tamura *et al.*, 2013), a bazirana je na UPGMA algoritmu (engl. *Unweighted Pair-Group Method, Arithmetic average*). Priprema podataka za analizu urađena je u računarskom programu MADC v 1.5 (Grahic i Grahic, 2017).

REZULTATI I DISKUSIJA

Genetički profili

Sedam od deset korištenih prajmer parova rezultiralo je uspješnom amplifikacijom PCR proizvoda na cijelom setu uzoraka. Nakon očitavanja alelnih varijanti, polimorfizam je primijećen na svim analiziranim lokusima. Treba napomenuti da je većina do sada publikovanih studija na genetičkoj karakterizaciji obične i tatarske heljde podrazumijevala analizu u prosjeku osam lokusa (Kishore *et al.*, 2012; Song *et al.*, 2011; Ma *et al.*, 2009; Iwata *et al.*, 2005). Samo očitavanje proizvoda PCR amplifikacije je bilo relativno zahtjevno, budući da specifična fenolna jedinjenja, odnosno njihov značajan sadržaj u listu heljde, otežavaju proces ekstrakcije DNK u smislu dobijanja čistog izolata, što stvara određene komplikacije prilikom optimizacije

procesa PCR-a. U tabeli 2 predstavljeni su SSR profili svih uzoraka tatarske heljde za sedam zadržanih mikrosatelitnih markera.

Tabela 2. SSR profili 5 analiziranih populacija tatarske heljde dobivenih upotrebom sedam SSR markera

Table 2. SSR profiles (allele sizes expressed in base pairs) of 5 analyzed Tartary buckwheat populations investigated using 7 SSR markers

Uzorak	Loc1	Loc2	Loc3	Loc4	Loc5	Loc6	Loc7
Pop128-1	200:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:100
Pop128-2	200:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:100
Pop128-3	200:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:100
Pop128-4	200:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:100
Pop128-5	200:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:100
Pop129-1	200:202	157:157	191:191	240:242	158:158	128:145	100:112
Pop129-2	200:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:145	100:112
Pop129-3	198:198	157:157	183:183	240:242	158:158	128:145	100:112
Pop129-4	202:202	157:157	183:183	240:242	158:168	128:128	112:116
Pop129-5	200:202	155:157	183:191	240:242	158:173	128:128	100:110
PopB2-1	198:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:112
PopB2-2	198:202	155:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:112
PopB2-3	198:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:112
PopB2-4	198:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:112
PopB2-5	198:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:112
PopDR-1	200:200	157:157	183:183	240:242	158:173	128:128	100:100
PopDR-2	200:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:100
PopDR-3	200:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:100
PopDR-4	200:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:112
PopDR-5	200:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:128	100:100
PopJG-1	200:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:147	100:112
PopJG-2	200:202	155:157	183:189	242:242	158:158	128:128	112:114
PopJG-3	200:202	157:157	183:183	240:242	158:158	128:147	100:112
PopJG-4	200:202	157:157	183:189	240:242	158:158	128:147	100:112
PopJG-5	200:202	157:157	185:210	242:244	158:158	128:149	112:114

Alelna varijacija

Na osnovu dobijenih genetičkih profila utvrđen je broj različitih alela dobijen primjenom svakog od korištenih prajmer parova. Očitanjem alela je određen i raspon alela izražen u broju baznih parova najkraće i najduže amplificirane sekvence za pojedini marker (Tabela 3).

Tabela 3. Broj alela, raspon alela, ustanovljena heterozigotnost (Ho), očekivana heterozigotnost (He), PIC vrijednost te prosjeci svih navedenih parametara za sedam SSR lokusa na 25 uzoraka tatarske heljde

Table 3. Number of alleles, allele size range, observed heterozygosity (Ho), expected heterozygosity (He), polymorphism information content (PIC), and their average values for 7 SSR loci on 25 samples of Tartary buckwheat

Lokus	Šifra lokusa	Broj alela	Raspon (bp)	Ho	He	PIC
GB-FE-043	(Loc1)	3	198/202	0,875	0,611	0,514
GB-FE-191	(Loc2)	2	155/157	0,120	0,115	0,106
Fem1303	(Loc3)	5	183/210	0,160	0,260	0,246
Fem1840	(Loc4)	3	240/244	0,955	0,532	0,406
Fes1094	(Loc5)	3	158/173	0,120	0,117	0,111
Fes1368	(Loc6)	4	128/149	0,250	0,233	0,219
Fes1497	(Loc7)	5	100/116	0,640	0,534	0,452
Srednja vrijednost		3,6		0,446	0,343	0,293

Sedam SSR prajmer parova primijenjenih na 5 lokalnih populacija tatarske heljde (5 uzoraka po populaciji) amplificiralo je 25 različitih alela, odnosno, prosječno 3,6 alela po lokusu. Broj otkrivenih alela varirao je od 2 alela, za GB-FE-191, do 5 alela za Fem1303 i Fes1497. Prosječan broj od 3,6 alela po lokusu, veći je od 2,28 alela po lokusu detektovanog od strane Kishore *et al.* (2012) koji su analizirali 15 populacija tatarske heljde iz Indije.

Vrijednost ustanovljene heterozigotnosti (Ho) se kretala u granicama od 0,120 za GB-FE-191 i Fes1094, do visokih 0,955 za Fem1840, sa prosječnih 0,446 za sve analizirane lokuse, dok se vrijednost očekivane heterozigotnosti (He) kretala od 0,115 za GB-FE-191, do 0,611 za GB-FE-043, sa prosječnih 0,343 kada se u obzir uzmu svi analizirani lokusi na 25 uzoraka heljde.

U do sada objavljenim studijama na genetičkoj karakterizaciji heljde, vrijednosti ustanovljene heterozigotnosti su se kretale od 0,220 kod GB-FE-043 do 0,620 kod GB-FE-191 (Song *et al.*, 2011), kada je u pitanju obična heljda, odnosno do 0,210 za tatarsku heljdu (Kishore *et al.*, 2012), dok su se vrijednosti očekivane heterozigotnosti kretale u granicama od 0,350 (GB-FE-043) do 0,901 (Fem1303) (Song *et al.*, 2011; Iwata *et al.*, 2005) kod obične, odnosno do 0,023 kod tatarske heljde (Kishore *et al.*, 2012). Povezanost između samooplodnje i niskih vrijednosti za heterozigotnost je primijećena kod mnogih biljaka. Budući da je *F. tartaricum* samooplodna vrsta, nizak nivo heterozigotnosti je bio očekivan i u ovom slučaju.

Međutim, vrijednosti dobivene u našoj studiji su sličnije vrijednostima dobivenim analizirajući stranooplodnu, običnu heljdu (*F. esculentum*). Relativno visok nivo heterozigotnosti, a samim time i visok nivo genetičkog diverziteta unutar pojedinih, analiziranih populacija, najvjerovatnije su posljedica povremene stranooplodnje u uslovima gdje je križanje različitog genetičkog materijala moguće. Iako se heljda na području BiH proizvodila još u 18. stoljeću (Gadžo *et al.*, 2017), proizvodnja ove kulture poslije II svjetskog rata u potpunosti prestaje, tako da je upitno koja geografska područja su sačuvala ovaj resurs. S druge strane, nepoznato je da li se u proizvodnji nalazila tatarska heljda. Zasigurno se zna da je tatarska heljda na područje BiH došla u kontingentu sjemena obične heljde poslije ratnih dešavanja (1992-1995), kada se ponovo uspostavila proizvodnja ove kulture na poljoprivrednim površinama širom BiH. U nedostatku sjemenskog materijala, isti je, bez postojanja ikakve strategije, nabavljan od različitih dobavljača, nerijetko čak i za pojedinačne proizvođače, pri čemu su, najvjerovatnije, na ovo područje došle i razne populacije tatarske heljde, od kojih se samo neke komercijalno proizvode. Važno je istaći i to da su na proizvodnim parcelama obična i tatarska heljda često zastupljene u vidu kombinovanih usjeva. Dakle, ne može se govoriti o genetičkom diverzitetu tatarske heljde kao rezultatu dugogodišnje interakcije germplazme i okolišnih faktora, jer podaci o introdukciji i proizvodnji ove kulture nisu poznati, nego samo kao posljedici stranooplodnje. Za razliku od surovih uslova u područjima iz kojih su kolekcionisani predstavnici populacija tatarske heljde (Kishore *et al.*, 2012), aktivnost pčela, kao ključnih oprašivača ove vrste, u proizvodnim uslovima kakvi vladaju u BiH je značajno veća, što, najvjerovatnije, utječe i na nivo same stranooplodnje.

Vrijednosti informacijskog sadržaja polimorfizma (PIC) su se kretale od 0,106 do 0,514, ponovo za lokuse čije alele amplifiraju prajmer parovi GB-FE-191, odnosno GB-FE-043, sa prosječnom vrijednošću od 0,293 za sve analizirane lokuse. Ustanovljena vrijednost za PIC je mnogo niža od vrijednosti dobijene od strane Kishore *et al.* (2012), gdje se vrijednos PIC-a kretala od 0,84 do 0,99, sa prosječnih 0,93 za sve markere. Treba uzeti u obzir da je u navedenoj studiji analizirano 15 populacija tatarske heljde kolekcionisanih na području Zapadnih Himalaja, pri čemu se nadmorska visina datih područja kretala u granicama od 550 do 3.650 m, kao i činjenicu da se pomenute populacija na ovim prostorima nalaze već stotinama godina.

Genetički odnosi

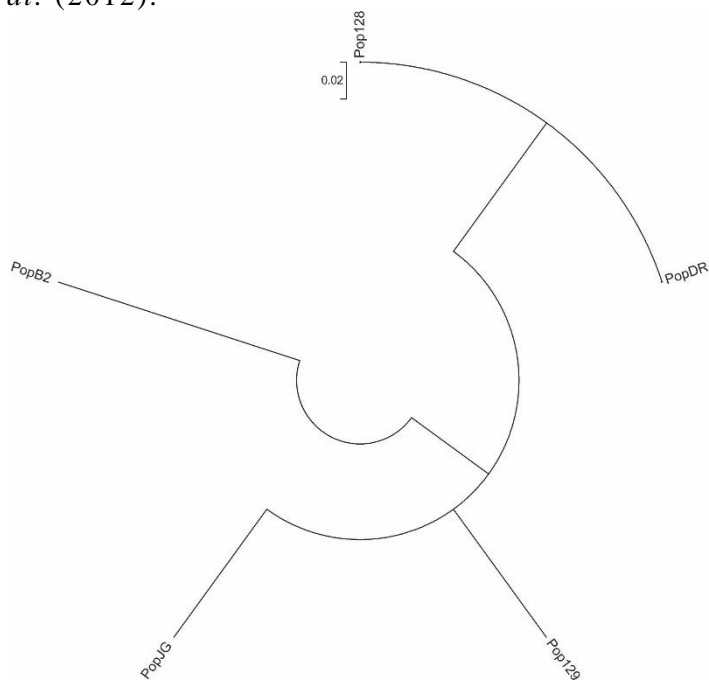
U cilju ispitivanja genetičke diferencijacije između analiziranih populacija tatarske heljde provedena je analiza molekularne varijanse (AMOVA) na podacima dobivenim analizom 7 SSR lokusa (Tabela 4).

Tabela 4. AMOVA za svaki od poređenih parova populacija tatarske heljde
Table 4. Analysis of molecular variance (AMOVA) for each combination of analyzed Tartary buckwheat populations

Izvori varijacije	SS	Komponente varijanse	Ukupna varijansa (%)	f_{CT}	P
Pop128 i Pop129					
Između skupina	1	9,05	49,2	0,492	0,008
Unutar skupina	8	9,35	50,8		
Pop128 i PopB2					
Između skupina	1	6,80	97,1	0,971	0,008
Unutar skupina	8	0,20	2,9		
Pop128 i PopDR					
Između skupina	1	0,00	0,0	0,000	1,000
Unutar skupina	8	2,90	100,0		
Pop128 i PopJG					
Između skupina	1	12,03	61,4	0,614	0,008
Unutar skupina	8	7,58	38,6		
Pop129 i PopB2					
Između skupina	1	3,69	27,9	0,279	0,008
Unutar skupina	8	9,55	72,1		
Pop129 i PopDR					
Između skupina	1	5,65	31,6	0,316	0,028
Unutar skupina	8	12,25	68,4		
Pop129 i PopJG					
Između skupina	1	0,00	0,0	0,000	1,000
Unutar skupina	8	2,90	100,0		
PopB2 i PopDR					
Između skupina	1	4,36	58,4	0,584	0,008
Unutar skupina	8	3,10	41,6		
PopB2 i PopJG					
Između skupina	1	6,75	46,5	0,465	0,008
Unutar skupina	8	7,78	53,5		
PopDR i PopJG					
Između skupina	1	9,51	47,6	0,476	0,008
Unutar skupina	8	10,47	52,4		

Analizom podataka 7 mikrosatelitnih lokusa populacija tatarske heljde, AMOVA pokazuje jako interesantne rezultate. Naime, pri poređenju populacija Pop128 i PopDR,

kao i populacija Pop129 i PopJG, ustanovljeno je da je ukupna varijansa zadržana unutar analiziranih skupina. Navedeno znači da se u slučaju Pop128 i PopDR, odnosno u slučaju Pop129 i PopJG, radi o istom genetičkom materijalu. Kada je u pitanju populacija PopB2 (iz Ustikoline), ista se razlikuje od Pop128/PopDR ali i od Pop129/PopJG, s tim da je daleko veći f_{CT} zabilježen pri poređenju PopB2 sa populacijom Pop128/PopDR. Važno je istaći i to da je primijećena visoka genetička varijabilnost unutar pojedinih skupina u skoro svim slučajevima, iako su visoke vrijednosti ovoga parametra karakteristične za stranooplodne biljke (Duminil *et al.*, 2007; Nybom, 2004), za razliku od podataka objavljenih u radu Kishore *et al.* (2012), gdje je na varijansu unutar populacija otpadalo u prosjeku 7,77 % od ukupne varijanse. Zanimljivo je da nivo genetičke raznolikosti između analiziranih populacija tatarske heljde raste sa povećanjem geografske udaljenosti između lokacija sa kojih je vršeno uzorkovanje, što je u podudarnosti sa rezultatima studije provedene od strane Kishore *et al.* (2012).



Grafikon 1. UPGMA klaster analiza na osnovu polimorfizma 7 SSR lokusa na 5 populacija tatarske heljde upotrebom Jaccard udaljenosti

Figure 1. UPGMA cluster analysis based on polymorphisms of 7 SSR loci in 5 Tartary buckwheat populations using Jaccards distance

Promatranjem dendrograma iz UPGMA klaster analize se može primijetiti da su 5 analiziranih populacija tatarske heljde formirale tri skupine. Naime, populacije Pop128 i PopDR su grupisane u jedan klaster i između njih ne postoje razlike. U drugi klaster su svrstane populacije Pop129 i PopJG, s tim da je primjetna mala razlika koja je posljedica alelnih varijanti na lokusu Fes1368 (128:145 za Pop129 i 128:147 za PopJG).

Populacija B2 je, kao najdivergentnija od analiziranog materijala, smještena u treći klaster. Rezultati dobiveni ovim pristupom su u velikoj podudarnosti sa rezultatima AMOVA-e.

ZAKLJUČAK

Dokazane su značajne genetičke razlike između populacija tatarske heljde iz različitih proizvodnih regija ove poljoprivredne vrste. Trenutno stanje kada je u pitanju genetički diverzitet analiziranih populacija tatarske heljde na području BiH rezultat je aktivnosti vezanih za reintrodukciju heljde na ovo područje, nestrategičkog pristupa nabavci sjemenskog materijala, nestručnih pristupa samoj proizvodnji (kombinovani usjevi), ali i prisustva djelimične stranooplodnje kod ove poljoprivredne vrste. Bolji uvid u genetičke odnose između populacija tatarske heljde mogao bi se dobiti upotrebom većeg broja SSR markera koji su namjenski dizajnirani za razdvajanje pojedinih populacija unutar vrste *F. tartaricum*.

LITERATURA

- Duminil, J., Fineshi, S., Hampe, A. (2007): Can population genetic structure be predicted from life –history traits? *The American Naturalist*, 169: 662–672.
- Excoffier, L., Smouse, P.E., Quattro, J.M. (1992): Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: Application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*, 131: 479-491.
- Gadžo, D., Đikić, M., Hadžić, A., Muminović, Š., Gavrić, T. (2008): Uticaj vremena sjetve na prinos heljde. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 59(1): 69-76.
- Gadžo, D., Đikić, M., Oručević-Žuljević, S., Gavrić, T., Grahić, J. (2016): Proizvodnja heljde u brdsko-planinskim područjima - dosadašnja iskustva i budući izazovi. Zbornik radova Simpozija Unapređenje poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede u kraškim, brdskim i planinskim područjima – racionalno korištenje i zaštita, 23. juni 2016, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, pp. 51-59.
- Gavrić, T., Gadžo, D. (2011): Prinos i hemijski sastav zrna obične i tatarske heljde pri različitim tehnologijama uzgoja. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 61(1): 7-17.
- 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., Đikić, M., Gadžo, D., Kurtović, M., Šimon, S., Lazarević, B., Vranac, A., Gaši, F. (2016a): Ispitivanje utjecaja organskih peletiranih đubriva na hemijski sastav i parametre prinosa heljde. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 66(2): 31-47.
- Grahić, J., Đikić, M., Gadžo, D., Šimon, S., Kurtović, M., Pejić, I., Gaši, F. (2018): Assessment of genetic relationships among Common Buckwheat (*Fagopyrum*

- esculentum* Moench) varieties from Western Balkans using morphological and SSR molecular markers. *Genetika*, 50(3): 791-802.
- Grahić, J., Đikić, M., Gadžo, D., Uzunović, M., Okić, A., Kurtović, M., Gaši, F. (2016b): Analiziranje agronomske prakse proizvođača heljde na području Bosne i Hercegovine. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 66(2): 21-30.
- Grahić, J., Kurtović, M., Đikić, M., Šimon, S., Gaši, F. (2017): Genetic purity assessment of common buckwheat variety 'Darja' with the use of SSR molecular markers. *Genetics & Applications*, 1(2): 8-13.
- Hardy, O. J., Vekemans, X. (2002): A versatile computer program to analyse spatial genetic structure at the individual or population level. *Molecular Ecology Notes*, 2: 618-620.
- Iwata, H., Imon, K., Tsumura, Y., Ohsawa, R. (2005): Genetic diversity among Japanese indigenous common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) cultivars as determined from amplified fragment length polymorphism and simple sequence repeat markers and quantitative agronomic traits. *Genome*, 48: 367-377.
- Kishore, G., Gupta, S., Pandey, A. (2012): Assessment of population genetic diversity of *Fagopyrum tataricum* using SSR molecular markers. *Biochemical Systematics and Ecology*, 43: 32-41.
- Li, Y.Q., Shi, T.L., Zhang, Z.W. (2007): Development of microsatellite markers from tartary buckwheat. *Biotechnology Letters*, 29(5): 823-827.
- Ma, K.H., Kim, N.S., Lee, G.A., Lee, S.Y., Lee, J.K., Yi, J.Y., Park, Y.J., Kim, T.S., Gwag, J.G., Kwon, S.J. (2009): Development of SSR markers for studies of diversity in the genus *Fagopyrum*. *Theoretical and Applied Genetics*, 119(7): 1247-54.
- Meirmans, P., Van Tienderen, P., (2004): Genotype and genodive: two programs for the analysis of genetic diversity of asexual organisms. *Molecular Ecology Notes*, 4(4): 792-794.
- Nybom, H. (2004): Comparison of different nuclear DNA markers for estimating genetic diversity in plants. *Molecular Ecology*, 13: 1143-1155.
- Ohsako, T., Fukuoka, S., Bimb, H.P., Baniya, B.K., Yasui, Y., Ohnishi, O. (2001): Phylogenetic analysis of the genus *Fagopyrum* (*Polygonaceae*), including the Nepali species *F. megacarpum*, based on nucleotide sequence of the *rbcL-accD* region in chloroplast DNA. *Fagopyrum*, 18: 9-14.
- Ohta, T., Kimura, M., (1973): A model of mutation appropriate to estimate the number of electrophoretically detectable alleles in a finite population. *Genetic Resources*, 22(2): 201-204.
- 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/>.
- Song, Y.J., Lee, G.A., Yoon, M.S., Ma, K.H., Choi, Y.M., Lee, J.R., Jung, Y., Park, H.J., Kim, C.K., Lee, M.C. (2011): Analysis of Genetic Diversity and Population Structure of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.)

Landraces of Korea Using SSR Markers. Korean Journal of Plant Resources, 24(6) : 702-711.

Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A., Kumar, S. (2013): MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. Molecular Biology and Evolution, 30: 2725-2729.

GENETIC VARIABILITY OF TATARY BUCKWHEAT POPULATIONS (*FAGOPYRUM TARTARICUM* (L.) GAERTN.) PRESENT IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

This study aimed to examine the genetic variability of tatar buckwheat populations (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) from Bosnia and Herzegovina. Sampling was performed on a total of 25 samples with 5 samples from each population. Collected samples were lyophilized and afterward, DNA extraction was conducted using a peqGOLD plant DNA kit. A total of ten primers were used for DNA amplification, where seven primers pairs resulted in successful amplification. The results showed that polymorphisms were detected on all of the analyzed loci. Also, significant genetic differences between populations of tatar buckwheat from different production regions of this agricultural species have been proven.

Key words: tatar buckwheat, microsatellite markers, genetic relations, analysis of molecular variance, genetic structure analysis

GENETIC DIVERSITY OF THE COMMON BEAN (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) LANDRACES FROM BOSNIA AND HERZEGOVINA ASSESSED USING MICROSATELLITE MARKERS

Meliha Bajrić¹, Fuad Gaši², Arnela Okić², Mirza Hadžidedić³, Almira Konjić², Jasmin Grahić²

Original scientific paper - *Originalni naučni rad*

Summary

This study aimed to analyze the genetic diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from the existing collection maintained at the Gene-bank of the Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo using microsatellite markers (SSR). A total of 21 accessions of common bean were genotyped using ten SSR markers. The obtained molecular data was analyzed using genetic structure and factorial correspondence analyses. The examined accessions of common bean were not completely structured in accordance to the gene center of origin, which indicates that during the long cultivation period of common bean in Bosnia and Herzegovina (B&H), spontaneous crosses occurred between Mesoamerican and Andean common bean genotypes. The results of analyses confirmed that this was a heterogeneous and very interesting genetic material.

Key words: *common bean, SSR markers, gene-center of origin, analysis of genetic structure, factorial correspondence analysis*

INTRODUCTION

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) originated in Central America, more specifically – in today's Mexico, from where it spread to the south (Andes) (Bitocchi *et al.*, 2013). There are two major centers of origin of common bean, Mesoamerican and Andean (Bitocchi *et al.*, 2013; Cortés *et al.*, 2011; McClean *et al.*, 2004). In a study by Papa *et al.* (2006) the introduction and the path of expansion of common bean into Europe (France, Germany, Netherlands, and the Former Soviet Union) and centuries of bean cultivation in Bosnia and Herzegovina (B&H) have led to the development of traditional cultivars adapted to the specific climatic and edaphic conditions present in this area, as well as to the traditional cultivating methods.

B&H's common bean landraces that were cultivated and thus conserved, by the efforts of small-scale farmers at various locations throughout the country, were collected during 2011 and 2012 and stored in the Gene-bank of the Faculty of Agriculture and

¹ Technical University of Munich, TUM School of Life Sciences Weihenstephan

² University of Sarajevo, Faculty of Agriculture and Food Sciences

³ Poljoprivredno gazdinstvo Hadžidedić

Korespondencija: j.grahic@ppf.unsa.ba

Food Science in Sarajevo. Bosnian common bean germplasm, which is currently maintained at the above-mentioned collection, has previously been phenotyped (Grahić *et al.*, 2013). However, an integral approach to germplasm evaluation nowadays requires the use of molecular markers, therefore, this study aimed to analyze the genetic diversity of the common bean accessions held at the Gene-bank of the Faculty of Agriculture and Food Science in Sarajevo, using SSR markers. The obtained data will be used to develop a strategy for the conservation and utilization of this genetic resource.

Food Science in Sarajevo. Bosnian common bean germplasm, which is currently maintained at the above-mentioned collection, has previously been phenotyped (Grahić *et al.*, 2013). However, an integral approach to germplasm evaluation nowadays requires the use of molecular markers, therefore, this study aimed to analyze the genetic diversity of the common bean accessions held at the Gene-bank of the Faculty of Agriculture and Food Science in Sarajevo, using SSR markers. The obtained data will be used to develop a strategy for the conservation and utilization of this genetic resource.

MATERIALS AND METHODS

To obtain plant material for analysis, seeds (3-5) of 21 bean accession from the collection stored in the Gene-bank of the Faculty of Agriculture and Food in Sarajevo were sown in pots filled with substrate. A single pot was used for individual accession. Genomic DNA was extracted from green leaves of the collected common bean seedlings using a peqGOLD plant DNA kit (Peqlab) according to the manufacturer's instructions. Ten primer pairs were used for SSR amplification (Table 1). PCR analysis was performed in a Veriti™ Thermal Cycler (Applied Biosystems®, Foster City, California, USA), according to the protocol published by Carović-Stanko *et al.* (2017).

Table 1. Microsatellite markers used in this study

Markers	Forward and reverse PCR primer	Repetitive motifs
BM143	F: GGGAAATGAACAGAGGAAA R: ATGTTGGGAACCTTTTAGTGTG	(GA) ₃₅
BM151	F: CACAACAAGAAAGACCTCCT R: TTATGTATTAGACCACATTACTTCC	(CT) ₁₄
BM157	F: ACTTAACAAGGAATAGCCACACA R: GTTAATTGTTTCCAATATCAACCTG	(GA) ₁₆
BM172	F: CTGTAGCTCAAACAGGGCACT R: GCAATACCGCCATGAGAGAT	(GA) ₂₃
BM210	F: ACCACTGCAATCCTCATCTTTG	(CT) ₁₅

	R: CCCTCATCCTCCATTCTTATCG	
BMd12	F: CATCAACAAGGACAGCCTCA	(AGC) ₇
	R: GCAGCTGGCGGGTAAAACAG	
BMd20	F: GTTGCCACCGGTGATAATCT	(TA) ₅
	R: GTGAGGCAAGAAGCCTTCAA	
GATS91	F: GAGTGC GGAAGCGAGTAGAG	(GA) ₁₇
	R: TCCGTGTTCTCTGTCTGTG	
PVag001	F: CAATCCTCTCTCTCATTTC CAATC	(GA) ₁₁
	R: GACCTTGAAGTCGGTGTCTGTTT	
Pvcvt001	F: GAGGGTGTTCCTACTATTGTC ACTGC	(CTT) ₃ (T) ₃ (CT) ₆
	R: TTCATGGATGGTGGAGGAACAG	

PCR amplification was carried out in the total volume of 20 μ L, containing 2 pmol of the tailed forward primer, 8 pmol of reverse, 8 pmol of FAM-labeled M13 primer, 1 \times PCR buffer, 4 pmol of each dNTP, 0.5 U TaqTM HS DNA Polymerase (Takara Bio Inc.) and 5 ng of genomic DNA.

The average number of alleles per locus (N_a), observed heterozygosity (H_o), and expected heterozygosity (H_E) for each of the 10 microsatellite loci was calculated in SpaGedi v.1.2 (Hardy and Vekemans, 2002). Bayesian model-based cluster procedure within Structure ver. 2.2.3 (Pritchard *et al.*, 2000) was used in order to examine the population structure. K (unknown) RPPs (reconstructed panmictic populations) were computed on individuals testing K (log-likelihood) = 1 - 10 for all accessions. It was assumed that sampled cultivars were from an unknown origin. For each K, ten independent runs were conducted. Tests were based on admixture model where allelic frequencies were correlated and which assumes different F_{st} values for specific subpopulations in a burn-in period of 200,000 and 500,000 iterations. Structure harvester ver. 0.6.1 application (Earl and von Holdt, 2011), which implements the Evanno method (Evanno *et al.*, 2005), was used to estimate the most probable K value for the analyzed data. After determining K value, the individuals were assigned to specific clusters (Vigouroux *et al.*, 2008) via the run with the maximum likelihood. Additional cluster assignment that was based on the average of membership probability values over ten runs, confirmed the results of the aforementioned approach. The assignment of one cultivar in an RPP was provided by the probability of membership q_i chosen at 95 %.

An FCA approach (factorial correspondence analysis) that is based on allele frequencies was implemented using Genetix (Belkhir *et al.*, 2001). All input data for statistical software was prepared with the MADC v. 2.0 computer program (Grahić and Grahić, 2017).

RESULTS AND DISCUSSION

All ten microsatellite loci used for the genetic characterization of 21 examined accessions of common bean were polymorphic. The analyzed loci were also polymorphic in other similar studies (Carović-Stanko *et al.*, 2017; Burle *et al.*, 2010), which were conducted on a larger number of samples. The average Gene diversity value for all analyzed loci was 0.631 and ranged between 0.315 (BMd20) and 0.831 (BM143), while the average number of alleles (N_a) was 4.7. In studies conducted by Gioia *et al.* (2019) and Carović-Stanko *et al.* (2017) the values for Gene diversity were lower (0.453 and 0.572), while Carvalho *et al.* (2020) reported slightly higher values (0.680). However, the average number of alleles found by Carvalho *et al.* (2020), Gioia *et al.* (2019), and Carović-Stanko *et al.* (2017) was higher (10.7, 7.3, and 5.6), most likely due to a larger number of analyzed accession (265, 192 and 183) (Table 2).

Table 2. Number of alleles and genetic diversity for 10 SSR loci

Analyzed loci	Nuber of alleles (N_a)	Gene diversity (Nei, 1987)
BM157	4.0	0.6028
BM172	4.0	0.5621
BM14	7.0	0.8316
GATS91	9.0	0.8165
Pvcct001	4.0	0.5482
BM210	5.0	0.7096
BMd20	2.0	0.3159
BMd12	3.0	0.5540
BM151	4.0	0.6597
PVag001	5.0	0.7166
Average	4.7	0.6317

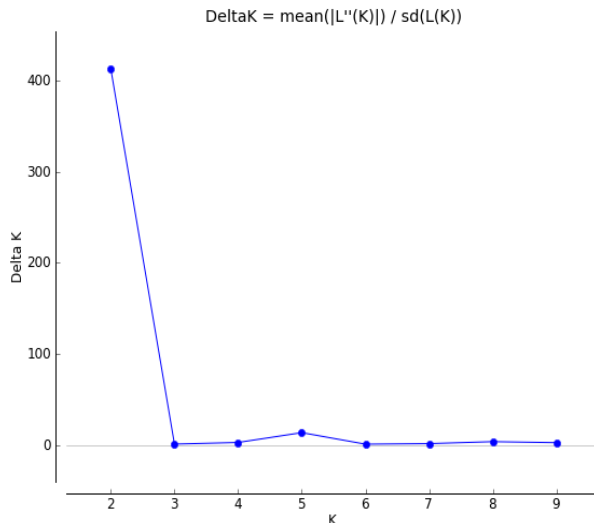
The BM172 locus was used to investigate the segregation of the analyzed accessions of B&H common bean according to the gene center of origin. The mentioned locus, according to González Torres *et al.* (2004), is an appropriate tool for preliminary assessment of examined accessions gene center of origin. Namely, based on the alleles detected at this locus it is possible to determinate the phaseolin type of a genotype (80 bp indicates a phaseolin type 'S' or Mesoamerican origin, while all other alleles indicate p phaseolin types 'A' 'C' 'H' and 'T', with an Andean gene center of origin). In this

study, while scoring SSR alleles, an offset of +1 was detected, therefore accessions with allele '81' were classified in the Mesoamerican gene pool. This approach for identifying the gene center of origin has already been used on common bean accessions from B&H (Grahić *et al.*, 2018). Among the 21 analyzed local common bean accessions, 16 belong to the Andean gene pool (76.2%) and only five belong to Mesoamerican (23.8%) (Table 3).

Table 3. Allele variants at the BM172 locus for the analyzed common bean accessions

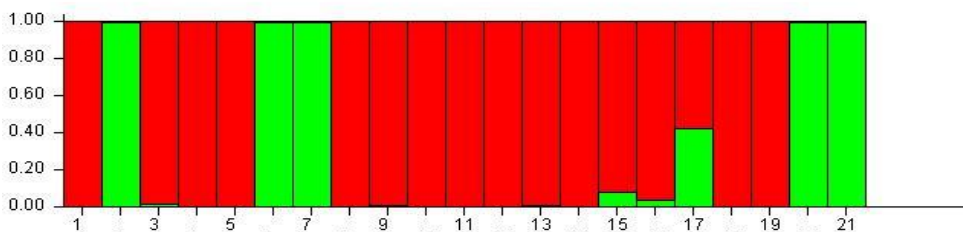
BM172	BH01	BH02	BH03	BH04	BH05	BH06	BH07
	099:099	081:081	081:081	099:099	109:109	081:081	081:081
BM172	BH08	BH09	BH10	BH11	BH12	BH13	BH14
	099:099	099:099	099:099	099:099	099:099	099:099	099:099
BM172	BH15	BH16	BH17	BH18	BH19	BH20	BH21
	099:099	099:099	081:081	099:099	099:099	087:087	087:087

By analyzing ΔK (Evanno *et al.*, 2005), for 21 Bosnian common bean accessions, the highest value was obtained at $K=2$ (Chart 1). In the study published by Maras *et al.* (2015), for five common beans germplasms, ΔK analyses revealed maximum values on both $K=2$ and $K=3$. Similar results were reported by Carvalho *et al.* (2020) and Carović-Stanko *et al.* (2017).



Graph 1. Plot of ΔK values (Evanno *et al.*, 2005) from the Structure analyses of 21 common bean accessions obtained through Structure harvester ver. 0.6.1 (Earl and von Holdt, 2011).

All of the analyzed genotypes were classified into two groups (RPP) with $qI > 95\%$. As opposed to the qI values used by Carović-Stanko *et al.* (2017) and Maras *et al.* (2015) (75% and 80%), we used a higher qI because of the low number of admixed accession. Most of the 21 analyzed accessions were classified into RPP1 (15). The second RPP included 5 accessions, while only one accession had the qI lower than 95% and was not classified in any of the panmictic populations (BH17).

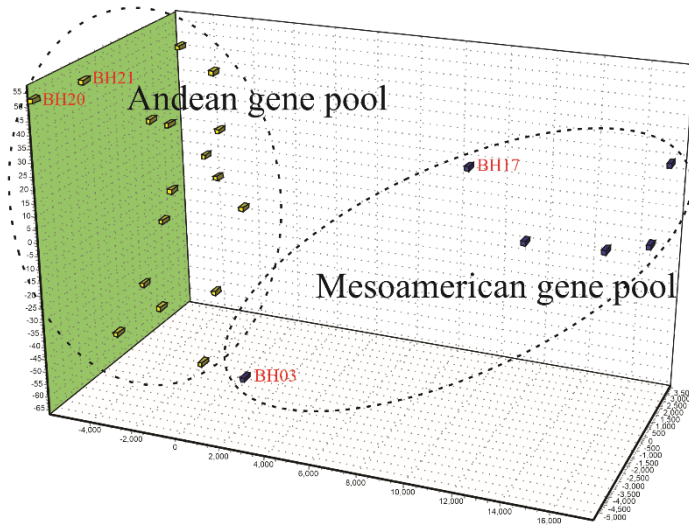


Graph 2. Bar plot of the results from three Bayesian genetic structure analyses of 21 common bean accessions with $K = 2$.

To get a clearer insight into the genetic relationships between the analyzed groups of genotypes (accessions of Andean and accessions of Mesoamerican origin), an FCA was performed on the molecular data (Graph 3). A certain level of overlap between accession from different gene pools was detected, e.g. accession BH03, which belong to the Mesoamerican gene pool, is very similar to accessions from the Andes. It is also noticeable that larger intragroup divergence manifests between the accessions that are classified into the Mesoamerican gene pool.

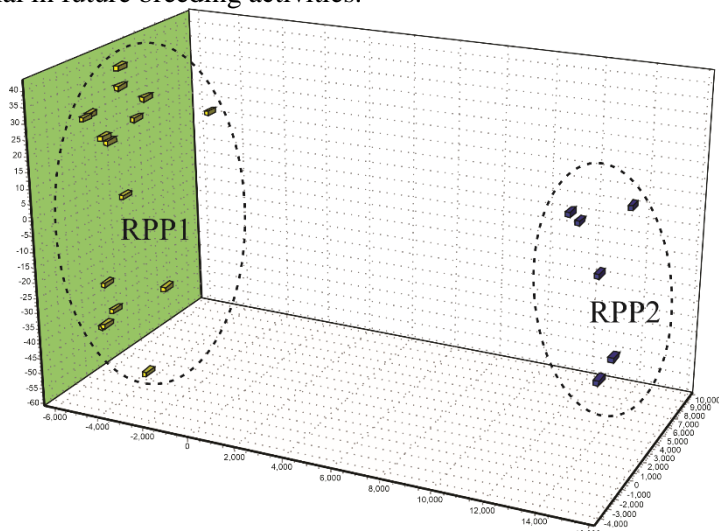
Subsequent FCA performed on the RPPs, for $K=2$, aimed to test the correlation of results obtained with two approaches – grouping based on the gene center of origin, using BM172, and grouping based on the STRUCTURE analysis. Three accessions were classified differently than expected. Accession BH20 and BH21 originating from the Andean gene pool proved to be genetically more similar to Mesoamerican accessions (RPP2). On the other hand, BH03 which possesses the 'S' phaseolin type, was included in the RPP1.

Therefore, Bosnian common bean accessions did not structure completely according to gene center of origin, which was somewhat unexpected. The results obtained are most likely consequences of spontaneous crossing between Mesoamerican and Andean beans that have been cultivated for centuries in B&H. Similar results were reported on the Italian *ex-situ* common bean accessions. Namely, all analyzed accessions were assigned to three different RPPs and the new classification did not match the grouping based on the gene center of origin (Raggi *et al.*, 2012).



Graph 3. Multivariate analysis (FCA) of SSR data for 21 common bean accessions (16 accessions belonging to the Andean gene pool and 5 accession from the Mesoamerican gene pool)

Graph 4 clearly show the differentiation between the reconstructed populations (Graph 4). Looking at the groups individually, it can be noticed that the analyzed common bean accession presents a very heterogeneous genetic material that would, most likely, show great potential in future breeding activities.



Graph 4. Multivariate analysis (FCA) of SSR data for two defined reconstructed populations (RPP) calculated using STRUCTURE (Pritchard *et al.*, 2000) (only genotypes with likelihood of membership to individual RPP above 95% are included in the analyses)

CONCLUSION

Analyzed accessions of common bean did not completely structure according to the gene center of origin, which points to the fact that some Mesoamerican and Andean common beans present in B&H have been outcrossed during the long period of cultivation. In order to utilize the genetic potential of common bean landraces from B&H, further evaluation studies are needed to assess traits that could be interesting for future breeding programs.

REFERENCES

- Belkhir, K., Borsa, P., Chikli, L., Raufaste, N., Bonhomme, F. (2004): Genetix 4.05, Logiciel Sous Windows TM Pour la Génétique des Populations. Montpellier: Laboratoire Génome, Université Montpellier.
- Bitocchi, E., Bellucci, E., Giardini, A., Rau, D., Rodriguez, M., Biagetti, E., Santilocchi, R., Zeuli, P.S., Gioia, T., Logozzo, G., Attene, G., Nanni, L., Papa, R. (2013): Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) in Mesoamerica and the Andes. *New Phytologist*, 197: 300-313.
- Burle, M.L., Fonseca, J.R., Kami, J.A., Gepts, P. (2010): Microsatellite diversity and genetic structure among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in Brazil, a secondary center of diversity. *Theoretical and Applied Genetics*, 121: 801-813.
- Carović-Stanko, K., Liber, Z., Vidak, M., Barešić, A., Grdiša, M., Lazarević, B., Šatović, Z. (2017): Genetic diversity of Croatian common bean landraces. *Frontiers in Plant Science*. 8: 604.
- Carvalho, M.S., de Oliveira Moulin Carias, C.M., Silva, M.A., da Silva Ferreira, M.F., de Souza, T.L.P.O., Posse, S.C.P., Ferreira, A. (2020): Genetic diversity and structure of landrace accessions, elite lineages and cultivars of common bean estimated with SSR and SNP markers. *Molecular Biology Reports*, 47(9): 6705-6715, doi: 10.1007/s11033-020-05726-7.
- Cortés, A.J., Chavarro, M.C., Blair, M.W. (2011): SNP marker diversity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 123: 827-845.
- Earl, D.A., VonHoldt, B.M. (2011): STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. *Conservation Genetics Resources*, 4: 359-361.
- Evanno, G., Regnaut, S., Goudet, J. (2005): Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular Ecology*, 14: 2611-2620.
- Gestrin, F. (1973): Trgovina i seljačke bune u Sloveniji i Hrvatskoj u 16. stoljeću. Sveučilište u Zagrebu, Institut za hrvatsku povijest, 193-204.
- Gioia, T., Logozzo, G., Marzario, S., Spagnoletti Zeuli, P., Gepts, P. (2019): Evolution of SSR diversity from wild types to U.S. advanced cultivars in the Andean and

- Mesoamerican domestications of common bean (*Phaseolus vulgaris*). PLoS ONE, 14(1), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211342.g005>.
- González Torres, R.I., Gaitán, E., Deque, M.C., Toro, O., Debouck, D.G., Thome, J. (2004): Estimation of gene flow on *Phaseolus vulgaris* L. using molecular markers: microsatellites and polymorphisms of chloroplast DNA. 21-25. V Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agrícola, REDBIO, Dominican Republic.
- 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., Ahmetović, A., Gaši, F., Karić, L., Šimon, S., Lazarević, B., Okić, A., Kurtović, M. (2018): Ispitivanje pouzdanosti morfoloških markera pri određivanju gen-centra porijekla običnog graha kolekcionisanog na području Bosne i Hercegovine. Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 68(2): 18-24.
- Grahić, J., Gaši, F., Kurtović, M., Karić, L., Đikić, M., Gadžo, D. (2013): 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.
- Hardy, O.J., Vekemans, X. (2002): SPAGeDi: a versatile computer program to analyse spatial genetic structure at the individual or population levels. Molecular Ecology, 2: 618-620.
- Maras, M., Pipan, B., Šuštar-Vozlič, J. (2015): Examination of genetic diversity of common bean from the Western Balkan. Journal of the American Society for Horticultural Science, 140(4): 308-316.
- McClellan, P., Kamir, J., Gepts, P. (2004): Genomics and genetic diversity in common bean. Legume Crop Genomics, AOCS Press, USA, 60-82.
- Papa, R., Nanni, L., Sicard, D., Rau, D., Attene, G. (2006): The evolution of genetic diversity in *Phaseolus vulgaris* L. Chapter 6 in: New approaches to the origins, evolution and conservation of crops, Darwin's harvest, Columbia University Press, USA, 121-142.
- Pritchard, J.K., Stephens, M., Donnelly, P. (2000): Inference of population structure using multilocus genotype data. Genetics, University of Oxford, Oxford, United Kingdom, 155(2): 945-959.
- Raggi, L., Tiranti, B., Negri, V. (2012): Italian common bean landraces: diversity and population structure. Genetic Resources and Crop Evolution, 60: 1515-1530.

ISPITIVANJE GENETIČKOG DIVERZITETA LOKALNIH KULTIVARA OBIČNOG GRAHA (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) SA PODRUČJA BOSNE I HERCEGOVINE UPOTREBOM MIKROSATELITNIH MARKERA

Rezime

Istraživanje je imalo za cilj analizirati genetsku raznolikost sorti graha (*Phaseolus vulgaris* L.) iz postojeće kolekcije koja se čuva u Gen-banci Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, uz korištenje mikrosatelitnih markera (SSR). Genotipizirana je ukupno 21 primka graha primjenom deset SSR markera. Dobiveni molekularni podaci su analizirani pomoću analize genetske strukture i faktorske korespondentne analize (FCA). Ispitivane primke graha se nisu u potpunosti grupisale u skladu sa genskim centrima porijekla, što ukazuje na to da je tokom dugog perioda uzgoja graha u Bosni i Hercegovini (BiH) došlo do spontanog ukrštanja mezoameričkih i andskih genotipova. Rezultati analiza potvrđuju da se radi o heterogenom i vrlo zanimljivom genetskom materijalu.

Ključne riječi: obični grah, mikrosatelitni markeri, gen-centri porijekla, analiza genetičke strukture, faktorijska korespondentna analiza

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND YIELD OF CUCUMBER DEPENDING ON GRAFTING

Admira Halilović¹, Lutvija Karić¹, Ćerima Zahirović¹, Dragan Žnidarčič², Fikreta Behmen¹, Senad Murtić¹, Elma Sefo³

Original scientific paper – *Originalni naučni rad*

Summary

Talking about a cucumber (*Cucumis sativus* L.) widespread means that it should be immediately emphasized how widespread it is in our country (Bosnia and Herzegovina), both in food and production. Based on that, there is an urgent need for quality and disease-resistant varieties/hybrids produced by technology which reduces the possibility of disease emergence. Greenhouse production of grafted cucumber in Bosnia and Herzegovina in recent years is experiencing significant expansion.

Grafted plants of the cucumber hybrid 'Charta' were comparatively analyzed with the non-grafted, in order to record the main morphological and productive differences between them.

The examined parameters were the number of lateral roots, number of roots hairs, root mass, leaf length and yields.

The results of this study show that grafted cucumber in relation to non-grafted achieves a higher yield (161.64 ± 20.82 kg/50m²), while morphological characteristics were mostly similar. Significant differences were observed only in the number of lateral roots (18.00 ± 2.65).

Key words: *Cucumis sativus* L., *grafting method*, *root mass*, *marketable yield*

INTRODUCTION

Cucumber cultivation is one of the most profitable gardening productions in Bosnia and Herzegovina. It is cultivated as a cucurbit in an open field or as an industrial cucumber – cornichon in greenhouses (Karić *et al.*, 2017). In the past couple of years, cucumber production in different greenhouse types has become of interest. Cucumbers in greenhouses are cultivated as the main culture. It is often the case that there's a complete disregard for all principles of gardening crop rotation. A series of difficulties burdens the intense vegetable production in greenhouses - i.e., the producers with only one production object can hardly appease the consumers while maintaining optimal crop rotation. The production of one culture in repeated production cycles leads to soil

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

²University of Ljubljana Biotechnical Faculty, Jamnikarjeva 101, Ljubljana, Slovenia

³University of Mostar, Faculty of Agriculture and Food Tehnology, Biskupa Čule bb, Mostar

Corresponding author: admira.halilovic@ppf.unsa.ba

fatigue, the appearance of various diseases and vermin, and lastly to crop yield reduction (Behmen *et al.*, 2021). Greenhouses, in which a single culture was produced for several years (2-3), needs additional investments into soil disinfection - a rather expensive agro technical measure, whether it is done using overheated steam or chemicals. The production of grafted plants was established with the aim of sterilization-free production with a significantly lower risk of plant root diseases (*Fusarium certicilium*, *Rizoh-tonia*), as well as soil vermin (Nematods). By grafting desired varieties or hybrids on selective rootstocks, the production is continued with minimal risk of the abovementioned diseases and vermin to which cucumbers are rather susceptible. In line with everything stated so far, plant grafting is the most ecologically acceptable method used to decrease pesticide use. Alongside diseases, cucumber is extremely susceptible to abiotic stressors, especially unfavorable air and soil temperature (Balliu *et al.*, 2021; Gruda *et al.*, 2017). It has been established that, in comparison to the ungrafted ones, grafted cucumbers better absorb water and nutrients from the soil, while also having longer leaves which impacts the higher crop yield (Goreta Ban *et al.*, 2014). Cucumbers are usually grafted onto different pumpkins rootstocks (*Cucurbita maxima x C. Moschata*), (*Cucurbita ficifolia*), (*Lagenaria siceraria*), (*Cucurbita pepo*) (El-Eslamboly and Deabes, 2014). Cucumber grafting on pumpkins enhanced the cucumber's tolerance to salt (Liu *et al.*, 2012; Lei *et al.*, 2014; Niu *et al.*, 2018). The grafting technique is getting more prominent in the areas where there is a large number of people per square meter of farmland and the possibility of their activity is lower. It happens that a variety or a hybrid has good characteristics as a market value (mass, yield, color, taste), alongside some bad characteristics such as poor tolerance level to agents and causes of stress. As opposed to the former ones, certain genotypes of some vegetable varieties have resistance to or are highly tolerant of certain soil pathogens, drought, and high or low temperatures. Compared to cucumbers, pumpkins are more resistant to unfavorable abiotic causes, especially to lower temperatures. With a large volume of research, it has been concluded that by grafting of fruit vegetables onto rootstocks with strong root system resistant to soil pathogens with a pronounced nutrient and water absorption - represents one of the more ecologically acceptable methods for a crop yield increase (Fallik and Ilić, 2014; Petropoulos *et al.*, 2012). Cucumbers grafting had no statistically significant impact on the crop quality, but there was a statistically significant impact on the absorption of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium compared to ungrafted plants (Noor *et al.*, 2019). Plants grafting increases crop yield without a negative impact on the quality of vegetables. However, the positive effects of grafting can be changed by choosing the rootstock (Toth *et al.*, 2021). Grafted plants grow much quicker, they're more robust so they need a fewer number of plants per square meter, even 50% fewer compared to usual vegetable production without grafting. Despite the fewer number of plants per square meter, grafted plants yield larger and higher-quality fruits, so a bigger yield and a higher market value of the product is achieved by their production (Behmen *et al.*, 2021).

Vegetable grafting was adopted in the beginning of the 20th century. However, much earlier through practice, it was established that different genotypes and vegetable

varieties have a greater difference in resistance to stress causes (high and low temperature, soil saltiness, etc.), vermin and pathogens. In practice, the most frequent case is that vegetable variety or hybrid (line/genotype) has good market characteristics (thickness, mass, crop yield, color, taste), alongside some bad characteristics which exacerbate and increase the cost of its production (e.g. poor tolerance to diseases and vermin). On the other side, certain genotypes of some vegetable varieties with a more prominent resistance to soil pathogens and unfavorable abiotic conditions during production, most often have fruits (or productive parts) of lower quality and with no market value. Therefore, grafting represents an ideal way to make use of advantages of different genotypes or plants in modest conditions, in order to lower the costs of production, and increase the productivity and overall effects of vegetable production (Behmen *et al.*, 2021). In line with everything stated previously, the aim of this research was to establish whether a better root system development is achieved by planting grafted cucumbers as compared to ungrafted ones.

MATERIALS AND METHODS

Scion: The studied hybrid is ‘CHARTA’ F1, marked by medium exuberance, dark leaves throughout the whole season, and long and juicy cucumber fruits. The fruits are usually 21 to 24 cm in length. The hybrid is also characterized by pronounced vitality and stress tolerance, which ensures success in a longer planting period.

Rootstock: The rootstock ‘TETSUKABATO’ F1 (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) was used for grafting. The unique parenthood gives it resistance and tolerance to the most important diseases, insects, humid weather, and pronounced droughts. The fruit is 4.4 to 5.5 kg in weight; the peel is knotty and round in shape. It grows from early autumn to early winter.

Seedling production: Graded seeds of a selected cucumber variety ‘CHARTA’ F1 and commercial rootstock ‘TETSUKABATO’ F1 (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) were sown in plastic cell trays with 112 drain holes, filled with peat compost and kept in a growth chamber (24-26 °C; 85-90% RH) until germination has started. After that, the seedlings were transferred in a greenhouse. Air temperature was maintained between 20 and 24°C during the day, while the night temperature was 15-18°C. Seventeen days after sowing, cucumber plants were grafted onto the rootstock by the common splice-grafting (SG) method (Balliu and Sallaku, 2017; Behmen *et al.*, 2021). After grafting, all plants were placed in plastic tunnel inside the greenhouse with the relative humidity of 85% and air temperature of 25°C. On the fifth day after grafting, plants were moved to a greenhouse under common natural conditions. Ungrafted seedlings were produced in greenhouse under natural conditions immediately after germination has finished.

Experimental set up: The research was conducted during the growing season 2019 in region of Sarajevo (Butmir) in greenhouse sized 100 m² (16.50 m long, 6.00 m wide and 3.70 m high). Before the experiment was conducted, the soil was analyzed and showed the following results: pH in H₂O 7.8, humus content 2.6%, available phosphorus

37.06 mg/100 g and potassium 32 mg/100 g. In order to further improve soil fertility, organic fertilizer was used in amount of 120 kg/100 m², as well as mineral fertilizer NPK 7:20:30 in the amount of 5 kg/100 m² of greenhouse area.

Based on the physical characteristics of the surface layer of the soil (0-20 cm), the soil contain approximately equal ratio of clay, silt and sand. According to the type, it is alluvial soil.

The seedlings were transplanted on June 8. The planting was done in four rows of two rows strips – i.e. walking space was also calculated in. The distance between plants was 0.50 m, the distance between rows was 0.70 m, and the walking space was 1.20 m wide. The experiment included 180 plants. During the production cycle, all standard cultivation measures of cucumber on foil were employed including pruning cucumber suckers. The observed parameters were: the number of lateral roots, the number of root hairs, the root mass, individual fruit size, leaf length and fruit yield. Plants were regularly harvested three times a week between July 6 and September 20. Harvest was carried out on randomly selected 15 plants of each repetition to determine fruit size and marketable yield. Cucumber fruits were weighed on digital scales. The analyses of morphological parameters - the number of lateral roots, the number of root hairs, the root mass and leaf length were performed after the last harvest.

The number of lateral roots and root hairs was determined by visual observation. By using the microscope, this method was used for determining the number of root hairs and counting. This method does not require reagent preparation any other steps.

Average values of the parameters in the study were statistically processed with computer, using Software Excel. Data analysis was performed using the independent t-test, as two samples were considered.

RESULTS AND DISCUSSION

The average values and standard deviations for general indicators of morphological and productive parameters of grafted and ungrafted cucumber are shown in Table 1.

Table 1. General indicators of morphological and productive parameters of grafted and ungrafted cucumber are shown in Table 1.

Type of seedling	The number of lateral roots	The number of root hairs	Roots mass (g)	Leaf length (cm)	Fruit length (cm)	Fruit yield (kg/50 m ²)
<i>Grafted seedling</i>	18.00±2.65	3.58±0.29	10.60±1.48	20.00±1.00	19.83±1.04	161.64±20.82
<i>Ungrafted seedling</i>	10.67±1.53 *	3.08±0.63	8.31±4.28	19.00±0.50	18.17±1.26	106.67±17.56 *

* The mean difference is significant at the 0.05 level between grafted and ungrafted seedling

Based on the results, it can be concluded that there are significant differences between the number of lateral roots in grafted and ungrafted seedlings. There are no significant differences in the number of root hairs, which means that the number of root hairs in grafted and ungrafted seedlings is similar. Furthermore, there are also no significant differences between the root mass of grafted and ungrafted seedlings, although the grafted seedlings had a slightly higher root mass (10.60 ± 1.48) which was not statistically significant. There are also no significant statistical differences in the leaf length. While grafted seedlings have a slightly longer leaf length (20.00 ± 1.00) than ungrafted seedlings. Also, the leaf color, resistance and hardness were visually larger in grafted seedlings. The fruit length is also statistically insignificant, although the grafted seedlings have a slightly longer fruit length (19.83 ± 1.04). When it comes to fruit yield, there is a statistically significant difference between grafted and ungrafted seedlings. The grafted seedlings have an average value of 161.64 ± 20.82 kg/50 m², whereas ungrafted seedlings have an average value of 106.67 ± 17.56 kg/50 m².

CONCLUSION

Based on the conducted research, it can be concluded that significantly higher crop yield and the number of lateral roots was determined at grafted seedlings. For the number of root hairs, root mass, leaf length and leaf mass, there were no significant differences, despite the fact that higher values were measured at grafted seedlings as compared to ungrafted ones. Also, the greater resistance and adaptation were determined at grafted cucumber.

REFERENCES

- Behmen, F., Delić, M., Karić, L., Zahirović, Č., Haračić-Berbić, S. (2021): Kalemljenje biljaka. Behmen, F., Delić M., Karić, L., Zahirović, Č., Haračić-Berbić, S. Sarajevo.
- Balliu, A., Sallaku, G., Kabashi, B., Babaj, I. (2021): The stand establishment and growth rate of grafted cucumber seedlings depends on the rootstock and the post-transplant temperature conditions. *Acta Horticulturae*, 1320; 327-334.
- Balliu, A., Sallaku, G. (2017): Exogenous auxin improves root morphology and restores growth of grafted cucumber seedlings. *Hortic. Sci.*, 44 (2), 82-90.
- Čivić, H., Muminović, Š., Karić, L., Drkenda, P., Čorbo, S., Avdić, J., Škaljić, S. (2017): Osnove biljne proizvodnje. Grafičar Promet d.o.o. Sarajevo.
- El-Eslamboly, A.A.S.A., Deabes, A.A.A. (2014): Grafting cucumber onto some rootstocks for controlling root- knot nematodes. *Minufiya J. Agric. Res.*, 39 (3); 1109-1129.
- Fallik, E., Ilić, Z. (2014): Grafted vegetables – the influence of rootstock and scion on postharvest quality. *Folia Horticulturae*, 26; 79-90.
- Goreta Ban, S., Zanić, K., Dumičić, G., Raspudić, E., Vuletin Selak, G., Ban, D. (2014): Growth and yield of grafted cucumbers in soil infested with root-knot

- nematodes. *Chil. J. Agric. Res.*, 74; 29-34.
- Gruda, N., Sallaku, G., Balliu, A. (2017): Cucumber in good agricultural practices for greenhouse vegetable production in the South East European countries - Principles for sustainable intensification of smallholder farms. *Plant production and protection paper*, 230; FAO Rome, Italy; 287-299.
- Lei, B., Huang, Y., Sun, J., Xie, J., Niu, M., Liu, Z., Fan, M., Bie, Z. (2014): Scanning ion-selective electrode technique and X-ray microanalysis provide direct evidence of contrasting Na⁺ transport ability from root to shoot in salt-sensitive cucumber and salt-tolerant pumpkin under NaCl stress. *Physiol. Plant*, 152; 738–748.
- Liu, Z.X., Bie, Z.L., Huang, Y., Zhen, A., Lei, B., Zhang, H.Y. (2012): Grafting onto *Cucurbita moschata* rootstock alleviates salt stress in cucumber plants by delaying photoinhibition. *Photosynthetica*, 50 (1); 152-160.
- Niu, M., Huang, Y., Sun, S., Sun, J., Cao, H., Shabala, S., Bie, Z. (2018): Root respiratory burst oxidase homologue-dependent H₂O₂ production confers salt tolerance on a grafted cucumber by controlling Na⁺ exclusion and stomatal closure. *J. Exp. Bot.*, 69 (14); 3465–3476.
- Noor, R.S., Muhammad, Z.W, Muhammad, U., Muhammed Y., Ameen, M., Rehman, S.U., Khan, M.U. Muhammad, I., Ahmed, M., Sun, Y. (2019): Interactive effects of grafting techniques and scion-rootstocks combinations on vegetative growth, yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Agronomy*, 9; 288.
- Petropoulos, S.A., Khah, E.M., Passam, H.C. (2012): Evaluation of rootstocks for watermelon grafting with reference to plant development, yield and fruit quality. *Int. J. Plant Prod*, 6 (4); 481-492.
- Toth, N., Sedlar, A., Radman, S., Fabek Uher, S., Žutić, I., Benko, B. (2021): Effect of rootstock on growth dynamics and yield components of early watermelon cultivars. *Acta Horticulturae*, 1320; 355-362.

MORFOLOŠKE OSOBINE I PRINOS KRASTAVCA U ZAVISNOSTI OD KALEMLJENJA

Rezime

Kada se govori o rasprostranjenosti krastavca (*Cucumis sativus* L.), treba istaknuti koliko je rasprostranjen u našoj zemlji (Bosna i Hercegovina), kako u ishrani tako i u proizvodnji. Shodno tome, postoji značajna potreba za kvalitetnim i otpornim sortama/hibridima i tehnologijom proizvodnje koja smanjuje mogućnost pojave bolesti. Plastička proizvodnja kalemljenog krastavca u Bosni i Hercegovini posljednjih godina doživljava ekspanziju.

Kalemljene biljke hibrida krastavca 'Charta' komparativno su analizirane sa nekalemljenim, kako bi se zabilježile glavne, morfološke i produktivne razlike među njima.

Ispitani parametri bili su broj bočnih korijena, broj korijenskih dlačica, masa korijena, dužina lista i prinosi.

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da kalemljeni krastavac u odnosu na nekalemljeni postiže veći prinos (161.64 ± 20.82 kg/50 m²), dok su morfološke karakteristike uglavnom slične. Značajne razlike uočene su samo u broju bočnih korijenova (18.00 ± 2.65)

Ključne riječi: *Cucumis sativus* L., kalemljenje, masa korijena, tržišni prinos

EFFECT OF APPLICATION OF DIFFERENT AMOUNTS OF NITROGEN AND STAGES OF PLANT DEVELOPMENT AT CUTTING ON YIELD AND FORAGE VALUE OF GRASSLANDS

Muamer Bezdrob¹, Armin Jamakovic¹, Saud Hamidović¹, Teofil Gavrić¹, Aleksandar Simić², Nermin Rakita¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Summary

Grasslands in Bosnia and Herzegovina account for over 50% of the total agricultural land. However, although grasslands occupy large areas they are not optimally used. Inadequate use without the application of nitrogen fertilizer as well as cutting in the late stages of plant development have a negative impact on producing good quality forage and achieving high and stable yields. As the quality of biomass and grassland productivity largely depend on soil fertility, botanical composition, and stage of plant development at cutting, the aim of the research was to determine the influence of the application of different amounts of nitrogen fertilizer and the stage of plant development at cutting on dry mass yield, crude proteins and grassland microbial activity.

The results of the research show that the stage of plant development at cutting and the application of different amounts of nitrogen have a significant impact on the dry mass and crude protein yields. The dry matter yield ranged from 7.54 t ha⁻¹ in the N₀ variant (grass earing stage) to 13.19 t ha⁻¹ in the N₉₀ variant (grass flowering stage). Cutting at the grass earing stage can produce a considerably higher amount of good quality forage mass from the grassland, as well as the application of 70 to 90 kg ha⁻¹ of nitrogen.

Key words: *grasslands, nitrogen, plant development stage, dry mass yield, crude protein yield.*

INTRODUCTION

Given that grasslands in Bosnia and Herzegovina make up over half of the total agricultural land, they represent an important resource for the production of roughage. Unfortunately, our grasslands are low-productive and the resulting bulk forage is of poor quality. In order to improve and enhance the condition of the grasslands, it would be necessary to make much more effort in grassland management method, i.e. to ensure

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

²Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Zemun, Serbia

*Correspondence: m.bezdrob@ppf.unsa.ba

that higher yields and better quality of bulk forage are achieved in the production on these areas.

This implies the application of appropriate grassland management measures: fertilization (mineral and organic), cutting at the optimal stages of plant development, and adequate use of forage from the grasslands, etc. A number of authors in their research results point out the significance of the application of different amounts of nitrogen which affect the productivity and quality of the grasslands (Mijatović *et al.*, 1975; Stjepanović *et al.*, 1998; Mandić *et al.* 2001; Sima and Pacurar, 2002; Bijelić *et al.*, 2011; Tomić *et al.*, 2011). Soil microorganisms also play a key role in creating and maintaining grasslands soil fertility. The amount and activity of soil microorganisms is a significant factor for its fertility. Numerous microorganisms are present in the soil, especially from the group of bacteria and fungi. Beneficial microorganisms decompose organic matter in the soil thus making it accessible to plants and contributing to increased soil fertility, which results in higher yields and better quality of forage (Parr, 1994; Jose *et al.*, 2001).

MATERIAL AND METHODS

The experimental trial was set up in early April 2018 on a grassland that was previously sown in 2011, located at the Butmir agricultural estate near Sarajevo, using a random block system, in four replications. The size of the plot was 5 m². Over 80% of grasses were represented on the examined grassland. Timothy (*Phleum pratense* L.) had the highest representation on the grassland, followed by orchard grass (*Dactylis glomerata* L.). In the experiment, Nitrogen fertilizer (27% Calcium ammonium nitrate – CAN) was applied in early spring. The experiment examined the effect of applying different amounts of nitrogen 0 (N₀ control), 50 (N₅₀), 70 (N₇₀), and 90 (N₉₀) in two phases of cutting (cutting at the grass earing phase and cutting at the grass flowering phase) and microbial activity of the soil. The total dry mass yield was determined on the basis of the green mass yield obtained at cutting, and the dry matter content. The dry matter content was determined by drying the samples in a dryer to a moisture content ranging from 13 to 15%. The content of total nitrogen in plant mass was determined by the Kjeldahl method. Crude protein content was determined based on the level of total nitrogen in dry matter multiplied by factor 6.25. Crude protein yield (CP) was determined on the basis of dry mass yield and the content of crude proteins in it. Soil microbiological activity: under grassland it included examination of systematic groups of microorganisms; the total number of microorganisms, fungi and actinomycetes on appropriate nutrient media. As part of the microbiological analysis, isolation and identification of fungi by genus was performed. The results of the research were processed by statistical methods of analysis of variance and the differences between the media were tested by the Tukey test. The weather conditions in the research year were quite favorable. They are characterized by high air temperatures and an even distribution of precipitation during the vegetation period. The total amount of precipitation in 2018

was 1043.3 mm, which is 111.6 mm more than the multi-year average. The mean annual air temperature was 1.9°C higher compared to the multi-year average (9.5°C).

RESULTS AND DISCUSSION

Dry mass yield depending on the applied nitrogen dose and cutting regime

In the research year, the highest yield of dry mass (Table 1) at grass earing phase was achieved by the N₉₀ variant (11.07 t ha⁻¹), followed by the N₇₀ variant (10.06 t ha⁻¹). The dry mass yield of variant N₉₀ is significantly higher compared to the dry mass yield of variant N₅₀ and the control variant N₀. A significantly higher dry mass yield was also achieved by variant N₇₀ compared to the control. The overall highest dry mass yield at grass flowering stage was achieved by variant N₉₀ (13.19 t ha⁻¹), followed by the variant treated with 70 kg ha⁻¹ (N₇₀) of nitrogen fertilizer (12.28 t ha⁻¹). The dry mass yields in all variants in which nitrogen fertilizer was applied were statistically significantly higher compared to the control variant (8.95 t ha⁻¹).

Tab. 1. Impact of nitrogen application and plant development stage on dry mass yield (t ha⁻¹)

Variant	Cutting regime	
	Earing	Flowering
Control (N ₀)	7.54 c	8.95b
Fertilization N ₅₀)	8.95bc	11.86a
Fertilization (N ₇₀)	10.06ab	12.28a
Fertilization (N ₉₀)	11.07a	13.19a
Average	9.40	11.57

^{abc}Values marked with different letters differ significantly (P<0,05) ^{ns} no significant difference

The dry mass yield at different cutting regimes is characterized by the fact that the highest average annual yield was achieved when cutting at grass flowering phase (11.57 t ha⁻¹), whereas the yield in grass earing phase amounted only 9.40 t ha⁻¹, which is by 2.16 t ha⁻¹ less compared to the average yield obtained at the later cutting phase (grass flowering phase). The lowest annual dry mass yield was achieved by the control variant N₀ at both cutting phases, in the amount that ranged from 7.54 t ha⁻¹ in the grass earing phase, to 8.95 t ha⁻¹ in the grass flowering phase.

The cutting regime had a significant impact on the dry mass yield. The cutting regime in the grass flowering phase achieved a statistically significantly higher dry mass yield

compared to the grass earing phase (except for the control variant N₀), which is quite consistent with the results of the research by Alibegović-Grbić *et al.* (2010).

Crude protein yield depending on the applied nitorgen dose and cutting regime

The overall average annual yield of crude proteins (Table 2) in the grass earing phase was (1109.40 kg ha⁻¹). The highest total annual protein yield was achieved by variant N₉₀ (1504.32 kg ha⁻¹). The lowest crude protein yield was achieved by the control variant N₀ (789.18 kg ha⁻¹) without the application of nitrogen. All variants treated with nitrogen achieved a significantly higher protein yield compared to the control variant N₀. Variant N₉₀ achieved a statistically significantly higher yield of crude proteins compared to variants N₅₀ and N₇₀. The average annual yield of crude protein in the grass flowering phase was (1031.14 kg ha⁻¹). The highest total annual protein yield was achieved by variant N₉₀ (1152.95 kg ha⁻¹), followed by variant N₅₀ (1125.18 kg ha⁻¹), while the lowest one was achieved by variant N₀ (767.11 kg ha⁻¹). The yield of crude proteins where nitrogen was applied is statistically significantly higher compared to the control where no nitrogen was applied. Additionally, the N₉₀ variant achieved a significantly higher yield compared to the N₅₀ and N₇₀ variants.

Tab. 2. Impact of nitrogen and plant development stage on crude protein yield (kg ha⁻¹)

Variant	Cutting regime	
	Earing	Flowering
Control (N ₀)	789.18c	767.11c
Fertilization (N ₅₀)	1071.30b	1125.18b
Fertilization (N ₇₀)	1072.80b	1079.35b
Fertilization (N ₉₀)	1504.32a	1152.95a
Average	1109.40	1031.14

^{abc}Values marked with different letters differ significantly (P<0,05) ^{ns} no significant difference

The cutting regime had a significant impact on the yield of crude protein. The cutting regime in grass earing phase achieved a statistically significantly higher yield of crude protein compared to the grass flowering phase in the control variant (N₀) and variant (N₉₀), while there was no statistically significant difference between other nitrogen fertilized variants. The average yield of crude proteins was higher at the earlier cutting (grass earing phase) compared to the average yield at the later cutting (grass flowering phase), which is consistent with the research by Alibegović-Grbić *et al.* (2004), in which it was also determined that the cutting of grasslands at the grass earing phase had a

positive impact on the content of crude protein in dry matter as well as on the total protein yield per unit area.

Soil microbiological activity

The examined parameter of soil microbiological activity and the number of ammonifiers showed the dependence on the plant phenophase and the amount of applied N fertilizer. The application of a smaller amount of N fertilizer in the grass earing phase increased the number of ammonifiers, whereas high amounts of N fertilizer had an inhibitory effect, which is consistent with the results of research (Đukić i Mandić, 1997; Mandić, 2001). The number of ammonifiers (Table 3) was the largest in the variant fertilized with 50 kg N ha⁻¹ (10.8; 10.4).

Table 3. Total number of bacteria in the soil under the grassland fertilized with different doses of nitrogen in the grass earing phase

Variant	Actinomycetes CFU x 10 ³ /g	Fungi CFU x 10 ² /g	Total number of bacteria CFU x 10 ⁵ /g	Total number of ammonifiers CFU x 10 ⁴ /g
Control (N ₀)	7.2	404.4	915.5	9.4
Control (N ₀)	11.1	373.3	922.2	8.9
Fertilization (N ₅₀)	7.5	231.1	862.2	10.4
Fertilization (N ₅₀)	7.5	211.1	675.5	10.8
Fertilization (N ₇₀)	13.3	202.2	568.8	6.7
Fertilization (N ₇₀)	15.5	198.8	604.4	6.6
Fertilization (N ₉₀)	18.3	182.2	553.3	4.0
Fertilization (N ₉₀)	20.5	173.3	462.2	3.8

By further increasing the amount of nitrogen fertilizer, the number of ammonifiers decreased. The lowest total number of bacteria was found in variant N₉₀ (462.2; 553.3), and the highest in the control variant N₀ (922.2; 915.5). The comparison of the variants fertilized with nitrogen shows that the largest total number of bacteria was found in the variant that was fertilized with 50 kg N ha⁻¹ (862.2; 675.5). In the grass earing phase, the largest number of fungi was found in the control variant N₀ (404.4; 373.3), and the smallest in the variant fertilized with 90 kg N ha⁻¹ (173.3; 182.2). Of the variants

fertilized with nitrogen fertilizers, the largest number of fungi was found in the variant fertilized with 50 kg N ha⁻¹ (211.1; 231.1). The number of actinomycetes depended on the amount of nitrogen fertilizer applied. The largest number of this group of microorganisms was recorded in variant N₉₀ (20.5; 18.3).

The number of fungi in the flowering phase was smaller compared to the earing phase (Table 4). The highest number was found in the control variant N₀ (255.5; 242.2) without the application of nitrogen fertilizer, and the lowest in the variant fertilized with 90 kg N ha⁻¹ (70.7; 60.8). In contrast to the number of fungi, the number of bacteria in the grass flowering phase was larger in all variants, compared to the earing phase. The highest number of bacteria was recorded in the control variant (1280.5; 1244.4), and when the fertilized variants are concerned, the highest number was found when applying 50 kg N ha⁻¹ (995.5; 977.7). In the flowering phase, the number of actinomycetes increased compared to the earing phase.

Table 4. Total number of bacteria in the soil under the grassland fertilized with different doses of nitrogen in the grass flowering phase

Variant	Actinomycetes CFU x 10³/g	Fungi CFU x 10²/g	Total number of bacteria CFU x 10⁵/g	Total number of ammonifiers CFU x 10⁴/g
Control (N ₀)	20.3	255.5	1244.4	10.6
Control (N ₀)	20.8	242.2	1280.5	10.2
Fertilization (N ₅₀)	22.2	120.1	977.7	12.7
Fertilization (N ₅₀)	24.4	107.7	995.5	13.1
Fertilization (N ₇₀)	17.7	98.2	623.3	9.5
Fertilization (N ₇₀)	20.6	89.4	686.4	8.8
Fertilization (N ₉₀)	22.5	70.7	584.1	6.3
Fertilization (N ₉₀)	26.6	60.8	575.5	5.9

CONCLUSION

Based on the results of research on the effects of the application of different doses of nitrogen and the phase of plant development at cutting on the yield and forage value of grasslands, the following conclusions can be made.

Dry mass yield in the earing and flowering phases was the highest in the variants that were fertilized with 90 kg N ha⁻¹, and the lowest in the control variant. A statistically significantly higher dry mass yield was achieved when cutting was performed in the grass flowering phase compared to the grass earing phase (except for the control variant N₀). A statistically significantly higher crude protein yield was achieved in variants (N₀ and N₉₀) compared to the yield achieved with the cutting regime in the grass flowering phase. The application of nitrogen on grassland had a positive impact on increasing the yield of dry mass and crude proteins, particularly the applied doses of 70 to 90 kg N ha⁻¹. The examined parameter of soil microbial activity showed dependence on the development stage of plant and the amount of N fertilizer applied. A higher number of bacteria and actinomycetes was found in the flowering stage compared to the earing stage, while the number of fungi was higher in the earing stage compared to the flowering stage in all variants of the experiment.

REFERENCES

- Alibegović-Grbić, S., Čivić, H., Bezdrob, M. (2010): Efekat stadija razvoja, podsijavanja i primjene azota na produktivnost i botanički sastav prirodnog travnjaka. Radovi poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. Vol. LV, broj 60/1, str; 75-81.
- Alibegović-Grbić, S., Čivić, H., Bezdrob, M. (2004): Uticaj primjene nižih doza azota i faze razvoja biljaka pri kosidbi na prinos suve materije i sirovih proteina sa travnjaka. Acta Agriculturae Serbica, Vol. IX, 17 (2004), str; 289-293.
- Bijelić, Z., Tomić, Z., Ružić-Muslić, D. (2011): The effect of nitrogen fertilization on production and qualitative properties of sown grasslands in the system of sustainable production. Publisher: Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun. Biotechnology in Animal Husbandry 27 (3), p 615-630.
- Đukić, D., Mandić, L. (1997): Mineralna hraniva kao faktor regulacije brojnosti mikroorganizama i enzimske aktivnosti u smonici pod pšenicom. IX Kongres Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta 411-416, Novi Sad.
- Higa, T., Parr, J. F. (1994): Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International nature Farming Research Center, Atami, Japan, 1- 20.
- Jose, L. G., Waltert, H. F. (2001): Soil Nitrogen Mineralization in Mixture of Eastern Gamagrass with Alfalfa and Red Clover. Agronomy Journal 93 (4), 902 - 910.

- Mandić, L. (2001.): Mikrobiološka aktivnost i produktivnost smonice pod kukuruzom u uslovima primene različitih đubriva. Doktorska disertacija, Agronomski fakultet Čačak.
- Mijatović, M., Pavešić - Popović, J. (1975): Uticaj različitih oblika azota na produktivnost prirode livade *Agrostidetum vulgare*, floristički i hemijski sastav travne mase. II Jugoslovenski simpozium o krmnom bilju. Ohrid.
- Sima, N., Pacurar, F. (2002): Quality of forage obtained from mountain pasture as influenced by harvesting phenophase and management. In: Durand, J. L. *et al.* (eds) Multi - grasslands function. Grassland Science in Europe, 7. 160-161.
- Stjepanović, M., Bukvić, G., Popović, S., Grljuškić, S. (1998): Influence of fertilization on yield and quality of naturalplain (*Loliataeae* and *Magnoliataeae*) grassland (1993-1996). In Nagy, G. and Peto, K. (eds) Ecology Grassland. Grassland Science in Europe, 3, 917-912.
- Tomić, Z., Bijelić, Z., Simić, A., Kresović, M., Žujović, M., Mandić, V., Marinkov, G. (2011): Dry matter and protein yield of alfalfa, cocksfoot, meadow fescue, perennial ryegrass and their mixtures under the influence of various doses of nitrogen fertilizer. *Biotechnology in Animal Husbandry* 27 (3), p 1219-1226. Publisher: Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun.

EFEKAT PRIMJENE RAZLIČITIH DOZA AZOTA I FAZE RAZVOJA BILJAKA PRI KOSIDBI NA PRINOS I KRMNU VRIJEDNOST TRAVNJAKA

Rezime

Travnjaci u Bosni i Hercegovini zauzimaju preko 50% ukupnih poljoprivrednih površina. Međutim, iako travnjaci zauzimaju velike površine nisu optimalno iskorišteni. Neadekvatan način korištenja bez upotrebe i primjene azotnog đubriva kao i kosidba u kasnijim fazama razvoja biljaka imaju negativan uticaj za dobijanja kvalitetne krme i postizanja visokih i stabilnih prinosa. S obzirom da kvalitet biljne mase i produktivnost travnjaka u velikoj mjeri zavise od plodnosti zemljišta, botaničkog sastava i faze razvoja biljaka pri kosidbi, cilj provedenih istraživanja je bio utvrđivanje uticaja različitih doza gnojidbe sa azotom i faze razvoja biljaka pri kosidbi na prinos suhe mase, sirovih proteina i na mikrobiološku aktivnost sa travnjaka.

Rezultati istraživanja su pokazali, da faza razvoja biljaka pri kosidbi, te primjena različitih doza azotnog đubriva imaju značajan uticaj na prinos suhe mase i prinos sirovih proteina. Prinos suhe mase se kretao od 7,54 t ha⁻¹ u varijanti N₀ (faza klasanja trava) do 13,19 t ha⁻¹ u varijanti N₉₀ (faza cvatnje trava). Kosidbom u fazi klasanja trava, te primjenom 70 do 90 kg ha⁻¹ azota može se dobiti znatno više kvalitetne krmne mase sa travnjaka.

Ključne riječi: *travnjaci, azot, faza razvoja biljaka, prinos suha mase, prinos sirovog proteina.*

UTICAJ SORTE I RAZGRANJENJA NA DINAMIKU RASTA I KVALITET SADNICA JABUKE*

Fikreta Behmen¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Sortno ispravan, zdrav i kvalitetan sadni materijal predstavlja osnov uspješne proizvodnje voća. Greške koje se prave u izboru sadnog materijala pri zasnivanju zasada su, nažalost, vrlo česte, kasno se uočavaju i ne mogu se ispraviti.

Prilikom kalemljenja dolazi do promjene epibiota pod uticajem hipobiota, koje su brojne i raznovrsne.

U ovom radu su predstavljeni rezultati uticaja dvije sorte jabuke (ajdared i jonagold) na dinamiku rasta (kroz šest mjerenja u toku vegetacije) visinu sadnice, debljinu podloge i debljinu okulanta. Smjer signifikantne razlike nije isti u svim mjerenjima, nekad je prosjek veći kod sorte ajdared a nekad kod sorte jonagold. Na osnovu toga ne možemo zaključiti da sorta jabuke statistički značajno utiče na visinu sadnice i debljinu okulanta. Ali prilikom uticaja sorte na debljinu okulanta može se zaključiti da sorta jabuke statistički značajno utiče na debljinu podloge.

Kada je uticaj razgranjenja u pitanju, rezultati istraživanja pokazuju da je on signifikantan za sve parametre istraživanja.

Ključne riječi: *jabuka, ajdared, jonagold, sorta, podloga, visina sadnice, debljina okulanta, razgranjenja*

UVOD

Kalemljenje je najčešći način razmnožavanja voćaka, pogodan za gotovo sve vrste. Za savremenu visoku proizvodnju svake voćne vrste, jedan od najvažnijih činioca je kvalitetna sadnica, a za proizvodnju takvih sadnica potrebno je puno truda i znanja. Za proizvodnju voćnih sadnica najviše se koristi tehnika okuliranja na spavajući pupoljak. Da bi kalemljenje bilo uspješno potrebno je zadovoljiti određene uslove. Prvi uslov za uspješno kalemljenje zavisi od iskustva osobe koja ga obavlja. Zatim zavisi od hormonalnih i biohemijskih interakcija između podloge i plemke, te od klimatskih uslova. Da bi pri okuliranju prijem bio uspješniji kalemgrančica se mora odlikovati određenim karakteristikama: umjerenim rastom mladara i dobrom razvijenošću pupoljaka na njemu; dobrim zdravstvenim stanjem.

*Izvod iz doktorata - Excerpt from doctoral thesis

¹ Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo
Corresponding author: f.behmen@pf.unsa.ba

Podloga također ispoljava određeni uticaj na uspješnost kalemljenja. Najbolje srastanje podloge i pupoljka je kada je podloga mlada i debljine olovke. Kod tanje podloge prijem je slabiji, jer ona u svom tkivu ne sadrži dovoljno organskih rezervnih materija iz kojih se obrazuje kalusno tkivo.

Neka istraživanja govore da promjer sadnice prilikom zasnivanja zasada treba minimalno da iznosi 15 mm sa 5-10 dobro raspoređenih postranih razgranjenja. Ovako proizvedene jednogodišnje sadnice prvi rod dat će već u drugoj godini nakon sadnje.

Prilikom zasnivanja savremenih zasada jabuke od sadnica se očekuje da što prije stupe u rod, pa se prilikom zasnivanja takvih zasada mora obratiti pažnja na kvalitet sadnog materijala. Za sadnice je poželjno da su razgranate, dobrog ugla grananja i određene visine. Prilikom upotrebe nerazgranatih sadnica odlaže se početak rodnosti za najmanje jednu godinu i povećava sklonost prema alternativnom plodonošenju. Prirodno formiranje postranih razgranjenja je zastupljeno kod pojedinih sorti, pa je iz tog razloga prilikom proizvodnje sadnica potrebno primjeniti i određenu tehnologiju za pospješivanje formiranja postranih razgranjenja.

Osnovni cilj ovog istraživanja jeste utvrđivanje uticaja sorte i formiranih postranih razgranjenja na kvalitet nadzemnog sistema sadnica jabuke.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su obavljena u standardnim uslovima komercijalnog rasadnika u periodu 2006, 2007 i 2008. godini, uz primjenu odgovarajućih agrotehničkih mjera.

U ispitivanom ogledu su uključene dvije sorte (ajdared i jonagold). Eksperiment je postavljen kao rand blok sistem, sa 30 sadnica u ponavljanju.

Kao materijal za postavljanje ogleada korištena je jednogodišnja vegetativna podloga M9, proizvedena u matičnjaku nagrtanica u rasadniku Visoko. Jednogodišnje podloge su ujednačene debljine, kako bi se dala jednaka šansa svakoj sadnici da dinamikom rasta u toku vegetacije pod istim uslovima iskaže razvijenost sadnice.

Plemke su uzete iz matičnog zasada plemki Poljoprivrednog instituta Butmir.

Kalemljenje na podlogu je izvršeno u toku jednog dana, i to kalemljenjem na spavajući pupoljak – okuliranjem (august mjesec). Kalemljeno je na sjevernoj strani podloge na istom odstojanju od zemlje oko 10 cm. Vezivanje pupoljaka je vršeno sa gumicom.

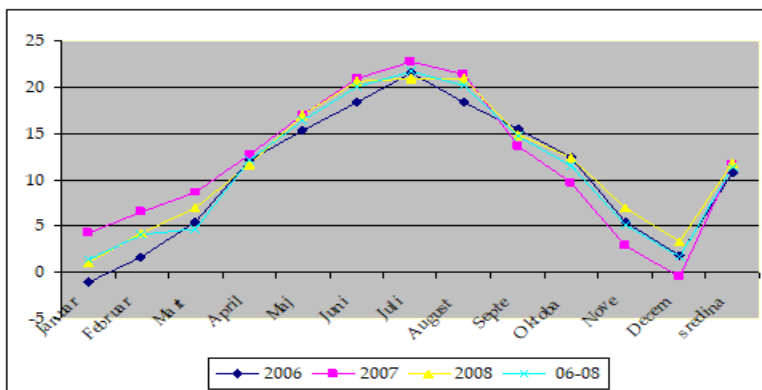
U toku eksperimenta praćeno je više parametara: debljina 5 cm ispod spojnog mjesta, debljina 5cm iznad spojnog mjesta, dinamika rasta, visina jednogodišnjeg prirasta, prijevremeni prirasti.

Analiza eksperimentalno dobijenih rezultata je u saglasnosti sa zadatim ciljem istraživanja.

Dobiveni podaci obrađeni su statističkim programom SPSS for Windows 10.0 primjenom Kruskal-Wallisov one way i Mann-Whitney U testa ($P < 0,05$).

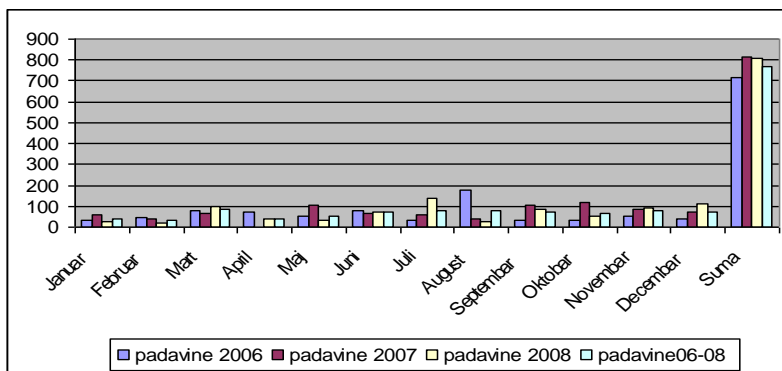
Meteorološke prilike

Prema podacima Meteorološke stanice Zenica, srednja godišnja temperatura zraka za 2007. godinu je iznosila 11,7°C. U periodu vegetacije kada su i vršena mjerenja, prosječna temperatura je iznosila 18,5°C, sa minimalnom temperaturom 12,8°C i maksimalnom 22,7°C. U 2008. godini sa izmjerenim prosječnim temperaturama najtopliji su bili juli i august sa (20,9°C), a najhladniji januar sa (1,1°C). U 2006. godini temperatura zraka je niža do jula mjeseca u odnosu na ostale dvije godine ogleđa.



Grafikon br. 1. Srednje mjesečne temperature zraka za 2006, 2007 i 2008. godinu na području Zenice

Graph 1. Average monthly air temperatures for 2006, 2007 and 2008 in the area of Zenica



Grafikon br. 2. Sume mjesečnih padavina za 2006, 2007. i 2008. godinu

Graph 2. Monthly precipitation for 2006, 2007 and 2008

Iz grafikona br. 2 se može vidjeti da je u 2006. godini najviše padavina bilo u augustu mjesecu (174,2 mm), a najmanje u septembru (29,8 mm). U 2007. godini najviše

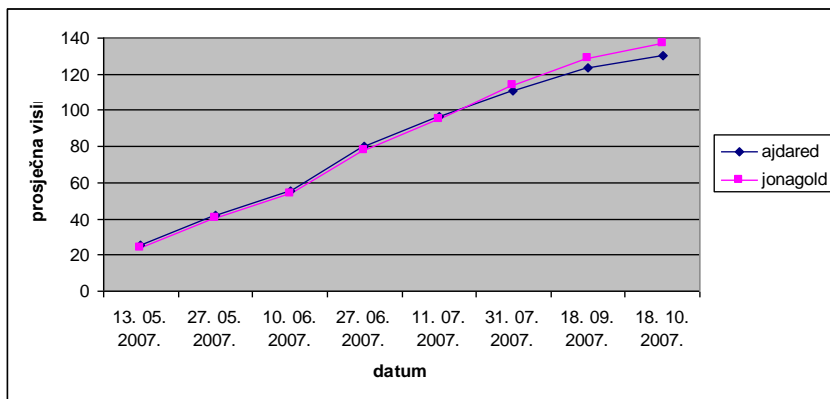
padavina bilo je u oktobru (115,6 mm), a najmanje u aprilu (3,1 mm). U 2008. godini najviše padavina bilo je u juli mjesecu (139,8 mm), a najmanje u februaru (19 mm).

REZULTATI I DISKUSIJA

Visina sadnica jabuke u zavisnosti od sorte

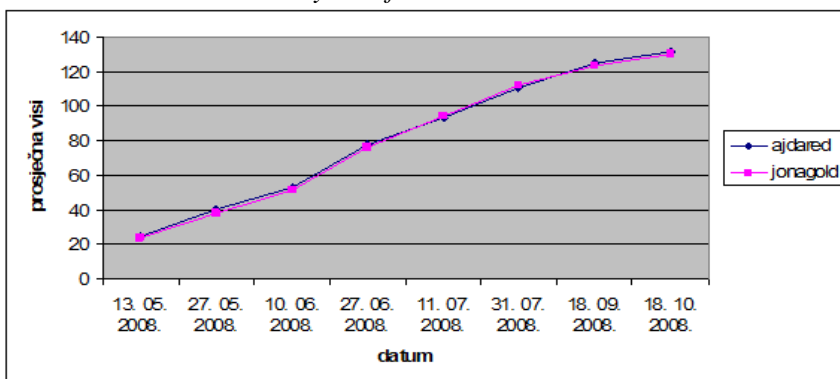
Iz grafikona 3 i 4 primjećujemo da je kod sorte jonagold visina sadnica imala primjetno više vrijednosti kod posljednja dva mjerenja u okviru prve godine u odnosu na pupoljke sorte ajdared.

Primjećujemo da kod obje grupe pupoljaka u okviru druge godine nema primjetne razlike.



Grafikon 3. Prosječna visina sadnica kod dvije sorte (ajdared i jonagold) za prvu godinu posmatranja

Graph 3. Average seedling height in two cultivars (Idared and Jonagold) for the first year of observation



Grafikon 4. Prosječna visina sadnica kod dvije sorte (ajdared i jonagold) za drugu godinu posmatranja

Graph 4. Average seedling height in two cultivars (Idared and Jonagold) for the second year of observation

Tabela 1. Rezultati Kruskal-Wallis testa- razlika između visina sadnica jabuke sorti Idared i Jonagold u razdoblju 2007.-2008. godine

Table 1. Kruskal-Wallis test results - difference between heights of apple seedlings of Idared and Jonagold varieties in the period 2007-2008

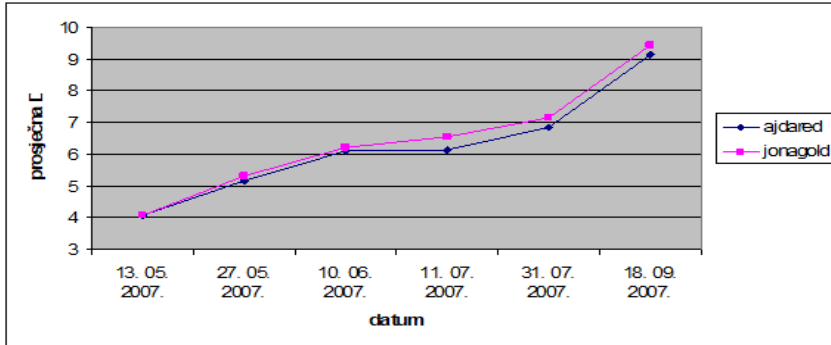
Datum	2007		2008	
	z	signifikant	z	Signifikant
13. 05.	-2,621	0,009***	-1,128	0,259 n.s
27. 05.	-1,377	0,168 n.s	-1,068	0,286 n.s
10. 06.	-2,316	0,021**	-1,008	0,314 n.s
27. 06.	-2,784	0,005***	-0,349	0,727 n.s
11. 07.	-2,631	0,009***	1,177	0,239 n.s
31. 07.	1,062	0,288 n.s	1,39	0,165 n.s
18. 09.	2,737	0,006***	-0,33	0,742 n.s
18. 10.	3,342	0,001***	-0,863	0,388 n.s

Napomena: n.s., *, **, ***, ****- nije statistički značajno i statistički značajno uz P <0,05, 0,01, 0,001 i 0,0001

Samo kod 6 mjerenja (37,5%) razlika između grupa prema parametru visina je statistički signifikantna u obje posmatrane godine. Razlike su signifikantne samo u prvoj godini. Smjer signifikantne razlike nije isti u svim mjerenjima, nekad je prosjek veći kod sorte ajdared a nekad kod sorte jonagold. Na osnovu toga ne možemo zaključiti da sorta jabuke statistički značajno utiče na visinu sadnica.

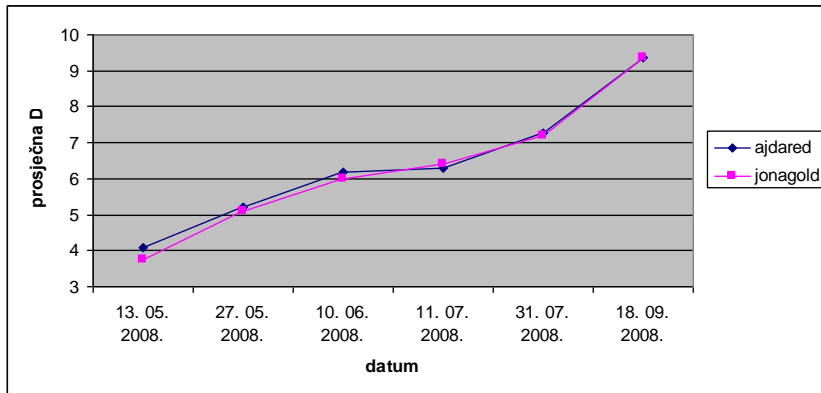
Debljina okulanta u zavisnosti od sorte

Iz grafikona 5 primjećujemo da je kod grupe pupoljaka sorte jonagold za parametar debljina okulanta imala primjetno više vrijednosti kod posljednja tri mjerenja u okviru prve godine u odnosu na pupoljke sorte ajdared. U grafikonu 6 primjećujemo da kod obje grupe pupoljaka u okviru druge godine nema primjetne razlike osim u prvom mjerenju u korist sorte ajdared.



Grafikon 5. Prosječna debljina okulanta kod sorti (ajdared i jonagold) za prvu godinu posmatranja

Graph 5. Average thickness of seedling in cultivars (Idared and Jonagold) for the first year of observation



Grafikon 6. Prosječna debljina okulanta kod sorti ajdared i jonagold za drugu godinu posmatranja

Graph 6. The average thickness of the seedling in the varieties Idared and Jonagold for the second year of observation

Tabela 2. Rezultati Mann Whitney U testa - razlika između debljine okulanta jabuke sorti Idared i Jonagold u razdoblju 2007.-2008. godine

Table 2. Results of the Mann Whitney U test - the difference between the thickness of the seedling of the apple cultivars Idared and Jonagold in the period 2007-2008

	2007		2008	
Datum	t	signifikant	t	Signifikant
13. 05.	0,303	0,762 n.s.	-2,223	0,026**
27. 05.	2,344	0,019**	-0,564	0,573 n.s
10. 06.	1,234	0,217 n.s	-1,105	0,269 n.s
11. 07.	2,937	0,003***	1,249	0,212 n.s
31. 07.	2,003	0,045**	-0,382	0,703 n.s
18. 09.	1,521	0,128 n.s	0,255	0,799 n.s

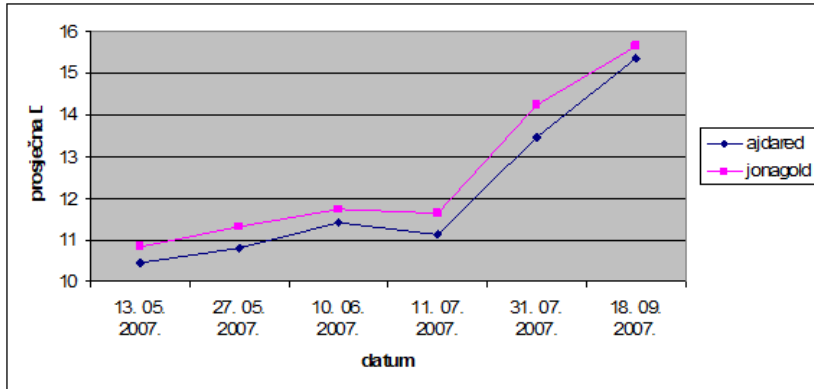
Napomena: n.s., *, **, ***, ****- nije statistički značajno i statistički značajno uz P <0,05, 0,01, 0,001 i 0,0001

Diskusija za parametar debljina okulanta u zavisnosti od sorti jabuke

Samo kod 4 mjerenja (33,33%) razlika između grupa prema varijabli debljina okulanta je statistički signifikantna u obje posmatrane godine. Smjer razlike nije isti kod signifikantnih mjerenja, jednom je u korist sorte ajdared a drugi put u korist sorte jonagold. Stoga ne možemo zaključiti da sorta jabuke statistički značajno utiče na debljinu okulanta.

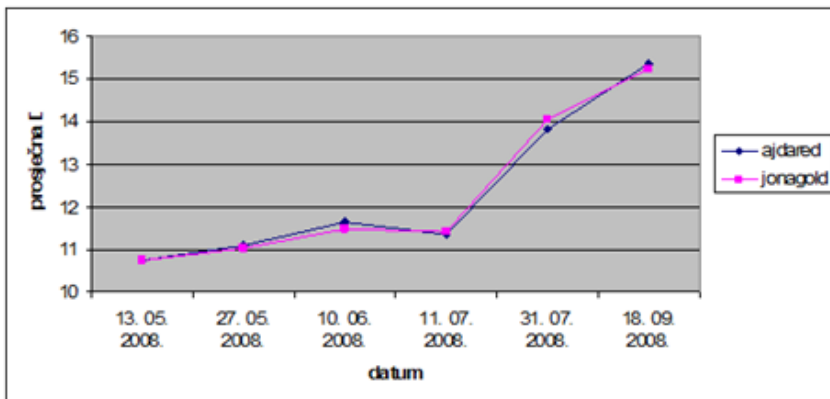
Uticaj sorte na debljinu podloge

Iz grafikona 7 primjećujemo da je kod grupe pupoljaka sorte jonagold debljina podloge imala primjetno više vrijednosti kod svih mjerenja u okviru prve godine u odnosu na sortu ajdared. Iz grafikona 8 primjećujemo da kod obje grupe pupoljaka u okviru druge godine nema velike razlike.



Grafikon 7. Prosječna debljina podloge za dvije sorte (ajdared i jonagold) za prvu godinu posmatranja

Graph 7. Average rootstock thickness for two cultivars (Idared and Jonagold) for the second year of observation



Grafikon 8. Prosječna debljina podloge za dvije sorte (ajdared i jonagold) za drugu godinu posmatranja

Graph 8. Average rootstock thickness for two cultivars (Idared and Jonagold) for the second year of observation

Tabela 3. Rezultati Mann Whitney U testa - razlika između debljina podloge M9 u razdoblju 2007.-2008. godine

Table 3. Mann Whitney U test results - difference between M9 rootstock thicknesses in 2007-2008

	2007		2008	
Datum	t	signifikant	t	Signifikant
13. 05.	1,98	0,048**	-0,626	0,531
27. 05.	2,535	0,011**	-0,319	0,749
10. 06.	1,21	0,226	-0,182	0,855
11. 07.	2,719	0,007***	0,676	0,499
31. 07.	2,413	0,016**	1,434	0,151
18. 09.	0,428	0,669	-0,296	0,767

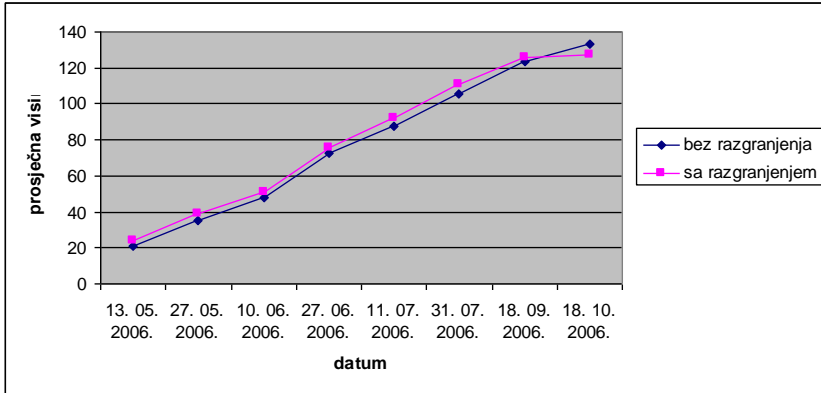
Napomena: n.s., *, **, ***, ****- nije statistički značajno i statistički značajno uz P <0,05, 0,01, 0,001 i 0,0001

Diskusija za parametar debljina podloge u zavisnosti od sorti jabuke

Kod 4 mjerenja (33,33%) razlika između grupa prema varijabli debljina podloge je statistički signifikantna za obje posmatrane godine. Kod svih signifikantnih razlika koje su prisutne samo u okviru druge godine prosječna debljina podloge je veća za sortu jonagold. Stoga možemo zaključiti da sorta jabuke statistički značajno utiče na varijablu debljina podloge.

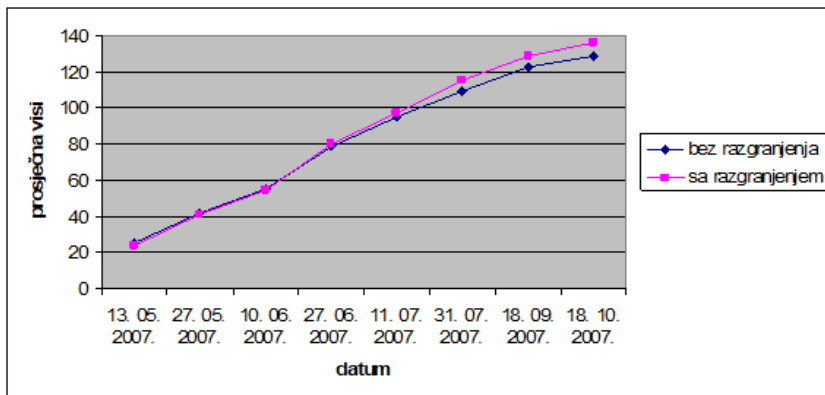
Visina sadnica jabuke u zavisnosti od razgranjenja

U grafikonu 9 primjećujemo da je kod grupe sa razgranjenjem visina sadnica imala višu vrijednost kod svih, osim kod posljednjeg, mjerenja u okviru prve godine u odnosu na grupu bez razgranjenja. U grafikonu 10 primjećujemo da je kod grupe sa razgranjenjem varijabla visina imala primjetno višu vrijednost samo kod posljednja tri mjerenja u okviru druge godine u odnosu na grupu bez razgranjenja. U grafikonu 11 primjećujemo da je kod grupe sa razgranjenjem varijabla visina imala primjetno višu vrijednost kod većine mjerenja u okviru treće godine u odnosu na grupu bez razgranjenja.



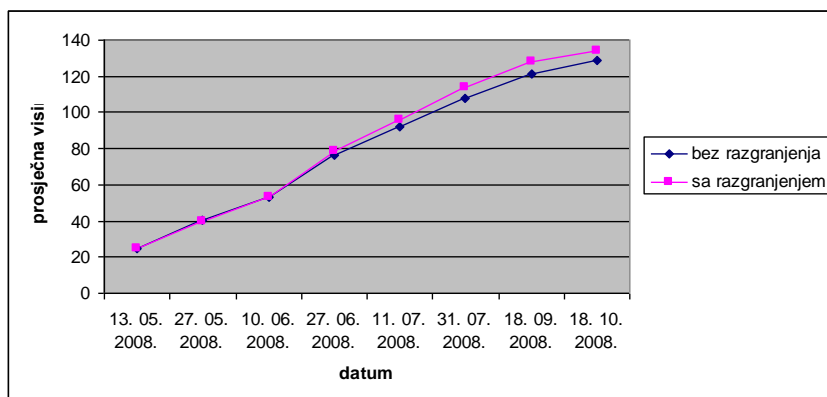
Grafikon 9. Prosječna visina kod dvije grupe pupoljaka (bez i sa razgranjenjem) za prvu godinu posmatranja

Graph 9. Average height in two groups of buds (without and with branching) for the first year of observation



Grafikon 10. Prosječna visina kod dvije grupe pupoljaka (bez i sa razgranjenjem) za drugu godinu posmatranja

Graph 10. Average height in two groups of buds (without and with branching) for the second year of observation



Grafikon 11. Prosječna visina kod dvije grupe pupoljaka (bez i sa razgranjenjem) za treću godinu posmatranja

Graph 11. Average height in two groups of buds (without and with branching) for the third year of observation

Tabela 3. Rezultati Mann Whitney U testa - razlika visina kod dvije grupe pupoljaka sa i bez razgranjenja za period 2006 - 2008.

Table 3. Mann Whitney U test results - difference in height in two groups of buds with and without branching for the period 2006 - 2008

	2006		2007		2008	
Datum	z	signifikant	z	signifikant	z	Signifikant
13. 05.	2,763	0,006***	-1,631	0,103n.s.	-0,281	0,779 n.s.
27. 05.	3,067	0,002***	-0,111	0,911n.s.	-0,219	0,827 n.s
10. 06.	3,135	0,002***	-1,181	0,238 n.s.	1,049	0,294 n.s
27. 06..	3,197	0,001***	0,362	0,717 n.s.	2,391	0,017**
11. 07.	3,307	0,001***	2,128	0,033**	3,573	0****
31. 07.	3,01	0,003***	3,717	0****	4,092	0****
18. 09.	0,259	0,795 n.s.	3,511	0****	3,526	0****
18. 10.	-2,043	0,041**	4,019	0****	2,555	0,011**

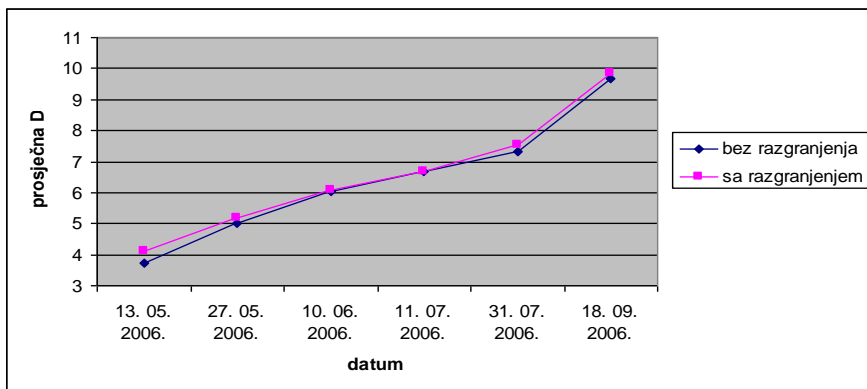
Napomena: n.s., *, **, ***, ****- nije statistički značajno i statistički značajno uz $P < 0,05, 0,01, 0,001$ i $0,0001$

Diskusija za parametar visina sadnica u zavisnosti od razgranjenja

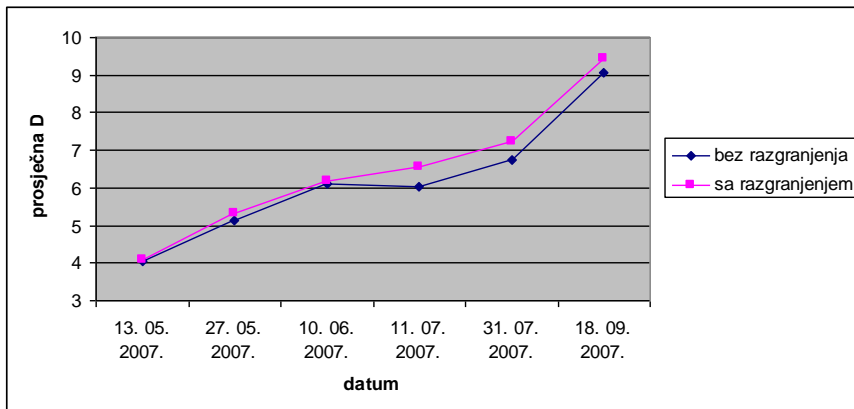
Kod 66,67% mjerenja (16 od 24) razlika između grupa prema parametru visina je statistički signifikantna u sve tri posmatrane godine. Smjer razlike je uvijek (osim kod jednog mjerenja) isti u korist veće prosječne vrijednosti za grupu pupoljaka sa razgranjenjem. Stoga možemo zaključiti da postoji uticaj razgranjenja na parametar visina.

Debljina okulanta u zavisnosti od razgranjenja

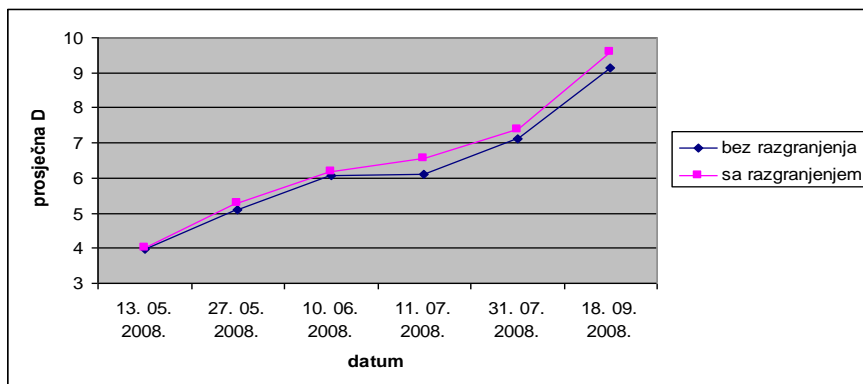
U grafikonu 12 primjećujemo da je kod grupe sa razgranjenjem varijabla debljina okulanta imala višu vrijednost prva dva i posljednja dva mjerenja u okviru prve godine u odnosu na grupu bez razgranjenja. U grafikonu 13 primjećujemo da je kod grupe sa razgranjenjem varijabla debljina okulanta imala primjetno višu vrijednost samo kod posljednja tri mjerenja u okviru druge godine u odnosu na grupu bez razgranjenja. U grafikonu 14 primjećujemo da je kod grupe sa razgranjenjem varijabla debljina okulanta imala primjetno višu vrijednost kod većine mjerenja u okviru treće godine u odnosu na grupu bez razgranjenja.



Grafikon 12. Prosječna debljina okulanta kod dvije grupe pupoljaka (bez i sa razgranjenjem) za prvu godinu posmatranja
 Graph 12. Average seedling thickness in two groups of buds (without and with branching) for the first year of observation



Grafikon 13. Prosječna debljina okulanta kod dvije grupe pupoljaka (bez i sa razgranjenjem) za drugu godinu posmatranja
Graph 13. Average seedling thickness in two groups of buds (without and with branching) for the second year of observation



Grafikon 14. Prosječna debljina okulanta kod dvije grupe pupoljaka (bez i sa razgranjenjem) za treću godinu posmatranja
Graph 14. Average seedling thickness in two groups of buds (without and with branching) for the third year of observation

Tabela 4. Rezultati Mann Whitney U testa - debljina okulanta kod dvije grupe pupoljaka sa i bez razgranjenja za period 2006 - 2008.

Table 4. Mann Whitney U test results - seedling thickness in two groups of buds with and without branching for the period 2006 -2008

	2006		2007		2008	
Datum	t	signifikant	t	signifikant	t	signifikant
13. 05.	2,165	0,03**	0,169	0,866	0,051	0,959
27. 05.	1,73	0,084	2,138	0,033**	1,12	0,263
10. 06.	0,65	0,515	0,647	0,518	0,693	0,488
11. 07.	0,525	0,6	3,892	0****	3,118	0,002***
31. 07.	1,628	0,104	3,815	0****	1,683	0,092
18. 09.	0,9	0,368	2,186	0,029**	2,103	0,036**

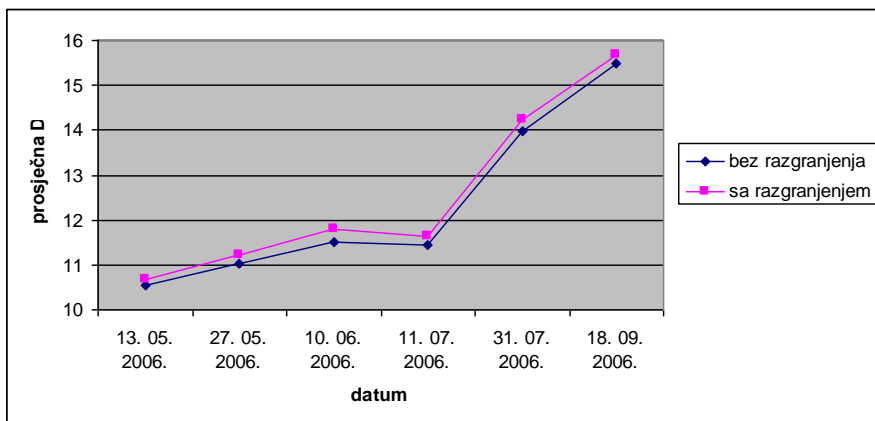
Napomena: n.s., *, **, ***, ****- nije statistički značajno i statistički značajno uz $P < 0,05, 0,01, 0,001$ i $0,0001$

Diskusija za parametar debljina okulanta u zavisnosti od razgranjenja

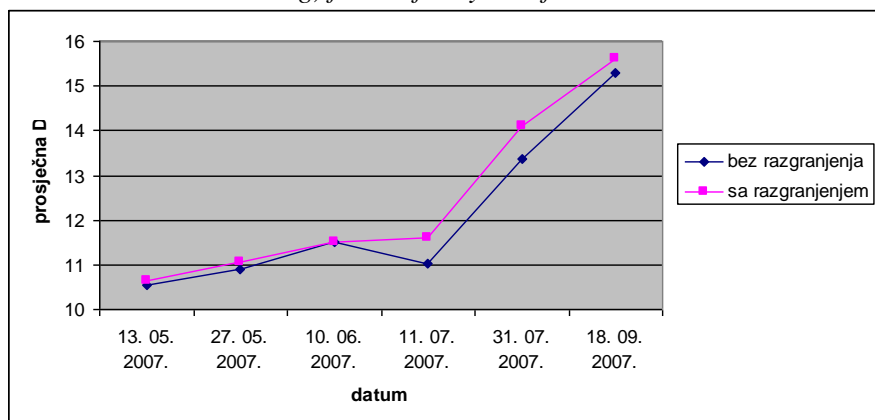
Kod 38,89% mjerenja (7 od 18) razlika između grupa prema parametru debljina okulanta je statistički signifikantna u sve tri posmatrane godine. Smjer razlike je uvijek isti u korist veće prosječne vrijednosti za grupu pupoljaka sa razgranjenjem. Stoga možemo zaključiti da postoji uticaj razgranjenja na parametar debljina okulanta.

Debljina podloge u zavisnosti od razgranjenja

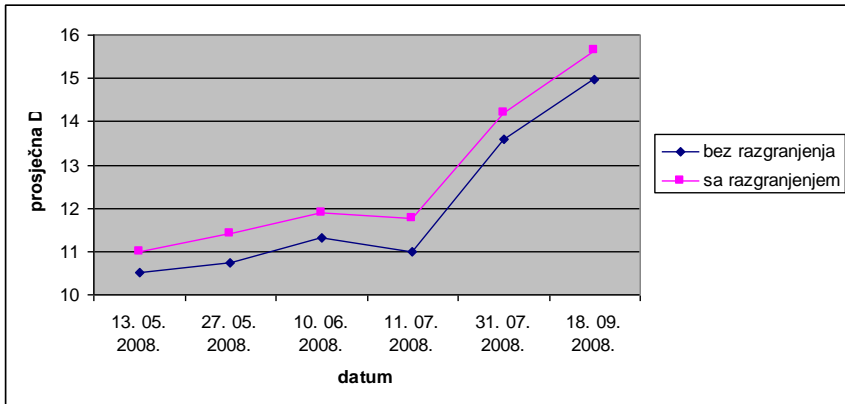
U grafikonu 15 primjećujemo da je kod grupe sa razgranjenjem parametar debljina podloge imala višu vrijednost kod svih mjerenja u okviru prve godine u odnosu na grupu bez razgranjenja. U grafikonu 16 primjećujemo da je kod grupe sa razgranjenjem parametar debljina podloge imala primjetno višu vrijednost kod većine mjerenja u okviru druge godine u odnosu na grupu bez razgranjenja. U grafikonu 17 primjećujemo da je kod grupe sa razgranjenjem parametar debljina podloge imala primjetno višu vrijednost kod većine mjerenja u okviru treće godine u odnosu na grupu bez razgranjenja.



Grafikon 15. Prosječna debljina podloge kod dvije grupe pupoljaka (bez i sa razgranjenjem) za prvu godinu posmatranja
Graph 15. Average rootstock thickness in two groups of buds (without and with branching) for the first year of observation



Grafikon 16. Prosječna debljina podloge kod dvije grupe pupoljaka (bez i sa razgranjenjem) za drugu godinu posmatranja
Graph 16. Average rootstock thickness in two groups of buds (without and with branching) for the second year of observation



Grafikon 17. Prosječna debljina podloge kod dvije grupe pupoljaka (bez i sa razgranjenjem) za treću godinu posmatranja
 Graph 17. Average rootstock thickness in two groups of buds (without and with branching) for the third year of observation

Tabela 5. Rezultati Mann Whitney U testa - debljina podloge kod dvije grupe pupoljaka sa I bez razgranjenja za period 2006 - 2008.

Table 5. Mann Whitney U test results - rootstock thickness in two groups of buds with and without branching for the period 2006 - 2008

	2006		2007		2008	
Datum	z	signifikant	z	signifikant	z	signifikant
13. 05.	0,824	0,41	1,126	0,26	2,767	0,006***
27. 05.	0,93	0,353	1,545	0,122	3,092	0,002***
10. 06.	1,527	0,127	-0,271	0,786	2,592	0,01**
11. 07.	1,159	0,246	3,406	0,001***	3,249	0,001***
31. 07.	1,076	0,282	3,044	0,002***	2,216	0,027**
18. 09.	0,497	0,619	1,208	0,227	2,251	0,024**

Napomena: n.s., *, **, ***, ****- nije statistički značajno i statistički značajno uz P <0,05, 0,01, 0,001 i 0,0001

Diskusija za parametar debljina podloge u zavisnosti od razgranjenja

Kod 44,44% mjerenja (8 od 18) razlika između grupa prema parametru debljina podloge je statistički signifikantna u sve tri posmatrane godine. Smjer razlike je uvijek isti u korist veće prosječne vrijednosti za grupu pupoljaka sa razgranjenjem. Naglašavamo i

da u prvoj godini nije zabilježena niti jedna signifikantna razlika. Stoga možemo zaključiti da postoji uticaj razgranjenja na varijablu debljina podloge.

Eksperimenti sa sadnicama pokazali su da postoji signifikantna korelacija između debljine sadnice i broja postranih razgranjenja, koja je jače izražena od korelacije između visine sadnice i broja postranih razgranjenja (Bielicki and Czynezyk, 2004). Ovo je naročito izraženo kod sorti 'Jonagold' i 'Elstar' (Tadeusz, 2007).

Do sličnih rezultata došao je i Kviklys (2004) ispitujući uticaj različitih podloga jabuke na kvalitet sadnog materijala (visina sadnice, debljinu sadnice, postrana razgranjenja i dužina grana). Podloga određuje karakteristike sadnice, kada su u pitanju procjena visine sadnice, prosječna dužina i broj postranih grana (Warner, 1991). Snaga rasta podloge je u korelaciji sa visinom sadnog materijala, ali nije u korelaciji sa postranim razgranjenjima na sadnom materijalu .

Glavni faktor koji utiče na determinaciju razgranjenja je genetski (Quinlan and Tobutt, 1990). Eksperiment sa kruškom je pokazao da izbor sorte ima veći uticaj na razgranavanje nego izbor podloge (Lipecki, cited by Tadeusz, 2004). Temperatura zraka i zemljišta također igraju ulogu u formiranju postranih razgranjenja (Tromp, 1996).

Vegetativni rast zavisi od genetske konstitucije biljke. Rast habitusa može zavisiati također od podloge, ekoloških uslova ili načina uzgoja (Kamboj *et al.*, 1997; Tromp, 1996).

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata uticaja sorte i razgranjenja sadnica na dinamiku rasta i kvalitet sadnica jabuke, mogu se donijeti zaključci:

- Za dvije godine ispitivanja uticaja sorte na visinu sadnica, debljina okulanta i debljina podloge može se zaključiti da bez obzira što je u toku ispitivanja bilo variranja u pogledu dinamike rasta u korist obje sorte, ne možemo zaključiti da sorta ima signifikantan uticaj na visinu sadnica.
- Isto tako možemo zaključiti da sorta jabuke ne utiče ni na debljinu okulanta.
- Možemo zaključiti da sorta jabuke statistički značajno utiče na parametar debljina podloge.
- Razgranjenje sadnica u sve tri godine ogleđa utiče na visinu sadnica jabuke.
- Također, možemo zaključiti da postoji uticaj razgranjenja na parametar debljina okulanta.
- Kod uticaja razgranja na debljinu podloge isto tako se pokazao signifikantan uticaj, tj razgranjenja utiču na debljinu podloge.

Svi dobijeni rezultati mogu izvanredno i korisno poslužiti proizvođačima sadnog materijala, a posebno kod planiranja procenta visokokvalitetnih sadnica ili pak njihove nabavke iz drugih rasadnika iz zemlje ili inostranstva.

LITERATURA

- Bielicki, P., Czyrzyk, A. (2004). Effect of rootstock quality and height of heading back one-year-old grafts on the quality of two-year-old trees in the nursery. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. Vol. 12, 2004: 61-67
- Kviklys, D. (2004). Apple rootstock effect on the quality of planting material. *Acta Hort.* 658(2),641-646
- Kamboj, J.S., Browing, G., Baker, D.A. (1997). Polar transport of [3 H]-IAA in apical shoot segments of different apple rootstocks. *J.HORT.SCI.*72:773-780
- Lipecki, J., Janisz, A. (1999). Zależność między cechami charakteryzującymi wzrost okulantów jabłoni. *ZESZ.NAUK. AR im. H. Kollatajaa w Krakowie* 66:66-72.
- Quinlan, J.D., Tobutt, K.R. (1990). Manipulating Fruit Tree Structure Chemically and Genetically for Improved Performance. *Hortscience*, Vol . 25(1):62-63
- Tadeusz, Jacyna (2004). The role of cultivar and rootstock in sylleptic shoot formation maiden pear trees. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 12; 41-47
- Tadeusz, Jacyna (2007). Growth correlations in apple nursery trees. *Annales Universitatis Mariae Curie - Skłodowska Lublin*.
- Tromp, J. (1996). Sylleptic shoot formation in young apple trees exposed to various soil temperature and air humidity regimes in three successive periods of the growing season. *Annals of Botany*, 77(1)
- Warner, J. (1991). Rootstock affects primary scaffold branch crotch angles of apple trees. *HortScience* 26: 1266-1267.

INFLUENCE OF VARIETY AND BRANCHING ON GROWTH DYNAMICS AND QUALITY OF APPLE SEEDLINGS

Summary

Varietal correct, healthy and quality planting material is the basis of successful fruit production. Mistakes that are made in the choice of planting material when planting are, unfortunately, very common, they are noticed late and cannot be corrected.

During grafting, there is a change in the epibiot under the influence of the hypobiote, which is numerous and diverse.

This paper presents the results of the influence of two apple cultivars (Idared and Jonagold) on the growth dynamics (through six measurements during the growing season), seedling height, rootstock and stem diameter. The direction of the significant difference is not the same in all measurements, sometimes the average is higher for the Idared variety and sometimes for the Jonagold variety. Based on that, we cannot conclude that the apple variety has a statistically significant effect on seedling height and stem diameter.

But during the influence of the variety on the diameter of the stem, it can be concluded that the apple variety has a statistically significant effect on the diameter of the rootstock.

When it comes to the impact of branching, the research results show that it is significant for all research parameters.

Key words: apple, Idared, Jonagold, variety, rootstock, seedling height, stem diameter, branching

VREDNOVANJE URODA I KAKVOĆE MOŠTA SORTE KLEŠČEC BIJELI NA RAZLIČITIM MIKROLOKACIJAMA

Dragutin Kamenjak¹, Dejan Marenčić¹, Kristina Svržnjak¹, Tomislava Peremin Volf¹,
Iva Šikač¹, Nikola Čizmak¹

Originalni znanstveni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Od 2013. godine sorta Klešćec bijeli priznata je autohtona sorta Kalničkog vinogorja. Nalazi se na nacionalnoj listi i preporučena je za proizvodnju u regiji Bregovita Hrvatska. Podizanjem baznog rasadnika plemki stvoreni su uvjeti za proizvodnju certificiranih loznih cjepova sorte Klešćec bijeli, a samim time i za njeno jače širenje. Tijekom 2016., 2017. i 2018. godine u sklopu ovog istraživanja provedena je analiza uroda i kakvoće mošta sorte Klešćec bijeli na šest mikrolokacija: Cerovec, Draganovec Breg, Kalnik, Kloštar Podravski, Široko Brezje i Rasadnik. Rezultati pokazuju da je sorta Klešćec bijeli po parametrima analize vrlo slična ostalim preporučenim sortama na području analiziranih mikrolokacija. Uz redukciju uroda po trsu, za očekivati je da bi kvaliteta mošta sorte Klešćec bijeli mogla biti na još većoj razini, što bi otvorilo put da sorta Klešćec bijeli postane reprezentativna marka Kalničkog vinogorja u regiji Bregovita Hrvatska.

Ključne riječi: *Klešćec bijeli, mikrolokacije, analiza mošta, vrednovanje uroda*

UVOD

Nakon što je *Phylloxera vastatrix* poharala hrvatske vinograde nestale su brojne autohtone sorte, posebno na području kontinentalne Hrvatske, a jedna od njih je i sorta Klešćec bijeli. Dugo vremena postojeći literaturni izvori navodili su da je sorta Klešćec bijeli identična kao i sorta Knipperle odnosno Ortlieber te da potječe iz Francuske (Goethe, 1887; Mirošević i sur., 1992). U sklopu projekta „Revitalizacija sorte Klešćec na području Koprivničko-križevačke županije“ provedena je inventarizacija, umnožavanje i sadnja 300 loznih cjepova sorte Klešćec bijeli na više mikrolokacija. Projekt je omogućio ampelografska i ampelometrijska istraživanja i gospodarsku valorizaciju sorte (Kamenjak i sur., 2009; Kamenjak i sur. 2010). Provedbom postupka masovne selekcije (slika 1) u podignutim vinogradima na različitim mikrolokacijama stvoreni su uvjeti i pokrenut je novi projekt „Podizanje matičnog nasada plemki sorte Klešćec“.

¹Visoko gospodarsko učilište u Križevcima / Križevci College of Agriculture
Korespondencija: dkamenjak@vquk.hr

Tim projektom provedena je zdravstvena selekcija (Elisa test na 8 virusa) i genetička identifikacija sorte na 20 zdravih od 200 analiziranih (mikrosatelitski DNA markeri i usporedba s bazom u Geilweilerhofu u Njemačkoj). Nakon što je Institut für Rebenzuchtung u Geisenheimu u Njemačkoj umnožio početni bazni materijal podignut je na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima Rasadnik plemki sorte Klešćec bijeli (slika 2). Provedenim istraživanjima zaključeno je da je sorta Klešćec bijeli jedinstvenog genotipa i može se smatrati novom hrvatskom autohtonom sortom vrlo dobrog zdravstvenog statusa (Pejić i sur., 2013), regije Bregovita Hrvatska, podregije Prigorje-bilogora, Kalničko vinogorje (zona B vinogradarske proizvodnje).



Slika 1. Klešćec bijeli mikrolokacija Cerovec, masovna selekcija
Picture 1. Klešćec white microlocation Cerovec, mass selection

Kako su podizanjem rasadnika stvoreni uvjeti za proizvodnju certificiranog sadnog materijala od 2018. godine došlo je do podizanja novih nasada unutar Kalničkog vinogorja, ali i na drugim okolnim vinogorjima, npr. Koprivničko-đurđevačkom i Međimurskom vinogorju.



Slika 2. Sorta Klešćec bijeli, bazni rasadnik
Picture 2. Variety Klešćec white, base nursery

Cilj rada je provjeriti kakvu kvalitetu postiže sorta Klešćec bijeli u Rasadniku, ali i na različitim mikrolokacijama unutar tri vinogorja u podignutim vinogradima kod registriranih proizvođača, te ocijeniti njegovu prikladnost za podizanje novih vinograda.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su provedena tijekom 2016., 2017. i 2018. godine u vinogradima na 6 različitim mikrolokacija. Četiri mikrolokacije: Cerovec, Široko Brezje, Kalnik i Rasadnik su na području Kalničkog vinogorja, jedna Kloštar Podravski na području Koprivničko-križevačkog i jedna Dragoslavec Breg na području Međimurskog vinogorja. Po mikrolokacijama sistematske jedinice tla su: mikrolokaciji Kalnik - rendzina na trošini dolomita; Dragoslavec Breg – luvisol; Kloštar Podravski – arenosol, Rasadnik, Cerovec, Široko Brezje - pseudoglej obronačni eutrični. Svi vinogradi na navedenim mikrolokacijama su vlasništvo registriranih vinogradara. Na svim mikrolokacijama sadnja vinograda je bila 2007. godine, osim u rasadniku u kojem je sadnja bila 2014. godine. Sustav uzgoja je guyot i uniforman je u svim vinogradima. Razmak sadnje u svim vinogradima je 2 x 0,7 m, što daje sklop od 7143 trsa po hektaru, te je tijekom ispitivanih godina primjenjivana ista ampelotehnika i agrotehnika (slika 3). Opterećenje po trsu bio je jedan reznik i jedan lucanj (manje od 15 rodnih pupova). Berbe u fazi pune zriobe provedene su isti dan na svakoj mikrolokaciji (15.09.2016., 19.09.2017. i 18.09.2018.). Sa svake mikrolokacije uzeta su po 4 uzorka (četiri puta po

deset trsova, tj. svaki uzorak za analizu napravljen je od grožđa ubranog s deset trsova, te je nakon vaganja izračunat prosječni urod po trsu).

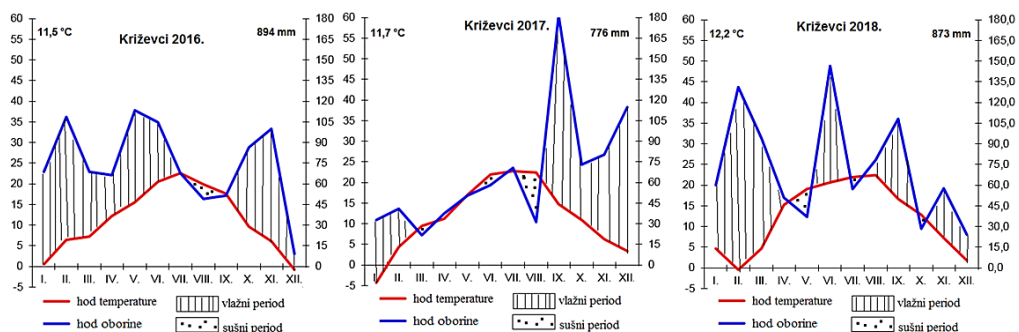
Analiza uzoraka grožđa/mošta je provedena u Centru za vinogradarstvo, vinarstvo i uljarstvo u Zagrebu. U sklopu analize ispitani su sljedeći parametri: sadržaj šećera, sadržaj glukoze, sadržaj fruktoze, ukupna kiselost, sadržaj jabučne, vinske i limunske kiseline, pH vrijednost, te sadržaj ukupnih fenola. Za analizu navedenih parametara korištene su referentne metode navedene u Pravilniku o fizikalno-kemijskim metodama analize mošta, vina, drugih proizvoda od grožđa i vina te voćnih vina (NN 106/2004).

Podaci o mjesečnim količinama oborina i srednjim mjesečnim temperaturama zraka tijekom trajanja pokusa dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske, te su za tri istraživane godine konstruirani klimatski dijagrami po Walteru (slika 4). Iz grafikona vidljivo je da su sve tri godine klimatski različite, pri čemu 2017. i 2018. godina nisu bile dobre vegetacijske godine za vinogradare.

Podaci dobiveni analizom mošta, tijekom tri godine na šest mikrolokacija, obrađeni su u statističkom programu Statistica 13.4.014 (2018) korištenjem GLM (General linear model) postupka. U analizi izraženosti utjecaja godine i mikrolokaliteta na ispitivane parametre uporabljen je ANOVA multivarijantni linearni model, a značajnost razlika utvrđena je uporabom Fisher-ovog (LSD) testa.



Slika 3. Sorta Klešćec bijeli, guyot, bazni rasadnik
Picture 3. Variety Klešćec white, guyot, base nursery



Slika 4. Klimatski dijagrami po Walteru 2016., 2017. i 2018. godinu
Picture 4. Climate diagrams according to Walter 2016, 2017 and 2018

REZULTATI I DISKUSIJA

Poznato je da na kvalitetu grožđa kao sirovine za određeni stil vina najviše utječe sorta, ali znatno utječu i mikrolokacija uzgoja, vegetacijska godina, kao i ampelotehničke i agrotehničke mjere, dozrelost i zdravstveno stanje grožđa. U praksi kao osnovni pokazatelji kvalitete grožđa/mošta kao sirovine za buduće vino najčešće se utvrđuje sadržaj šećera, sadržaj ukupnih kiselina, pH, ukupni fenoli (aromatske tvari i tvari boje) i dr. (Herjavec, 2019; Jackson, 2019). To je učinjeno i u ovom istraživanju, s tim da su uz navedene parametre dodatno analizirani: sadržaj jabučne, limunske i vinske kiseline te odnos između vinske i jabučne kiseline, kao i odnos između glukoze i fruktoze. Ovi odnosi u velikoj mjeri utječu na kakvoću vina, te su radi toga i odabrani kao parametri ispitivanja.

Prosječne vrijednosti svih ispitivanih parametara u ovom istraživanju ovisno o godini istraživanja prikazani su u tablici 1. U tablici 2 su prikazani rezultati analize grožđa/mošta sorte Klešćec bijeli s obzirom na ispitivane mikrolokacije.

Sve dobivene vrijednosti za ispitivane parametre su u skladu sa Zakonom o vinu Republike Hrvatske, te unutar granica literaturnih navoda (Herjavec, 2019; Jackson, 2019). Nešto niža prosječna koncentracija šećera i nešto viša koncentracija ukupnih kiselina može se pripisati relativno višem urodu po trsu koji bi u praksi trebalo dodatno reducirati rezidbom u zrelo i zeleno.

Odnos glukoze i fruktoze (veće vrijednosti fruktoze) upućuje da je grožđe u vrijeme berbe bilo u fazi pune zrelosti, što se vidi i iz odnosa vinske i jabučne kiseline (veće vrijednosti vinske kiseline).

Najviša kolebanja (standardna devijacija 111,07) zabilježena su kod ukupnih fenola i ukupne koncentracije glukoze i fruktoze, što se može pripisati utjecaju mikrolokacija, vegetacijskih godina, opterećenju trsa i vremenu berbe.

Rezultati istraživanja su pokazali i da je godina statistički značajno utjecala na sastojke mošta. Generalno promatrano, u 2017. godini su postignuti najbolji rezultati glede sadržaja šećera u odnosu na ostale dvije godine ispitivanja (2016. i 2018.), što je vidljivo

iz tablice 1. Postoje i značajne razlike u količini uroda po trsu 2018. godine (viši) u odnosu na ostale dvije analizirane godine.

Kako su klimatski godine sve ćudljivije i različitije jedna od druge što je vidljivo iz klimatskih dijagrama po Walteru (slika 4), redukcijom uroda (zelena rezidba) i ranijom ili kasnijom berbom moglo bi se utjecati na parametre mošta sorte Klešćec bijeli, ovisno o stilu vina koji se želi proizvesti.

Tablica 1. Statistička značajnost analiziranih parametara s obzirom na različite godine proizvodnje (n=24)

Table 1. Statistical significance of the analyzed parameters with respect to different years of production (n = 24)

Parametri	2016	2017	2018	<i>LSD</i> _{0,05}
Šećer (°Oe)	81,20 ^b	84,24 ^a	80,57 ^b	1,09
Glukoza (g/L)	84,89 ^c	100,70 ^a	91,23 ^b	1,53
Fruktoza (g/L)	103,22 ^b	106,95 ^a	98,15 ^c	1,78
Ukupno fruktoza i glukoza (g/L)	188,11 ^b	207,65 ^a	189,38 ^b	2,87
Odnos glukoza/fruktoza	0,83 ^b	0,94 ^a	0,94 ^a	0,02
Ukupne kiseline (g/L)	9,04 ^a	6,88 ^b	6,58 ^c	0,21
Vinska kiselina (g/L)	6,33 ^c	6,47 ^b	7,85 ^a	0,12
Jabučna kiselina (g/L)	2,35 ^a	1,35 ^c	1,82 ^b	0,10
Limunska kiselina (g/L)	0,15 ^a	0,10 ^c	0,12 ^b	0,01
Odnos vinske/jabučne kiseline	2,99 ^c	5,11 ^a	4,41 ^b	0,18
pH mošta	3,06 ^c	3,09 ^b	3,29 ^a	0,01
Ukupni fenoli (mg/L)	348,98 ^c	395,16 ^b	474,99 ^a	16,79
Prosječni urod (kg/trsu)	2,98 ^b	3,00 ^b	3,20 ^a	0,05

^{a,b,c} vrijednosti u istom redu tablice označene različitim slovima značajno se razlikuju ($P < 0,05$)

Po mikrolokacijama značajne razlike nisu utvrđene kod sljedećih parametara: glukoza, ukupno fruktoza i glukoza, ukupne kiseline, vinska i jabučna kiselina, odnos vinske i jabučne kiseline, pH i ukupnih fenola ($P > 0,05$; tablica 2). Može se zaključiti da je sadržaj tih parametara manje-više ujednačen na svim mikrolokacijama. Vidljivo da su najviše koncentracije šećera utvrđene na mikrolokaciji Kalnik i Dragoslavec Breg i značajno se razlikuju od ostalih mikrolokacija ($P < 0,05$; tablica 2). Mikrolokacija Kalnik je i prirodno stanište autohtone sorte Klešćec bijeli i uz mikrolokaciju Dragoslavec Breg to su ujedno i najviše mikrolokacije (> 200 metara nadmorske visine), južnih ekspozicija, naročito prikladni položaji za uzgoj vinove loze. Po odnosu glukoze i fruktoze ($G < F$) vidi se da je grožđe ubrano u fazi pune zrelosti, iako se berba mogla obaviti i kasnije, na što upućuje i relativno viši sadržaj ukupnih kiselina.

Tablica 2. Statistička značajnost analiziranih parametara s obzirom na različitu mikrolokaciju proizvodnje (n=12)

Table 2. Statistical significance of the analysed parameters with respect to different microlocation of production (n = 12)

Parametri	Cerovec	Široko Brezje	Kalnik	Kloštar Podravski	Dragoslavec Breg	Rasadnik	LSD _{0,05}
Šećer (°Oe)	78,75 ^c	80,22 ^b	86,22 ^a	80,33 ^b	85,83 ^a	80,96 ^b	1,42
Glukoza (g/L)	93,81	93,34	91,57	95,20	89,78	89,94	-
Fruktoza (g/L)	101,34 ^c	94,17 ^d	104,72 ^b	110,67 ^a	104,76 ^b	100,99 ^c	2,36
Ukupno fruktoza i glukoza (g/L)	195,16	187,51	196,29	205,87	194,53	190,93	-
G/F odnos	0,93 ^b	1,00 ^a	0,87 ^d	0,86 ^d	0,85 ^d	0,90 ^c	0,02
Ukupne kiseline (g/L)	7,03	7,85	7,29	7,76	6,69	8,36	-
Vinska kiselina (g/L)	6,63	6,77	7,35	6,91	6,57	7,07	-
Jabučna kiselina (g/L)	1,62	2,16	1,67	1,94	1,56	2,10	-
Limunska kiselina (g/L)	0,10 ^c	0,14 ^{ab}	0,15 ^a	0,13 ^b	0,10 ^c	0,13 ^b	0,01
Odnos vinske/jabučne kiseline	4,40	3,78	4,78	3,99	4,24	3,82	-
pH mošta	3,18	3,07	3,20	3,12	3,12	3,18	-
Ukupni fenoli (mg/L)	345,84	426,79	345,21	347,45	405,02	367,94	-
Prosječni urod (kg/trsu)	2,94 ^d	3,03 ^c	3,16 ^b	3,02 ^c	2,96 ^{cd}	3,25 ^a	0,07

^{a,b,c} Vrijednosti u istom redu tablice označene različitim slovima značajno se razlikuju (P<0,05)

Na svim mikrolokacijama opterećenje trsa bilo je približno isto, a najviša količina uroda utvrđena je na mikrolokaciji Rasadnik (3,25) i ona se značajno razlikovala (P<0,05) od količine uroda na svim ostalim istraživanim mikrolokacijama, osim mikrolokacije Kalnik (P>0,05; tablica 2). Razlog tome je vjerojatno što je podignut baznim materijalom, dok su vinogradi na ostalim mikrolokacijama podignuti standardnim sadnim materijalom. Nešto viši urod na mikrolokaciji Kalnik, uz vrlo dobre ostale parametre mošta može se objasniti vjerojatno dobrom prikladnošću položaja za uzgoj vinove loze.

ZAKLJUČCI

Analizom mošta i statističkom obradom analiziranih parametara može se zaključiti:

- Sorta Klešćec bijeli u sve tri godine sa svih mikrolokacija postigla je zadovoljavajuće rezultate, u rangu ostalih preporučenih sorti vinove loze za regiju Bregovite Hrvatske.

- Analizirane godine značajno se razlikuju ($P < 0,05$) u parametrima glukoze, jabučne i limunske kiseline, odnosu viske/jabučne kiseline, ukupnim fenolima.
- Kod analiziranih mikrolokacija nisu utvrđene značajne razlike u parametrima glukoza, ukupno fruktoza i glukoza, ukupne kiseline, vinska i jabučna kiselina, odnos vinske i jabučne kiseline, pH i ukupnih fenola, dok su kod ostalih parametara bolji rezultati ostvareni na mikrolokacijama Kalnik i Dragoslavec Breg.
- Redukcijom uroda i odabirom boljih vinorodnih položaja mogla bi se postići i bolja kvaliteta grožđa/mošta, pa bi sorta Klešćec bijeli mogla postati prepoznatljiva robna marka Kalničkog vinogorja u regiji Bregovita Hrvatska.

Analizirani i statistički obrađeni parametri mošta sorte Klešćec bijeli tijekom tri ispitivane godine usporedivi su s većinom već poznatih parametara preporučenih sorti vinove loze za ove mikrolokacije/regiju. Shodno tome može se zaključiti da je Klešćec bijeli prikladna sorta vinove loze za proizvodnju kako kvalitetnih, tako i vrhunskih bijelih vina u regiji Bregovita Hrvatska.

LITERATURA

- Goethe, H. (1887): Handbuch der Ampelographie. Verlag von Paul Parey, Berlin
- Herjavec, S. (2019): Vinarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb
- Jackson, R.S., (2019): Wine Science: Principles and Applications. Academic Press, 5th edition, London
- Kamenjak, D., Špoljar, A., Svržnjak, K., Međurečan-Oštrkapa, Ž. (2006-2009): Projekt „Revitalizacija sorte klešćec na području Koprivničko-križevačke županije“. Ur.broj: 2137-78-09/130-1, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci
- Kamenjak, D., Gajdić, D, Svržnjak, K., Špoljar, A. (2010): Osobitosti revitalizirane sorte Klešćec na području Koprivničko-križevačke županije. // 2. Konferencija o izvornim pasminama i sortama kao dijelu prirodne i kulturne baštine s međunarodnim sudjelovanjem / Marković, Davorin ; Jeremić, Jasna (ur.).Zagreb: Državni zavod za zaštitu prirode, 2010. str. 48-48 (predavanje, domaća recenzija, sažetak, znanstveni)
- Kamenjak, D., Svržnjak, K., Špoljar, A., Oškrpa-Međurečan, Ž. (2010): Osobitosti sorte Klešćec na području Kalničkog vinogorja. // 45.hrvatski i 5. međunarodni simpozij agronoma 2010. / Marić, Sonja; Lončarić, Zdenko (ur.). Opatija: Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 2010. str. 1173-1177 (predavanje, međunarodna recenzija, cjeloviti rad (in extenso), znanstveni)
- Kamenjak, D. (2013-2018): Projekt „Podizanje matičnog nasada plemki sorte Klešćec“. Ur.broj: 2137-78-17/31, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci
- Mirošević, N., Vičić, M., Ivanković, Z. (1992): Klešćec bijeli - aborigeni kultivar (*Vitis vinifera* L.) Kalničkog vinogorja. Poljoprivredne aktualnosti, agroinovacije (0350-6622) 41 (1992), 3; 102-125

Pejić, I., Šimon, S., Žulj Mihaljević, M., Vončina, D., Preiner, D., Radiček, L., Mišetić, M., Kamenjak, D. (2013): Klešćec - "nova" hrvatska autohtona sorta. Oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo, Zbornik sažetaka 6. international congress: Plant breeding, seed and nursery production, Sv. Martin na Muri, 6-8. 11.2013 / Prof. dr. sc. Zdravko Matotan - Zagreb: Hrvatsko agronomsko društvo, 2013, 74-74

Pravilnik o fizikalno-kemijskim metodama analize mošta, vina, drugih proizvoda od grožđa i vina te voćnih vina, NN, 106/2004

Statistica 13.5.0.14 (2018): TIBCO Software Inc. Pulo Alto, USA

EVALUATION OF YIELD AND QUALITY OF MUST OF KLEŠĆEC WHITE VARIETY AT DIFFERENT MICROLOCATIONS

Summary

Since 2013, the Klešćec white variety has been a recognized autochthonous variety of the Kalnik vineyards. It is on the national list and is recommended for production in the Croatian Uplands region. Raising of the base nursery of seedlings resulted in establishing conditions for production of certified vine cuttings and its stronger spread. During 2016, 2017 and 2018, as part of this research, an analysis of the yield and quality of grapes / must of the Klešćec white variety was conducted at six micro-locations: Cerovec, Draganovec Breg, Kalnik, Kloštar Podravski, Široko Brezje and Rasadnik. The results show that in terms of analysis parameters the Klešćec white variety is very similar to other recommended varieties in the area of analyzed microlocations. With the reduction of yield per vine, it is to be expected that the quality of grapes / must of Klešćec white variety could be at an even higher level, which could set the path for Klešćec white variety to become a representative brand of Kalnik vineyards in Croatian Uplands region.

Key words: Klešćec white, microlocations, grape/must analysis, yield assessment

APPLICATION OF DIFFERENT UREA CONCENTRATIONS IN PROTECTION OF GREENHOUSES AND POLYTUNNELS FROM SNOW

Nermin Rakita¹, Zuhdija Omerović¹, Lutvija Karić¹, Sabrija Čadro¹, Muamer Bezdob¹, Saud Hamidović¹

Original scientific paper – *Originalni naučni rad*

Summary

In Bosnia and Herzegovina, greenhouses and polytunnels are often exposed to excessive snowfall during the winter period. In order to prevent the side-effect of retaining large amounts of snow (greenhouses, polytunnels), it is necessary to implement preventive measures. The objective of this study is aimed at determining the rate of snow melting through the application of different concentrations of urea (5%, 10%, 15%, 20% and 30%), at different temperatures.

The results of the study show that the highest rate of snow melting, within one hour and at temperature ranging from 0 to 5⁰ C, is recorded in the application of 10% and 30% urea concentrations, and the lowest at a concentration of 20%. Urea concentrations of 15% and 30% show the best effect on snow melting rate within day, at the stated positive air temperatures, while the concentration of 20% had the least effect. At temperatures ranging from 0 to -5⁰ C, the highest snow melting rate was recorded in the urea concentration of 10% within both one hour and one day, and the lowest at a 15% concentration. In the conducted studies, all urea concentrations showed statistically significantly better results at positive temperatures compared to negative ones, by 2 to 3 times on average.

Key words: *greenhouses, polytunnels, snow, urea, melting.*

INTRODUCTION

The energy crisis of the 1970s can be considered a major reason for the development of production in sheltered spaces (Castilla and Hernández, 2004). As energy prices rose, the area of the greenhouses remained stable or decreased in countries with low winter temperatures, whereas in the areas with lower heating requirements it significantly increased. Today, production in sheltered conditions is a normal occurrence worldwide, with about 405,000 hectares of greenhouses distributed across all continents (FAO, 2013). The experience of production in sheltered space that first emerged in northern Europe encouraged development in other areas. The mere transfer

¹ University of Sarajevo, Faculty of Agriculture and Food Science
Corresponding author: n.rakita@ppf.unsa.ba

of the method of cultivation in sheltered space from northern Europe has not proved to be an ideal solution for other areas. Each environment requires the application of further studies, development, training, and new standards, in order to meet local requirements. In recent years, there has been a revolution in the technology of production of sheltered spaces in terms of their design, type and quality of material, fertilization, maintenance, irrigation, use of pesticides, etc. When selecting the location for building a sheltered space, it is important to take into account the distance from pollutants, terrain configuration, slope, position, groundwater level, wind protection, and accessibility (Parađiković and Kraljićak, 2008).

When installing a polytunnel, it is important to take account of the roof arches' inclination in order to prevent uncontrolled accumulation of snow on the roof foil. The shape of the polytunnel should be tailored to the area where it is being installed (Parađiković and Kraljićak, 2008). The intensification of crop production in greenhouses has created favorable conditions for numerous pests and diseases. This has significantly increased the need for insecticide application. At the same time, legislative measures and requirements relating to food quality and safety, are becoming increasingly demanding. Many producers opt for this production, because this is labor, but also the most economically viable production for small farms (most in BiH are like that) (Karić *et al.*, 2014). The size of the greenhouse is from 100 to 1000 m². Consumers are becoming increasingly aware and concerned that the food they buy and eat is healthy, free of hormones and pesticides. In our country, during the winter, we often have large amounts of snowfall, which often results in damaged and collapsed sheltered spaces (greenhouses and polytunnels). Therefore, many producers take preventive measures to prevent damages caused by snow and ice. If producers don't have a spraying system installed on the greenhouses roof, a knapsack sprayer can be used. It is recommended to use position 3 of the flow-rate dosing element on the knapsack sprayer, for the best fluid distribution on the snow (Omerović *et al.*, 2019). Given the above issues, the objective of this paper is to examine the possibility of protecting sheltered spaces (greenhouses and polytunnels) from snow, through the application of appropriate solutions. The obtained results will point out the importance of preventive actions, and provide recommendations to producers concerning the optimal way of melting snow on their sheltered spaces.

MATERIAL AND METHOD

The research was conducted at the faculty's experimental site Butmir, during the winter period (2020 and 2021). Agricultural plastic containers (120 pcs) of standard dimension, filled with natural snow were used for the experiment. Urea solutions in various concentrations (A1-5%, A2-10%, A3-15%, A4-20% and A5-30%) were prepared in special containers. During the experiment, all solutions were at the same temperature and the containers with snow were treated simultaneously. The dynamics of snow melting was monitored at time intervals where the containers were weighed, from the moment they were filled with snow to the moment of melting. The measurement of the

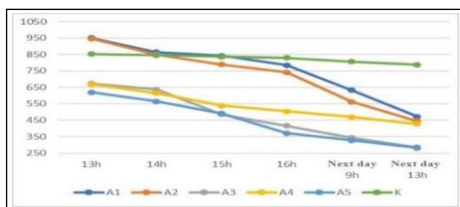
mass of melted snow was performed by using a digital scale, and the accuracy of the measurement was to two decimal places.

The examination was performed at two different outdoor temperature intervals, one ranging from 0° to 5°C , and the other from 0° to -5°C . The mathematical method, mass measurement method, and statistical method were used in the study. Mathematical method included addition and subtraction, and the percentage calculation was used for a better presentation of the obtained data. The mass method of weighing treated snow containers every hour within a 24-hour period was used to determine the amount of snow melted over a period of time for all used solvents.

Containers of 17 cm in diameter and equal in other dimensions were used. The containers were first filled with equal amount of snow and treated with the prepared solvents. All containers were weighed at that time and their initial masses were recorded. The containers were subsequently weighed every hour for a day. For the purpose of statistical processing of the obtained data, the IBM SPSS Statistics v20 statistical software was used. To obtain general parameters on the mass of melted snow, descriptive statistics were used, mainly the arithmetic mean. To examine the statistically significant impact of the solvent used on the snow melting dynamics, a one-way analysis of variance (ANOVA) was applied, and a post-hoc Tukey test was used to subsequently compare the solvents with each other. A parametric t-test for independent samples was used to compare the dynamics of melting snow mass of the same solutions at different temperatures. A significance level of 0.05 was used for all tests performed. Conclusions were made based on p values from all tests.

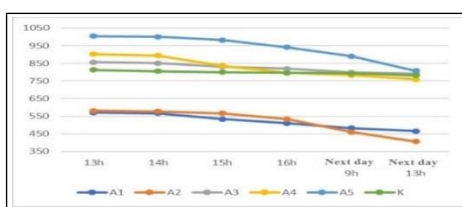
RESULTS AND DISCUSSION

In accordance with the set objectives and working methods, it is necessary to show how the action of various concentration of solutions affects the dynamics of snow melting. The action of urea solutions A1, A2, A3, A4 and A5 are shown here. All solutions were compared with the control (K) that was not treated. The results of snow melting (in grams) are shown through time dynamics, as shown in Graph 1., which can visually show the trend of snow melting at temperatures ranging from 0° to 5°C .



Graph 1. Dynamics of melting of snow at temperatures from 0° to 5°C (g)

Graf. 1. Dinamika topljenja mase snijega na temperaturama od 0° do 5°C (g)



Graph 2. Dynamics of melting of snow at temperatures from 0° to -5°C (g)

Graf. 2. Dinamika topljenja mase snijega na temperaturama 0° do -5°C (g)

Graph 1 shows that the slowest trend in snow melting was recorded in the control group of snow that was not treated with solutions, which is the expected result. Observing urea as a solvent, at temperatures above zero, the slowest melting dynamics was recorded in solution A4, while solutions A1 and A2 were the most effective with the largest drop in snow mass. Solutions A3 and A5 showed similar effectiveness in melting snow, however, they proved to be less effective than the above-mentioned solutions A1 and A2, but more effective than the A4 and control solutions. In addition to temperatures above zero, temperatures below zero are even more significant as they are much more represented in the wintertime in the climatic conditions of Bosnia and Herzegovina. Graph 2 shows the results of the dynamics of melting snow mass at temperatures ranging from 0⁰ to -5⁰C.

Graph 2 shows that the slowest melting trend was recorded in the control group of containers with no solvents used. Looking at urea as a solvent, at sub-zero temperatures, solutions A3 and A5 showed the slowest melting dynamics, while solutions A1 and A2 were the most effective. Solution A4 showed moderately good results in melting snow at sub-zero temperatures.

Table 1 shows the average percentage change in mass of snow melted by different solvent concentrations and comparison with the control group. Melting of the mass expressed as a percentage was monitored through one hour of action and through one day.

Table 1. Average change in snow mass (in percent) at temperatures from 0⁰ to 5⁰ C
Tabela 1. Prosječne promjene u masi snijega (u procentima) na temperaturama od 0⁰ do 5⁰ C

Solution	Average per hour (%)	Average per day (%)
A1	5.79	50.38
A2	7.26	53.11
A3	5.27	57.71
A4	4.47	36.07
A5	7.41	54.75
K	0.89	7.68
ANOVA	F=294.4 P=0.000***	F=1527.8 P=0.000***

A1- 5% urea solution, A2- 10% urea solution, A3- 15% urea solution, A4- 20% urea solution, A5- 30% urea solution, K- control

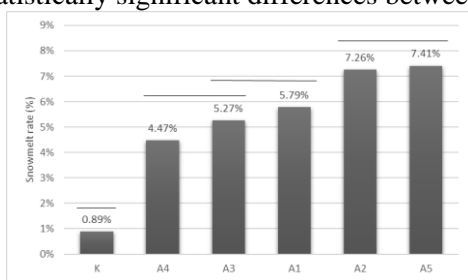
Based on Table 1, a definite, average and percentage decrease in snow mass is shown, monitored over a time interval of one hour and one day, i.e., one day, when treated at temperatures from 0⁰ to 5⁰C. The use of A1 solution, within one hour, resulted in a decrease of snow mass by 5.79%, and A2 solution by 7.26%, while solution A3 resulted in a decrease by 5.27%, A4 by 4.47% and A5 by 7.41%. The untreated control group of

snow reduced, i.e., melted the snow mass by 0.89%. In melting snow per hour, solutions of different urea concentrations, reduced on average the snow mass by 4.47-7.41% of the total mass of snow.

Based on percentage changes in snow mass over a period of one day it was determined that solution A1 melted 50,38% of snow on average, solution A2 53.11%, solution A3 57.71%, solution A4 36.07%, and solution A5 54.75% of the total snow mass. The control group reduced the mass of snow by an average of 7.68% of the total mass. Different concentrations of urea solutions melted snow in the range of 36.07-57.71% of the total snow mass, over a period of one day.

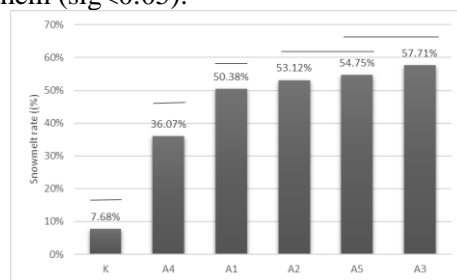
The results of the analysis of variance indicate a statistically significant influence of the solvent used on the dynamics of melting the snow mass in both studied cases, monitored over a period of one hour and one day, at temperatures above zero ($\text{sig}<0.05$). This leads to a conclusion that some concentrations of urea work better than others, and significant differences between different concentrations were recorded. These differences, monitored through changes over one hour, are shown in Graph 3.

The blue lines above each column on the graph represent the result of the Tukey test, which compares all tested urea concentrations to the control sample. Columns below these lines show no statistically significant difference ($\text{sig}>0.05$), while others show no statistically significant differences between them ($\text{sig}<0.05$).



Graph 3. Differences in snowmelt rate per hour at temperatures from 0⁰ to 5⁰ C

Grafikon 3. Razlike u topljenju mase mase snijega po jednom satu na temperaturama od 0⁰ do 5⁰ C



Graph 4. Differences in snowmelt rate per day at temperatures from 0⁰ to 5⁰ C

Grafikon 4. Razlike u topljenju mase snijega po jednom danu na temperaturama od 0⁰ do 5⁰ C

The graph shows that the statistically significantly best result in snow melting per hour was achieved by the application of solutions A2 and A5, which melted on average over 7% of snow mass per hour. Significantly lower rate of melting of the snow mass was achieved by solutions A1 and A3 (which do not differ significantly), followed by solution A4 (which does not differ significantly from solution A3). The mass of snow melted the slowest in untreated control samples, at a rate of just 0.89% of snow mass per hour.

Graph 4 shows the changes observed over a period of one day. The lines in graph 4, located above each column, represent the result of the Tukey test, which compares all solvents used to the control sample. The graph shows that the statistically significantly

best result in snow melting per day was achieved through the application of solutions A3 and A5 (which do not differ significantly), over 54% of the snow mass in one day. They are followed by solution A2 which showed a significantly weaker result compared to solution A3, but not compared to solution A5. A significantly weaker result than the aforementioned solutions was produced by solution A1, followed by solution A4. Statistically significantly, snow melted most slowly in untreated control samples, only 7.68% of snow mass per day.

During the research, the test was performed at sub-zero temperatures, i.e., at temperatures ranging from 0⁰ to -5⁰C. Table 2 shows the average changes in snow mass for all concentrations of urea solutions and the control group, monitored over a period of one hour and one day, at sub-zero temperatures. Table 2 provides the average percentage changes in the snow mass decrease, monitored over a period of one hour and one day, i.e., one day, when treated with different concentrations of urea solution at temperatures ranging from 0⁰ to -5⁰C.

When using solution A1, observed over a period of one hour, there was a loss of snow mass of 3.46%, and when solution A2 was used, the mass of snow decreased by 2.69%. The application of solution A3 reduced the mass of snow by 1.31%, A4 by 1.27%, and A5 by 1.66%. In the untreated control group, there was a loss of snow mass by 0.68%. At sub-zero temperatures, the application of different concentrations of urea solution resulted in melting of the snow mass within the range of 1.27-3.46% of the total snow mass.

Table 2. Average changes in snow mass (in percent) at temperatures from 0⁰ to -5⁰ C
Tabela 2. Prosječne promjene u masi snijega (u procentima) na temperaturama od 0⁰ do -5⁰ C

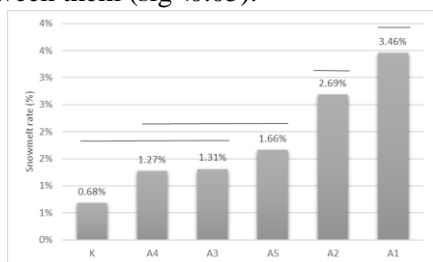
Solution	Average per hour (%)	Average per day (%)
A1	3.46	18.28
A2	2.69	29.93
A3	1.31	7.81
A4	1.27	15.71
A5	1.66	16.28
K	0.68	3.78
ANOVA	F=45.4 P=0.000***	F=249.7 P=0.000***

A1- 5% urea solution, A2- 10% urea solution, A3- 15% urea solution, A4- 20% urea solution, A5- 30% urea solution, K- control

When it comes to the average percentage change in the snow mass, observed over a period of one day, the application of solution A1 resulted in the melting of snow by an average of 18.28%, and the application of solution A2 by 29.93%. The application of solution A3 resulted in the loss in snow mass of 7.81%, solution A4 by 15.71%, and solution A5 of 16.28% of the total snow mass. In the control group, there was a loss in snow mass by an average of 3.78% of the total snow mass. Different concentrations of

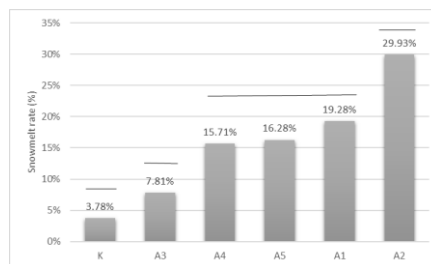
urea solution melted the snow on average in the range of 7.81-29.93% of the total snow mass, over a period of one day.

In order to examine the statistically significant influence of the solvent used on the dynamics of snow mass melting at temperatures down to -5°C , a one-way analysis of variance (ANOVA) was performed. The results of the variance analysis indicate a statistically significant influence of the solvent used on the dynamics of snow mass melting in both studied cases, monitored by hour and day, at sub-zero temperatures ($\text{sig}<0.05$). It is also concluded that some concentrations of urea solution work better compared to others, and significant differences were recorded between different concentrations. These differences, monitored over a period of one hour, are shown in graph 5. The columns of Graph 5 positioned under the same line do not differ statistically significantly according to the results of the Tukey test ($\text{sig}>0.05$), while the columns that are not under the same line indicate statistically significant differences between them ($\text{sig}<0.05$).



Graph 5. Differences in snow mass melting per hour at temperatures from 0° to -5°C

Grafikon 5. Razlike u topljenju mase snijega po jednom satu na temperaturama od 0° do -5°C



Graph 6. Differences in snow mass melting per day, at temperatures from 0° to -5°C

Grafikon 6. Razlike u topljenju mase snijega po jednom danu na temperaturama od 0° do -5°C

Graph 5 shows that statistically significantly the best result in snow melting per hour, at temperatures above zero, was achieved by the application of solution A1, while snow melted equally slowly in the application of solutions A3, A4 and untreated control samples.

Graph 6 shows that the application of A2 achieved a statistically significantly best result in snow melting per day A2 (Tukey test, $\text{sig}<0.05$), while slow melted at the slowest rate in untreated control samples. Such results are representative at sub-zero temperatures.

The results presented here indicate the generally best effect of urea solution in smaller concentrations (5% and 10%). Both of these solvents work very well at temperatures above and below zero, however, a better effect is evident at positive temperatures. This could be concluded based on the previously presented results, however, it is necessary to compare all types of solvents at positive and negative temperatures. An independent

t-test was used for direct comparison and with the aim of showing the significance of differences in solvent at the mentioned temperatures.

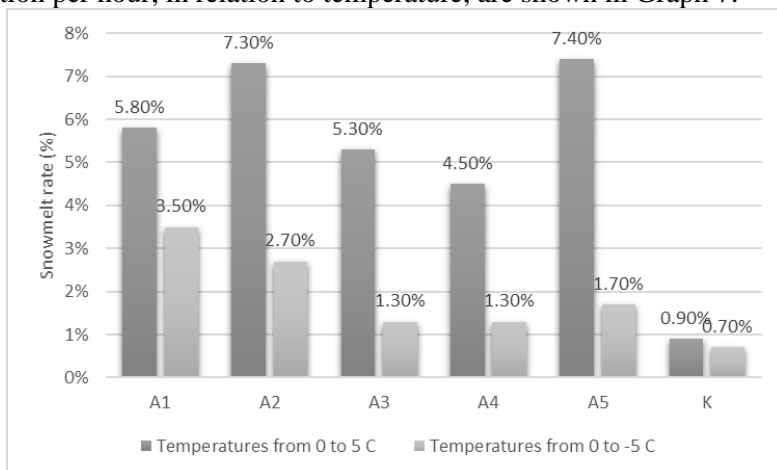
Table 3. Comparison of solvent action at temperatures below and above 0⁰ C through changes per hour

Tabela 3. Poređenje djelovanja otapala na temperaturama ispod i iznad 0⁰ C kroz promjene po 1 h

Solution/Solid	Temperatures from 0 to 5 C (%)	Temperatures from 0 to -5 C (%)	T-test
A1	5.79	3.46	Sig=0.000***
A2	7.26	2.69	Sig=0.000***
A3	5.27	1.31	Sig=0.001**
A4	4.47	1.27	Sig=0,001**
A5	7.41	1.66	Sig=0,000***
K	0.89	0.68	Sig=0.005**

*** statistically significant differences at 0.001 level; ** statistically significant differences at 0.01 level

Based on the results presented in the table above, it can be concluded that there are statistically significant differences in the efficiency of snow mass melting in all concentrations of solvents when comparing their efficiency at temperatures above and below zero, over a period of one hour (sig<0.05). This indicates that solvents are significantly more efficient at temperatures above zero than at sub-zero temperatures, as could be expected. Differences in the efficiency of solutions of different concentration per hour, in relation to temperature, are shown in Graph 7.



Graph 7. Efficiency of certain solvents per hour, at different temperatures

Grafikon 7. Efikasnost pojedinih otapala po satu na različitim temperaturama

The largest differences in efficiency were achieved with the application of solution A5 which is by approximately 5.7% more efficient at positive than at negative temperatures. A similar result was achieved with the application of solution A2 which is by 4.6% more efficient at positive than at negative temperatures. With the application of solution A3, about 4% higher efficiency was achieved at positive compared to negative temperatures. The use of solution A4 also achieved a better efficiency of approximately 3.2% at positive compared to negative temperatures. The application of solution A1 achieved about 2.3% higher efficiency at positive compared to negative temperatures. The smallest differences in melting efficiency were recorded in untreated control samples, where melting rate was about 0.2% better at positive versus negative temperatures. Table 4 provides a comparison of the action of solutions at temperatures above and below 0⁰ C, observed over a period of one day. Based on the results shown in Table 4, it can be concluded that there are statistically significant differences in the efficiency of snow mass melting in all concentrations of urea solution, when comparing their efficiency at temperatures above and below zero, over one day (sig<0.05). This indicates that solvents are much more efficient at temperatures above zero than at sub-zero temperatures, monitored through changes in one day.

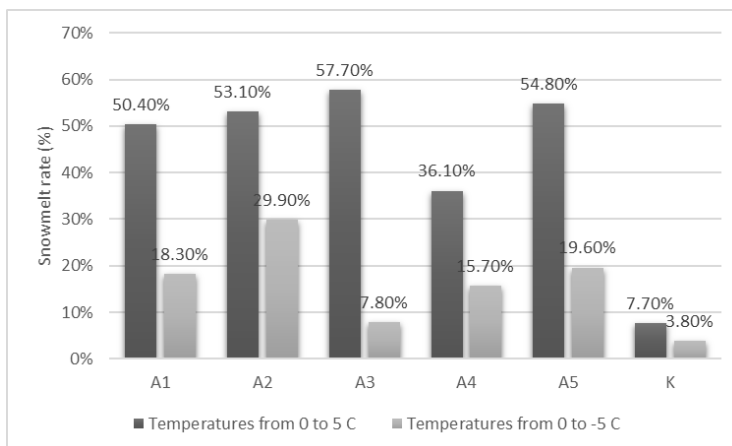
Table 4. Comparison of solvent action at temperatures below and above 0⁰ C in one day

Tabela 4. Poređenje djelovanja otapala na temperaturama ispod i iznad 0⁰ C kroz promjene po jednom danu

Solution/Solid	Temperatures from 0 to 5 C (%)	Temperatures from 0 to -5 C (%)	T-test
A1	50.38	18.29	Sig=0.000***
A2	53.12	29.93	Sig=0.000***
A3	57.71	7.81	Sig=0,000***
A4	36.07	15.71	Sig=0,000***
A5	54.75	19.61	Sig=0,000***
K	7.68	3.78	Sig=0.000***

*** statistically significant differences at 0.001 level

Graph 8 shows the effect of outside temperature on the snow melting rate and provides better insight into the efficiency of different solvents.



Graph 8. Efficiency of certain solvents within one day, at different temperatures

Grafikon 8. Efikasnost pojedinih otopala po jednom danu na različitim temperaturama

For all solvents used, better efficiency was confirmed at temperatures above zero. The largest differences in efficiency were achieved with the application of solution A3 where the melting efficiency at positive temperatures was about 50% higher than at negative temperatures. Slightly larger differences in efficiency were also achieved with the application of solution A5 which is by about 35% more efficient at positive than negative temperatures. A similar result was achieved with the application of solution A1, which is also about 32% more efficient at positive than at negative temperatures. By applying solution A2, approximately 23% better efficiency was achieved at positive compared to negative temperatures. The use of solution A4 also resulted in approximately 20% higher efficiency at positive versus negative temperatures. The smallest difference in melting efficiency were recorded in untreated control samples, where melting rate was about 3.9% better at positive versus negative temperatures.

CONCLUSION

Based on the conducted examination of the dynamics of snow mass melting under the influence of different solvents, different urea concentrations, as well as their analysis and comparison, the following is concluded. Comparison of snowmelt (per hour or per day) at positive and negative temperatures for all concentrations of urea showed statistically significantly better results were achieved at positive temperatures compared to negative ones. At positive temperatures, snowmelt was on average 2 to 3 times higher. The best results were achieved by urea solution in a concentration of 10%, therefore the use of a higher concentration of urea would be economically unjustified as it does not produce significantly better results. The temperature of urea solution has an important impact on efficiency of snowmelt, in addition to urea concentration. Focus of further research should be temperature-based to show a more accurate effect. The advantage of

using urea in snowmelt, over the salt, is the possibility of applying urea solution for fertilizing crops produced in the greenhouse after snowmelt.

REFERENCES

- Castilla, N., Hernandez, J., Abou-Hadid, A. F. (2004). Strategic crop and greenhouse management in mild winter climate areas. *Acta Horticulturae*.
- FAO (2013). Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops. Principles for Mediterranean climate areas. FAO plant production and protection paper 217. E-ISBN 978-92-5-107650-7. Rome, Italy.
- Karić, L., Rakita, N., Marušić, D. (2016). Potential of protected vegetable production in Bosnia and Herzegovina and future perspectives. *Acta Horticulturae* 1142, ISBN 978-94-62611-30-6, Page 475-482, DOI:10.17660/ActaHortic.2016.1142.72, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1142.72>.
- Omerović, Z., Rakita, N., Škaljić, S. (2019). Determining the optimal operational parameters of knapsack sprayer for raspberry protection. The Fourth International Symposium on Agricultural Engineering. ISAE 2019. ISBN 978-86-7834-342-1. Belgrade, Serbia. Page 135-147.
- Parađiković, N., Kraljićak, Ž. (2008). Zaštićeni prostori-plastenici i staklenici, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.

PRIMJENA RAZLIČITIH KONCENTRACIJA UREE U ZAŠTITI STAKLENIKA I PLASTENIKA OD SNIJEGA

Rezime

Staklenici i plastenici u Bosni i Hercegovini u toku zimskog perioda često su izloženi prekomjernim snježnim padavinama. Da bi se spriječio neželjeni efekat zadržavanja većih količina snijega (na staklenicima i plastenicima), neophodno je sprovesti preventivne mjere. Cilj ovog istraživanja je zasnovan na utvrđivanju brzine topljenja snijega primjenom različitih koncentracija uree (5%, 10%, 15%, 20% i 30%), pri različitim temperaturama.

Rezultati istraživanja su pokazali da se snijeg na temperaturama od 0 do 5⁰ C, u toku jednog sata, najbrže topi primjenom otopine uree 10% i 30%, dok pri koncentraciji 20% djelovanje je najsporije. Najbolji djelovanje u brzini topljenja snijega u toku 24 sata pri navedenim pozitivnim temperaturama su pokazale koncentracije uree 15% i 30%, dok je najslabije pokazala koncentracija od 20%. Na temperaturama od 0 do - 5⁰ C najbrže topljenje snijega je ostvareno koncentracijom uree od 10% u toku jednog sata i jednog dana, a najslabiji koncentracijom od 15%. U sprovedenim istraživanjima sve koncentracije uree su pokazale statistički značajno bolje rezultate na pozitivnim temperaturama u odnosu na negativne, u prosjeku za 2 do 3 puta.

Ključne riječi: *zaštićeni prostori, snijeg, urea, topljenje.*

CRVENA PALMINA PIPA, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1970) – STANJE U HERCEGOVINI DVIJE GODINE NAKON PRVOG NALAZA

Ivan Ostojić¹, Mladen Zovko¹, Dragan Jurković¹

Originalni znanstveni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Crvena palmina pipa, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1970) je nova invazivna vrsta u Bosni i Hercegovini. U svijetu je poznata kao izuzetno opasan štetnik palmi, koji može izazvati njihovo potpuno uništenje. Podrijetlom je iz jugoistočne Azije. Kroz posljednja tri desetljeća, crvena palmina pipa proširila se na područje Mediterana, gdje izaziva ogromne štete na palmama. U Bosni i Hercegovini je prvi puta zabilježena 2019. godine u gradovima Čapljina i Neum u Hercegovačko-neretvanskoj županiji na vrsti *Phoenix canariensis*. Dvije godine nakon prvih nalaza u gradu Čapljini je utvrđeno pet palmi vrste *P. canariensis* sa simptomima zaraze crvenom palminom pipom. Dvije godine nakon prvog nalaza crvene palmine pipe u gradu Čapljini nije posječena niti jedna palma. Pregledom palmi vrste *P. canariensis* u Neumu dvije godine nakon prvog nalaza crvene palmine pipe pronađen je veliki broj palmi sa simptomima zaraze, a 22 palme vrste *P. canariensis*, dvije godine nakon prvog nalaza, su posječene.

Ključne riječi: *crvena palmina pipa, Rhynchophorus ferrugineus, rasprostranjenost, štete, Hercegovina*

UVOD

Crvena palmina pipa potječe iz jugoistočne Azije gdje pripada skupini značajnijih štetnika palmi, posebno kokosove palme (Murphy i Briscoe, 1999). Na području EPPO regije najprije je utvrđena u Egiptu, 1992. godine, a samo dvije godine kasnije potvrđena je u Italiji i Španjolskoj. U Izraelu i Jordanu prisutna je od 1999. godine, u Turskoj od 2005. godine, na Cipru od 2006., kao i u Grčkoj i Francuskoj. Na Malti je utvrđena 2007. godine. U Maroku je utvrđena 2008. godine a u Gruziji i Sloveniji 2009. godine. U nama susjednoj Hrvatskoj prvi put je registrirana u kolovozu 2011. godine na lokalitetu Turanj u Zadarskoj županiji na Kanarskoj palmi *Phoenix canariensis* Chabaud (Masten Milek i Šimala, 2011; 2013). U Crnoj Gori prisutna je od 2012. godine (Hrnčić i sur., 2012). Prvi nalaz crvene palmine pipe u Bosni i Hercegovini zabilježen je 2019. godine na području grada Čapljine (Ostojić i sur., 2019a). Ličinke crvene palmine pipe oštećuju listove koji izgledaju kao da su rezani škarama, a što je posljedica ishrane ličinki na lišću dok je još bilo nerazvijeno. Karakteristični

¹ Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru, Faculty of Agriculture and Food Technology
University of Mostar
Korespondencija:ivan.ostojic@sjemenarna.com

simptomi koji upućuju na zaraženost palmi crvenom palminom pipom su suhi listovi na potpuno zelenoj krošnji, koji odumiru zbog ishrane ličinki u njihovoj bazi. Kasnije, štete se pojavljuju u vidu rupa pri bazi palminih listova. Pri bazi oštećenih palminih listova moguće je osim ličinki naći i kukuljice te kokone pipe. Jasan znak prepoznavanja napadnutih palmi je simptom „kišobrana“ kada se stariji listovi objese te dolazi do venuća i žućenja, a sve to nalikuje na stresno stanje biljke uzrokovano sušom. Glavne štete na palmama uglavnom čine ličinke bušeci hodnike, dok se odrasli hrane ubadajući rilom. Odrasli svojom ishranom pričinjaju sekundarne štete, jer se na mjestu uboda naseljavaju različite gljive. Uslijed napada pipe stablo palme fiziološki slabi i postaje podložnije propadanju i urušavanju, što predstavlja potencijalnu opasnost za okolinu. Napad pipe na palmama iz roda *Phoenix* u većini slučajeva uzrokuje ugibanje biljke, bez obzira na njezinu visinu ili starost. Jedan od znakova napada crvene palmine pipe može biti i nakošeno palmino deblo (Abraham i sur., 1998; Masten Milek i Šimala, 2013).

Kao domaćini crvene palmine pipe su većina palmi (*Arecaceae*) koje rastu na našem području (*Phoenix canariensis*, *Trachycarpus fortunei* i *Washingtonia filifera*). Iako je poglavito štetnik palmi iz porodice *Arecaceae*, kao biljke domaćini crvene palmine pipe literaturni podaci navode i sljedeće biljne vrste: *Areca catechu*, *Arenga pinnata*, *Borassus flabellifer*, *Caryota maxima*, *C. cumingii*, *Cocos nucifera*, *Corypha gebanga*, *C. elata*, *Elaeis guineensis*, *Livistona dicipens*, *L. chinensis*, *L. subglobosa*, *Metroxylon sagu*, *Oneosperms horrida*, *O. tigillaria*, *Oreodoxa regia*, *Phoenix canariensis*, *P. dactylifera*, *P. sylvestris*, *Sabal umbraculifera*, *Trachycarpus fortunei* i *Washingtonia* sp. Ovaj štetnik zabilježen je također na ratanu (*Calamus* sp.), posebice na vrsti *Calamus merillii* na Filipinima, a napada i vrstu *Agave americana* te šećernu trsku (*Saccharum officinarum*), (Masten Milek i Šimala, 2011; 2013).

U istraživanju koje je provedeno u Bosni i Hercegovini tijekom 2019. godine (Ostojić i sur., 2019a) utvrđena je prisutnost crvene palmine pipe samo na vrsti *P. canariensis*, mada su tijekom istraživanja pregledavane i druge vrste palmi koje se uzgajaju na području Hercegovine, posebno vrsta visoka žumara *T. fortunei*. U istraživanjima provedenim tijekom 2019. godine na području grada Čapljine utvrđene su četiri palme, a na području općine Neum tri palme sa simptomima koji upućuju na prisutnost crvene palmine pipe. Sve palme sa simptomima pripadale su vrsti *P. canariensis*. Na području grada Čapljine jedna palma je bila potpuno uništena dok su na ostale tri palme bili prisutni simptomi suhih obješenih listova u zelenoj krošnji. U potpuno uništenoj palmi u Čapljini pronađene su ličinke i odrasla imaga crvene palmine pipe.

Na području Neuma (riva ispod hotela Neum), tijekom istraživanja u 2019. godini, dvije palme su bile sa tipičnim simptomima (obješeni suhi listovi u zelenoj krošnji), dok stotinjak metara dalje iznad šljunkovite plaže u vrtu dvije obiteljske kuće pronađene su palme koje su bile potpuno suhe sa tipičnim simptomom „kišobrana“. U tim palmama pronađene su ličinke, kokoni i imaga crvene palmine pipe (Ostojić i sur., 2019b).

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje rasprostranjenosti i šteta od crvene palmine pipe na području Hercegovine, dvije godine nakon prvog nalaza, provedeno je od veljače do svibnja 2021. godine. Istraživanje je provedeno na području grada Čapljine i području općine Neum. Istraživanje je provedeno u ova dva grada obzirom da je na njihovu području i utvrđena prisutnost pipe, ali jedino u tim gradovima je prisutna palma vrste *P. canariensis* na kojoj je i utvrđena prisutnost pipe. Istraživanja su obavljena vizualnim pregledom palmi kako bi se uočila oštećenja koja upućuju na prisutnost pipa. Prilikom pregleda palmi posebna pozornost je usmjerena na oštećenja lišća, pojavu suhih listova u zelenoj krošnji kao i na simptome „kišobrana“. Sui obješeni listovi su skidani i pregledavana je njihova osnova, posebno hodnici ispunjeni piljevinom. Isto tako detaljno su pregledavani ostaci odsječenih listova na deblu palmi na prisutnost rupa i hodnika. Pregledi su bili usmjereni i na ostatke odsječenih listova u čijim se osnovama mogu pronaći kokoni, ali i uginula imaga pipe.

REZULTATI I RASPRAVA

Prvi nalaz crvene palmine pipe u Bosni i Hercegovini zabilježen je u siječnju 2019. godini na području grada Čapljine (43.10494; 17.70005) na dvije palme vrste *Phoenix canariensis* L. Obje palme su posječene jer su bile potpuno uništene. Iste godine, pipa je pronađena i na području Neuma (42.9190; 17.6193) također na palmi vrste *P. canariensis*. Detaljnim pregledima palmi vrste *P. canariensis* u Neumu i Čapljini, dvije godine nakon prvih nalaza, uočen je veći broj palmi sa simptomima koji upućuju na prisutnost crvene palmine pipe. Pregledom palmi pronađen je veliki broj uginulih ali i živih imaga crvene palmine pipe.

Na području grada Čapljine utvrđeno je pet palmi sa simptomima prisutnosti crvene palmine pipe. Te palme su bile sa tipičnim simptomima prisutnosti pipe (rupe i hodnici na ostacima odrezanih listova, suho obješeno lišće koje visi iz zelene krošnje). Od 2019. pa do 2021. godine u gradu Čapljini nije posječena niti jedna palma vrste *P. canariensis* zbog napada crvene palmine pipe.

Na području Neuma utvrđeno je 11 palmi sa simptomima koji upućuju na zaraženost sa crvenom palminom pipom. Na svim tim palmama pronađene su rupe i hodnici na osnovi odsječenih listova, suhi listovi koji vise iz zelene krošnje, kokoni u osnovi odsječenih listova ali i uginula imaga. Tijekom pregleda palmi (28. ožujka 2021. godine) na kojima su utvrđeni simptomi prisutnosti pipe, pronađena su 33 uginula imaga crvene palmine pipe. Tog istog dana, na dvije palme pronađena su dva živa imaga crvene palmine pipe. Od svibnja 2019. godine pa do travnja 2021. godine na području Neuma potpuno su uklonjene 22 palme vrste *P. canariensis* jer su bile potpuno uništene od crvene palmine pipe.

U tabeli 1 dati su lokaliteti na području grada Čapljine i Neuma na kojima su obavljani pregledi palmi na prisutnost simptoma napada crvene palmine pipe.

Tabela br. 1. Lokaliteti na kojima su obavljene pregledi palmi vrste *P. canariensis*
 Table 1. Localities where visual inspection of *P. canariensis* palm trees took place

Općina <i>Municipality</i>	Lokalitet <i>Locality</i>	Koordinate <i>Coordinates</i>	Prisutnost simptoma <i>Presence of symptoms</i>
Čapljina	Klepci	43.56260 17.43141	Nema simptoma
	Klepci benzinska	43.53250 17.43148	Nema simptoma
	Grad Čapljina (Zgrada poglavarstva)	43.68120 17.42270	Od tri palme na dvije nema simptoma, ali na trećoj (središnjoj) ima
Neum	Neum - magistrala	42.55583 17.36891	Ima simptoma, pronađena tri živa imaga
	Neum - magistrala	42.55583 17.36891	Ima simptoma u obliku suhih obješenih listova
	Neum (vila Natalia)	42.55214 17.37176	Ima simptoma; pronašli dosta uginulih imaga
	Neum	42.55 735 17.37257	Nema simptoma
	Neum riva (vila Krešić)	42.55735 17.36449	Ima simptoma (pronašli 4 uginula imaga)
	Neum riva (gradska plaža)	42.55675 17.36502	Ima simptoma - suhi obješeni listovi, rupe u osnovi listova, (prazni kokoni)
	Neum riva (plaža)	42.55615 17.36873	Ima simptoma ali i potpuno odrezanih palmi
	Neum riva (restoran Škoj)	42.55240 17.37873	Ima simptoma- suhi obješeni listovi i rupe u osnovi odrezanih listova
	Neum riva (pizzeria Maestral)	42.55138 17.37055	Ima simptoma, suhi listovi (pronađena 4 živa imaga)
	Neum riva (restoran Trabakul)	42.55148 17.37083	Ima simptoma, ali i odrezane palme
	Neum riva (ispod hotela Neum)	42.55155 17.37116	Ima simptoma, suhi listovi, rupe u osnovi listova ali i posječene palme
	Neum riva (šljunčana plaža)	42.55153 17.37132	Ima simptoma na jednoj palmi ali na istom mjestu i dvije posječene palme

Jednom zaražene palme crvenom palminom pipom, zbog razaranja meristemskog tkiva, obično u veoma kratkom vremenskom periodu propadaju i ugibaju. Prisutnost i brzo širenje palmine pipe na području Neuma rezultiralo je propadanjem velikog broja palmi vrste *P. canariensis*, što je značajno narušilo izgled samog krajolika u gradu, posebno u dijelu grada uz samu obalu. Kroz posljednja tri desetljeća, crvena palmina pipa proširila se na područje Mediterana, gdje izaziva ogromne štete na palmama. Hrnčić i Radonjić (2017) navode velike štete na palmama vrste *P. canariensis* na području crnogorske obale. U veoma kratkom vremenskom razdoblju veliki broj palmi značajno je oštećen uslijed napada crvene palmine pipe, a preko 200 stabala je eradicirano. U periodu 2004.-2009. godine, 19677 palmi, uglavnom vrste *P. canariensis*, uništeno je uslijed napada crvene palmine pipe na području Valencije (Dembilio i Jacas, 2011). Tijekom samo dvije godine crvena palmina pipa uzrokovala je propadanje 25 % stabala kanarske palme na području Barija (Sardaro i sur., 2018). Iako do sada na području Hercegovine nisu uočeni simptomi oštećenja od crvene palmine pipe na drugim vrstama palmi, za očekivati je u nedostatku primarnog domaćina kanarske palme, štete i na palmama iz rodova *Washingtonia* sp., *Trachycarpus* sp., *Yucca* sp.

ZAKLJUČCI

Na osnovu istraživanja proširenosti i šteta crvene palmine pipe, dvije godine nakon prvih nalaza, na području Hercegovine mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- Istraživanja su provedena na području grada Čapljine i Neuma u kojima je i utvrđena prisutnost crvene palmine pipe na palmama vrste *P. canariensis*.
- Tijekom istraživanja utvrđen je veći broj palmi sa simptomima oštećenja od crvene palmine pipe.
- Na području grada Čapljine uočeni su simptomi na pet palmi koji upućuju na zaraženost crvenom palminom pipom. U protekle dvije godine u ovom gradu nije posječena niti jedna palma.
- Pregledom palmi vrste *P. canariensis* na području Neuma uočeni su simptomi na 11 palmi koji upućuju na zaraženost crvenom palminom pipom. Tijekom pregleda pronađen je veliki broj uginulih ali i živih imaga crvene palmine pipe. U protekle dvije godine u Neumu su posječene 22 palme vrste *P. canariensis* koje su bile potpuno uništene od crvene palmine pipe.

LITERATURA

- Abraham, V.A., Al Shuaibi, M.A., Faleiro, J.R., Abuzuhairah, R.A., Vidyasagar, P.S.P.V. (1998): An integrated management approach for red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv., a key pest of date palm in the Middle East. Sultan Qabus University Journal for Scientific Research, Agricultural Sciences 3, 77-84.
- Dembilio, Ó., Jacas, J.A. (2011): Basic bio-ecological parameters of the invasive Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae), in

- Phoenix canariensis* under Mediterranean climate. Bulletin of Entomological Research, 101: 153-163.
- Hrnčić, S., Radonjić, S. (2017): Spreading of red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus* [Olivier]), a devastating pest of palms in Montenegro. Zbornik predavanj in referatov 13. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Rimske Toplice, 7.-8. marec 2017., str. 215-131.
- Hrnčić, S., Radonjić, S., Perović, T. (2012): Crveni surlaš palmi – *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera: Curculionidae) nova štetočina palmi u Crnoj Gori. Biljni lekar – Plant Doctor, 40(6): 516-522.
- Masten Milek, T., Šimala, M. (2011): Prvi nalaz *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) – crvene palmine pipe u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite, sv. 11, br. 6, 397–406.
- Masten Milek, T., Šimala, M., (2013): Crvena palmina pipa *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) i palmin drvotoč *Paysandisia archon* (Burmeister, 1880), Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zagreb
- Murphy, S.T., Briscoe, B.R. (1999): The red palm weevil as an alien invasive: biology and the prospects for biological control as a component of IPM. Biocontrol News and Information 20: 35–36.
- Ostojić, I., Zovko, M., Kohnić, A., Petrović, D., Jurković, D., Bošnjak, L. (2019a): First report of the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) in Bosnia and Herzegovina, Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo, Vol. LXIV, No. 69/1, 46-59.
- Ostojić, I., Zovko, M., Kohnić, A., Petrović, D. (2019b): Crvena palmina pipa (*Rhynchophorus ferrugineus*, Olivier 1790) - ozbiljna prijjetnja hercegovačkim palmama, 16. Simpozij o zaštiti bilja u Bosni i Hercegovini, Mostar, 05-07.11. 2019. godine, Zbornik sažetaka str. 18.
- Sardaro, R., Grittani, R., Scrascia, M., Pazzani, C., Russo, V., Garganese, F., Porfido, C., Diana, L., Porcelli, F. (2018): The red palm weevil in city of Bari: A first damage assessment. Forests, 9(8): 1-12.

RED PALM WEEVIL, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1970) - CURRENT SITUATION IN HERZEGOVINA TWO YEARS AFTER THE FIRST FINDING

Summary

The red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1970) is a new invasive species in Bosnia and Herzegovina. It is known worldwide as an extremely dangerous pest of palm trees, which can completely destroy them. Red palm weevil originates from Southeastern Asia, but over the last three decades, it has also spread to Mediterranean and now is a major insect pest of palms in this region. In B&H, the red palm weevil was first recorded on *Phoenix canariensis* in 2019 in city of Čapljina and on few localities

in Neum (Herzegovina-Neretva Canton). Two years after the first findings in the town of Čapljina, five canary date palms were identified with symptoms of red palm weevil infection, but not a single palm tree has been cut down. After visual inspection of canary date palm trees in Neum, two years after the first findings, many of them showed symptoms of infection and 22 canary date palm have been eradicated.

Key words: *red palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus, distribution, damage, Herzegovina*

BIOLOŠKA KONTROLA KOROVA POMOĆU FITOFAGNIH INSEKATA

Fejzo Bašić¹, Mirha Đikić¹

Stručni rad – *Professional paper*

Rezime

U ovom radu istaknuti su razlozi i najvažnije strategije primjene biološke kontrole. Kriteriji valorizacije su objašnjeni kroz određene studije, a dati su i primjeri efikasne primjene biološke kontrole na bazi fitofagnih insekata. Osim toga, pojašnjene su biološke i ekološke karakteristike pojedinih insekata u kontroli najznačajnijih invazivnih biljnih vrsta poput ambrozije, uz prednosti i nedostake njihove upotrebe u održivim sistemima kontrole korova.

Ključne riječi: *biološka kontrola, fitofagni insekti, održivi sistemi kontrole korova*

UVOD

Poznato je da korovi u odnosu na ostale štetne organizme (organizmi životinjskog porijekla i biljni patogeni) nanose najveće štete poljoprivrednim usjevima. Od momenta početka sinteze aktivnih materija fitofarmaceutskih sredstava pa do danas, primjena herbicida postaje jedna od obaveznih agrotehničkih mjera koja se koristi za suzbijanje korova u biljnoj proizvodnji. Prema podacima iz 2014. godine, herbicidi zauzimaju prvo mjesto po upotrebnoj vrijednosti (25,1%) u odnosu na zoocide, fungicide i bactericide (Zhang, 2018). Uz sve prednosti koje herbicidi pružaju, već ranih šesdesetih godina počele su se sagledavati šire implikacije njihovog učestalog korištenja po zdravlje ljudi i biosferu u cjelini (Carson, 1962). Problemi prouzrokovani neadekvatnom primjenom herbicida u konvencionalnoj poljoprivredi, inicirali su razvoj savremenih-održivih sistema suzbijanja korova u koje se između ostalih svrstava i biološka kontrola. Biološka kontrola korova podrazumijeva upotrebu prirodnih neprijatelja (bioloških agenasa) i produkata njihovog metabolizma. Najčešće korišteni biološki agensi su fitofagni insekti i grinje, fitopatogeni organizmi i više biljake kao kompetitori i antagonisti. Naprijed navedeni organizmi u biološkoj kontroli treba da obezbijede ekološki siguran, efikasan i jeftin način suzbijanja korova, bilo samostalno ili kao komponenta integralne zaštite (Hoy, 1983). Biološka kontrola korova ima dugu tradiciju od dva vijeka (Petanović *et al.*, 2000). Brojni su podaci biološke kontrole korova kao i primjeri efikasnih programa suzbijanja mnogih korovskih vrsta u nekoliko zemalja (Crowley, 1989). Uspješni projekti biološke kontrole ostvareni su prije svega na višegodišnjim korovima, na ruderalnim staništima i pašnjacima. Najznačajniji uspjesi na tom polju postignuti su uglavnom u SAD, Kanadi, Južnoj Africi, Australiji i

¹ Poljoprivredno-prehrambeni fakultet - Univerzitet u Sarajevu / Faculty of Agriculture and Food Sciences - University of Sarajevo
Correspondence: f.basic@ppf.unsa.ba

Novom Zelandu, gdje se najvećim dijelom obavljaju istraživanja i gdje je najviše uloženo u razvoj novih metoda biološke kontrole (Petanović *et al.*, 2000).

Na području Bosne i Hercegovine, biološka kontrola korova još uvijek nije dovoljno poznata i ne primjenjuje se. Soga je cilj ovog stručnog rada predstaviti osnove biološke kontrole korova pomoću fitofagnih insekata, te iz uspješnih primjera u praksi istaknuti značaj ove mjere u kontroli korova. U tu svrhu korištena je dostupna stručna i naučna literatura.

Strategije/pristupi biološke kontrole korova

Primjena bioloških mjera suzbijanja korova ostvaruje se različitim strategijama ili pristupima u zavisnosti od vrste organizama (bioloških agenasa) koji se koriste, potom vrste korova koji se suzbijaju i uslova u kojim se nalaze.

Klasični pristup kontrole korova

Klasični pristup kontrole korova podrazumijeva ciljanu zaštitu od introdukovanih vrsta korova alohtonim organizmima, odnosno organizmima iz područja porijekla korova. Ovaj pristup je ograničen na suzbijanje korova koji nisu blisko povezani s usjevima i koji pripadaju oštro definiranim rodovima ili porodicama koji su taksonomski dobro odvojeni jedni od drugih (Wapshere *et al.*, 1989). Najčešće se primjenjuje za suzbijanje invazivnih vrsta korova koji nemaju efikasnog prirodnog neprijatelja u introdukovanom (novonaseljenom) području. Klasična strategija se ostvaruje inokulacionim postupkom, tj. jednokratnim unošenjem prirodnog neprijatelja u ekosistem, koji se dalje samostalno razmnožava i širi (Bellows, 2000), a sve u cilju trajne dugoročne kontrole korova. Klasičan pristup je prikladan samo sa izrazito specifičnim prirodnim neprijateljima. Člankonošci i fitopatogene gljive prvi su izbor s obzirom na njihovu sposobnost uspostavljanja populacija, specifičnost prema domaćinu (korovu) i adekvatnu kontrolu (Charudattan & Dinoor, 2000; Ravlić & Balićević, 2014; Zimdahl, 2018). Predmet klasične strategije suzbijanja su gotovo uvijek bili ekonomski važni korovi za koje ne postoje druge efikasne mjere suzbijanja, čiji se areal rasprostranjenosti proširio na područja gdje ih nije isplativo suzbijati dostupnim metodama (Zimdahl, 2018). Klasična strategija biološke kontrole najuspješnija je u stabilnim područjima primjene, kao što su šume, travnjaci, pašnjaci te vodeni ekosistemi. Ne koristi se za suzbijanje korova u intenzivnoj proizvodnji usjeva, s obzirom na njeno sporo djelovanje (Charudattan & Dinoor, 2000) u generalno gledano kraćem kritičnom periodu zakorovljenosti kada korovi nanose najveće štete poljoprivrednim kulturama.

Augmentativni pristup kontrole korova

Augmentativan pristup kontrole korova (lat. *augmentatio* – umnožavanje, povećavanje) podrazumijeva masovnu propagaciju i ispuštanje autohtonih ili egzotičnih insekata i

fitopatogena. U okviru augmentativnog pristupa ne očekuje se permanentno uspostavljanje biološkog agensa u ekosistemu, nego njegovo održavanje tokom samo jedne vegetacijske sezone, Koristi se za privremeno suzbijanje autohtonih ili introdukovanih vrsta korova. Augmentativna metoda može biti inokulativna (lat. *inoculatio* – ubrizgavanje), kada se relativno mali broj bioloških agenasa ispušta u kritičnome periodu (sezonski) ili inundativna (lat. *inundatio* – plavljenje), kada se unosi vrlo velika koncentracija agenasa i to višekratnim ponavljanjem (Petanović *et al.*, 2000; Hoffman & Frodsham, 1993). Uz inundativnu biološku kontrolu veže se i primjena bioherbicida i to najčešće na bazi fitopatogenih gljiva (mikoherbicida). Strategija primjene bioherbicida, podrazumijeva prethodno masovno umjetno uzgajanje patogena, standardizaciju, prevođenje u oblik u kojem se može koristiti (formulisanje) i konačno primjenu u početnim razvojnim fazama usjeva i korova (Charudattan, 1985).

Konzervativan pristup kontrole korova

Ukoliko se određeni broj identificiranih vrsta domaćih fitopatogenih insekata očuva i zaštiti i na taj način dopusti povećanje njihovih populacija u prirodnom okruženju, tada iste mogu pružiti stalnu, efikasnu i ekonomski gledano jeftinu kontrolu (Zimdahl, 2018). U ovakvom pristupu se ne koristi ispuštanje uvezenih alohtonih prirodnih neprijatelja kao što je to bio slučaj sa prethodna dva pristupa suzbijanja korova. Očuvanju i zaštiti prirodnih neprijatelja korova prethodi modifikacija okoline u cilju pružanja njihovog prirodnog staništa. Ova konstatacija zahtijeva odgovarajuće izmjene u trenutnim proizvodnim praksama, a što se naročito odnosi na upotrebu fitofarmaceutskih sredstava koja u pojedinim situacijama može negativno uticati na prirodne neprijatelje i njihovo prirodno stanište (Zimdahl, 2018).

Najznačajniji agensi koji su se u prošlosti koristili u biološkoj kontroli korova su fitofagni insekti (Wapshere *et al.*, 1989) i oni se uz fitofagne grinje razmatraju primarnim faktorima regulacije gustina populacija ovih biljaka.

Kriterij valorizacije bioloških agenasa u kontroli korova

Na osnovu mnogobrojnih proučavanja karakteristika fitofagnih organizama (insekata i grinja), razvijeni su kriteriji valorizacije ovih organizama kao poželjnih agenasa. Harris (1973) i Cromroy (1983) (*cit. Petanović et al.*, 2000) su usvojili najvažnije kriterije i metodologiju valorizacije fitofagnih insekata za biološku kontrolu korova koja se obavlja kroz razvijen bodovni sistem za svaki kriterij pojedinačno. Najvažniji kriteriji su:

- a. specifičnost za domaćina
(centrifugalnom filogenetskom metodom se utvrđuje da li je ispitivana vrsta polifag, oligofag, ili monofag, polazeći od srodnih vrsta unutar roda, a zatim širenjem na najrodnije rodove itd, a što se postiže testiranjem ishrane, ovipozicije i izglednjivanja, a zatim prenošenja na biljne vrste koje se testiraju);

- b. direktna oštećenja domaćina
(utvrđuje se da li ispitivana vrsta formira gale, mine, uzrokuje defolijaciju i sl.);
- c. indirektna oštećenja domaćina
(utvrđuje se da li ispitivana vrsta izaziva inicijalna oštećenja koja ograničavaju produkciju sjemena ili je vektor uzročnika biljnih bolesti i sl.);
- d. fenologija infestacije korova
(utvrđuje se da li je aktivnost ispitivane vrste na domaćinu vremenski ograničena ili prolongirana u toku cijele vegetacijske sezone);
- e. broj generacija
(utvrđuje se da li je ispitivana vrsta obligatno univoltna, bivoltna ili polivoltna);
- f. prosječan broj potomaka po ženki u toku jedne generacije
(utvrđuje se da li je broj potomaka ispod 10, 10-100 ili preko 100);
- g. spoljašni faktori mortaliteta
(utvrđuje se da li ispitivana vrsta ima nespecifične ili specifične prirodne neprijatelje i da li je podložna djelovanju drugih ekoloških faktora u smislu povećanja mortaliteta);
- h. ponašanje u ishrani
(utvrđuje se da li se ispitivana vrsta hrani solitarno (zbog eventualnog kanibalizma, intraspecijske kompeticije i sl.) ili gregarno);
- i. kompatibilnost sa drugim agensima biološke kontrole
(utvrđuje se u kojoj je mjeri zadovoljavajuća kompatibilnost u odnosu na druge agense biološke kontrole);
- j. distribucija
(utvrđuje se da li je distribucija ispitivane vrste lokalna, a ako nije koliki dio areala biljne vrste domaćina zauzima);
- k. dokaz efikasnosti ispitivane vrste
(utvrđuje se da li su prvi pokušaji biološke kontrole kroz klasičnu strategiju bili uspješni ili ne i da li je agens uspješan u najmanje dva regiona u svijetu) i
- l. disperzija
(utvrđuje se da li agens formira “džepove” populacija niske brojnosti ili ima tendenciju širenja populacija niske ili visoke brojnosti).

Najznačajniji kriterij za korištenje fitofaga je specifičnost za domaćina. Biološki agensi koji se koriste u okviru kontrole ne bi trebali da prouzrokuju bilo kakvo značajnije oštećenje na biljnim i životinjskim organizmima koji su od ekonomskog ili ekološkog značaja. Testovi specifičnosti za domaćina koji se najvećim dijelom odnose na ponašanje u toku ishrane i ovipozicije na seriji biljaka sprovode se prvo u laboratorijama, potom u zaštićenim prostorima i konačno u poljskim uslovima. Testovi su većinom koncentrisani na biljne vrste koje pripadaju istoj ili srodnim porodicama, kao i na korove koji treba suzbijati (Harris, 1989; Shepherd, 1989; *cit.* Petanović *et al.*, 2000). Drugi značajan kriterij je mobilnost. Fitofagna vrsta koja intenzivno traži biljku domaćina mnogo je pogodnija za ovu svrhu. Izuzetno važan kriterij je i tolerantnost na promjenjive uslove sredine. Insekti i grinje koji se razmnožavaju u

entomološkim kavezima su obično izloženi optimalnim, povoljnim i stabilnim uslovima temperature, vlažnosti zraka i svjetlosti. Takvi insekti i grinje kada se puste u prirodu nailaze na nepovoljne, često mnogo lošije uslove. Za introdukciju su posebno povoljne vrste koje infestiraju generativne organe korovskih biljaka kao što su generativni pupoljci, cvjetovi i sjeme dok su najteža (najefikasnija) oštećenja upravo na generativnim organima i to nastala kao posljedica formiranja mina (Petanović *et al.*, 2000). Fitofagne vrste adekvatne za biološku kontrolu ne smiju imati prirodne neprijatelje kao što su patogeni, paraziti i predatori u područjima u kojima se ispustaju (Shepherd, 1989; *cit.* Petanović *et al.*, 2000).

Pored bitnih kriterija valorizacije fitofagnih organizama i patogena, neophodno se osvrnuti i na izvjesne kriterije koji čine korovske vrste pogodnim za biološku suzbijanje. Korovska biljka mora biti preferentna za fitofaga u poređenju sa drugim biljkama spontane flore. Bolji rezultati u biološkom suzbijanju obično se dobijaju kod korova koji imaju niži potencijal indukovane rezistentnosti, odnosno odbrane od svih vrsta stresnih faktora (Petanović *et al.*, 2000).

Biološka kontrola korova pomoću fitofagnih insekata

Najčešće vrste insekata koje se koriste u biološkoj kontroli su one iz reda Coleoptera (više od 100 vrsta), a unutar ovog reda se najviše koriste vrste iz porodice Chrysomelidae, Curculionidae i Cerambycidae. Na drugom mjestu su vrste iz reda Lepidoptera (porodice Pyralidae, Noctuidae i Tortricidae), a poslije njih upotrebljavaju se i vrste iz ostalih redova poput reda Homoptera, Hemiptera, Diptera, Thysanoptera i Orthoptera (Julien, 1992; *cit.* Petanović *et al.*, 2000).

Višegodišnji grm - lantana (*Lantana camara* L.) je prvi korov koji je bio predmet biološkog suzbijanja na području Havaja tokom 1920. godine. Od približno 30 vrsta fitofagnih insekata koji su korišteni u programima biološke kontrole ovog korova, smatra se da su sa aspekta učinkovitosti zadovoljavajuće rezultate postigle vrste *Octoma scabripennis* Guerin-Menevill i *Uroplata girardi* Pic. u Južnoj Africi (Neser & Cillers, 1989) i stjenica *Teleonemia scrupulosa* Stål na području Australije (Telkar *et al.*, 2015). Vrste *Octoma scabripennis* i *Uroplata girardi* djeluju tako što svojim načinom ishrane uzrokuju defolijaciju biljaka lantane i umanjuju njenu sposobnost za proizvodnju sjemena (Aračić, 2014). Odrasli (adulti ili imaga) i larve stjenice *T. scrupulosa* uzrokuju nekroze naličja listova lantane uslijed isisavanja unutrašnjeg sadržaj parenhima pomoću usnog aparata za bodenje i sisanje.

Jedan od najuspješnijih primjera biološke kontrole je suzbijanje invazivne vrste kaktusa (*Opuntia* sp.) u Australiji. Iako je u početku unesen kao dekorativna vrsta, kaktus se naglo proširio i 1890. godine infestirao više od 2,2 miliona hektara (ha), a svake naredne godine dodatno oko 0,2 miliona ha. Do 1925. godine ovom invazivnom vrstom bilo je prekriveno približno 24 miliona ha. Polovina od navedenog područja bila je toliko infestirana ovom vrstom da je bilo gotovo nepristupačno ljudima i većim životinjama (Zimdahl, 1993). Stoga je iz Argentine 1925. godine uvezen moljac *Cactoblastis*

cactorum (Berg) koji pripada redu Lepidoptera, porodici Pyralidae. Unutar područja gdje se ova invazivna vrsta nalazila, u većem broju je introdukovano približno 9 miliona jaja ovoga moljca, a što se konačno pokazalo vrlo uspješnom metodom u biološkoj kontroli. Moljac ima dvije generacije godišnje i može letjeti približno 10 kilometara. Larva ovog insekta živi unutar kutikule listova u grupama od 20 do 100 jedinki. Uništava sve nadzemne dijelove, ali također prodire i u podzemne lukovice i korijenov sistem. Kako se kroz određeno vrijeme nakon introdukcije smanjila populacija ovog korova, došlo je do pada populacije *C. cactorum*. Nedugo poslije, uslijedilo je ponovno povećanje populacije kaktusa što je zahtijevalo naknadne introdukcije moljca.

Naredni poznati primjer uspješne biološke kontrole je suzbijanje kantariona (*Hypericum perforatum* L.) pomoću zlatice *Chrysolina quadrigemina* (Suffrian). Nakon introdukcije ovog biološkog agensa u Kaliforniji 1946. godine, kantarion je uklonjen sa državne liste štetnih korova (Coombs *et al.*, 2004). Uspjeh introdukcije *C. quadrigemina* može se prepisati njenoj visokoj specifičnosti i usklađenosti njenih zahtijeva s rastom kantariona. Odrasli zlatice djeluju tako što ogole biljku tokom cvjetanja u proljeće i početkom ljeta, a larve se hrane u jesen i zimu (Huffaker & Kennett, 1959). Iako se ova korovska vrsta može uspješno suzbijati i primjenom velikog broja herbicida, nepristupačnost područja koja su infestirana ovom vrstom za primjenu herbicida predstavljaju problem (Zimdahl, 2018), što dodatno ide u prilog opravdanoj primjeni biološke kontrole na bazi insekata.

Prema navodima Linke *et al.* (1992) otkriveno je približno pedeset vrsta insekata koje se hrane biljkama volovoda (rod *Orobanche*). Međutim, samo je jedna vrsta usko specifična (monofagna) i u pojedinim situacijama efikasna sa aspekta šteta koje prouzrokuje biljci domaćinu. Riječ je o muhi (*Phytomyza orobanchia* Kaltenbach) koja pripada redu dvokrilaca. *P. orobanchia* je autohtona (nativna) vrsta Mediterana, područja na kojem je rasprostranjen najveći broj vrsta roda *Orobanche* (Spencer, 1973). Na području bivše Jugoslavije, *P. orobanchian* je prvi put identificirana i pronađena u usjevima suncokreta, paradajza i duhana u drugoj polovini 20. vijeka (Lekić, 1970; Mihajlović, 1986). S obzirom na usku specifičnost, cjelokupan ciklus razvoja ovog insekta je prilagođen razvoju volovoda. Ovisno o specifičnim klimatskim uslovima, razvoj *P. orobanchia* počinje u rano proljeće kada se pod uticajem temperature i fotoperioda prekida dijapauza (vrijeme mirovanja) i podstiče piljenje odraslih oblika iz stadija lutke. Masovna infestacija imaga se može uočiti neposredno nakon formiranja izdanaka volovoda. U toplijem dijelu godine osnovni izvor hranjivih materija imaga čini cvjetni nektar volovoda ali i nekih drugih biljaka poput paradajza, krompira i krastavca. Nakon oplodnje, ženke *P. orobanchian* pomoću legalice (ovipozitorija) polažu jaja ispod epidermisa izboja i cvjetova volovoda. Razvoj larvi ovog insekta započinje piljenjem jaja i ubušivanjem u tkivo stabljike ili unutar perikarpa plodova do sjemenog zametka volovoda. Sjeme je najvažniji dio biljke volovoda u ishrani, međutim uslijed nedostatka hranjivih materija u sjemenim kapsulama larve se hrane tkivom ispod epidermis ili na parenhimu izboja. Nakon presvlačenja, larve u trećem stupnju nanose najveće štete. Simptomi infestacije volovoda insektom *P. orobanchian* su smežurani plodovi, oslabljene i struhle stabljike i formirani izlazni

otvori odraslih jedinaka na stabljikama (Klein, 1996). Procenat infestiranih (napadnutih) izdanaka, sjemenskih kapsula i oštećenog sjemena volovoda su najvažniji parametri za opravdanu primjenu u okviru biološke kontrole. U zavisnosti od područja, vrste volovoda i usjeva u kojem se nalazi, može biti infestirano do 95% sjemenskih kapsula volovoda vrstom *P. orobanchian*. Smanjenje proizvodnje sjemena volovoda po ha se kreće između 11 i 79% (Klein & Kroschel, 2002). Na području bivše Jugoslavije u usjevu suncokreta, 95% sjemenskih kapsula vrste volovoda *O. cumana* je bilo infestirano insektom *P. orobanchia* (Mihajlović, 1986). Prirodni, dugoročni kapaciteti *P. orobanchian* u smanjenju populacija volovoda su uglavnom ograničeni niskim zimskim temperaturama, agrotehničkim praksama (obrađa zemljišta, plodored, navodnjavanje i primjena insekticida) i prisustvo njihovih prirodnih neprijatelja (bakterija, saprofitnih gljiva, predatora i parazitoida) (Klein & Kroschel, 2002), ukoliko se nastoji primijeniti klasična strategija kontrole. Kako bi se poboljšali prirodni kapaciteti ovog biološkog agensa prvenstveno je neophodno primijeniti inundativnu strategiju koja se bazira na unosu većeg broja njihovih jedinki (optimalno od 500 do 1000 ha⁻¹) nakon nicanja volovoda u višekratnim ponavljanjima u trajanju od nekoliko godina. Ova strategija biokontrole opravdana je i činjenicom zadržavanja sposobnosti klijavosti sjemena volovoda i do 15 godina.

Invazivna vrsta ambrozija je jedan od novijih primjera mogućeg suzbijanja uz pomoć fitofagnih insekata. Na području Evrope suzbijanje ambrozije fitofagnim insektima je nova metoda koja se nalazi u eksperimentalnoj fazi, ali i metoda koja bi mogla u budućnosti postići dobre rezultate. Od velikog broja poznatih prirodnih neprijatelja ambrozije, zlatice ambrozije *Ophraella communa* LeSage i *Zygogramma suturalis* Fabr. se smatraju potencijalnim agensima biološke kontrole. *O. communa* je porijeklom iz Sjeverne Amerike. Smatra se najuspješnijim agensom održive kontrole ambrozije u Kini (Müller-Schärer *et al.*, 2014), Australiji i Kanadi. Ovaj uspješan primjer kontrole ambrozije nije se samo mogao postići kroz inundativnu strategiju unosa (masovni uzgoja i introdukcija kroz višekratno ponavljanje) nego i kroz izražene migracije ovog agensa (Guo *et al.*, 2011; Chen *et al.*, 2013), a koje se mogu mjeriti u prosjeku stotinama kilometara godišnje (Moriya & Shiyake, 2001). Na području Evrope, prvi put je pronađena 2013. godine u Italiji i Švicarskoj (Bosio *et al.*, 2014; Müller-Schärer *et al.*, 2014.). Nedugo poslije pronalaska, postavilo se pitanje da li *O. communa* može pridonijeti održivom načinu kontrole ambrozije na području Evrope, a što je rezultiralo velikim brojem opsežnih istraživanja njenog prisustva, distribucije, biologije i načina ishrane. Nakon prvog nalaza prisustva *O. communa* u Italiji i Švicarskoj, očekivano se ova vrsta proširila u zapadnom dijelu Slovenije 2017. godine (Seljak, 2017) i na pojedinim područjima Hrvatske tokom 2018. godine (Zadravec, 2019). *O. communa* prolazi kroz 4 razvojna stadija i formira 3 do 4 generacije godišnje (Müller-Schärer *et al.*, 2014). Odrasle jedinke i larve *O. communa* pričinjavaju štete svojim usnim aparatom za grickanje tokom ishrane na biljakama ambrozije. Ukoliko je povećana brojnost ovog biološkog agensa, može doći do potpune defolijacije i uginuća biljaka ambrozije prije reprodukcije ili do smanjene sposobnosti proizvodnje sjemena ukoliko biljke uspiju ući u reproduktivnu fazu (Zhou *et al.*, 2014). Na području Italije

tokom 2014. godine uočene su i značajnije štete muških glavičastih cvasti ambrozije od strane odraslih jedinki *O. communa*, a što u velikoj mjeri može imati negativan efekat na proizvodnju polena (Bonini *et al.*, 2016). Smatra se da je pojava i širenje vrste *O. communa* potencijalno objašnjenje niske razine koncentracije polena ambrozije u zraku na području Milana tokom 2013. i 2014. godine (Bonin *et al.*, 2016). Za procjenu da li je doista smanjenje koncentracije polena ambrozije u zraku u sjevernoj Italiji u direktnoj pozitivnoj korelaciji sa prisustvom *O. communa*, provedeni su terenski eksperimenti na lokacijama na kojima je bila prisutna *O. communa* i na parcelama na kojima je isključen uticaj ove vrste kroz primjenu insekticida (Schaffner *et al.*, 2020). Parametar koji se mjerio je bila gustina muških glavičastih cvasti ambrozije. Utvrđeno je da je *O. communa* smanjila gustoću muških glavičastih cvasti i proizvodnju polena ambrozije prosječno za 82% (73-100%). Za procjenu potencijalnog utjecaja *O. communa* na polinaciju ambrozije na području Evrope, razvijen je i distribucijski model ambrozije i *O. communa*, baziran na bioklimatskim varijablama i analizi rasprostranjenosti na svjetskom nivou (Schaffner *et al.*, 2020). U okviru ove studije, bilo je potrebno provesti eksperiment u kojem je utvrđen prosječan broj dana potreban za razvoj jedne generacije *O. communa* u entomološkom kavezu (288,7 dana). Ova vrijednost je bila ugrađena u pomenuti model distribucije vrsta zbog mapiranja broja generacija koje će *O. communa* vjerovatno ostvariti unutar svoje ekološke niše na području Evrope. Nakon toga je kvantificiran potencijalni uticaj *O. communa* na polinaciju ambrozije intepolirajući broj generacija *O. communa* i sezonsku dinamiku polinacije ambrozije. Na temelju korelacije između sezonske dinamike polinacije ambrozije i relativnog broja pacijenata osjetljivih na polen ambrozije na području Rhône-Alpes, projektovano je da će *O. communa* indirektno reducirati broj pacijenata na približno 11,2 miliona kada uspostavi svoju ekološku nišu na području Evrope. Ovo će odgovarati prosječnom smanjenju pacijenata osjetljivih na polen ambrozije za 16,9%. Ovo smanjenje će rezultirati ekonomskim uštedama od približno 1,1 milijardu eura godišnje. Osim sjeverne Italije gdje *O. communa* već sada značajno utiče na smanjenje koncentracije polena u zraku, ova projekcija sugerira da će osjetljive osobe na polen ambrozije na području Balkana imati najviše koristi od uspostavljanja populacije ovog biološkog agensa. U prilog ovoj činjenici idu i rezultati koji su obavljani također u okviru iste studije gdje je između ostalog zabilježena visoka koncentracija polenovih zrna po metru kubnom zraku ali i visok procenat osjetljivih osoba na isti na području Balkana.

Jedna od najvećih zabrinjavajućih faktora pri odabiru agensa biološke kontrole je direktno povezana sa rizikom za neciljane organizme da će biti napadnuti i oštećeni (Louda *et al.*, 2003). Biološki agensi koji se koriste u okviru kontrole ne bi trebali da prouzrokuju bilo kakvo značajnije oštećenje na biljnim i životinjskim organizmima koje su od ekonomskog ili ekološkog značaja. Pored vrste *A. artemisiifolia*, dokazano je prisustvo *O. communa* i na drugim biljnim vrstama, a pretežno iz tribusa Heliantheae. Procjene rizika napada *O. communa* na biljkama suncokreta dale su kontroverzne rezultate. Prema Kiss (2007) *O. communa* se smatra jednim od najperspektivnijih kandidata biološke kontrole na području Evrope. Međutim Gerber *et al.* (2011) ne smatraju ovu vrstu odgovarajućim kandidatom biološke kontrole na području Evrope.

Na području Australije, *O. communis* nije prihvaćena jer je u laboratorijskim testiranjima dokazano da može oštetiti i dovršiti ciklus razvoja na biljkama suncokreta (Palmer & Goeden, 1991). Generalno se smatra da suncokret nije potencijalni domaći *O. communis* (Zhou *et al.*, 2011) te da su na istom oštećenja ovom vrstom zanemariva (Dernovici *et al.*, 2006; Cao *et al.*, 2011). Nešto složeniju evaluaciju detekcije prisustva i analizu potencijalnog oštećenja na rezidentnim neciljanim vrstama od strane *O. communis* su sproveli Cardarelli *et al.* (2018) na poljoprivrednom području sjeverne Italije na kojem su registrovane velike populacije ambrozije. U odnosu na većinu ostalih eksperimenata, u ovoj studiji su oštećenja procijenjena tek onda kada je registrovano i prisustvo *O. communis*, kako bi se izbjegla mogućnost dodjeljivanja lažno pozitivnih rezultata nastalih ishranom i nekih drugih herbivornih vrsta. U okviru ove studije ukupno je praćeno 269 biljaka ambrozije i 1255 neciljanih biljaka tokom ljeta 2015. godine. *O. communis* je registrovana na 107 (8,5 %) neciljanih biljaka i 181. (67,3 %) biljci ambrozije, s ukupnim brojem od 215 i 1050 jedinki, koje su se nalazile u svim razvojnim stadijima. Iz ove studije se može izdvojiti daleko veći broj oštećenih biljaka ambrozije (82,9%) u odnosu na neciljane vrste (min. 2%, a max. 6,8%). Kod neciljanih biljaka oštećenja su locirana samo na lisnim organima, premda je 50% istih bilo u fazi cvjetanja ili plodonošenja. Kada se uzmu u obzir neciljane vrste, veća učestalost *O. communis* je zabilježena na vrstama koje pripadaju porodici Asteraceae (*Achillea millefolium*, *Artemisia verlotiorum*, *Centaurea sp.*, *Erigeron annuus*), ali također i na vrstama koji pripadaju ostalim porodicama, poput *Chenopodium album* (Chenopodiaceae) i *Trifolium sp.* (Fabaceae). Na ostalih 7 uzorkovanih biljnih vrsta (*Lolium sp.*, *Papaver rhoeas*, *Persicaria maculosa*, *Polygonum sp.*) nije pronađena *O. communis* ili su samo odrasli ove vrste bili prisutni bez tragova hranjenja (*Arrhenatherum elatius*, *Holcus lanatus*, *Sorghum halepense*), što upućuje na slučajan odabir domaćina ovog insekta (Yamazaki *et al.*, 2000). Pregledom prisustva razvojnih stadija, na neciljanim biljnim vrstama su uglavnom bili zastupljeni odrasli oblici (87,4%), potom jajna legala (2,8%), larve (3,7%) i lutke (6,1%) *O. communis*. Svi razvojni stadiji su registrovani samo kod vrste *Artemisia verlotiorum* (jedno jajno leglo, 5 larvi, 11 lutka i 86 odraslih). Autori ove studije smatraju da je ukupni rizik ispitivanih neciljanih biljnih vrsta zanemariv, te da su oštećena istih značajno mala u odnosu na primarnog domaćina ambroziju i da su uglavnom rezultat povremenih događaja.

Prva introdukcija *Z. suturalis* na području bivše Jugoslavije, obavljena je 1984. godine na lokalitetu Patkovci, blizu Bjelovara (Igrc, 1987). Na području bivše Jugoslavije bilo je ukupno 5 introdukcija iz SAD, a uvezeno je ukupno 1171 zlatica ambrozije. Utvrđeno je da jedna larva ove vrste pojede približno 585 mm² lišća, dok jedan imago dnevno pojede 123,7 mm² lišća pri temperature od 20°C (Trkulja *et al.*, 2009). Istraživanja koja su provedena na području bivše Jugoslavije, potvrdila su kako je *Z. suturalis* jedno od mogućih rješenja biološke kontrole ambrozije, posebno na ruderalnim staništima. Trkulja *et al.* (2009) smatraju korisnim obnoviti istraživanja ove vrste i obaviti introdukciju u dogledno vrijeme na području Bosne i Hercegovine.

ZAKLJUČAK

Opravdani zahtjevi za smanjenom upotrebom konvencionalnih herbicida zbog potencijalnog rizika po ljudsko zdravlje, životnu sredinu, neciljane organizme ili zbog ubrzanog razvoja rezistentnosti, uslovljavaju razvoj novih, manje štetnih, održivih sistema suzbijanja korova. Održivi sistemi suzbijanja korova se postepeno implementiraju kao moguća dopuna ili zamjena konvencionalnoj primjeni herbicida, najvećim dijelom u razvijenim zemljama. Biološki agensi na bazi fitofagnih insekata, nesumnjivo imaju veliki potencijal u održivim sistemima suzbijanja korova, pretežno kao dopuna ostalim direktnim i indirektnim mjerama.

Iznesena istraživanja na području biološke kontrole, pokazala su da fitofagni insekti imaju određene prednosti ali i nedostatke. U idealnim slučajevima, troškovi početnog ulaganja u biološku kontrolu se ne ponavljaju. Pretežno kada se uspostavi stabilna populacija introdukovanih prirodnih neprijatelja, nisu potrebni dodatni doprinosi. Troškovi razvoja biološke kontrole mogu biti manji nego herbicida. U klasičnom i konzervativnom pristupu biološka kontrola pomoću insekata može biti trajna, samoodrživa, zadovoljavajuće efikasnosti ali vrsta kontrole čija primjena uvijek ne garantuje optimalne rezultate. Biološka kontrola pomoću insekata je bila uspješna u nekoliko slučajeva, ali ista nikada neće biti rješenje svakoj ekonomski gledano značajnoj korovskoj vrsti. S obzirom na činjenicu da se korovi u okviru ratarske proizvodnje moraju suzbijati tokom kratkog, kritičnog perioda, kako bi se spriječilo smanjenje prinosa i kvalitete poljoprivrednih proizvoda, klasična i konzervativna biološka kontrola zbog sporijeg djelovanja u ovim situacijama nisu zadovoljavajuće. Jedan od najznačajnijih nedostataka kontrole pomoću fitofagnih insekata je potencijalna mogućnost oštećenja biljaka koje su od ekonomskog ili ekološkog značaja. Zbog naprijed navedenog, generalno, biološka kontrola pomoću insekata sa dosadašnjim tehnološkim rješenjima nije jednostavna, potpuno efikasna i brza kao kontrola herbicidima.

Razvoj i implementacija održivog sistema baziranog na upotrebi biološke kontrole, iziskuje prije svega donošenje odgovarajućih zakonskih legislativa kojim će se podstaći neophodnost ispitivanja prisustva i distribucije potencijalnih autohtonih bioloških agenasa, potom ispitivanje kriterija njihove valorizacije kao i regulisanje mogućnost njihovog uvoza i primjene prvenstveno u nerazvijenim zemljama i zemljama u razvoju kao što je to slučaj sa Bosnom i Hercegovinom. U svemu ovome, za početak se nužno osloniti na međunarodna iskustva, koja su u ovom radu dijelimično iznijeta kroz sintezu određenog broja studija.

LITERATURA

- Aračić, K. (2014): Biološko suzbijanje korova. Diplomski rad, Osijek.
- Bellows, T. S. (2000): Restoring population balance through natural enemy introductions. *Biological Control*, 21, 199–205.
- Bonini, M., Šikoparija, B., Prentović, M., Cislighi, G., Colombo, P., Testoni, C., Grewling Ł., Lommen, S.T.E., Müller-Schärer, H., Smith, M. (2016): A follow-

- up study examining airborne *Ambrosia* pollen in the Milan area in 2014 in relation to the accidental introduction of the ragweed leaf beetle *Ophraella communa*. *Aerobiologia*, 32: 371–374.
- Bosio, G., Massobrio, V., Cherisi, C., Scavarda, G., Clark, S. (2014): Spread of the ragweed leaf beetle, *Ophraella communa* LeSage, 1986 (Coleoptera, Chrysomelidae) in Piedmont Region (northwestern Italy). *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, 146(1): 17–30.
- Cardarelli, E., Musacchio, A., Montagnani, C., Bogliani, G., Citterio, S., Gentili, G. (2018): *Ambrosia artemisiifolia* control in agricultural areas: effect of grassland seeding and herbivory by the exotic leaf beetle *Ophraella communa*. *NeoBiota*, 38: 1-22.
- Caldwell, C. J., Hynes, R. K., Boyetchko, S. M., Korber, D. R. (2012): Colonization and bioherbicidal activity on green foxtail by *Pseudomonas fluorescens* BRG100 in a pesta formulation. *Can. J. Microbiol.*, 58, 1–9.
- Cao, Z., Wang, H., Meng, L., Li, B. (2011): Risk to nontarget plants from *Ophraella communa* (Coleoptera: Chrysomelidae), a potential biological control agent of alien invasive weed *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) in China. *Applied Entomology and Zoology*, 46:375– 381.
- Carson, R. (1962): *Silent Spring*. Houghton Mifflin, Boston, 368.
- Charudattan, R. (1985): *The Use of Natural and Genetically Altered Strains of Pathogens for Weed Control*. U: *Biological Control in Agricultural IPM Systems*. Hoy, M.A., Herzog, D.C. (ur.). Academic Press Inc., 347-372.
- Charudattan, R., Dinoor, A. (2000): *Biological control of weeds using plant pathogens: accomplishments and limitations*. *Crop Protection*, 19: 691-695.
- Chen, H., Guo, W., Li, M., Guo, J., Luo, Y., Zhou, Z. (2013): A field test of joint control of the alien invasive weed *Ambrosia artemisiifolia* with *Ophraella communa* and *Epiblema strenuana*. *Chinese Journal of Biological Control*, 29, 362–369.
- Coombs, E.M., Clark, J.K., Piper, G.L., Cofrancesco Jr., A.F. (2004): *Biological Control of Invasive Plants in the United States*. Oregon State Univ. Press, Corvallis, OR, 467.
- Cromroy, H. L. (1983): *Potential Use of Mites in Biological Control of Terrestrial and Aquatic Weeds*. U: Hoy, M. A., G. L. Cunningham & L. Knutson: *Biological Control of Pests by Mites*. Univ. Calif. Press., 61-66.
- Crowley, M. J. (1989): *Plant life history and success of weed biological control projects*. *Proc. VII Intern. Symp. on Biol. Control of Weeds*, 17-26.
- Dernovici, S.A, Teshler, M.P., Watson, A.K. (2006): Is sunflower (*Helianthus annuus*) at risk to damage from *Ophraella communa*, a natural enemy of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*)? *Biocontrol Science and Technology*, 16 (7): 669–686.
- Gerber, E., Schaffner, U., Gassmann, A., Hinz, H .L., Seier, M., Müller-Schärer, H. (2011): *Prospects for biological control of Ambrosia artemisiifolia in Europe: learning from the past*. *Weed Res.*, 51: 559–573.

- Guo, J.Y, Zhou, ZS., Zheng, X.W., Chen, H.S, Wan, F.H, Luo, Y.H. (2011): Control efficiency of leaf beetle, *Ophraella communa*, on the invasive common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*, at different growing stages. *Biocontrol Science and Technology*, 21, 1049–1063.
- Harris, P. (1973): The selection of effective agents for the biological control of weeds. *Can. Entomol.*, 105: 1495-1503.
- Harris, P. (1989): Feeding strategy, coexistence and impact of insects in spotted knapweed capitula. *Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds*: 39-47.
- Hoffman, M.P., Frodsham, A.C. (1993): *Natural enemies of Vegetable and Insect Pests*. Cooperative Extension, Cornell University, Ithaca, NY.
- Hoy, M.A. (1983): Opportunities for Genetic Improvement of Mites as Biological Control Agents. U: Hoy, M. A., G. L. Cunningham, L. Knutson. (eds.): *Biological Control of Pests by Mites*. Univ. Calif. Press: 141-145.
- Huffaker, C.B., Kennett, C.E. (1959): A ten-year study of vegetation change associated with biological control of Klamath weed. *J. Range Manag.* 12: 69-82.
- Igrc, J. (1987): Proučavanje zlatice *Zygogramma suturalis* Fabricius (Coleoptera, Chrysomelidae) – potencijalnog agensa biološkog suzbijanja korova *Ambrosia artemisiifolia* L. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 76-77: 31-56.
- Julien, M. H. (1992): *Biological of Weeds: A World Catalogue of Agents and Their Target Weeds*. 3rd ed. CAB Internat. Wallingford, UK, 186.
- Kiss, L. (2007): Why is biocontrol of common ragweed, the most allergenic weed in Eastern Europe, still only a hope. U: Vincent, C., Goettel, M., Lazarovitz G. (eds): *Biological Control: A Global Perspective: Case Studies from around the World*. CABI, Wallingford.
- Klein, O. (1996): Lutte biologique contre 'Orobanche avec *Phytomyza orobanchia* Kalt. (Diptera: Agromyzidae). Internal report, Supra-regional GTZ-project "Ecology and Management of Parasitic Weeds". University of Hohenheim, Germany.
- Klein, O., Kroschel, J. (2002): Biological control of Orobanche spp. with *Phytomyza orobanchia*, a review. *BioControl*, 47(3): 244-276.
- Lekic, M.B. (1970): Phytophagous insects observed on parasitic phanerogams of the genera *Orobanche* and *Cuscuta* in 1968. U: *Proceedings of the 1st International Symposium on Biological Control of Weeds*, Delemont, Swiss. Miscellaneous Publications, Commonwealth Institute of Biological Control, Trinidad.
- Linke, K.H., Scheibel, C., Saxena, M.C., Sauerborn, J. (1992): Fungi occurring on *Orobanche* spp. and their preliminary evaluation for *Orobanche* control. *Tropical Pest Management*, 38: 127-130.
- Louda, S.M, Pemberton, R.W, Johnson, M.T, Follett, P.A. (2003): Nontarget effects - The Achilles' Heel of biological control? Retrospective analyses to reduce risk associated with biocontrol introductions. *Annual Review of Entomology*, 48: 365–96.
- Mihajlović, L. (1986): Results of investigation on *Orobanche* spp. entomofauna in Yugoslavia and the possibility of using insects for biological control. U:

- Proceedings of a Workshop on Biology and control of *Orobanche*. LH/VPO, Wageningen, The Netherlands.
- Moriya, S., Shiyake, S. (2001): Spreading the distribution of an ex-otic ragweed beetle, *Ophraella communa* LeSage (Coleoptera: Chrysomelidae), in Japan. — Jap. J. Entomol, 4: 99–102.
- Müller-Schärer, H., Lommen, S.T.E., Rossinelli, M., Bonini, M., Boriani, M., Bosio, G., Schaffner, U. (2014): *Ophraella communa*, the ragweed leaf beetle, has successfully landed in Europe: fortunate coincidence or threat? Weed Research, 54: 109–119.
- Neser, S., Cillers, C.J. (1989): Work towards biological control of *Lantana camara*: Perspectives. Proceedings of VIIth International Symposium on Biological Control of Weeds, Italy.
- Palmer, W.A., Goeden R.D. (1991): The host range of *Ophraella communa* LeSage (Coleoptera, Chrysomelidae). Coleopt. Bull, 45: 115–120.
- Petanović, R., Kolokočar-Šmit Z., Spasić, R. (2000): Biološka borba protiv korova i strategije, agensi i regulative. Acta herbologica, 9 (1): 5-19.
- Ravlić, M., Baličević, R. (2014): Biološka kontrola korova biljnim patogenim. Poljoprivreda 20: (1): 34-40.
- Seljak, G. (2017): *Ophraella communa* Le Sage, 1985 - ambrozijev lepenec. Biotska raznovrsnost Slovenije.
- Schaffner, U., Steinbach, S., Sun, Y., Skjøth, C. , de Weger, L., Lommen, S.T., Augustinus, B., Bonini, M., Karrer, G., Šikoparija, B., Thibaudon, M., Müller-Schärer, H. (2019): Biological Weed Control to Relieve Millions of Allergy Sufferers in Europe.
- Shepherd, R.C.H. (1989): Problems which arise with host specificity testing of insects. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, 85-92.
- Spencer, K.A. (1973): Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Series Entomologica. Vol. 9. W. Junk, The Hague, The Netherlands.
- Telkar, S.G., Gurjar, G.N., Dey, Y.K. (2015): Biological Weed Control for Sustainable Agriculture. International Journal of Economic Plants, 2 (4):181-183.
- Trkulja, V., Herceg, N., Ostojić, I., Škrbić, R., Petrović, D., Kovačević, Z. (2009): Ambrozija. Društvo za zaštitu bilja, Mostar.
- Wapshere, A.J., Delfosse, E.S., Cullen, J.M., (1989): Recent developments in biological control of weeds. Crop Prot. 8, 227-250.
- Yamazaki, K., Imai, C., Natuhara, Y. (2000): Rapid population growth and food-plant exploitation pattern in an exotic leaf beetle, *Ophraella communa* LeSage (Coleoptera: Chrysomelidae), in western Japan. Applied Entomology and Zoology, 35(2) 2: 215–223.
- Zadravec, M., Horvatić, B., Prpić, P. (2019): The Balkans invaded – first record of *Ophraella communa* LeSage, 1986 (Coleoptera: Chrysomelidae) in Croatia. BioInvasions Records, 8 (3): 521–529.

- Zhang, W.J. (2018): Global pesticide use: Profile, trend, cost / benefit and more. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 8(1): 1-27.
- Zhou, Z.S., Chen, H.S., Zheng, Z.W., Guo, J.Y., Guo, W., Li, M., Luo, M., Wan, F.H. (2014): Control of the invasive weed *Ambrosia artemisiifolia* with *Ophraella communa* and *Epiblema strenuana*. *Biocontrol Science and Technology* 24 (8): 950–964.
- Zimdahl, R.L. (1993): *Biological weed control*. Academic Press, Inc. San Diego, California, USA.
- Zimdahl, R.L. (2018): *Fundamentals of weed science*. 5th ed. Academic Press, Cambridge, Massachusetts, USA.

BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS USING PHYTOPHAGOUS INSECTS

Summary

In this paper it is pointed out the reasons and the most important strategies for the application of biological control. Valorization criteria are explained through specific studies and examples of effective application of biological control based on phytophagous insects are given. In addition, the biological and ecological characteristics of individual insects in the control of the most important invasive plant species such as ragweed are clarified, with the advantages and disadvantages of their use in sustainable weed management.

Key words: biological control, phytophagous insects, sustainable weed management

PRENOŠENJE VIRUSA MOZAIKA KRSTAVCA (CUCUMBER MOSAIC VIRUS) SJEMENOM ROSOPASA (*CHELIDONIUM MAJUS* L.)

Renata Bešta-Gajević¹, Anesa Jerković-Mujkić¹, Amina Ahmetović¹, Belma Žujo¹,
Selma Pilić¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Virus mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*, CMV) jedan je od najznačajnijih biljnih virusa zbog svog negativnog utjecaja na poljoprivrednu proizvodnju. Ovaj široko rasprostranjeni patogen ima veliki krug domaćina i inficira više od 1300 biljnih vrsta, uključujući ratarske, povrtlarske, ukrasne i korovske biljke. Prema literaturnim podacima, eksperimentalno je potvrđeno da se virus mozaika krastavca prenosi sjemenom sljedećih biljnih vrsta: *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris*, *Spinacia oleracea*, *Lycopersicon esculentum*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita melo*, *Cucurbita moshata*, *Echinocystis lobata*, *Lupinus angustifolus*, *Spergula arvensis*, *Vigna unguiculata*, *Stellaria media*, *Lamium purpureum*, *Cerastium holostioides*, *Senecio vulgaris* i *Portulaca oleracea*. U ovom radu je ispitivana mogućnost prenošenja CMV sjemenom prirodno zaraženih biljaka rosopasa (*Chelidonium majus* L.). Ispitivanja na izvorno zaraženim biljkama rosopasa su vršena DAS-ELISA testom i RT-PCR metodom. U biljkama izraslim iz zaraženog sjemena virus je dokazan biološkim metodama i DAS-ELISA testom. Rezultati eksperimentalnih istraživanja su pokazali da se virus mozaika krastavca prenosi sjemenom rosopasa. Ovo su prvi podaci o prenošenju CMV sjemenom *Chelidonium majus* L.

Ključne riječi: *virus mozaika krastavca, prenošenje, sjeme, Chelidonium majus* L.

UVOD

Virus mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*, CMV) je tipični pripadnik roda *Cucumovirus* iz porodice *Bromoviridae* (Rybicki, 1995; van Regenmortel *et al.*, 2000). Prvi put je otkriven 1916. godine u Americi kao uzročnik oboljenja krastavca i muskatne tikve, a od tada, CMV se proširio u mnoge dijelove svijeta (Francki *et al.*, 1979; Palukaitis *et al.*, 1992). Ubraja se u grupu opšte rasprostranjenih virusa, ali njegovo dominantno rasprostranjenje vezuje se za umjereno tople regione gdje se javlja u pojedinačnim ili miješanim infekcijama sa drugim virusima (Garcia-Arenal & Palukaitis, 2008; Krstić & Bulajić, 2011). Brojna referentna saopštenja širom svijeta ukazuju da je CMV jedan od najdestruktivnijih virusa gajenih i ukrasnih biljaka (Palukaitis *et al.*, 1992, Gallitelli, 2000, Krstić & Bulajić, 2011).

¹ Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Sarajevu
Correspondence: renatabestagajevic@gmail.com

Čestice virusa mozaika krastavca su izometrične, promjera 28 do 30 nm (Palukaitis *et al.*, 1992). Genom CMV virusa čine tri linearne, infektivne jednolančane pozitivne (+) RNK molekule označene kao RNA 1, RNA 2 i RNA 3. Osim genomskih, postoje i dvije subgenomske RNA 4 i RNA 4A. RNA 1 i RNA 2 nalaze se u zasebnim česticama, dok RNA 3, RNA 4 i RNA 4A dolaze zajedno u istoj partikuli (Gallitelli, 2000). Za infekciju je potrebno prisustvo sva tri tipa čestica (Palukaitis *et al.*, 1992; Roossinck, 2001; Garcia-Arenal & Palukaitis, 2008). Sve RNK imaju na 5' kraju 7-metilganozinsku kapu dok je 3' kraj aminoacetiliran tirozinom koji gradi strukturu sličnoj transportnoj RNK. Određeni sojevi virusa posjeduju i satelitnu RNK (satRNK) koja u potpunosti zavisi od genoma CMV u pogledu svoje replikacije i širenja (Blanchard *et al.*, 1996).

Virus mozaika krastavca je izuzetno varijabilan, zbog čega se lako i uspješno prilagođava novim domaćinima i uslovima spoljašnje sredine (Roossinck, 2002; Krstić & Bulajić, 2011). CMV ima veoma širok krug domaćina, a prema Garcia-Arenal & Palukaitis (2008) inficira više od 1300 vrsta iz preko 500 rodova monokotiledonih i dikotiledonih biljaka u okviru 100 porodica, uključujući povrtlarske, krmne, korovske, drvenaste i ukrasne biljke. CMV se prenosi lisnim vašima na neperzistentan način, a u manjem postotku sjemenom nekih inficiranih biljaka, mehanički i vilihom kosom (Edwardson & Christie, 1991). Do sada je utvrđeno da se ovaj virus prenosi sjemenom 20 biljnih vrsta, kako gajenih tako i samoniklih biljaka (Bešta-Gajević, 2016; Sacristán, 2004). Najčešće prenošenje CMV sjemenom vezuje se za gajene biljke iz porodica *Fabaceae*, *Brassicaceae* i *Cucurbitaceae* (Gallitelli, 2000).

S obzirom da prijenos virusa sjemenom ima veliku važnost ne samo za širenje virusa, već i za njihovo kontinuirano održavanje u prirodi, cilj našeg rada bio je istražiti mogućnost prenošenja virusa mozaika krastavca sjemenom samoniklih zaraženih biljaka rosopasa (*Chelidonium majus*).

MATERIJAL I METODE

U jesen 2020. godine na zelenim površinama oko Zemaljskog muzeja u Sarajevu zapaženi su simptomi virusne infekcije na 80% biljaka *Chelidonium majus* L. Listovi prikupljeni u jesen sa deset simptomatičnih biljaka rosopasa testirani su primjenom direktne imunoenzimske metode na ploči (engl. *Double Antibody Sandwich - Enzyme - Linked Immunosorbent Assay*, DAS-ELISA). Testiranja su vršena po protokolu koji su opisali Clark i Adams (1977) primjenom komercijalnih poliklonalnih antiseruma (Bioreba AG, Switzerland) specifičnih za detekciju virusa mozaika krastavca. Svi testirani uzorci bili su pozitivni na CMV. Za molekularnu detekciju virusa mozaika krastavca odabrana su dva izolata CMV u kojima je prethodno serološki dokazano prisustvo virusa. Primjenjena je metoda reverzne transkripcije praćena lančanom reakcijom polimeraze (engl. *Reverse transcription-polymerase chain reaction*, RT-PCR), uz upotrebu specifičnih prajmera CMV Aulu i Au2d koji omogućavaju amplifikaciju CP gena virusa (Krstić *et al.*, 2002). Ekstrakcija ukupne RNK iz listova

izvorno zaraženih biljaka rosopasa vršena je primjenom RNeasy Plant Mini Kit-a (Qiagen, Hilden, Germany), a detekcija CMV izvršena je primjenom OneStep RT-PCR kita (Qiagen, Hilden, Germany) prema uputstvima proizvođača.

Za ispitivanje prenošenja virusa mozaika krastavaca sjemenom rosopasa prikupljeno je 200 sjemenki sa biljaka u kojima je CMV potvrđen primjenom DAS-ELISA testa i molekularne RT-PCR metode. Mehanički je usitnjeno 62% prikupljenog sjemena u 5 ml slanog fosfatnog pufera, a dobiveni ekstrakt je dalje korišten za DAS-ELISA testiranja (Clark & Adams, 1977). Od prikupljenog sjemena 38% je naklijavano u petrijevkama 72 sata, nakon čega je zasijavano u sterilno zemljište. Biljke iz sjemena su uzgojene u kontroliranim uvjetima temperature (23°C) i osvjetljenja (18 sati vještačkog osvjetljenja dnevno) u laboratoriji za biljnu virologiju na Prirodno matematičkom fakultetu u Sarajevu. Između zasijanih lončarica bila je udaljenost od 20 cm. Posmatranje simptoma na biljkama vršeno je tri mjeseca poslije njihovog nicanja. Biljke koje su se razvile iz zasijanog sjemena služile su za dalja biološka i serološka testiranja. Biološka testiranja obuhvatala su mehaničku inokulaciju test biljaka infektivnim sokom iz biljaka rosopasa izraslih iz sjemena. Za ova istraživanja je odabrano deset biljaka *Chelidonium majus* L. koje su se razvile iz sjemena i ispoljavale simptome infekcije. Inokulum je pripremljen sa 0,01 M fosfatnim puferom pH 7,0 i uz upotrebnu karborunda praha od 400 mesha kao abraziva. Kao diferencijalne biljke korištene su: *Cucumis sativus* L. 'Cornishon', *Nicotina debneyi* L., *Nicotiana glutinosa* L., *Lycopersicon esculentum* Mill. 'Saint Piere', *Datura stramonium* L. U ispitivanjima je korišteno po pet biljaka jedne vrste eksperimentalnog domaćina. Test biljke su inokulisane u fenofazi od dva do tri lista i održavane su u kontroliranim uslovima svjetlosti i temperature. Pojava i tip simptoma praćeni su na inokuliranim biljkama u periodu od mjesec dana. Za detekciju CMV virusa u biljkama koje su se razvile iz sjemena kao i u test biljkama *Nicotiana glutinosa* korištena je direktna imunoenzimska metoda na ploči prema uputstvu proizvođača prethodno navedenih komercijalnih dijagnostičkih ELISA setova hemikalija. Na ostalim test biljkama infekcija je potvrđena na osnovu karakterističnih simptoma infekcije.

REZULTATI

Na urbanim površinama u blizini Zemaljskog muzeja u Sarajevu uočeni su primjerci prirodno zaraženih biljaka rosopasa (*Chelidonium majus* L.). Na listovima ovih biljaka kao rani simptom virusne infekcije moglo se uočiti blago hlorotično šarenilo koje se manifestiralo zeleno obojenim lisnim nervima sa svijetložutim interkostalnim područjima (slika 1). Kako je infekcija napredovala, hlorotično šarenilo bilo je sve intenzivnije izraženo, hloroze su prelazile u nekroze koje su zahvatale sve veći dio lista, te je dolazilo i do sušenja pojedinih listova. Također, na pojedinim listovima bile su primjetne deformacije listova u vidu uvijanosti i blage mjehuravosti. U deset izvorno zaraženih biljaka rosopasa virus mozaika krastavca je dokazan na osnovu DAS-ELISA testiranja. U cilju potvrde rezultata dobivenih serološkim analizama u dva odabrana uzorka rosopasa virus je dokazan i RT-PCR analizom primjenom specifičnih prajmera

CMV Aulu i Au2d (Krstić *et al.*, 2002) koji su uspješno amplifikovali očekivani fragment veličine od 847 bp.

Na prirodno zaraženim biljkama rosopasa, kao i na biljkama koje su se razvile iz inficiranog sjemena, uočeni su slični simptomi (slika 2).



Slika 1. Izvorno zaražena biljka *Chelidonium majus*

Figure 1. Naturally infected Chelidonium majus



Slika 2. Simptomi infekcije na biljkama koje su se razvile iz sjemena zaraženih biljaka *Chelidonium majus*

Figure 2. Symptoms on Chelidonium majus grown from the seed of naturally infected plant

Za inokulaciju test biljaka korišten je inokulum pripremljen od listova biljaka koje su izrasle iz zaraženog sjemena. Test biljke su reagirale na infekciju pojavom karakterističnih simptoma (slika 3).

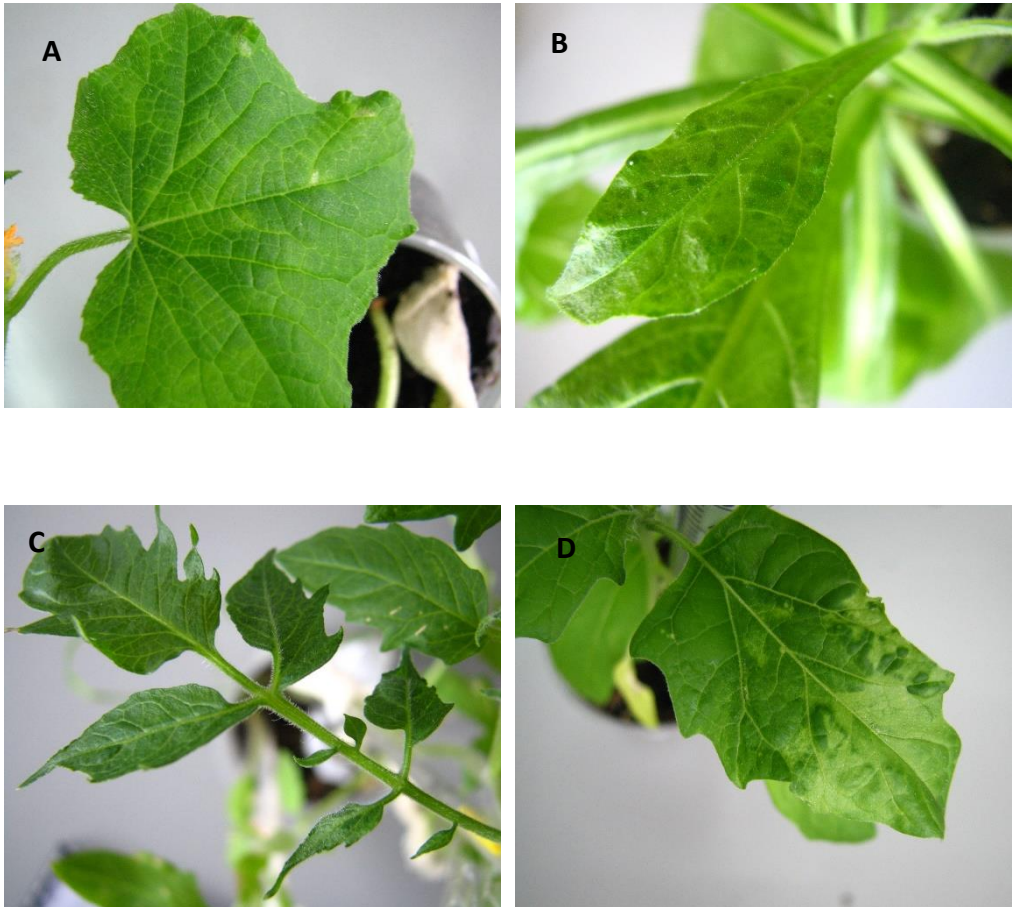
Na test biljkama krastavca, *Cucumis sativus* L. 'Cornishon', simptomi infekcije uzrokovani ispitivanim CMV izolatima bili su sistemični. Manifestirali su se pojavom hloroza i žuto-zelenog mozaika na listovima.

Nicotiana debneyi L. je ispoljavala sistemične simptome infekcije. U kratkom vremenskom periodu od pet do sedam dana nakon inokulacije simptomi su se ispoljavali u vidu prosvjetljavanja lisnih nerava, mozaičnog šarenila i mjehuravosti na listovima. U kasnijoj fazi infekcije intenzitet simptoma bio je jače izražen, te su bile prisutne i deformacije u razvoju listova kao što su mjehuravost lisne plojke, kovrčanje lista i redukcija lisne površine.

Sistemični simptomi infekcije na biljkama *Nicotiana glutinosa* L. bili su primjetni u vidu blagog mozaika na listovima, deformacije listova u vidu sužavanja i uvijanja rubova lisne plojke prema licu lista.

Kod biljaka paradajza, *Lycopersicon esculentum* Mill. 'Saint Pierre', simptomi infekcije su se ispoljavali u obliku uvijanja listova i hlorotičnog šarenila na listovima.

Biljke tatule, *Datura stramonium* L., su nakon inokulacije ispoljavale izražene sistemične simptome virusne infekcije. Simptomi su se manifestirali u formi hlorotičnih pjega, prosvjetljavanja lisnih nerava te mozaičnog šarenila. Također su uočene deformacije listova poput mjehuravosti lisne plojke, redukcije površine lista i asimetrije lisne plojke.



Slika 3. Reakcija test biljaka na virus izoliran iz *Chelidonium majus*. A-*Cucumis sativus* 'Cornishon', B-*Nicotiana debneyi*, C-*Lycopersicon esculentum* 'Saint Pierre' i D-*Datura stramonium*

Figure 3. Reaction of test plants to the virus isolated from Chelidonium majus. A- Cucumis sativus 'Cornishon', B-Nicotina debneyi, C-Lycopersicon esculentum 'Saint Pierre' and D-Datura stramonium

Rezultati provedenih ELISA testiranja na CMV su potvrdili prisutnost virusa u izvorno zaraženim biljkama *Chelidonium majus*, u njihovom sjemenu kao i u biljkama izraslim iz zaraženog sjemena. U test biljkama *Nicotiana glutinosa* infekcija CMV potvrđena je imunoenzimskim testiranjima. Time je nedvojbeno dokazano prenošenje virusa mozaika krastavca sjemenom rosopasa.

DISKUSIJA

Zbog razvoja strategija mjera kontrole kojima je moguće intervenirati u situacijama kada se očekuje smanjenje prinosa, zbog oboljenja izazvanih fitopatogenim virusima, neophodno je poznavati složenu ekologiju virusa koji izaziva bolest, odnosno epidemiologiju same bolesti. Epidemiološka istraživanja su veoma kompleksna i uključuju promjenjive faktore kao što su virusi, biljni domaćini i uslovi spoljašnje sredine. Razumijevanje virusne epidemiologije uključuje poznavanje osobine virusa, izvora zaraze, načine održavanja virusa u prirodi, puteve širenja infekcije i brojne druge faktore (Duffus, 1971; Bešta-Gajević, 2016). Način prenošenja virusa u prirodi je jedan od najznačajnijih elemenata virusne epidemiologije (Hull, 2002). Prijenos putem sjemena igra vitalnu ulogu u epidemiologiji virusnih oboljenja, naručito kod gajenih biljaka (Aishwarya *et al.*, 2020). Virus se prenosi sjemenom preko različitih dijelova sjemenke. Neki se prenose preko sjemene ljuske (teste), a drugi preko sjemenog zametka (embrija) biljke. Većina biljnih virusa koji se prenose sjemenom, prenose se preko embrija, pa je to najvažniji način prijenosa virusa sjemenom (Mink, 1993; Jerković-Mujkić *et al.*, 2010). Dosadašnja istraživanja su pokazala da se oko 18% biljnih virusa prenosi sjemenom jedne ili više vrsta zaraženih biljaka (Johansen *et al.*, 1994; Jerković-Mujkić *et al.*, 2010). Iako je navedeni postotak prijenosa virusa vertikalnim putem tj. sjemenom malen, ovakav način širenja je od izuzetnog značaja naručito u uslovima monokulturnog uzgoja. Za neke viruse poznato je da mogu sačuvati infektivnost u sjemenu veoma dugo (Jerković-Mujkić *et al.*, 2010). Prema tome, samonikle biljke u kojima se virusi umnožavaju i održavaju mogu predstavljati izvor zaraze za brojne kultivirane biljke (Cooke, 2006; Hobbs *et al.*, 2000; Bešta *et al.*, 2010). Prema dostupnim literaturnim podacima, poznato je da se CMV virus prenosi sjemenom sljedećih gajenih i korovskih biljaka: *Glycine max* (L.) Merr. (30-100%), *Phaseolus vulgaris* L. (0,3-54%), *Spinacia oleracea* L. (15%), *Lycopersicon esculentum* L., *Cucurbita maxima* Duch., *Cucurbita melo* L. (2,1%), *Cucurbita moshata* Duch., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr.&Gray (9-55%), *Lupinus angustifolus* L. (12-34%), *Spergula arvensis* L. (1-40%), *Vigna unguiculata* (L.) (4-28%), *Stellaria media* (L.) Vill. (1-40%), *Lamium purpureum* L. (4%), *Cerastium holostoides* Fries. (2%), *Senecio vulgaris* L. i *Portulaca oleracea* L. (60-100%) (Palukaitis *et al.*, 1992; Yang *et al.*, 1997; Gallitelli, 2000; Park & Cha, 2002; Tobias *et al.*, 2008). U ovom radu smo dokazali da se virus mozaika krastavca prenosi sjemenom rosopasa i na taj način je proširena lista biljaka čijim sjemenom se prenosi CMV. Rosopas je samonikla, višegodišnja, široko rasprostranjena zeljasta biljka pa je zbog toga omogućeno prenošenje CMV virusa sjemenom zaraženih biljaka iz godine u godinu. Prema tome,

možemo reći da se na taj način održava žarište primarne infekcije. Prijenos virusa sjemenom ima veliku važnost ne samo za širenje, već i za kontinuirano održavanje virusa u prirodi. S obzirom da se CMV prenosi biljnim vašima na neperzistentan način sa epidemiološkog aspekta posebno su značajne jednogodišnje i višegodišnje biljke iz divlje flore. Upravo ove biljke predstavljaju potencijalne trajnije izvore CMV zaraze u prirodi iz kojih se virus širi i na kultivirane biljke (Weinzierl & McCoppin, 2000; Kim *et al.*, 2014). U cilju preduzimanja blagovremenih i efikasnih mjera suzbijanja biljnih bolesti, veoma je značajna pouzdana i brza detekcija i identifikacija uzročnika oboljenja, kao i poznavanje načina prenošenja virusa.

ZAKLJUČAK

Istraživanja samoniklih biljaka koje su rezervoari virusa mozaika krastavca predstavljaju osnovu u kontroli virusnih oboljenja usjeva i gajenih biljaka. Na osnovu bioloških i seroloških testiranja na indikatorskim test biljkama i ELISA testiranja sjemena iz izvorno zaraženih biljaka *Chelidonium majus* kao i biljaka uzgojenih iz zaraženog sjemena, možemo zaključiti da se virus mozaika krastavca u prirodi prenosi sjemenom rosopasa. Time je potvrđeno da ova korovska biljka predstavlja potencijalni primarni izvor virusa, što može rezultirati sekundarnim prijenosom virusa na nove biljne domaćine, naročito s obzirom na širenja navedenog virusa putem lisnih uši na neperzistentan način. Smatramo da bi buduća ispitivanja prijenosa CMV virusa sjemenom i drugih samoniklih biljaka značajno doprinijela poznavanju epidemiologije ovog virusa.

LITERATURA

- Aishwarya, P., Rangaswamy, K. T., Basavaraju, S., Raghavendra, A., Kedarnath, G., Rudraswamy, K. P., Prameela, H. A. (2020): Evaluation of the seed-borne nature of bean common mosaic virus (BCMV) in cowpea. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 9(11): 239-245.
- Bešta, R., Jerković-Mujkić, A., Pilić, S. (2010): Weeds and wild plants as natural host of tobacco rattle virus in Sarajevo Valley. *Herbologia.* 11 (1): 59-65.
- Bešta-Gajević, R. (2016): Biološka i molekularna karakterizacija izolata virusa mozaika krastavca porijeklom iz Bosne i Hercegovine. Doktorska disertacija. Prirodno-matematički fakultet, Sarajevo.
- Blanchard, C. L., Boyce, P. M., Anderson, B. J. (1996): Cucumber mosaic virus RNA 5 is a mixed population derived from the conserved 30-terminal regions of genomic RNAs 2 and 3. *Virol.* 217: 598-601.
- Clark, M. F., Adams, A. N. (1977): Characteristics of a microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.* 34:475-483.
- Cooke, B. M., Jones, D. G., Kaye, B. (2006): *The Epidemiology of Plant Diseases*, second edition. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Duffus, J. E. (1971): Role of Weeds in the Incidence of Virus Diseases. *Annual Review of Phytopathology.* 9: 319-340.

- Edwardson, J. R., Christie, R. G. (1991): RC Handbook of viruses infecting legumes. CRP Press, Boca Roton.
- Francki, R. I. B., Mossop, D. W., Shkula, D. D. (1979): Cucumber mosaic virus. CMI/AAB Description of Plant Viruses. 213.
- Gallitelli, D. (2000): The ecology of Cucumber mosaic virus and sustainable agriculture. Virus Research. 71: 9-21.
- Garcia-Arenal, F., Palukaitis, P. (2008): Cucumber mosaic virus. Encyclopedia of Virol. 1: 614-619.
- Hobbs, H. A., Eastburn, D. M., D'Arcy, C. J., Kindhart, J. D., Masiunas, J. B., Voegtlin, D. J., Weinzierl, R. A., McCoppin, N. K. (2000): Solanaceous weeds as possible sources of Cucumber mosaic virus in southern Illinois for aphid transmission to pepper. Plant Dis. 84 (11): 1221-1224.
- Hull, R. (2002): Matthews' Plant Virology (4th edition) Academic Press, San Diego.
- Jerković-Mujkić, A., Bešta, R., Smajević, A. (2010): Prenošenje virusa šuštavosti duhana sjemenom *Saponaria officinalis* L. Zbornik radova – XXI naučno stručna konferencija poljoprivrede i prehrambene industrije, Neum 2010.
- Johansen, E., Edwards, M. C., Hampton, R. O. (1994): Seed transmission of viruses: current perspectives. Annu. Rev. Phytopathol. 32: 363-386
- Kim, M. K., Jeong, R. D., Kwak, H. R., Lee, S. H., Kim, J. S., Kim, K. H., Cha, B., Choi, H. S. (2014): First Report of *Cucumber mosaic virus* Isolated from Wild *Vigna angularis* var. *nipponensis* in Korea. Plant. Pathol. J. 30(2):200-7.
- Krstić, B., Vico, I., Dovas, C. I., Eythimiou, C., Katis, N. I., Berenji, J. (2002): Molekularna detekcija i delimična karakterizacija jugoslovenskih izolata virusa mozaika krastavca. Zbornik rezimea XII simpozijuma o zaštiti bilja i savetovanja o primeni pesticida, Zlatibor, 74.
- Krstić, B., Bulajić, A. (2011): Bolesti uljane tikve. Uljana tikva, monografija. Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Novi Sad.
- Mink, G. I. (1993): Pollen- and seed-transmitted viruses and viroids. Annu. Rev. Plant Pathol. 31: 375-402.
- Aishwarya, P., Rangaswamy, K. T., Basavaraju, S., Raghavendra, A., Kedarnath, G., Rudraswamyand, K. P., Prameela, H. A. (2020): Evaluation of the Seed-borne Nature of Bean Common Mosaic Virus (BCMV) in Cowpea. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci. 9 (11).
- Palukaitis, P., Roossinck, M. J., Dietzgen, R. G., Francki, R. I. (1992): Cucumber mosaic virus. Adv. in Virus Res. 41: 281-348.
- Park, K. H., Cha, B. J. (2002): Detection of TMV, ToMV and CMV from tomato seeds and plants. Plant Dis. 8:101-106.
- Roossinck, M. J. (2001): Cucumber mosaic virus, a model for RNA virus evolution. Mol. Plant Pathol. 2:59-63.
- Roossinck, M. J. (2002): Evolutionary history of Cucumber mosaic virus deduced by phylogenetic analyses. J. Virol. 76: 3382-3387.
- Rybicki, E. P. (1995): The Bromoviridae. p. 450-457 In F. A. Murphy, C.M. Fauquet, D.H.L. Bishop, S.A. Ghabrial, A.W. Jarvis, G.P. Martelli, M.A. Mayo, and

- M.D. Summers (ed.) Virus Taxonomy, Sixth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Springer-Verlag Wien, New York, USA.
- Sacristán, S., Fraile, A., García-Arenal, F. (2004): Population dynamics of Cucumber mosaic virus in melon crops and in weeds in central Spain. *Phytopath.* 94: 992-998.
- Tóbiás, I., Szabó, B., Salánki, K., Sári, L., Kuhlmann, H., Palkovics, L. (2008): Seedborne transmission of Zucchini yellow mosaic virus and Cucumber mosaic virus in Styrian Hulled group of Cucurbita pepo. *Cucurbitaceae 2008 Proceedings of the IXth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae*, 189-197.
- van Regenmortel, M.H.V., Fauquet, C.M., Bishop, H.L., Carstens, E., (2000): Virus taxonomy. In: 7th Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Academic Press, New York, NY
- Weinzierl, R. A., McCoppin, N. K. (2000): Solanaceous weeds as possible sources of Cucumber mosaic virus in southern Illinois for aphid transmission to pepper. *Plant Dis.* 84:1221-12
- Yang, Y., Kim, K. S., Anderson, E. J. (1997): Seed transmission of Cucumber mosaic cucumovirus isolates in spinach. *Phytopath.* 87: 924-931.

TRANSMISSION OF CUCUMBER MOSAIC VIRUS BY GREATER CELANDINE (*CHELIDONIUM MAJUS* L.) SEEDS

Summary

Cucumber mosaic virus (CMV) is one of the most important plant viruses because of its negative impact on agriculture production. This widespread pathogen has a very wide range of hosts, and it infects more than 1300 plant species, including crops, vegetables, ornamentals and weeds. According to the literature, it has been experimentally confirmed that cucumber mosaic virus is transmitted by the seeds of the following plant species: *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris*, *Spinacia oleracea*, *Lycopersicon esculentum*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita melo*, *Cucurbita moshata*, *Echynocistis lobata*, *Lupinus angustifolus*, *Spergula arvensis*, *Vinga unguiculata*, *Stellaria media*, *Lamium purpureum*, *Cerastium holostoides*, *Senecio vulgaris* and *Portulaca oleracea*. In this study, the possibility of CMV transmission by seeds of naturally infected *Chelidonium majus* L. (greater celandine) plants was investigated.

Investigation in naturally infected plants greater celandine was performed by DAS-ELISA test and RT-PCR. The virus was detected in plants grown from infected seeds by biological methods and DAS-ELISA test. The results of experimental research has shown that the cucumber mosaic virus is transmitted by the greater celandine seeds. This is the first data concerning CMV transmission by *Chelidonium majus* L. seeds.

Keywords: *Cucumber mosaic virus*, *transmission*, *seeds*, *Chelidonium majus* L.

MONITORING POJAVE I RAZVOJA GLJIVIČNIH OBOLJENJA NA HIBRIDIMA PARADAJZA PRI UZGOJU U ZAŠTIĆENOM PROSTORU

Kemal Kovo¹, Jasmin Grahić¹, Osman Mujezinović², Arnela Okić¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Biljne bolesti, odnosno njihova pojava i razvoj predstavljaju jedan od ograničavajućih faktora u savremenom uzgoju svake kulture, a samim tim i paradajza. Pri uzgoju paradajza u plasteniku poseban akcenat se stavlja na gljivična oboljenja, čija su pojava i razvoj izraženiji u takvom mikroklimatu obzirom na povećane vrijednosti temperature i vlage. Cilj ovog rada je upravo bio utvrditi pojavu, razvoj i intenzitet ispoljavanja simptoma gljivičnih oboljenja pri uzgoju različitih hibrida paradajza u zaštićenom prostoru, te evaluirati razlike između posmatranih hibrida. Istraživanje je provedeno tokom vegetacione sezone 2020. godine na porodičnim gazdinstvima na lokalitetima Srhinje i Radinovići (Grad Visoko), gdje su bila uključena tri komercijalna hibrida paradajza F1 generacije, a to su: 'Panekra', 'Pink Rock' i 'Nazli'. Tokom ovog istraživanja vršen je redovan monitoring svih razvojnih faza paradajza, od momenta sjetve pa do početka berbe. Kao najčešći simptomi su zabilježeni: hloroze listova, crne pjege na listovima, mrlje na listovima, sušenje cvjetova i cvjetnih grana, trulež plodova i njihovo opadanje, baršunaste prevlake na listovima, zaostajanje biljaka u porastu. Prikupljeni biljni materijal je podvrgnut laboratorijskim ispitivanjima pomoću metode izolacije patogena na krompir dekstrozni agar (PDA) s ciljem utvrđivanja prouzrokovaca oboljenja. Nakon provedenih analiza identificirani su sljedeći patogeni: *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. i *Fulvia fulva*, koji se mogu dovesti u vezu sa uočenim simptomima tokom monitoringa.

Ključne riječi: *paradajz, zaštićeni prostor, hibrid, gljivična oboljenja, monitoring.*

UVOD

Paradajz (*Solanum lycopersicum* L.) je po zastupljenosti u proizvodnji druga povrtlarska kultura, odmah iza krompira, i jedna od kultura koja se najviše uzgaja u plastenicima širom svijeta. Smatra se "funkcionalnom hranom" zbog sadržaja vitamina i minerala, odnosno pozitivnog djelovanja na ljudski organizam. Iako je paradajz uzgajan i korišten u ishrani ljudi jako dugo, svoj ekonomski procvat i ekspanziju uz intenziviranje proizvodnje bilježi tek krajem 19. i početkom 20. stoljeća. U navedenom periodu se

¹ Univerzitet u Sarajevu Poljoprivredno-prehrambeni fakultet

² Univerzitet u Sarajevu Šumarski fakultet

Korespondencija: a.okic@ppf.unsa.ba

javljaju prvi programi oplemenjivanja ove kulture (Peralta i sar., 2008; Lehmann, 1995; Brezhnev, 1964), što je u velikoj mjeri doprinijelo inteziviranju proizvodnje na globalnom nivou. Kultivirani paradajz svoje porijeklo vodi iz Južne Amerike, iz oblasti Anda, tačnije područja Perua, Bolovije, Ekvadora, Kolumbije i Čilea (Bauchet i Causse, 2012). Vrsta koja se danas koristi i koja se označava kao kultivirani paradajz je ona u čijem su stvaranju učestvovalle divlje vrste. Prema Blancard i sar. (2012), nakon Meksika, paradajz je u prvoj polovini 16. stoljeća introduciran u Španiju i Italiju, a zatim i druge evropske države. Također, Arie i sar. (2007) navode da su u 16. stoljeću paradajz u Evropu prenijeli španski istraživači, a nakon toga modernizacija pristupa uzgoju i oplemenjivačke aktivnosti koje su pratile novonastale potrebe, dovode do razvoja paradajza koji se danas uzgaja.

Savremenu proizvodnju paradajza karakteriše upotreba različitih komercijalnih hibrida, gdje svaki proizvođač u zavisnosti od ciljeva proizvodnje ima mogućnost odabira većeg broja hibrida F1 generacije koji se odlikuju povoljnim osobinama: visoki prinosi, kvaliteta plodova, otpornost na bolesti i štetočine, te otpornost na različite stresove izazvane nepovoljnim djelovanjem određenih abiotičkih faktora. Prema Arie i sar. (2007) paradajz je jedna od najpopularnijih povrtlarskih vrsta u svijetu, međutim njegov uzgoj ograničen je napadima patogena. Bitno je naglasiti da svaki dio biljke paradajza može biti napadnut i inficiran određenim patogenima u različitim fenofazama razvoja, gdje inficirani dijelovi mogu djelimično ili potpuno da stradaju. Među ekonomski značajnijim bolestima paradajza nalaze se plamenjača (*Phytophthora infestans*), crna koncentrična pjegavost (*Alternaria solani*), baršunasta plijesan (*Fulvia fulva*) i siva plijesan (*Botrytis cinerea*). Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi pojavu i razvoj gljivičnih oboljenja na različitim hibridima paradajza, uz pretpostavku da će tokom vegetacije doći do pojave i razvoja oboljenja, ali da će intenzitet oboljenja i ispoljavanja simptoma varirati ovisno o soritimentu.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je provedeno u toku vegetacione sezone 2020. godine u tri različita plastenika (od po 100 m²) na porodičnim gazdinstvima smještenim na lokalitetima Srhinje i Radinovići u području Grada Visoko. Sjetva hibrida, kao i proizvodnja rasada je izvršena uz korištenje profesionalnog sjetvenog supstrata (Floragard, Njemačka). Biljke su zasijane u stiroporone kontejnere "S 209", a zatim pikirane u plastične posudice promjera 70 mm. Sadnja je izvršena na crnoj malč foliji (40 x 60 cm). Prethodno je izvršena priprema zemljišta i postavljanje sistema za navodnjavanje (kap po kap). U istraživanje je uključeno 220 biljaka hibrida 'Panekra' i 230 biljaka hibrida 'Nazli', koji su bili posađeni u dva plastenika (jedna sorta po plasteniku) na lokalitetu Srhinje. Hibrid 'Pink Rock' je posađen u treći plastenik koji se nalazio na lokalitetu Radinovići. Za razliku od prethodna dva hibrida, hibrid 'Pink Rock' je bio posađen u plastenik sa drugim hibridom paradajza koji nije bio uključen u ovo istraživanje. Navedeno je rezultiralo u manjem broju biljaka hibrida 'Pinik Rock', 140 biljaka ukupno, zbog činjenice da je posađen u dva reda sa po 70 biljaka.

Vizualni pregled usjeva je obavljen u svim razvojnim fazama, u cilju pravovremenog uočavanja svih promjena (simptoma) koji bi ukazivali na gljivična oboljenja. Sve promjene su zabilježene opisno i fotodokumentovane. Sa biljaka koje su pokazivale karakteristične simptome, poput nekroza ili znakove prisustva gljiva (micelijarne prevlake), su prikupljeni uzorci za daljnje laboratorijsko testiranje. Prikupljeni biljni materijal se sastojao od simptomatičnih listova i plodova. Ukupno je prikupljeno 30 uzoraka lista i 4 uzorka ploda koji su podvrgnuti postupku izolacije patogena po postupku kao što je opisano kod Agriosa (2006) uz korištenje krompir dekstroznog agara (engl. *Potato dextrose agar*, PDA; Hlmedia, Indija). Pravljeni su po četiri isječka za svaki od uzoraka. Svaki isječak je uzet na prelazu bolesnog u zdravo tkivo, te je, prije postavljanja na podlogu, ispran u 96% etanolu i u destilovanoj vodi. Cjelokupan postupak izolacije je izvršen u sterilnim uslovima, tj. u laminarnoj komori (Laminar LFV 15 - Iskra PIO, Hrvatska). Izolati su stavljeni na inkubaciju u trajanju od 7 dana pri temperaturi od 25°C, nakon čega su izolati mikroskopirani i podvrgnuti postupku reizolacije na PDA podlozi. Tokom ovog istraživanja je izvršeno ukupno 26 reizolacija koje su stavljene na inkubaciju pri temperaturi od 25°C. Nakon perioda inkubacije reizolata za postupak mikroskopiranja je odabrano 10 čistih kultura, a identifikacija je obavljena na temelju morfoloških i uzgajivačkih odlika u kombinaciji sa uočenim simptomima na samim biljkama.

REZULTATI I DISKUSIJA

Vizualna zapažanja tokom monitoringa u proizvodnji rasada

Prije sjetve, sva sjemena su pregledana, i nisu uočena oštećenja ili simptomi koji bi se mogli dovesti u vezu sa prisustvom patogena. Nakon nicanja hibrida, redovno se pratio njihov rast i razvoj, kao i supstrat u kontejnerima, u cilju blagovremenog otkrivanja micelijarnih prevlaka. Tokom proizvodnje nisu uočene nikakve promjene na površini supstrata koje bi ukazivale na gljivična oboljenja.



Slika 1. Izgled rasada 'Nazli' F1 neposredno pred sadnju (original)
 Figure 1. Appearance of hybrid seedlings 'Nazli' before planting (original)

Na rasadu hibrida 'Pink Rock' i 'Panekra' nije uočena pojava simptoma, s tim da je kod 'Pink Rock'-a zapaženo izduživanje rasada, i to još od samog početka njegovog razvoja

kada se nalazio u stiropornim kontejnerima. Kod hibrida ‘Nazli’ neposredno pred sadnju je uočena pojava purpurnih mrlja na površini lista kao i po rubu. Pored toga, na istom hibridu je uočena i blaga hloroza, tj. žućenje listova (Slika 1). Uočeni simptomi mogu biti posljedica faktora abiotske prirode, kao što je npr. nedostatak željeza ili fosfora. Hloroza (žućenje) listova može biti posljedica nedostaka željeza (Fe), obzirom da se radi o mladim listovima, a purpurne prevlake i tamniji listovi nedostatak fosfora (P) (Mijatović i sar., 2007). Razlog najvjerojatnije leži u činjenici da su biljke u velikoj mjeri iskoristile količinu dostupnih hranjiva iz supstrata u kojem su se gajile.

Vizualna zapažanja nakon sadnje

Identifikovane promjene na hibridu ‘Pink Rock’ neposredno nakon sadnje su se manifestirale u vidu uvijanja lista prema unutra, preciznije ka licu lisne plojke, hloroze listova, sušenja rubova i vrha lista, te pojave smeđih prevlaka uz lisne nerve i lisnu dršku. Pregledom koji je obavljen 24. 6. 2020. godine su uočene promjene na listovima kako donjih tako i viših etaža. Primijećena je hloroza listova, prošaranost istih, smeđe pjege, manje nekrotične pjege na listovima, kao i nekroze rubova lista. Također, zabilježeni su i nekrotični krugovi, a površina oko njih je imala izraženu hlorozu (Slika 2). Tokom pregleda 12. 7. 2020. godine je zabilježeno prisustvo istih simptoma koji su uočeni i na prethodnom pregledu. Međutim, pored njih, ovoga puta je došlo i do pojave novih simptoma na listovima, ali i na plodovima paradajza neposredno pred berbu (Slika 3). Simptomi na listovima su bile hlorotične, odnosno žute mrlje na licu lista i sa baršunastim prevlakama sa naličja. Pored toga na pojedinim mjestima uočeno je sušenje grana, nekroza ruba listova, te uvijanje i sušenje cijelih listova. Simptomi uočeni na plodovima su bili u vidu ožegotina, odnosno truleži vršnog dijela ploda.



Slika 2. Prikaz simptoma kod hibrida ‘Pink Rock’ (original)
Figure 2. Symptoms of ‘Pink Rock’ hybrid (original)

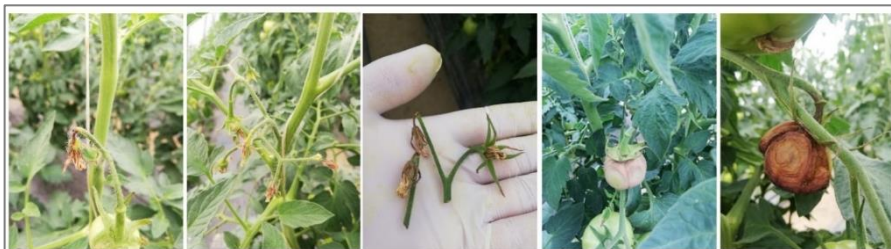


Slika 3. Prikaz simptoma kod hibrida 'Pink Rock' (original)
Figure 3. Symptoms of 'Pink Rock' hybrid (original)

U usjevu hibrida 'Panekra' su uočene promjene na listovima, cvjetovima i cvjetnim granama, kao i na plodovima. Uočene promjene su se manifestirale u vidu hloroza listova, odnosno formiranje sitnih crnih tačaka po licu lista i vršnom dijelu lista. Nekrotične pjege na licu i naličju lista su također bile prisutne, kao i rubna nekroza (Slika 4). Zabilježeno je sušenje cvjetova i cvjetne drške, kao i vrhova cvjetne grane na kojima su bili već formirani zeleni plodovi. Pored toga, došlo je do truljenja plodova na samoj biljci (Slika 5). Plodovi su pri laganom dodiru opadali i odvajali se od cvjetne lože. Uočeno je i sušenje dvije cijele biljke, od toga jedne u centralnom dijelu plastenika, a druge na početku u bočnom dijelu plastenika. Također, uočena je promjena boje vršnih dijelova lista, kao i hloroza i rubna nekroza na listovima donjih etaža (Slika 6). Navedene biljke su generalno zaostajale u porastu nakon sadnje u odnosu na sve druge.



Slika 4. Prikaz simptoma kod hibrida 'Panekra' (original)
Figure 4. Symptoms of 'Panekra' hybrid (original)



Slika 5. Prikaz simptoma kod hibrida 'Panekra' (original)
Figure 5. Symptoms of 'Panekra' hybrid (original)



Slika 6. Prikaz simptoma kod hibrida 'Panekra' (original)
Figure 6. Symptoms of 'Panekra' hybrid (original)

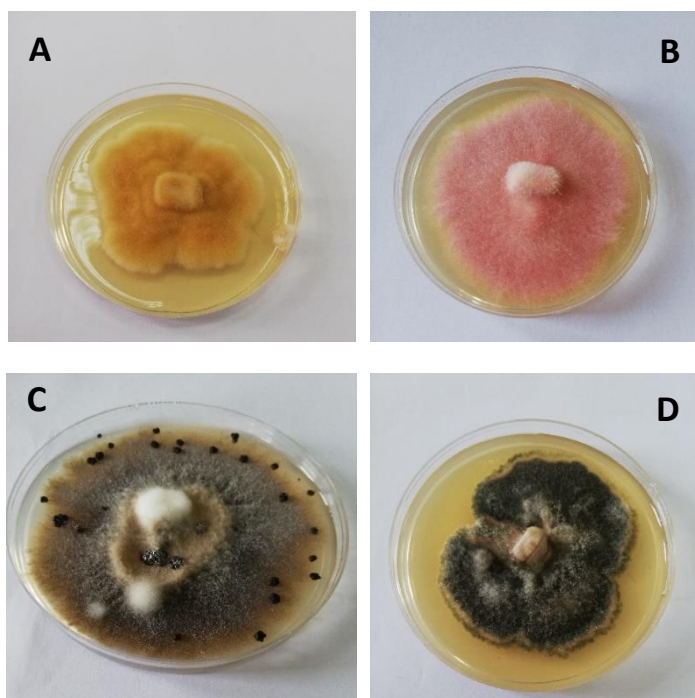
Za hibrid 'Nazli' se može istaći da je nakon sadnje, pa sve do početka berbe, pokazivao sporadičnu pojavu simptoma u odnosu na preostala dva hibrida. Tokom proizvodnje su zabilježene promjene boje na listovima, prisutvo hloroze, prisustvo smeđih pjega, pojava lezije na licu i naličju lista, kao i pojava nekrotičnih sitnih pjega na licu i naličju lista (Slika 7). Pored simptoma uočenih na listovima, zabilježena je i vlažna trulež na vršnim dijelovima ploda. Pomenuta sporadična pojava simptoma bolesti kod ovog hibrida može ukazivati na njegovu manju osjetljivost u odnosu na druga dva, obzirom na iste uslove proizvodnje. Ovo je veoma značajno sa aspekta ponovnog uzgoja ovog hibrida, kao i budućih istraživanja iz ove oblasti.

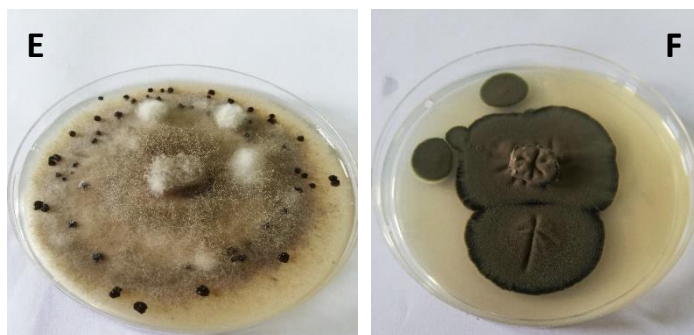


Slika 7. Prikaz simptoma kod hibrida 'Nazli' (original)
Figure 7. Symptoms of 'Nazli' hybrid (original)

Rezultati laboratorijskih istraživanja

Tokom laboratorijskih istraživanja za identifikaciju patogena posmatrane su formirane kolonije, odnosno rub kolonije, njena boja, izgled, veličina i promjene u vremenskom periodu od 7 i 14 dana. Uz korištenje mikroskopa bilo je moguće identifikovati sporonosne organe, spore, kao i izgled hifa gljiva. Nakon završenih inkubacija, na odabranim reizolatima istih su identifikovane sljedeće vrste: *Fusarium* sp., *Botrytis* sp., *Fulvia fulva*. Za uzorak UK 10 (hibrid 'Panekra') kao i sve reizolate nastale iz njega, a koji su formirali iste ili slične kolonije, identifikovan je *Fusarium* sp. Nadalje za uzorke UA 5, UA 6 (hibrid 'Nazli'), odnosno za uzorke UK 16 i UK 17 (hibrid 'Panekra') je identifikovana *Botrytis cinerea*. Na kraju, za uzorak UM 9 (hibrid 'Pink Rock') je identifikovana vrsta *Fulvia fulva*. Na slici 8 se nalazi prikaz izgleda micelija pojedinačnih izolata. U ovom istraživanju je utvrđeno da izolati uzorka UK 10 pokazuju pahuljasti rast kolonije (micelija). Preciznije rečeno, za dva reizolata se može konstatovati da imaju umjereni rast kolonije (50-70 mm), a za jedan da je spororastući, gdje je, nakon sedam dana, formirana micelijarna kolonija manja od 50mm. O ovoj pojavi u svom istraživanju također govore Nirmaladevi i Srinivas (2012), kao i Manikandan i sar. (2018). Za rod *Fusarium* je karakteristično da pokazuje raznolikost izolata i formiranih kolonija. Navedeno





Slika 8. Prikaz formiranih kolonija. A – žuta kolonija *Fusarium* sp. iz uzorka UK10, B – crvenkasta kolonija *Fusarium* sp. iz uzorka UK10, C – kolonija *Botrytis cinerea* iz uzorka UA 5, D – kolonija *Botrytis cinerea* iz uzorka UA6, E - kolonija *Botrytis cinerea* iz uzorka UK17, F - kolonija *Fulvia fulva* iz uzorka UM 9.

Figure 8. View of formed colonies. A - yellow colony of Fusarium sp. from sample UK10, B - reddish colony of Fusarium sp. from sample UK10, C - colony of Botrytis cinerea from sample UA 5, D - colony of Botrytis cinerea from sample UA6, E - colony of Botrytis cinerea from sample UK17, F - colony of Fulvia fulva from sample UM 9.

ima za posljedicu poteškoće pri određivanju vrste, te je za tačnu i preciznu identifikaciju do nivoa vrste i podvrste potrebno izvršiti molekularnu karakterizaciju (Ristić, 2012). Tokom ovog istraživanja provedena je identifikacija isključivo do nivoa roda, na temelju morfoloških odlika. Kako je prethodno i navedeno, moguć je veći broj obojenja izraslih kolonija (Lević, 2008), a u sklopu ovog istraživanja su identifikovane bjeličasta, ljubičasta, svijetloružičasta i žuta kolonija. Simptomi na biljkama opisani kod Mijatović i sar. (2007), kao što su zaostajanje biljaka u porastu, hloroza donjih listova, sušenje rubova i cijelog lista, odnosno sušenje cijelih biljaka, primijećeno je tokom monitoringa usjeva, što se dovodi u vezu sa infekcijom od strane vrste iz roda *Fusarium*. Kada je riječ o patogenu *Botrytis cinerea*, isti je identifikovan na uzorcima UK 16 i UK17 koji predstavljaju uzorke hibrida ‘Panekra’, te UA 5 i UA 6, uzorci hibrida ‘Nazli’. Sa navedenim patogenom se može dovesti u vezu pojava nekrotičnih lezija i smeđih pjega na listovima koje su se difuzno širile od ivice lista prema centralnom nervu. Međutim, druge zabilježene promjene na ovom hibridu, poput promjena boje ili pojave nekrotičnih sitnih pjega na licu i naličju lista se nisu mogli jasno dovesti u vezu sa patogenom sive plijesni. Izgled kolonija fitopatogene gljive *Botrytis cinerea* zabilježenih u ovom istraživanju se podudara sa opisima drugih autora (Boumaaza i sar., 2015; Tanović i sar., 2009; Tanović i sar., 2007). U ovom istraživanju, od četiri petrij kutije na kojima je identifikovan pomenuti patogen, najtamniju strukturu i miceliju ima izolat UA 6, uz formiranje bijelo-sivog micelija u centralnom dijelu kolonije. Isti uzorak ima jasno formiran rub kolonije, koja ne zauzima cijelu površinu

petrij kutije. Do formiranja sklerocija na ovom uzorku nije došlo ni nakon perioda od 10 dana. Ovo su karakteristike koje ovaj uzorak izdvajaju u odnosu na druge uzorke kod kojih je identifikovan isti patogen. Preostala tri uzorka (UA 5, UK 16 i UK 17) su po strukturi formiranog micelija, njegove veličine i formiranih sklerocija veoma slični. U ovom slučaju, sklerocije kod uzorka UA 5 su bile najvećih dimenzija, a nalazile su se u centralnom dijelu kolonije, ali i raspoređene po rubu. Neke su bile uronjene u micelij, dok su druge bile na površini. Najveći broj sklerocija je bio okruglastog oblika, crne boje. Pored formiranja sklerocija dodatno je došlo do formiranja vazdušnog i gustog micelija bijele boje u centralnom dijelu kolonije. Kod uzorka UK 16 je došlo do formiranja sitnijih sklerocija raspoređenih po rubu kolonija, koje su imale crnu boju i staklasti sjaj. Najveći broj sklerocija se formirao kod uzorka UK 17, a raspoređene su gotovo po cijeloj miceliji. Neke od njih su bile u potpunosti uronjene u micelij, dok su, suprotno tome, druge bile potpuno na površini micelija. Kao i kod uzorka UA 5 i ovdje je došlo do povezivanja nekoliko sklerocija u nešto veće formacije nepravilnog oblika. Zapaženi simptomi na biljakama u usjevima hibrida 'Nazli' i 'Panekra' se mogu dovesti u vezu sa ovim patogenom. Zabilježena zapažanja u ovom radu se podudaraju za zapažanjima drugih autora, poput Berberović i Hodžić (2007), Ostojić i Peljto (2006), kao i Maceljski i sar. (2004).

Nakon inkubacije uzorka UM 9, koji predstavlja biljni materijal hibrida 'Pink Rock', došlo je do formiranja zelenkasto obojenih kolonija sa crnim rubom. U svom istraživanju Altin (2016) navodi kako su kolonije *Fulvia fulva* formirane na PDA podlozi bile zelenkastosive do crne boje, gledano sa stražnje strane ploče, a što zapaženo i u ovom istraživanju (Slika 8). Navedeni autor, kao i Enya i sar. (2008), govore o građi konidija navodeći kako iste mogu biti okruglaste, cilindrične, elipsoidne, ravne ili blago zakrivljene. Konidije mogu biti aseptirane ili septirane sa do 2 pregrade (septe). Simptomi koji su zabilježeni na hibridu 'Pink Rock' odgovaraju opisima oboljenja baršunaste plijesni (*Fulvia fulva*) koje su u svojim istraživanjima opisali Altin (2016), Berberović i Hodžić (2007), Mijatović i sar. (2007) i Ostojić i Peljto (2006).

ZAKLJUČAK

Tokom monitoringa na hibridima uočeni su simptomi: hloroze listova, crne pjege po listovima, lezije na licu i naličju lista, nekroze lisnih dijelova i sušenje listova, sušenje cvjetova i cvjetnih grana, opadanje cvjetova, vlažna trulež plodova i opadanje plodova, manje nekroze na pojedinim dijelovima stabljike, baršunaste prevlake na naličju lista i zaostajanje biljaka u porastu.

Svi navedeni simptomi se dovode u vezu sa fitopatogenim gljivama prouzrokovateljima oboljenja koji su potvrđeni tokom laboratorijskih analiza. Laboratorijskim analizama su identificirane fitopatogene gljive: *Fusarium* sp. na hibridu 'Panekra', *Botrytis cinerea* na hibridima 'Panekra' i 'Nazli', kao i *Fulvia fulva* na hibridu 'Pink Rock'.

U zavisnosti od sortimenta (hibrida), pojava simptoma i njihova ekspresija su bile različite. Posmatrano sa gledišta intenziteta pojave simptoma mikoza, značajno manji intenzitet zaraze je zabilježen kod hibrida 'Nazli' u odnosu na druga dva. Naime, kod

navedenog hibrida je identificirana isključivo bolest sive plijesni, ali na manjem broju biljaka.

LITERATURA

- Altin, N. (2016). Identification of race 2.5 of leaf mold (*Passalora fulva*, syn. *Cladosporium fulvum*) on tomato. *Journal of Plant Diseases and Protection*. doi:10.1007/s41348-016-0040-1
- Arie, T., Takahashi, H., Kodama, M., & Teraoka, T. (2007). Tomato as a model plant for plant-pathogen interactions. (Y.Ohashi, Ed.) *Plant Biotechnology*, 135-147.
- Bauchet, G. and Causse, M. (2012). *Genetic diversity in Tomato (Solanum lycopersicum) and Its Wild Relatives*. (P. M. Caliskan, Ed.) InTech.
- Berberović, H., Hodžić, N. (2007). *Zaštita povrća u plastenicima - priručnik*. Tuzla: Udruženje Bosaper, SIDA .
- Blancard, D. L. (2012). *Tomato Diseases - Identification, Biology and Control* (2 ed.). Waltham, USA: Academic Press, an imprint of Elsevier.
- Boumaaza, B. (2015). Effects of Two Salts Compounds on Mycelial Growth Sporulation , and Spore Germination of Six isolates of *Botrytis cinerea* in the Western North of Algeria. *International Journal of Microbiology*, 8. doi:10.1155/2015/572626
- Brezhnev, D. (1964). *Tomaty (Tomatoes)* (2d ed ed.). Moskva: 12D-VO Kolos.
- Ristić, D. (2012). *Karakterizacija vrsta roda Fusarium patogena sirka (Sorghum bicolor (L) Moench) u Srbiji i utvrđivanje osjetljivosti genotipova*. Beograd : Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet .
- Enya, J. I. (2009). The first occurrence of leaf mold of tomato caused by races 4.9 and 4.9.11 of *Passalora fulva* (syn. *Fulvia fulva*) in Japan. *Journal of General Plant Pathology*, 75:76-79. doi:10.1007/s10327-008-0134-0
- Lević, J. (2008). *Vrste roda Fusarium u oblasti poljoprivrede, veterinarske i humane medicine*. Beograd : Institut za kukuruz "Zemun polje" , Beograd- Zemun" ; Društvo genetičara Srbije.
- Lehmann, C. (1995). *Das morphologische System der Kulturtomaten (Lycopersicon esculentum Miller).*, *Der Züchter* (German Edition) ((1st Edition) ed.). (H. Stubbe, Ed.) Germany : Springer (1 Jan. 1955).
- Maceljiski, M., Cvjetković, B., Ostojić, Z., Igrc Brčić, J., Pagliarini, N., Oštrec, Lj., Barić, K., Čizmić, I. (2004). *Štetočinje povrća - zaštita povrća od štetnika, uzročnika bolesti i korova*. Čakovec: ZRINSKI d.d. Čakovec.
- Manikandan, R., Harish, S., Karthikeyan, G., Raguchander, T. (2018). Comparative Proteomic Analysis of Different Isolates of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* to Exploit the Differentially Expressed Proteins Responsible for Virulence on Tomato Plants. *Frontiers in Microbiology* .
- Mijatović, M., Obradović, A., Ivanović, M. (2007). *Zaštita povrća* . Beograd: AgroMivas, Smederevska Palanka.

- Nirmaldevi, D., Srinivas, C. (2012). Cultural, Morphological, and Pathogenicity Variation in *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* Causing Wilt of Tomato. *Journal of Life Sciences - Batman University*.
- Ostojić, I., Peljto, A. (2006). *Bolesti i štetočine plodovitog povrća - priručnik za povrtlare*. Mostar : Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit DEZA, Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit GmbH (GTZ), "FRAM ZIRAL" - Grafičko poduzeće Mostar.
- Peralta, Iris, E., Sponner David, M., Knapp, S. (2008). Taxonomy of Wild Tomatoes and their Relatives (*Solanum* sect. *Lycopersicoides*, sect. *Juglandiofolia*, sect. *Lycopersicon*; Solanaceae. (C. ANDERSON, Ed.) *Systematic Botany Monographs*, 84.
- Tanović, B., Delibašić G., Milivojević, L., Nikolić, M. (2009). Characterization of *Botrytis cinerea* isolates from small fruits and grapevine in Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 419-429. doi:10.2298/ABS0903419T
- Thomma, Bart P.H.J., V. E. (2005). *Cladosporium fulvum* (syn. *Passalora fulva*), a highly specialized plant pathogen as a model for functional studies on plant pathogenic Mycosphaerellaceae. *MOLECULAR PLANT PATHOLOGY*, 379-393. doi:10.1111/J.1364-3703.2005.00292.X

MONITORING OF THE OCCURRENCE AND DEVELOPMENT OF FUNGAL DISEASES ON TOMATO HYBRIDS IN GREENHOUSES

Summary

The appearance and development of plant diseases are one of the limiting factors in the modern cultivation of every crop, and thus tomatoes. When growing tomatoes in a greenhouse, special emphasis is placed on fungal diseases, since their appearance and development are more pronounced in such microclimates due to the increased values of temperature and humidity. This study aims to determine the occurrence, development, and intensity of fungal disease on different tomato hybrids in greenhouses, as well as to evaluate the differences between the observed hybrids. The research was conducted during the vegetation period of 2020 on family farms located in Srinje and Radinović (Visoko). Three commercial hybrids of F1 generation tomatoes were included, namely: 'Panekra', 'Pink Rock' and 'Nazli'. Regular monitorings of all developmental stages of tomatoes were performed from the moment of sowing until harvest. As the most common symptoms were identified the following: leaf chlorosis, black spots on leaves, leaf blotches, drying of flowers and flower branches, fruit rot, velvety coatings on the leaves, and decreased plant growth. Plant material with specific disease symptoms was collected and subjected to laboratory tests using the isolation method on potato dextrose agar (PDA) to determine the causal agent of the disease. The following pathogens were identified: *Botrytis cinerea*, *Fusarium sp.*, and *Fulvia fulva*.

Key words: *tomato, greenhouse, hybrid, fungal diseases, monitoring.*

ANALIZA STRUKTURE ZAJEDNICA BAKTERIJA I MAKROINVERTEBRATA U ODNOSU NA FIZIČKO-HEMIJSKE PARAMETRE VODE U TRI RIJEKE NA PODRUČJU BOSNE I HERCEGOVINE

Mahir Gajević¹, Samir Đug¹, Aldijana Mušović¹, Azemina Hasić¹, Maja Matović¹,
Elma Crnovršanin¹, Renata Bešta-Gajević¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

U ovom radu istraživani su fizičko-hemijski i biološki parametri u tekućicama na području Bosne i Hercegovine. Analizirani su sastavi zajednica makrozoobentosa i bakterija u rijekama Drina, Gostović i Vogošća. Podaci su dobiveni terenskim uzorkovanjem koje je provedeno tokom ljetnog perioda u 2019. i 2020. godini. Istraživanje indicira da se većina fizičko-hemijskih parametara vode mijenja sa utjecajem zagađenja i promjenom nadmorske visine. Rezultati rada su pokazali da se struktura zajednica makroinvertebrata, brojnost autohtonih i alohtonih bakterija u ispitivanim tekućicama značajno razlikuju u zavisnosti od nadmorske visine, temperature i koncentracije kisika. Uočeni su obrasci korelacije između pojedinih fizičko-hemijskih parametara vode s jedne strane i zajednica makroinvertebrata i bakterija s druge.

Ključne riječi: *fizičko-hemijske karakteristike, makroinvertebrata, autohtone i alohtone bakterije, Bosna i Hercegovina, struktura zajednica.*

UVOD

Analize na nivou zajednice su najprimjenjivije metode koje se koriste za procjenu učinka stresora u vodenim ekosistemima, jer je biocenoza ekološki najznačajniji pokazatelj stanja životne sredine. U vodenim ekosistemima u svrhu bioindikatora koristi se čitav niz biotičkih komponenti od kojih svaka od njih ima svoje prednosti i ograničenja (Chapman, 1992). Bentoski makroinvertebrati predstavljaju biotičku komponentu u vodenim ekosistemima koja ima najzastupljeniju primjenu, posebno u evropskim rijekama, iz razloga što ovi makroinvertebrati posjeduju niz prednosti kada su u pitanju studije utjecaja na nivou lokalnih zajednica u slatkovodnim ekosistemima. S druge strane, funkcionalne grupe bakterija specijalizirane su za različite metaboličke procese, te se promjene u sastavu ovih zajednica mogu koristiti kao indikatori antropogenog zagađenja (Attrill & Depledge, 1997). Međutim, analiza strukture

¹Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu;
Korespondencija: Mahir Gajević, mahirgajevic@gmail.com

bakterija u vodenim ekosistemima tek odnedavno se detaljnije proučava, te u Bosni i Hercegovini postoje oskudni podaci o sastavu bakterija u ovim tipovima ekosistema. Mikroorganizmi koji se nalaze u vodi prema porijeklu se mogu svrstati u dvije grupe: mikroorganizmi kojima je voda prirodno boravište (razni saprofiti i saprozoji) i mikroorganizmi koji u vodu dospijevaju sekundarnim putem npr. porijeklom iz zraka, tla, sa biljaka, životinja i čovjeka (Jerković-Mujkić, 2014; Đug *et al.*, 2020). Mikroorganizmi koji čine prirodnu osnovu, kao autohtoni stanovnici voda, veoma su brojni u vodenim ekosistemima. Prisutni su na svim trofičnim nivoima i učestvuju u procesu transformacije materije i energije. U vodi su rasprostrajeni u različitim mikrosredinama pa tako mogu biti suspendirani u vodenom mediju, pričvršćeni na potopljenim predmetima, na sedimentu, na vodenim biljkama, na površini i unutrašnjosti vodenih životinja. Sa druge strane u vodu dospijevaju i alohtoni mikroorganizmi porijeklom iz sekundarnih izvora, najčešće iz otpadnih voda (Đug *et al.*, 2020).

Hidrološki procesi na longitudinalnom profilu rijeka posljedica su sezonskih promjena i unosa strane materije u tim ekosistemima (Vannote *et al.*, 1980). Veliki broj istraživanja proveden je u cilju definiranja veze između bioloških i kemijskih karakteristika vodotoka i antropogenog utjecaja. Postoji potreba za detaljnim informacijama o prostornim i vremenskim promjenama strukture zajednica makroinvertebrata u lotičkim ekosistemima. Razumijevanje sezonsko-vremenske i prostorne varijabilnosti hemijskih parametara u odnosu na promjene u sastavu zajednica može dati dodatne podatke za izradu programa obnove i upravljanja rijekama (Pinay *et al.*, 1989).

Svrha ovog istraživanja bila je bolje razumijevanje sastava bakterija i zajednica makroinvertebrata, te njihova usporedba kao indikatora stanja vodenih ekosistema.

Riječni tokovi Bosne i Hercegovine pripadaju slivovima Crnog i Jadranskog mora. Od ukupne površine BiH koja iznosi 51,129 km², crnomorskom, odnosno slivu rijeke Save pripada 38,719 km², dok slivu Jadranskog mora pripada 12,410 km².

Istraživanje je provedeno na tri rijeke u Crnomorskom slivu na području Bosne i Hercegovine. Ovim radom obuhvaćeno je ispitivanje rijeka Drine, Gostović i Vogošća na ukupno sedam različitih lokaliteta. Na rijeci Drini obrađena su dva lokaliteta od kojih se jedan lokalitet nalazi uzvodno, na mjestu spajanja rijeka Pive i Tare, a karakteriše se krupnim sedimentom i brzim protokom vode, s malim brojem izvora zagađenja. Drugi istraživani lokalitet na ovoj rijeci je sporijeg protoka s većim brojem potencijalnih zagađivača, dok sediment varira od srednje velikog kamenja do pijeska i mulja. Rijeka Gostović u Centralnoj Bosni je pritoka rijeke Krivaje, a uzorci za fizičko-hemijsku, mikrobiološku i analizu makrozoobentosa prikupljeni su s dva lokaliteta. Iako se ovi lokaliteti razlikuju po određenim karakteristikama, sediment je uglavnom predstavljen kamenjem i šljunkom. Rijeka Vogošća je desna pritoka rijeke Bosne sa koje su prikupljeni uzorci s tri lokaliteta, koji se međusobno razlikuju prema brzini toka, sedimentu i količini zagađujućih materija (Tab. 1).

MATERIJAL I METODE RADA

Uzorkovanje vode za fizičko-hemijske i mikrobiološke analize, te zoobentosa izvršeno je tokom 2019. i 2020. godine u ljetnom periodu na rijekama Drina, Gostović i Vogošća (Tab. 1).

Fizičko-hemijski parametri vode na istraživanim lokalitetim analizirani su na terenu korištenjem Multi 3630 IDS F seta za fizičko-hemijsku analizu vode. U ovom dijelu analizirane su vrijednosti temperature vode, koncentracije kisika, pH vrijednost i elektroprovodljivost. Podaci o nadmorskoj visini i koordinatama lokaliteta dobiveni su pomoću GPS uređaja Garmin eTrex® 32x.

Tabela 1. Prikaz lokaliteta na kojima je vršeno istraživanje

Table 1. Sampling sites overview with description

Oznaka	Rijeka i lokalitet	Koordinate		Nadmorska visina (m)	Opis lokaliteta
		SGŠ	IGD		
L1	Drina – Šćepan Polje	43°20'79''	18°50'07''	454	Mala količina zagađenja
L2	Drina – Foča	43°30'23''	18°46'29''	382	Veća količina industrijskog i zagađenja iz domaćinstava
L3	Gostović – Stara Kamenica	44°19'47''	18°12'53''	403	Mala količina zagađenja
L4	Gostović – Nova Kamenica	44°20'27''	18°11'49''	359	Umjerena količina zagađenja iz domaćinstava
L5	Vogošća – Perci	43°57'09''	18°27'31''	723	Mala količina zagađenja
L6	Vogošća – Industrijska zona	43°54'14''	18°22'15''	515	Veća količina industrijskog zagađenja
L7	Vogošća – Donja Jošanica	43°54'04''	18°20'07''	500	Veća količina industrijskog i zagađenja iz domaćinstava

Uzorci vode za mikrobiološku analizu uzorkovani su u skladu sa BAS EN ISO 19458 standardom i transportovani u frižiderima sa kontrolisanom temperaturom. Sve analize su urađene u okviru 24 h, standardnim postupcima i metodama.

Za određivanje ukupnog broja aerobnih/fakultativno anaerobnih heterotrofnih bakterija, cfu/ml pri 22°C i mezofilnih bakterija cfu/ml pri 35 ±1 °C/48h korištena je metoda zasijavanja u agar ploču u skladu sa BAS EN ISO 6222. Metodom membranske filtracije izvršena je detekcija i brojanje: ukupnih koliformnih bakterija, fekalnih (termotolerantnih) koliformnih bakterija prema metodi ISO 9308-1:2014 i fekalnih enterokoka u 100 ml uzorka prema metodi ISO 7899-2:2000. Nakon filtracije, filter membrana promjera 47 mm, veličine pora 0,45 µm prenijeta je na hranjivu podlogu. Za određivanje ukupnog broja koliformnih bakterija koristila se podloga hromogeni koliformni agar, a ploče su inkubirane pri temperaturi od 35°C. Ukupan broj termotolerantnih koliformnih bakterija određivao se zasijavanjem membranskog filtera na M-TEC agar, a petrijeve zdjelice su inkubirane na temperaturi od 44,0±0,5. Za određivanje fekalnih enterokoka koristio se eskulin azidni žučni agar i temperatura

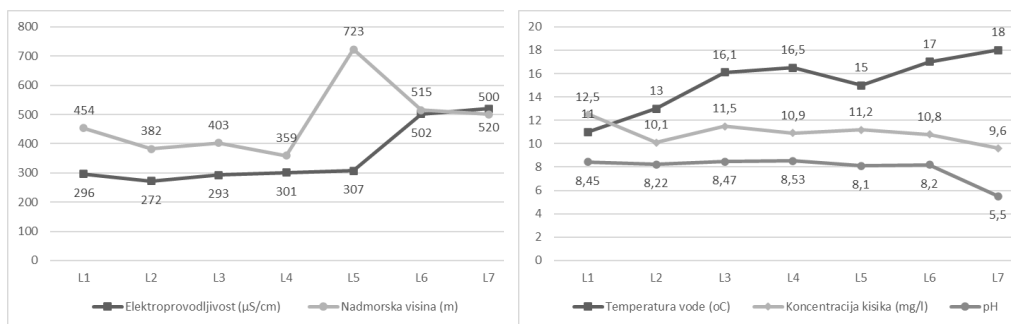
inkubacije od 35°C. Za potvrdu prisustva *Escherichia coli* na suspektne kolonije apliciran je Kovačev reagens, a pojava crvene boje bila je potvrda stvaranja indola i pozitivne reakcije. Za potvrdu *E. coli* određivana je reakcija aktivnosti oksidaze tako da se jedna, pojedinačna suspektna kolonija bakterije prenijela sterilnom ezom na trakicu za određivanje reakcije. Nakon pet sekundi izostanak tamnoplave boje na trakici ukazivao je na negativnu reakciju koja je karakteristična za bakteriju *E. coli*.

Uzorci makroinvertebrata prikupljeni su mrežom za uzorkovanje makrozoobentosa s drškom (mreža promjera okaca 500 µm). Svaki od uzoraka prikupljen je s površine od 0,18 m². Uzorci makrozoobentosa fiksirani su na terenu u 70% etanolu, te prebačeni u laboratoriju gdje je izvršena separacija i identifikacija prikupljenih jedinki. Identifikacija je izvršena korištenjem ključeva za identifikaciju makrozoobentosa (Eliot *et al.*, 1988; Nagel, 1989; Waringer & Graf, 2013; Kriska, 2014).

Analiza glavnih komponenti (PCA), koju je u ekologiji prvi koristio Goodall (1954), izvršena je u svrhu diferencijacije istraživanih lokaliteta ili grupa lokaliteta prema njihovim hemijskim i biološkim karakteristikama. PCA je provedena s normaliziranim podacima na matrici uzorkovanja od osam parametara na sedam različitih lokaliteta. Sve analize i grafike provedene su pomoću programa Excel i XLSTAT.

REZULTATI I DISKUSIJA

Analiza fizičko-hemijskih parametara vode uključivala je mjerenje koncentracije kisika, temperature vode, pH vrijednosti i elektroprovodljivosti na svih sedam istraživanih lokaliteta. Vrijednosti temperature vode kretale su se od 11 do 18°C i zavisile su od nadmorske visine i dijela vodotoka na kojem je vršeno uzorkovanje. Najniže temperature zabilježene su gornjim tokovima (Sl. 1). Temperaturne oscilacije pratile su i vrijednosti koncentracije kisika, gdje je prisutna negativna korelacija.



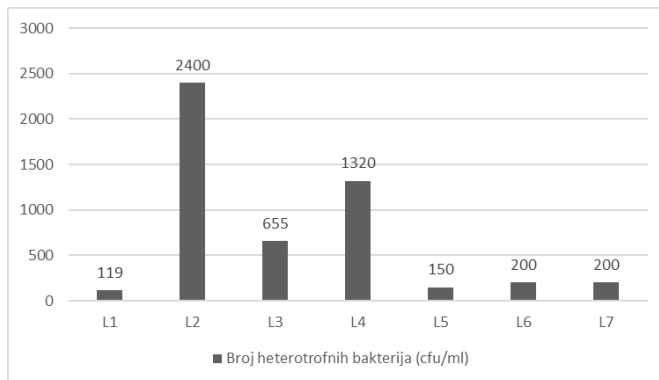
Slika 1. Fizičko-hemijski parametri i nadmorske visine istraživanih lokaliteta.

Figure 1. Physicochemical variables of water and altitude of investigated sites

Najniže vrijednosti koncentracije kisika konstatirane su u zagađenim dijelovima istraživanih vodotoka. Vrijednosti koncentracije H iona (pH) uglavnom je konstantna na svim lokalitetima izuzev lokaliteta 7 na kojem je zabilježena dosta niža vrijednost

(Sl. 1). Vrijednosti elektroprovodljivosti nisu pokazivale veće oscilacije osim na lokalitetima 6 i 7 gdje su prisutni različiti vidovi zagađenja (Sl. 1).

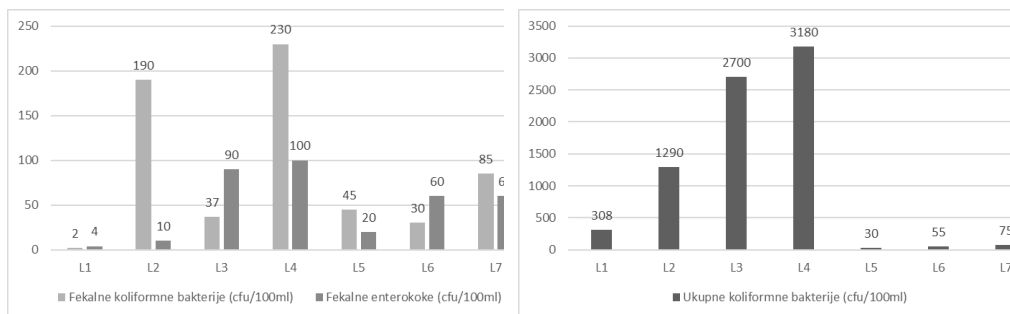
Mikrobiološka ispitivanja obuhvatila su parametre koji se koriste u procjeni mikrobiološkog kvaliteta vode, odnosno klase kvaliteta vode. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja prikazani su na slikama 2 i 3. Ukupan broj heterotrofnih bakterija određen je brojanjem bakterijskih kolonija na neselektivnoj podlozi hranjivog agara nakon inkubacije pri temperaturi od 22°C u trajanju od pet dana. Kolonije izrasle na temperaturi inkubacije od 22°C predstavljaju autohtonu bakterijsku zajednicu vodenog ekosistema jer upravo ta temperatura odgovara uslovima u vodenom ekosistemu i pogoduje njihovom rastu (Kapetanović *et al.*, 2012). Brojnost heterotrofnih bakterija na istraživanim lokalitetima kretala se od najniže vrijednosti koja je iznosila 119 cfu/ml na lokalitetu L1, do najviše vrijednosti od 2400 cfu/ml na lokalitetu L2 (Sl. 2). Rezultati rada ukazuju na porast brojnosti ukupnog broja heterotrofnih bakterija, indikatora lako razgradljivih organskih materija, na lokalitetima koji se nalaze nizvodno na longitudinalnom profilu istraživanih rijeka. Na osnovu rezultata ukupnog broja bakterija istraživani lokaliteti pokazuju umjerenu trofiju. Kako su i heterotrofne bakterije jedan od indikatora onečišćenja vode, rast vrijednosti ovih bakterija na istraživanim lokalitetima upućuju na moguće narušavanje kvalitete vode (Kapetanović *et al.*, 2012; Kurtović *et al.*, 2007).



Slika 2. Broj heterotrofnih bakterija (cfu/ml)
Figure 2. Number of heterotrophic bacteria (cfu/ml)

Mikrobiološka ispitivanja obuhvatila su i bakterije indikatore fekalnog zagađenja. Najčešće su to bakterije iz porodice *Enterobacteriaceae* i to koliformne i fekalne koliformne bakterije (Đug *et al.*, 2020). Određivanjem prisutnosti i brojnosti indikatorskih bakterija dobili smo uvid u alohtono organsko zagađenje materijama fekalne prirode. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja prikazani su na slikama 2 i 3. Ukupan broj koliformnih bakterija kretao se od najniže vrijednosti od 30 cfu/100ml na lokalitetu L5, do najviše vrijednosti 3180 cfu/100 m za lokalitetu L4 (Sl. 3). Termotolerantne koliformne bakterije porasle su nakon inkubacije na podlozi HiCrome

m-TEC agar u vidu karakterističnih ružičastih kolonija. Zabilježene vrijednosti kretale su se od dvije kolonije na lokalitetu L1, do najviše vrijednosti od 230 cfu/100ml u uzorcima vode sa lokalitetu L4. *E. coli*, kao dobar indikator skorijeg fekalnog zagađenja, identifikovana je na svim ispitivanim lokalitetima na osnovu rasta karakterističnih kolonija na hromogenoj podlozi i na osnovu pozitivnog indol testa, a negativnog oksidaza testa. Najveći broj *E. coli* od 150 cfu/100ml zabilježen je na lokalitetu L4 na donjem toku rijeke Gostović, dok je samo jedna kolonija *E. coli* detektovana u uzorcima vode iz rijeke Drine (L1). Fekalne enterokoke su dobri indikatori starog fekalnog opterećenja (Đug *et al.*, 2020) i prisutnost ovih bakterija je zabilježena na svim ispitivanim lokalitetima. Broj fekalnih enterokoka kretao se od ukupno četiri cfu/100ml na lokalitetu L1, do 150 cfu/100ml u vodi sa lokaliteta L4 (Sl. 3). Na osnovu mikrobiološke analize uzoraka vode zabilježen je porast fekalnih enterokoka na lokalitetima koji se nalaze u donjem toku ispitivanih tekućica što pokazuju visok stepen korelacije sa prisutnošću patogena u vodi.



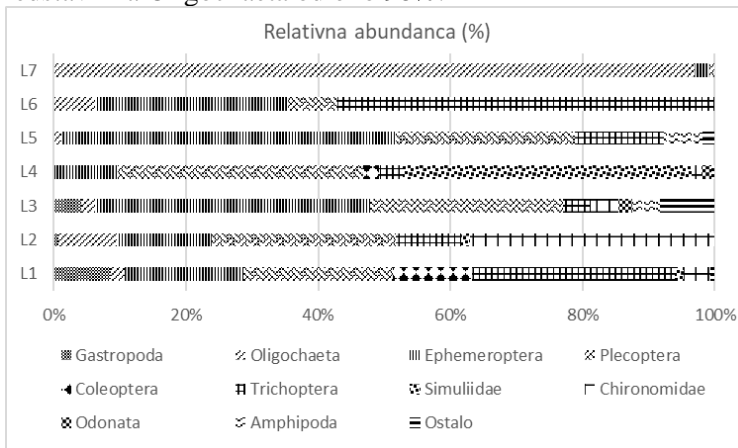
Slika 3. Prikaz broja fekalnih koliformnih, fekalnih enterokoka i ukupnih koliformnih bakterija (cfu/100ml)

Figure 3. Number of fecal coliforms, fecal enterococci and total coliform bacteria (cfu/100ml)

Kako površinske vode nisu prirodno stanište fekalnih enterokoka njihovo prisustvo smatra posljedicom fekalnog zagađenja (SCA, 2015). S obzirom da su ove bakterije visoko tolerantne na različite uslove životne sredine, te manje osjetljive na pojedina dezinfekcijska sredstva, njihova detekcija i prisutnost su indikatori i potencijalne prisutnosti enterovirusa i parazitskih protozoa. U ovom radu je zabilježen porast heterotrofnih bakterija, koliformnih, termotolerantnih koliformnih bakterija i fekalnih enterokoka na longitudinalnim profilima istraživanih rijeka. Na osnovu rezultata rada indikatori fekalnog zagađenja odnosno fekalni koliformi i fekalne enterokoke, pokazali su da se razina i raspodjela fekalnog zagađenja značajno razlikuje u zavisnosti od nadmorske visine, temperature i koncentracije kisika što se može uporediti i sa rezultatima drugih istraživača (Parvanov *et al.*, 2007; White *et al.*, 1991). Rezultati

naših istraživanja se mogu uporediti sa rezultatima Šilović *et al.* (2011) jer potvrđuju da otpadne vode, bogate organskim i anorganskim tvarima uzrokuju promjene u veličini, strukturi, proizvodnji i funkciji autotrofne i heterotrofne mikrobne zajednice. Ispuštanje otpadnih voda značajno utječe na kvalitet voda, te neobrađene ili primarno obrađene otpadne vode obiluju visokim udjelima alohtonih bakterija među kojima prevladavaju patogeni. Unosom patogena u vodenu okolinu, povećava se mogućnost širenja infekcija i bolesti kod ljudi. Autohtona mikrobna zajednica pokazala je heterogenost na osnovu brojnosti i distribucije na istraživanim lokalitetima. Nadalje, rezultati ukupnog broja koliformnih, fekalnih koliformnih bakterija i fekalnih enterokoka pokazali su da se njihova brojnost povećava kako se smanjuje nadmorska visina, koncentracija kisika i temperatura, što ukazuje da dinamika fekalnog zagađenja utječe na mikrobne zajednice u ovim vodenim ekosistemima.

Tokom ovog istraživanja konstatirano je 10 ključnih taksonomskih grupa makrozoobentosa (Sl. 4). Najveće taksonomsko bogatstvo registrirano je u rijekama Drini i Gostović (L1 i L3). Na ostalim lokalitetima nešto je niža raznovrsnost makroinvertebrata iz sastava zoobentosa. Najniži broj taksa zabilježen je u rijeci Vogošći (L7), gdje je prisutno zagađenje iz različitih izvora. Posmatrajući strukturni sastav zajednica makrozoobentosa ustanovljeno je da u rijekama Drini, Gostović i dijelu rijeke Vogošća (L1, L3, L5 i L6) dominiraju predstavnici redova vodenih insekata Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera gdje čine više oko 70% ukupnog sastava. U rijekama koje su opterećene različitim tipovima zagađenja udio ovih taksa opada, a primat preuzimaju predstavnici Oligochaeta i Diptera. Utjecaj zagađenja na sastav zajednica makrozoobentosa najviše je izražen u rijeci Vogošći, gdje su prisutne tri takse s udjelom predstavnika Oligochaeta od oko 98%.

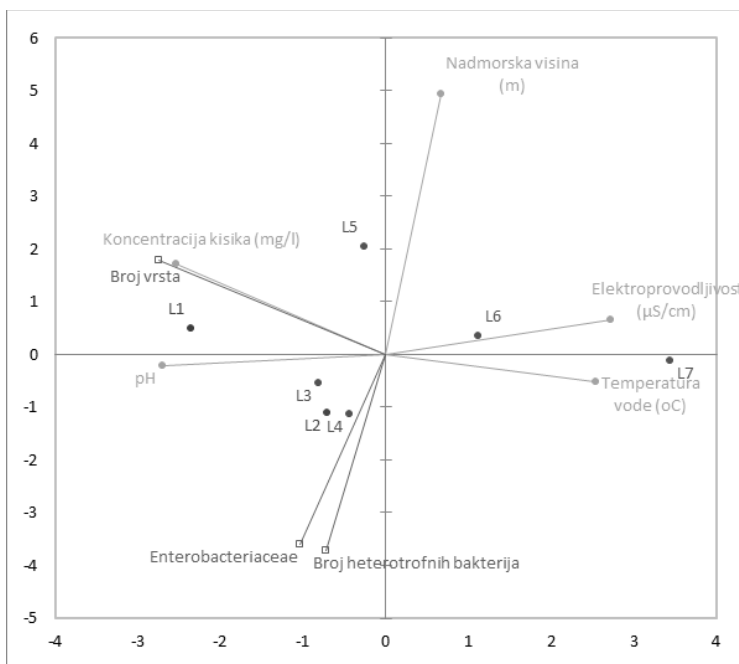


Slika 4. Relativna abundanca (%) većih taksonomskih grupa makroinvertebrata na istraživanim lokalitetima.

Figure 4. Abundance (%) of major taxonomic groups of macroinvertebrates at the investigated sites.

Kvalitet vode i stabilnost staništa riječnog ekosistema u velikoj su mjeri povezani sa strukturom biocenoze. Sastav zajednice beskičmenjaka značajno se razlikovao između jako zagađenih lokacija i relativno čistih dijelova istraživanih rijeka. Prva grupa lokacija imala je veći broj beskičmenjaka, ali manji broj svojti. Ovi rezultati koreliraju s većinom eksperimenta koji su istraživali poremećaje zajednica makrozoobentosa, a koji ukazuju na to da se raznolikost smanjuje s povećanjem stepena zagađenja (McCabe & Gotelli, 2000; Vinson & Hawkins, 1998). Uspoređujući studije iz regija s različitim vrstama antropološkog utjecaja moramo uzeti u obzir da, iako poredimo staništa sa sličnim geološkim i fizičko-hemijskim karakteristikama, zajednice makrozoobentosa koje se tu javljaju mogu imati različite karakteristike (Ricklefs, 2004).

Fizičko-hemijski parametri i biološki podaci analizirani su normaliziranim PCA-om. PCA je provedena na matrici od sedam lokaliteta i osam parametara. Analiza pokazuje relativno jaku korelaciju između nadmorske visine i broja bakterija, koncentracije kisika i broja vrsta unutar zajednice zoobentosa s jedne strane i temperature vode s druge (Sl. 5). U odnosu na ispitivane varijable možemo uočiti grupisanje lokaliteta koji su relativno nezagađeni (L3, L4 i L5).



Slika 5. Analiza glavnih komponenti (PCA) na normalizirane vrijednosti fizičko-hemijskih i bioloških parametara

Figure 5. Analysis of principal components (PCA) for normalized values of physicochemical and biological parameters

ZAKLJUČAK

Rezultati naših istraživanja pokazuju da je korišteni multidisciplinarni pristup primjenjiv za procjenu strukture mikrobnih zajednica i makroinvertebrata u vodenim ekosistemima. U radu je utvrđena korespondencija između fizičko-hemijskih parametara, nadmorske visine, fekalnog zagađenja i strukture zajednica mikroorganizama i makroinvertebrata. Dokazani utjecaji različitih parametara na ispitivane zajednice zahtijevaju i dalja istraživanja jer bi se na taj način proširilo znanje o uzrocima i posljedicama, te odnosima sa drugim ekološkim i antropogenim faktorima u vodenim ekosistemima.

LITERATURA

- Attrill, M. J., Depledge, M. H. (1997): Community and population indicators of ecosystem health: Targeting links between levels of biological organisation. *Aquat Toxicol* 38, 183–197.
- Chapman, D. (1992): *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*, WHO, UNEP, Chapman & Hall, London.
- Đug, S., Drešković, N., Trožić-Borovac, S., Mušović, A., Vesnić, A., Trakić, S., Gajević, M., Bešta-Gajević, R., Šljuka, S., Mirić, R., Korjenić, E., Škrijelj, R. (2020): *Biomonitoring akvatičnih ekosistema*. Prirodno-matematički fakultet Univerzitet u Sarajevu.
- Elliot, J. M., Humpresch, U. H., Macan, T. T. (1988): *Larvae of the British Ephemeroptera: a key with ecological notes*. Ambleside, Freshwater Biological Association, Vol. 49; pp. 145.
- Goodall, D. W. (1954): Objective methods in the classification of vegetation. III. An essay on the use of factor analysis. *Aust. J. Bot.* 2: 304–324.
- Jerković-Mujkić, A. (2014): *Biologija bakterija*. Prirodno-matematički fakultet Sarajevo.
- Kapetanović, D., Dragun, Z., Valić, D., Vardić Smrzlić, I., Teskeredžić, Z., Teskeredžić, E. (2012): Određivanje broja heterotrofnih bakterija u jadranskim uzgajalištima primjenom različitih metoda. *Croatian Journal of Fisheries*, 70 (Supplement 1), S29-S37.
- Kriska, G. (2014): *Freshwater Invertebrates in Central Europe: A Field Guide*. Springer-Verlag Wien.
- Kurtović, B., Kapetanović, D., Matašin, Ž. (2007): Usporedba histoloških promjena u organima klena (*Squalius cephalus*) s brojem heterotrofnih i koliformnih bakterija u vodi rijeke Save. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo*, Vol. 65 No. 4.
- McCabe, D. J., Gotelli, N. J. (2000): Effects of disturbance frequency, intensity and area on assemblages of stream macroinvertebrates. *Oecologia* 124: 270–279.
- Nagel, P. (1989): *Bildbestimmungsschlüssel der Saprobien: Makrozoobenthon*.
- Parvanov, D., Topalova, Y., Janeva, I. (2007): *Bacterial and Macroinvertebrate Community Structure Analyses in Relation to Chemical Variables of Water and*

- Sediments in the Central Part of Iskar River Basin. *Ecological Engineering and Environmental Protection*, Vol.1, pp. 21-30.
- Pinay, G., Decamps, H., Arles, C., Lacassinseres, M. (1989): Topographic influence on carbon and nitrogen dynamics in riverine woods. *Arch Hydrobiol* 114:401–414
- Ricklefs, R. E. (2004): A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. *Ecology Letters* 7:1–15.
- SCA (2015): Standing Committee of Analysts. *Microbiology of Recreational and Environmental Waters (2015) - Part 4 - Methods for the isolation and enumeration of enterococci*.
- Šilović, T., Paliaga, P., Ksenija M. (2011): Utjecaj otpadnih voda na bakterijske zajednice u vodenom stupcu. *Znanstveni susreti 3. vrste*. Zagreb, Hrvatska.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell J. R., Cushing, C. E. (1980): The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137.
- Vinson, M. R., Hawkins, C. P. (1998): Biodiversity of stream insects: variation at the local, basin and regional scales. *Annual Review of Entomology*, 43, 271–293.
- Waringer, J., Graf, W. (2013): Key and bibliografy of the genera of European Trichoptera larvae. *Zootaxa*, Vol. 3640, No. 2; pp. 101-151.
- White, P. A., Kalff, J., Rasmussen, J. B., Gasol, J. M. (1991): The effect of temperature and algal biomass on bacterial production and specific growth rate in freshwater and marine habitats. *Microb. Ecol.* 21: 99-118.

BACTERIAL AND MACROINVERTEBRATE COMMUNITY STRUCTURE IN RELATION TO PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF WATER IN THREE RIVERS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

In this paper, the physicochemical and biological parameters in three rivers of Bosnia and Herzegovina are investigated. The compositions of macrozoobenthos and bacterial communities in the rivers Drina, Gostović and Vogošća were analyzed. Data were obtained by field sampling conducted during the summer period in 2019 and 2020. Results indicate that the most of the physicochemical parameters of water change with the impact of pollution and altitude. The results showed that the structure of macroinvertebrate communities, the number of indigenous or allochthonous bacterial populations in the examined rivers significantly depends on altitude, temperature and oxygen concentration. Patterns of correlation were observed between individual physicochemical parameters of water on the one hand and communities of macroinvertebrates and bacteria on the other.

Key words: physicochemical characteristics, macroinvertebrates, indigenous and allochthonous bacteria, Bosnia and Herzegovina, community structure.

PRILOG POZNAVANJU VASKULARNE FLORE SJEVERNE BOSNE

Ermana Lagumdžija¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Floristička istraživanja na području sjeverne Bosne su potvrdila visok stepen biljne raznolikosti (78 porodica, 227 rodova, 358 vrsta i podvrsta Pterydophyta i Spermatophyta) među kojima su najzastupljeniji predstavnici porodica Compositae (15,4%), Lamiaceae (8%), Fabaceae (6,5%) i Rosaceae (6,5%). Posebno obilježje istraživanom području daju registrirane stenoendemične (3) i subendemične (4) vrste. Konstantirane su i ugrožene biljne vrste koje se nalaze na bosanskohercegovačkim (25) i evropskim Crvenim listama ugroženosti (184) što je najbolji pokazatelj ukupne raznolikosti prirodnih staništa i vrsta na sjeveru Bosne.

Analizom upotrebne vrijednosti registriranih biljnih taksona utvrđeno je da sjeverna Bosna raspolaže kvalitetnim i dostatnim prirodnim resursima u pogledu ljekovitih, vitaminoznih, jestivih, aromatičnih i medonosnih vrsta (Rosaceae, Compositae, Lamiaceae, Apiaceae, Fabaceae i dr.).

Ključne riječi: *diverzitet, endemi, IUCN, resursi, sjeverna Bosna*

UVOD

Botanička znanost na području Bosne i Hercegovine datira iz perioda austrougarske vladavine kada su počela prva istraživanja vaskularne flore na cijelom prostoru naše zemlje pa tako i na prostoru sjeverne Bosne, a koja su u kasnijem periodu nastavljena (Fiala, 1890, 1891, 1892, 1896; Maly, 1899, 1904, 1906, 1908a, 1908b, 1910, 1912, 1917, 1919, 1920, 1923, 1927, 1928, 1948; Beck, 1903-1927; Beck & Maly, 1950; Beck, Maly & Bjelčić, 1967, 1974, 1983).

Područje obuhvata sjeverni odnosno sjeveroistočni (peripanski) dio Bosne i Hercegovine. Postojanje i povlačenje Prateisa, specifična geogeneza i orogeneza, geološka i geomorfološka raznolikost i kasniji utjecaj tople kontinentalne klime, su uvjetovali razvoj raznolike vaskularne flore te istovremeno omogućili i opstanak brojnih tercierno-reliktnih vrsta u refugijalnim staništima (Redžić *et al.*, 2008).

Cilj rada je da se na osnovu rezultata preliminarnih istraživanja utvrdi kvalitet, stanje i raspoloživost biljnih resursa na sjevernom području Bosne u svrhu preporuka za njihovu eksploataciju, kao i akcentiranje na neophodne mjere konzervacije područja sa

¹Odjeljenje za prirodne nauke, Zemaljski muzej Bosne i Hercegovine
Zmaja od Bosne 3, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
Korespondencija: ermanalagumdžija@gmail.com

izraženim karakterom endemizma i vrsta koje se nalaze na Crvenim listama prema pravilima IUCN-a.

MATERIJAL I METODE RADA

Terensko-istraživačkim radovima izvršeno je rekognosciranje više lokaliteta na prostoru sjeverne Bosne (Slika 1): Duboki potok (kanjon Tinje prema Srebreniku), Podpeć, Bijela rijeka, Pejići – Dokanj – Abramovka - Obodnica Gornja i okolina jezera Modrac – Babice - Gornje Poljice - Treštenica Gornja – Vijenac (Tabela 1).



Slika 1. Karta istraživanog područja
Figure 1. Map of researched area

Tabela 1. Lokalizacije i geografske karakteristike istraživanog područja
Table 1. Locations and geographical characteristics of researched area

Br.	Lokalitet	N	E	Nadmorska visina (m)
1.	Duboki potok (Srebrenik)	44° 40' 02''	18° 30' 07''	219
2.	Podpeć	44° 39' 33''	18° 33' 15''	503
3.	Bijela rijeka	44° 39' 57''	18° 26' 19''	524
4.	Pejići	44° 35' 3''	18° 42' 2''	420
5.	Dokanj	44° 35' 0''	18° 41' 0''	508
6.	Abramovka	44° 38' 12''	18° 27' 19''	217
7.	Obodnica Gornja	44° 37' 15''	18° 39' 02''	577
8.	jezero Modrac	44° 29' 55''	18° 30' 0''	200
9.	Babice	44° 30' 13''	18° 26' 36''	208
10.	Gornje Poljice	44° 28' 41''	18° 28' 52''	320
11.	Rudnik Vijenac	44° 30' 33''	18° 33' 19''	405
12.	Treštenica Gornja (Banovići)	44° 26' 0''	18° 27' 0''	380

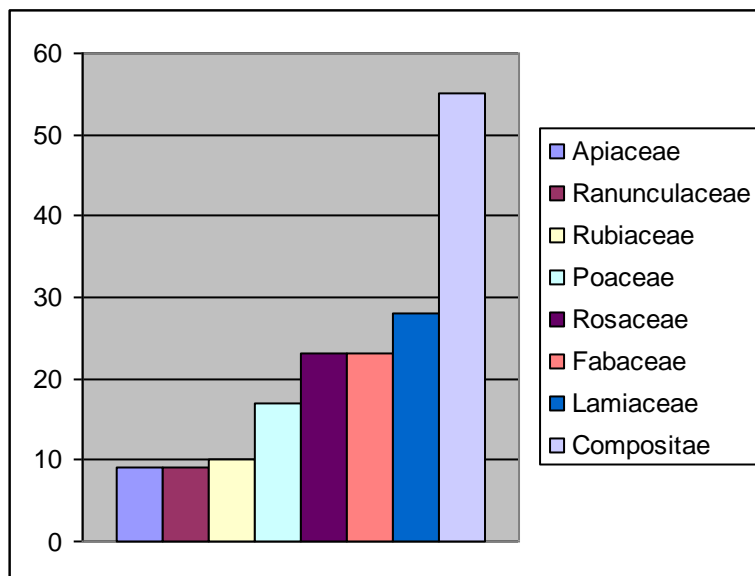
U orografskom smislu ovo područje karakterišu većim dijelom ravni i brežuljkasti tereni. Polazeći od Panonije ka središnjoj Bosni kanjon rijeke Tinje (između mjesta Tinja i Srebrenik) je prvi kanjon. Stoga se njegov značaj ogleda u opstanku brojnih terciarno-reliktnih vrsta. Područje istraživanja karakterišu: Majeвица (916 m), dijelom Konjuh (1327 m) i Javornik (1021 m). Vodeni režim je obilježen vodotocima Spreče, Turije, Tinje, Lukavca, Brke i Gostilje i jezerom Modrac (320 m) (Redžić *et al.*, 2008). Klimatski uvjeti su definisani uticajem umjereno-kontinentalne klime sa juga i tople kontinentalne klime sa sjevera (Redžić *et al.*, 2008).

Terenskim istraživanjima (2011, 2014. god.) obuhvaćeni su raznovrsni biotopi u cilju sagledavanja raznolikosti biljnih vrsta i zajednica na datom području. Fenološki su obrađene dvije vegetacijske sezone (proljeće-ljeto). Za determinaciju je korištena floristička literatura starijih (Fiala, 1889, 1890, 1891, 1892, 1896; Maly, 1899, 1904, 1906, 1908a, 1908b, 1910, 1912, 1917, 1919, 1920, 1923, 1927, 1928, 1948a, 1948b; Beck, 1903-1927; Kušan, 1938; Beck & Maly, 1950; Horvatić, 1954; Beck, Maly & Bjelčić, 1967, 1974, 1983) i novijih izdanja (Tutin *et al.*, 1964-1980; Javorka & Csápody, 1979; Šarić, 1978; Willford, 1978; Grlić, 1986; Bjelčić 1987; Šilić, 1977-2005; Mišić & Lakušić, 1990; Lakušić, 1990; Gelenčir & Gelenčir 1991; Stefanović, 1996; Šoljan, 2000; Domac, 2002; Ferhatović *et al.*, 2003; Šoljan *et al.*, 2009; Mišić & Šoljan 2014; Šilić & Šoljan 2018). Sistematski status i znanstveni naziv vrsta su usaglašeni prema Euro+Med PlantBase i The Plant List. Pregled rijetkih i ugroženih vrsta sa IUCN kategorizacijom dat je prema važećoj Crvenoj listi divljih vrsta i podvrsta biljaka, životinja i gljiva Federacije Bosne i Hercegovine (Službene novine Federacije BiH, 7/14) gdje su korištene kratice: **EX** (istrijebljena), **EW** (istrijebljena u divljini), **CR** (kritično ugrožena), **EN** (ugrožena), **VU** (ranjiva), **NT** (gotovo ugrožena), **LC** (najmanje zabrinjavajuća), **DD** (nedovoljno podataka) i **NE** (nije evaluirana). Uz ovaj podatak pridružen je i važeći status za područje Evrope prema Crvenoj listi IUCN (IUCN 2021) sa kategorijama: **EX** (izumrle), **EW** (izumrle u prirodi), **RE** (regionalno izumrle), **CR** (kritično ugrožene), **EN** (ugrožene), **VU** (visok rizik od izumiranja), **NT** (gotovo ugrožene), **LC** (najmanje zabrinjavajuće), **DD** (nedovoljno poznate vrste), **NA** (nije primjenjiva) i **NE** (nije evaluirana). Porodice, kao i pripadajuće vrste, u tabeli su navedene abecednim redom.

REZULTATI I DISKUSIJA

Floristički sastav istraživanog područja

Analiza brojnosti vrsta i podvrsta unutar porodica pokazala je da su najzastupljenije: Compositae (55), Lamiaceae (28), Fabaceae (23), Rosaceae (23), Poaceae (17), Rubiaceae (10), Apiaceae (9), Ranunculaceae (9) itd. (Slika 2).



Slika 2. Brojnost vrsta i podvrsta prema porodicama na prostoru sjeverne Bosne
 Figure 2. Number of species and subspecies by families in Northern Bosnia

Na ovim prostorima registrirane su 3 stenoendemične vrste - *Campanula hofmannii* (Pant.) Greuter & Burdet (Slika 3), *Euphorbia gregersenii* K.Maly, *Viola beckiana* Fiala i 4 subendema - *Saxifraga tridactylites* L., *Scabiosa leucophylla* Borbas, *Stachys recta* L., *Viburnum lantana* L. (Slika 4).



Slika 3. *Campanula hofmannii*
 (Pant.) Greuter & Burdet



Slika 4. *Viburnum lantana* L.

Proučavajući biljni materijal sa aspekta ugroženosti, konstantirano je da se na ispitivanom području nalaze osjetljive vrste (Službene novine Federacije BiH, 7/14).

Registrirano je ukupno 25 biljnih taksona koji su svrstani u različite kategorije ugroženosti:

1. *Acorus calamus* L. – (VU)
2. *Anemone hepatica* Schreber – (VU) (Slika 5)
3. *Angelica silvestris* L. – (VU)
4. *Butomus umbellatus* L. – (LC)
5. *Caltha palustris* L. – (CR) (Slika 6)
6. *Campanula hofmannii* (Pant.) Greuter & Burdet – (NT)
7. *Cephalanthera rubra* (L.) L.C.Rich – (VU)
8. *Euphorbia gregersenii* K.Maly – (NT)
9. *Galanthus nivalis* L. – (NT)
10. *Hieracium murorum* L. – (DD)
11. *Iris germanica* L. – (DD)
12. *Lamium orvala* L. – (LC) (Slika 7)
13. *Leucanthemum vulgare* Lam. – (VU)
14. *Limodorum abortivum* (L.) Sw. – (VU)
15. *Paragymnopteris marantae* (L.) K. H. Shing – (EN) (Slika 8)
16. *Physospermum cornubiense* (L.) DC. – (DD)
17. *Ruscus hypoglossum* L. – (VU)
18. *Scabiosa leucophylla* Borbas – (LC)
19. *Scrophularia scopolii* Hoppe – (DD)
20. *Sedum album* L. – (DD)
21. *Spiranthes autumnalis* Rich. – (EN)
22. *Stachys recta* L. – (CR)
23. *Thymus serpyllum* subsp. *balcanus* (Borb.) Lyka – (NT)
24. *Viburnum lantana* L. – (EN)
25. *Viola beckiana* Fiala – (NT)



Slika 5. *Anemone hepatica* Schr.



Slika 6. *Caltha palustris* L.

Slika 7. *Lamium orvala* L.Slika 8. *Paragymnopteris marantae*
(L.) K. H. Shing

Također je potvrđeno da se u vaskularnoj flori na prostoru sjeverne Bosne nalaze 184 taksona koji su na evropskoj crvenoj listi ugroženih biljnih vrsta: *Ulmus glabra* Mill. je pod visokim rizikom od izumiranja (VU), *Galanthus nivalis* L., *Iris pseudacorus* L. i *Paragymnopteris marantae* (L.) K. H. Shing su gotovo ugrožene vrste (NT), 175 najmanje zabrinjavajućih (LC) i 5 vrsta sa nedovoljno podataka za sigurnu kategorizaciju (DD).

Upotrebna vrijednost prirodnih biljnih resursa područja sjeverne Bosne

Determinirane su slijedeće: *Artemisia absinthium* L. – pelin, *Atropa belladonna* L. – velebilje, *Hypericum perforatum* L. – kantarion, gospina trava, *Pinus nigra* Arnold – crni bor, *Pinus silvestris* L. – bijeli bor, *Rubus idaeus* L. – malina, *Tussilago farfara* L. – podbjel, *Valeriana officinalis* L. – odoljen, *Achillea millefolium* L. – kunica, *Asarum europaeum* L. – kopitnjak, *Chelidonium majus* L. – rosopas, *Hedera helix* L. – bršljan, *Crataegus monogyna* Jacqu. – bijeli glog, *Plantago lanceolata* L. – dugolisni trputac, *Rosa canina* L. – pasja ruža, šipak, *Symphytum officinale* L. – crni gavez, *Teucrium chamaedrys* L. – dubaćac, *Thymus serpyllum* L. – majčina dušica, *Urtica dioica* L. – velika kopriiva, *Tilia platyphyllos* Scop. – lipa širokolisna, *Dryopteris filix mas* (L.) Schott. – navala ili bujatka i dr.

Neke biljne vrste se tradicionalno koriste u svrhu liječenja ili olakšanja tegoba i njihov broj je daleko veći u odnosu na oficijelne odnosno priznate ljekovite vrste. Od taksona koje se koriste u narodnoj medicini ovoga područja, determinirane su: *Allium ursinum* L. – srijemuš, *Angelica silvestris* L. – šumska anđelika, *Aruncus dioicus* Fernald – kozja brada, *Cardamine enneaphyllos* (L.) Cr. – devetolisna režuha, *Corylus avellana* L. – obična lijeska, *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo – pjegavi kaćunak, *Glechoma hederacea* L. – obična dobričica, *Lithospermum purpureo-coeruleum* L. – rumenjnak, *Mentha arvensis* L. – poljska metvica, *Mentha longifolia* (L.) Huds. – dugolisna metvica, *Plantago maior* L. – ženska bokvica, *Pulmonaria officinalis* L. – plućnjak, *Silene vulgaris* (Moench) Garcke – pucavac, *Symphytum tuberosum* ssp. *nodosum* (Schur) Soo – žuti gavez, *Veronica chamaedrys* L. – čestoslavica, *Vicia cracca* L. – ptičja grahorica, *Viola odorata* L. – mirisava ljubičica, *Viola silvestris* Lam. – šumska ljubičica, *Quercus*

petraea (Matt.) Liebl. – hrast kitnjak, *Prunus spinosa* L. - trnjina, *Knautia arvensis* (L.) Coult. – njijska udovica, *Galium verum* L. – ivanjsko cvijeće, *Erica carnea* L. - crnjuša rumena, *Phyllitis scolopendrium* (L.) Newm.- jelenski jezik, *Polypodium vulgare* L.- slatka paprat, *Asplenium adiantum-nigrum* L.- sljeznica crna, *Asplenium trichomanes* L.- papratka, *Asplenium viride* Hudson- ribica, *Polystichum aculeatum* (L.) Roth. – zimski paprat, *Polystichum lonchitis* (L.) Roth – oštra paprat i dr.

U flori Bosne i Hercegovine su zastupljene biljne vrste koje se definišu kao **i ljekovite i otrovne**. Iz ove skupine biljaka su registrirane: *Caltha palustris* L. – kaljužnica, *Echium vulgare* L.– lisičina, *Euphorbia amygdaloides* L. - šumska mlječika, *Helleborus odorus* Waldst.& Kit. – kukurijek, *Hepatica nobilis* Mill. – jetrenka, *Lathyrus latifolius* L. – velevcijetna kukavičica, *Ligustrum vulgare* L. - obična kalina, *Paris quadrifolia* L. - vranino oko, *Polygonatum multiflorum* (L.) All. - obični Salamonov pečat, *Vincetoxicum officinale* L.- lastavina ljekovita, *Arum maculatum* L. – kozlac obični i dr. Osim navedenih, konstatovana je **smrtno otrovna vrsta** *Clematis vitalba* L. – pavit obična koja se ne preporučuje za upotrebu.

Od **medonosnih biljaka** koje ulaze u sastav vegetacije proučavanog područja registrirane su: *Robinia pseudoacacia* L., *Campanula trachelium* L., *Campanula persicifolia* L., *Polygala comosa* Schk., *Trifolium pratense* L. , *Trifolium repens* L., *Salvia glutinosa* L., *Prunella vulgaris* L., *Ajuga reptans* L., *Rhinanthus rumelicus* Velen. – rumelijski šušlavac, *Ononis spinosa* L., *Lathyrus latifolius* L. – širokolisni grahor, *Medicago sativa* L., *Succisa pratensis* Moench, *Medicago lupulina* L., *Tilia tomentosa* Moench, *Holcus lanatus* L., *Stachys silvatica* L., *Lamium orvala* L. - kugača, *Galium odoratum* (L.) Scop., *Angelica silvestris* L. i druge.

Začinske i aromatične vrste su zabilježene na istraživanom području i riječ je o pripadnicima rodova *Mentha* i *Thymus*, *Glechoma hederacea* L., *Angelica silvestris* L., *Salvia officinalis* L., *Allium ursinum* L., *Artemisia absinthium* L., *Origanum vulgare* L., *Valeriana officinalis* L i dr.

Jestivo samoniklo bilje osobito dolazi do izražaja u vanrednim uvjetima života kada je proizvodnja hrane smanjena (elementarne nepogode, ratni sukobi), te je preporučeno utvrditi kvalitet flore i mogućnosti korištenja biljnih resursa za ishranu. Većina biljnih vrsta koje se nalaze na popisu su jestive, kod nekih cijeli habitus ili pojedini dijelovi (list, korijen ili plod). Na prostoru sjeverne Bosne su registrirane brojne, a od kojih su posebno cijenjene one koje pripadaju porodici ruža (*Rosaceae*): *Fragaria vesca* L. – šumska jagoda, *Prunus cerasifera* Ehrh. - džanarika, *Prunus domestica* L. - šljiva, *Cydonia oblonga* Mill. – dunja, *Pirus piraster* (L.) Borkh. – divlja kruška, *Malus sylvestris* Mill. – divlja jabuka , *Rosa canina* L. – šipak, *Rubus caesius* L. – ostruga, *Rubus fruticosus* L. – kupina, kao i druge: *Achillea millefolium* L. – kunica, *Crataegus monogyna* Jacqu. – bijeli glog, *Plantago lanceolata* L. – dugolisni trputac, *Taraxacum officinale* Weber – maslačak, *Teucrium chamaedrys* L. – dubaćac, *Bellis perennis* L. – tratinčica, *Cornus mas* L.- drijen, *Corylus avellana* L.- obična lijeska, *Mycelis muralis* (L.) Dum. – šumska salatika, *Sambucus nigra* L. – crna bazga, *Acer pseudoplatanus* L.– gorski javor, *Fagus sylvatica* L. - europska bukva, *Juglans regia* L. - orah, *Typha*

latifolia L.- rogoz, *Allium ursinum* L. – srijemuš, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn - bujad i dr.

Pregled vegetacije istraživanog područja

Prostor sjeverne Bosne je obilježen posebnom biljnom zajednicom predpanonske bukve (*Fagetum subpanonicum* M.Wraber 1961) (Slika 9). Riječ je o specifičnoj kategoriji bukovih šuma koja biljnogeografski pripada pripanonskom sektoru srednjoeuropske florne provincije. Sa sjeverozapadne strane ona se graniči sa zajednicama *Fagion medioeuropaeum* Soo (60) 1962 podsveze *Eu-Fagion* Oberd. 1957, sa sjeverne i istočne strane toplijim stepskim i prelaznim šumskostepskim područjem između šuma sladuna i cera (*Quercion frainetto-cerris* Ht), odnosno stepskih šuma *Aceri tatarici-Quercion* Zol. et Jacucs 1957 i sa juga prema unutrašnjosti sa šumom kitnjaka i graba (*Carpinion betuli illyrico-moesiacum* Ht 1965) (Stefanović, 1996).

U Panonskom prostoru sjeverne Bosne šume bukve su shvaćene kao asocijacijska grupa submontanih šuma bukve *Fagetum illyricum submontanum* sveze *Fagion illyricum* Ht 1950, podsveze *Primulo-Fageinion* Borhidi 1963, u kojoj su objedinjene slijedeće zajednice:

- šuma bukve sa šašem (*Carici pilosae-Fagetum* Z.Pelcer 1983 nom. prov.);
- šuma bukve sa lazarkinjom (*Asperulo-Fagetum* Z.Pelcer 1981 nom. prov.),
- šuma bukve sa klokočikom (*Staphyleo-Fagetum* Z.Pelcer 1979 nom. prov.);
- šuma bukve sa mekolisnom veprinom (*Rusco hypoglossi-Fagetum submontanum* V. Stefanović 1990);
- šuma bukve (*Fagetum pannonicum* Ht 1938 s.l.em. B.Fabijanić 1967).



Slika 9. Prepanonske šume bukve *Fagetum subpanonicum* M.Wraber 1961 var. geogr. *Ruscus hypoglossum* (lokalitet Bijela Rijeka)

Figure 9. Sub-Pannonian beech forest *Fagetum subpanonicum* M.Wraber 1961 var. geogr. *Ruscus hypoglossum* (locality River Bijela)

Pored šumske vegetacije, istraživanja su obuhvatila i vegetaciju visokih zeleni (*Alno-Adenostylion*); vegetaciju kserofilnih (*Festuco-Brometea*), mezofilnih (*Arrhenatheretea*), higrofilnih (*Molinio-Juncetea*) i acidofilnih livada i pašnjaka (*Juncetea trifidi*); vegetaciju priobalnog područja pojasa slatkih voda sveze *Nanocyperion flavescens* (klase *Isoeto-Nanojuncetea*); vegetaciju močvara u kombinaciji sa vodenjarama sveze *Sparganio-Glycerion* (*Potamion eurosibiricum*) klase *Phragmitetea* i vegetaciju na deposolima klase *Artemisietea*.

ZAKLJUČAK

Preliminarni rezultati u identifikaciji i evaluaciji prirodnih resursa na prostoru sjeverne Bosne su potvrdili 358 vrsta i podvrsta Pteridophyta i Spermatophyta (78 porodica, 227 rodova).

Najbrojniji su predstavnici porodica Compositae (15,4%), Lamiaceae (8%), Fabaceae (6,5%) i Rosaceae (6,5%).

Najveću specifičnost vaskularne flore sjeverne Bosne predstavljaju registrirane endemične vrste (*Campanula hofmannii* (Pant.) Greuter & Burdet, *Euphorbia gregersenii* K.Maly, *Viola beckiana* Fiala) isključivo vezane za bosanskohercegovački teritorij kao i endemi (*Saxifraga tridactylites* L., *Scabiosa leucophylla* Borbas, *Stachys recta* L., *Viburnum lantana* L.) čiji areal obuhvata i druga područja Dinarida, te Balkanskog poluotoka.

Na istraživanom području konstantirane su ugrožene biljne vrste od kojih je 25 na Crvenoj listi FBiH i 184 taksona na evropskoj Crvenoj listi ugroženih biljnih vrsta što indicira na potrebu zaštite njihovih prirodnih staništa od različitih pritisaka lokalnog karaktera.

Registrirane ljekovite, vitaminozne, jestive, aromatične i medonosne biljne vrste ukazuju na kvalitetan herbalni sektor sjeverne Bosne.

LITERATURA

- Beck, G. (1903-1927). Flora Bosne i Hercegovine i novopazarskog sandžaka, 1- 3. Sarajevo - Beograd.
- Beck, G. & Maly, K. (1950). Flora Bosnae et Hercegovinae, IV Sympetalae, Pars 1, ZM BiH: 1-72. Sarajevo.
- Beck, G., Maly, K., Bjeličić, Ž. (1967). Flora Bosnae et Hercegovinae, IV Sympetalae, Pars 2, ZM BiH: 1-110. Sarajevo.
- Beck, G., Maly, K., Bjeličić, Ž. (1974). Flora Bosnae et Hercegovinae, IV Sympetalae, Pars 3, ZM BiH: 1-83. Sarajevo.
- Beck, G., Maly, K., Bjeličić, Ž. (1983). Flora Bosnae et Hercegovinae, IV Sympetalae, Pars 4, ZM BiH: 1-188. Sarajevo.
- Bjeličić, Ž. (1987). Endemi u biljnom svijetu Bosne i Hercegovine i problemi zaštite. ANU BiH Sarajevo. Posebna izdanja 83, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka 14: 95 - 102.

- Crvena lista divljih vrsta i podvrsta biljaka, životinja i gljiva. Službene novine Federacije BiH, 7/14.
- Domac, R. (2002). Mala flora Hrvatske i susjednih područja. Školska knjiga. Zagreb. european pharmacopoeia free download pdf
- Euro+Med PlantBase (<http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/query.asp>)
- Ferhatović, Dž., Mišić, Lj., Međedović, S. (2003). Sistematika otrovnih biljaka (Pteridophyta & Spermatophyta). Univerzitet Tuzla.
- Fiala, F. (1889). O endemičnim biljkama u okupiranim zemljama. GZMBiH, knjiga IV, God. I: 116-119. Sarajevo.
- Fiala, F. (1890). Prilozi flori Bosne i Hercegovine. GZM BiH, 4: 309-315. Sarajevo.
- Fiala, F. (1891). Florističke vijesti. GZM BiH, 4: 45-48. Sarajevo.
- Fiala, F. (1892). Botanički prilozi. GZM BiH, 2: 187-190. Sarajevo.
- Fiala, F. (1896). Prilozi flori Bosne i Hercegovine. GZM BiH, 8: 293-324. Sarajevo.
- Gelenčir, I., Gelenčir, J. (1991). Atlas ljekovitog bilja. Prosvjeta. Zagreb.
- Grić, Lj. (1986). Enciklopedija samoniklog jestivog bilja. August Cesarec. Zagreb.
- Horvatić, S. (1954). Ilustrirani bilinar – priručnik za određivanje porodica i rodova višeg bilja. Školska knjiga: 1-767. Zagreb.
- IUCN 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. Gland, Cambridge.
- IUCN 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2. <https://www.iucnredlist.org>.
- Javorka, S., Csápody, V. (1979). Iconographia Florae Partis Austro-Orientalis Europae Centralis. G. Fisher, Stuttgart.
- Kušan, F. (1938). Ljekovito bilje. Zagreb.
- Lakušić, R. (1990). Planinske biljke. IP „Svjetlost“, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo - Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- Maly, K. (1899). Floristički prilozi. GZM BiH, 11: 127-150. Sarajevo.
- Maly, K. (1904). Beitrage zur Kenntnis der Flora Bosniens und der Herzegowina. Verh.-Zool.-Bot. Ges., 54: 165-309. Wien.
- Maly, K. (1906). Nove biljke iz Bosne i Hercegovine. GZM BiH, 18: 445-448. Sarajevo.
- Maly, K. (1908a). Prilozi za floru Bosne i Hercegovine. GZM BiH, 20: 555-557. Sarajevo.
- Maly, K. (1908b). Nabranjanje skupljenih biljaka u Bosni i Hercegovini od članova međunarodnog kongresa u godini 1905. GZM BiH, 20: 558-567. Sarajevo.
- Maly, K. (1910). Prilozi za floru Bosne i Hercegovine. GZM BiH, 21: 685-694. Sarajevo.
- Maly, K. (1912). Prilozi za floru Bosne i Hercegovine. GZM BiH, 24: 587-596. Sarajevo.
- Maly, K. (1917). Prilozi za floru Bosne i Hercegovine. GZM BiH, 29: (1-4), 115-116. Sarajevo.
- Maly, K. (1919). Prilozi za floru Bosne i Hercegovine. GZM BiH, 31: 1, 61-94. Sarajevo.

- Maly, K. (1920). Prilozi za floru Bosne i Hercegovine. GZM BiH, 32: 129-154. Sarajevo.
- Maly, K. (1923). Prilozi za floru Bosne i Hercegovine. GZM BiH, 35: 123-162. Sarajevo.
- Maly, K. (1927). Uber das Vorkommen einiger Dianthus-Sippen in Bosnien Hercegovina. Mag. Botan. Lapok 1/12: 63-65. Budapest.
- Maly, K. (1928). Prilozi za floru Bosne i Hercegovine. GZM BiH, 40: 107-166. Sarajevo.
- Maly, K. (1948a). Mali prilozi za floru Bosne i Hercegovine. Godišnjak Biol. inst. u Sarajevu, 1, 2: 37-53. Sarajevo.
- Maly, K. (1948b). *Symphandra hofmannii* Pant. Prilog poznavanju vrste. Godišnjak biološkog instituta u Sarajevu, Godina I, Sveska 2: 3-26.
- Mišić, Lj., Lakušić, R. (1990). Livadske biljke. Priroda Jugoslavije, IP „Svjetlost“, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo & Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- Mišić, Lj., Šoljan, D. (2014). Index Florae Bosnae et Hercegovinae (Part 1). GZM (PN) NS 34: 73 – 88.
- Redžić, S., Barudanović, S. (2008). Bosna i Hercegovina - Zemlja raznolikosti, Pregled i stanje biološke i pejzažne raznolikosti BiH, Federalno ministarstvo okoliša i turizma FBiH, Sarajevo.
- Stefanović, V. (1996). Fitocenoze bukve sa veprinom mekolisnom sjeverne Bosne. GZM (PN) N.S sv.31, 1992-1995. Sarajevo.
- The Plant List. www.theplantlist.org - home
- Tutin, T.G. & al. (1964-1980). Flora Europaea. Vol. 1-5. Cambridge.
- Šarić, T. (1978). Atlas korova. IP „Svjetlost“ Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo.
- Šilić, Č. (1979). Monografija rodova *Satureja* L. *Calamintha* Miller, *Micromeria* Bentham, *Acinos* Miller i *Clinopodium* L. u Flori Jugoslavije. ZM BiH, posebno izdanje: 1-440. Sarajevo.
- Šilić, Č. (1990). Šumske zeljaste biljke. IP „Svjetlost“, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo - „Školska knjiga Zagreb – „Vuk Karadžić“, Beograd.
- Šilić, Č. (1990). Endemične biljke. IP „Svjetlost“, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo - Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- Šilić, Č. (2005). Atlas dendlofore (drveće i grmlje) Bosne i Hercegovine. I izdanje. Matica hrvatska Čitluk. Franjevačka kuća Masna luka.
- Šilić, Č., Šoljan, D. (2018). Index Florae Bosnae et Hercegovinae (Part 3). GZM (PN) NS 37: 51 – 58.
- Šoljan, D. (2000). Kormofiti kao biološki resursi. Univerzitetska knjiga, Sarajevo.
- Šoljan, D., Muratović, E., Abadžić, S. (2009). Biljke planina Bosne i Hercegovine. TKD Šahinpašić. Sarajevo-Zagreb.
- Willford, R. (1978). Ljekovito bilje i njegova upotreba. Izdavačko knjižarsko poduzeće „Mladost“. Zagreb.

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE VASCULAR FLORA OF NORTHERN BOSNIA

Summary

Floristic research in the northern Bosnia confirmed a high level of plant biodiversity (78 families, 227 genera, 358 species and subspecies of Pteridophyta and Spermatophyta). The most represented species are from families Compositae (15,4%), Lamiaceae (8%), Fabaceae (6,5%) and Rosaceae (6,5%). Registered stenoendemic (3) and subendemic species (4) gives a special feature to the researched area. Endargened plant species, identified in the researched area, are found in the Bosnian (25) and European Red List of Threatened species (184), which is the best indicator of the conservation state of natural habitats and species in the northern Bosnia. The analysis of the used value of registered plant taxa showed that the area of northern Bosnia has quality and sufficient natural resources in terms of medicinal, vitamin, edible, aromatic and honey species (Rosaceae, Compositae, Lamiaceae, Apiaceae, Fabaceae etc.).

Key words: *diversity, endemics, IUCN, resource, Northern Bosnia*

PRIOLOG 1. Vaskularna flora sjeverne Bosne
 APPENDIX 1. Vascular flora of Northern Bosnia

Redni broj	Porodica	Naziv taksona	Status endema	Status ugroženo sti prema Crvenoj listi FBiH	Status ugroženo sti prema evropskoj Crvenoj listi
1	Acoraceae	<i>Acorus calamus</i> L.		VU	LC
2	Amaryllidaceae	<i>Allium ursinum</i> L.			LC
3	Amaryllidaceae	<i>Allium sphaerocephalon</i> L.			LC
4	Amaryllidaceae	<i>Galanthus nivalis</i> L.		NT	NT
5	Apiaceae	<i>Aegopodium podagraria</i> L.			
6	Apiaceae	<i>Angelica silvestris</i> L.		VU	LC
7	Apiaceae	<i>Heracleum sphondylium</i> L.			
8	Apiaceae	<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.			
9	Apiaceae	<i>Peucedanum cervaria</i> (L.) Lapeyr.			
10	Apiaceae	<i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) Moench			
11	Apiaceae	<i>Physospermum cornubiense</i> (L.) DC.		DD	
12	Apiaceae	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.			
13	Apiaceae	<i>Sanicula europaea</i> L.			LC
14	Apocynaceae	<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> Medik.			
15	Araceae	<i>Arum maculatum</i> L.			
16	Araliaceae	<i>Hedera helix</i> L.			LC
17	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia clematitis</i> L.			
18	Aristolochiaceae	<i>Asarum europaeum</i> L.			
19	Asparagaceae	<i>Asparagus tenuifolius</i> Lam.			LC
20	Asparagaceae	<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.			
21	Asparagaceae	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.			
22	Asparagaceae	<i>Ruscus hypoglossum</i> L.		VU	LC
23	Aspleniaceae	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L.			LC
24	Aspleniaceae	<i>Asplenium ceterach</i> L.			LC
25	Aspleniaceae	<i>Asplenium scolopendrium</i> L.			LC
26	Aspleniaceae	<i>Asplenium trichomanes</i> L.			LC
27	Aspleniaceae	<i>Asplenium viride</i> Hudson			LC
28	Berberidaceae	<i>Epimedium alpinum</i> L.			
29	Betulaceae	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.			LC
30	Boraginaceae	<i>Anchusa officinalis</i> L.			
31	Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i> L.			
32	Boraginaceae	<i>Lithospermum purpureocaeruleum</i> (L.) Holub			
33	Boraginaceae	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill			
34	Boraginaceae	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.			LC
35	Boraginaceae	<i>Symphytum officinale</i> L.			LC

36	Boraginaceae	<i>Symphytum tuberosum</i> L.			
37	Brassicaceae	<i>Alliaria officinalis</i> Andrz.			
38	Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.			LC
39	Brassicaceae	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz.			
40	Brassicaceae	<i>Cardamine impatiens</i> L.			
41	Brassicaceae	<i>Draba muralis</i> (L.) Fourr.			
42	Brassicaceae	<i>Erysimum sylvestre</i> (Crantz) Scop.			
43	Brassicaceae	<i>Rorippa austriaca</i> (Cr.) Bess.			LC
44	Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> L.			
45	Brassicaceae	<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.			
46	Butomaceae	<i>Butomus umbellatus</i> L.		LC	LC
47	Campanulaceae	<i>Campanula glomerata</i> L.			
48	Campanulaceae	<i>Campanula hofmannii</i> (Pant.) Greuter & Burdet	+	NT	
49	Campanulaceae	<i>Campanula patula</i> L.			
50	Campanulaceae	<i>Campanula persicifolia</i> L.			
51	Campanulaceae	<i>Campanula trachelium</i> L.			
52	Cannabaceae	<i>Humulus lupulus</i> L.			LC
53	Caprifoliaceae	<i>Lonicera caprifolium</i> L.			
54	Caryophyllaceae	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.			
55	Caryophyllaceae	<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.			
56	Caryophyllaceae	<i>Petrorhagia saxifraga</i> (L.) Link			
57	Caryophyllaceae	<i>Silene coronaria</i> (L.) Clairv.			
58	Caryophyllaceae	<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv.			
59	Caryophyllaceae	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke			LC
60	Caryophyllaceae	<i>Stellaria graminea</i> L.			
61	Caryophyllaceae	<i>Stellaria nemorum</i> L.			
62	Celastraceae	<i>Euonymus europaeus</i> L.			LC
63	Celastraceae	<i>Euonymus verrucosus</i> Scop.			LC
64	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> L.			
65	Clusiaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L.			LC
66	Compositae	<i>Achillea millefolium</i> L.			LC
67	Compositae	<i>Adenostyles alliariae</i> (Gouan) Kerner			
68	Compositae	<i>Anthemis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>			
69	Compositae	<i>Anthemis tinctoria</i> L.			
70	Compositae	<i>Aposeris foetida</i> (L.) Less.			
71	Compositae	<i>Arctium lappa</i> L.			LC
72	Compositae	<i>Artemisia absinthium</i> L.			LC
73	Compositae	<i>Bellis perennis</i> L.			
74	Compositae	<i>Bidens tripartitus</i> L.			LC
75	Compositae	<i>Carduus carduelis</i> (L.) Grenier			
76	Compositae	<i>Centaurea calcitrapa</i> L.			

Prilog poznavanju vaskularne flore sjeverne Bosne
Contribution to the knowledge of the vascular flora of Northern Bosnia

77	Compositae	<i>Centaurea micrantha</i> Gmel.			
78	Compositae	<i>Centaurea nigrescens</i> Willd.			
79	Compositae	<i>Centaurea stenolepis</i> Kern.			
80	Compositae	<i>Centaurea triumfetti</i> All.			
81	Compositae	<i>Cichorium intibus</i> L.			LC
82	Compositae	<i>Cirsium acaule</i> (L.) Scop.			
83	Compositae	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.			
84	Compositae	<i>Cirsium lanceolatum</i> (L.) Scop.			
85	Compositae	<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.			
86	Compositae	<i>Erigeron acer</i> L.			
87	Compositae	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.			
88	Compositae	<i>Eupatorium cannabinum</i> L.			
89	Compositae	<i>Filago germanica</i> (L.) Huds.			
90	Compositae	<i>Gnaphalium sylvaticum</i> L.			
91	Compositae	<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.			
92	Compositae	<i>Hieracium murorum</i> L.		DD	
93	Compositae	<i>Hieracium pillosela</i> L.			
94	Compositae	<i>Hieracium transsilvanicum</i> Heuff.			
95	Compositae	<i>Hypochoeris radicata</i> L.			
96	Compositae	<i>Inula conyzae</i> (Griess.) DC.			
97	Compositae	<i>Inula helenium</i> L.			LC
98	Compositae	<i>Inula salicina</i> L.			
99	Compositae	<i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>communis</i>			
100	Compositae	<i>Leontodon autumnalis</i> L.			
101	Compositae	<i>Leontodon hispidus</i> L.			
102	Compositae	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.		VU	
103	Compositae	<i>Matricaria recutita</i> (L.) Rauschert			LC
105	Compositae	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dum.			LC
106	Compositae	<i>Petasites hybridus</i> (L.) Gaertner et al.			LC
107	Compositae	<i>Picris hieracioides</i> L.			
108	Compositae	<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Gaertn.			
109	Compositae	<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.			LC
110	Compositae	<i>Serratula tinctoria</i> L.			
111	Compositae	<i>Solidago virgaurea</i> L.			LC
112	Compositae	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.			
113	Compositae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.			
114	Compositae	<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Schultz Bip.			
115	Compositae	<i>Tanacetum vulgare</i> L.			
116	Compositae	<i>Taraxacum obliquum</i> (Fries) Dahlst.			
117	Compositae	<i>Taraxacum officinale</i> Web.			LC
118	Compositae	<i>Tragopogon orientalis</i> L.			

119	Compositae	<i>Tussilago farfara</i> L.			LC
120	Compositae	<i>Xanthium spinosum</i> L.			
121	Compositae	<i>Xanthium strumarium</i> L.			
122	Convolvulaceae	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.			LC
123	Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.			
124	Cornaceae	<i>Cornus mas</i> L.			LC
125	Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i> L.			
126	Corylaceae	<i>Carpinus betulus</i> L.			LC
127	Corylaceae	<i>Corylus avellana</i> L.			LC
128	Corylaceae	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.			LC
129	Crassulaceae	<i>Sedum acre</i> L.			LC
130	Crassulaceae	<i>Sedum album</i> L.		DD	
131	Cupressaceae	<i>Juniperus communis</i> L.			LC
132	Cyperaceae	<i>Blysmus compressus</i> (L.) Link			LC
133	Cyperaceae	<i>Carex gracilis</i> Curt.			LC
134	Cyperaceae	<i>Carex silvatica</i> Huds.			
135	Cyperaceae	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) R.Br.			LC
136	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn			LC
137	Dioscoraceae	<i>Tamus communis</i> L.			LC
138	Dipsacaceae	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coulter			
139	Dipsacaceae	<i>Scabiosa leucophylla</i> Borbás	+	LC	
140	Dipsacaceae	<i>Succisa pratensis</i> Moench			
141	Dryopteridaceae	<i>Dryopteris filix mas</i> (L.) Schott.			LC
142	Dryopteridaceae	<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Roth.			LC
143	Dryopteridaceae	<i>Polystichum lonchitis</i> (L.) Roth			LC
144	Equisetaceae	<i>Equisetum arvense</i> L.			LC
145	Equisetaceae	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.			LC
146	Equisetaceae	<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.			LC
147	Ericaceae	<i>Erica carnea</i> L.			
148	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.			
149	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.			
150	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia gregerseii</i> K.Maly	+	NT	
151	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.			
152	Fabaceae	<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.			LC
153	Fabaceae	<i>Cytisus hirsutus</i> L.			LC
154	Fabaceae	<i>Cytisus nigricans</i> L.			LC
155	Fabaceae	<i>Doronicum herbaceum</i> Vill.			
156	Fabaceae	<i>Genista tinctoria</i> L.			
157	Fabaceae	<i>Lathyrus latifolius</i> L.			LC
158	Fabaceae	<i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh.			LC
159	Fabaceae	<i>Lathyrus pratensis</i> L.			LC

Prilog poznavanju vaskularne flore sjeverne Bosne
Contribution to the knowledge of the vascular flora of Northern Bosnia

160	Fabaceae	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.			LC
161	Fabaceae	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.			LC
162	Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i> L.			LC
163	Fabaceae	<i>Medicago lupulina</i> L.			LC
164	Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.			LC
165	Fabaceae	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Med.			LC
166	Fabaceae	<i>Onobrychis vicifolia</i> Scop.			LC
167	Fabaceae	<i>Ononis arvensis</i> L.			
168	Fabaceae	<i>Ononis spinosa</i> L.			LC
169	Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.			LC
170	Fabaceae	<i>Trifolium dubium</i> Sibth.			
171	Fabaceae	<i>Trifolium montanum</i> L.			
172	Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i> L.			LC
173	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L.			LC
174	Fabaceae	<i>Vicia cracca</i> L. s.l.			LC
175	Fagaceae	<i>Castanea sativa</i> L.			LC
176	Fagaceae	<i>Fagus sylvatica</i> L.			LC
177	Fagaceae	<i>Quercus cerris</i> L.			LC
178	Fagaceae	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.			LC
179	Fagaceae	<i>Quercus pubescens</i> Wild.			LC
180	Fagaceae	<i>Quercus robur</i> L.			LC
181	Gentianaceae	<i>Centaurium erythrea</i> Rafn.			LC
182	Gentianaceae	<i>Centaurium minus</i> Moench			
183	Gentianaceae	<i>Centaurium pulchellum</i> (Sw.) Druce			LC
184	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L' Hérít			
185	Geraniaceae	<i>Geranium molle</i> L.			
186	Geraniaceae	<i>Geranium phaeum</i> L.			
187	Geraniaceae	<i>Geranium robertianum</i> L.			
188	Geraniaceae	<i>Geranium sanguineum</i> L.			LC
189	Iridaceae	<i>Iris germanica</i> L.		DD	NT
190	Iridaceae	<i>Iris pseudacorus</i> L.			LC
191	Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.			LC
192	Juncaceae	<i>Juncus bufonius</i> L.			LC
193	Juncaceae	<i>Juncus effusus</i> L.			LC
194	Juncaceae	<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.			
195	Lamiaceae	<i>Acinos arvensis</i> (Lam.) Dandy subsp. <i>villosus</i> (Gaud.) Sojak			
196	Lamiaceae	<i>Ajuga reptans</i> L.			
197	Lamiaceae	<i>Calamintha sylvatica</i> Bromf.			
198	Lamiaceae	<i>Clinopodium vulgare</i> L.			
199	Lamiaceae	<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.			
200	Lamiaceae	<i>Glechoma hederacea</i> L.			LC

201	Lamiaceae	<i>Glechoma hirsuta</i> W.K.			
202	Lamiaceae	<i>Lamium maculatum</i> (L.) L.			
203	Lamiaceae	<i>Lamium orvala</i> L.		LC	
204	Lamiaceae	<i>Melissa officinalis</i> L.			LC
205	Lamiaceae	<i>Mentha aquatica</i> L.			LC
206	Lamiaceae	<i>Mentha longifolia</i> (L.) L.			LC
207	Lamiaceae	<i>Micromeria</i> sp.			
208	Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> L.			LC
209	Lamiaceae	<i>Prunella laciniata</i> (L.) L.			
210	Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i> L.			LC
211	Lamiaceae	<i>Salvia glutinosa</i> L.			
212	Lamiaceae	<i>Salvia pratensis</i> L.			
213	Lamiaceae	<i>Salvia verticillata</i> L.			
214	Lamiaceae	<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trev.			LC
215	Lamiaceae	<i>Stachys palustris</i> L.			LC
216	Lamiaceae	<i>Stachys recta</i> L.	+	CR	
217	Lamiaceae	<i>Stachys silvaica</i> L.			
218	Lamiaceae	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.			LC
219	Lamiaceae	<i>Thymus pulegioides</i> L.			
220	Lamiaceae	<i>Thymus serpyllum</i> L.			LC
221	Lamiaceae	<i>Thymus serpyllum</i> subsp. <i>balcanus</i> (Borb.) Lyka		NT	
222	Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i> L.			LC
223	Malvaceae	<i>Malva moschata</i> L.			
224	Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.			
225	Malvaceae	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.			LC
226	Malvaceae	<i>Tilia tomentosa</i> Moench			LC
227	Melanthiaceae	<i>Paris quadrifolia</i> L.			LC
228	Oleaceae	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl			LC
229	Oleaceae	<i>Fraxinus excelsior</i> L.			LC
230	Oleaceae	<i>Fraxinus ornus</i> L.			LC
231	Oleaceae	<i>Ligustrum vulgare</i> L.			
232	Onagraceae	<i>Epilobium angustifolium</i> L.			LC
233	Onagraceae	<i>Epilobium parviflorum</i> Schreb.			LC
234	Orchidaceae	<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) L.C.Rich.		VU	LC
235	Orchidaceae	<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó subsp. <i>maculata</i>			LC
236	Orchidaceae	<i>Limodorum abortivum</i> (L.) Sw.		VU	LC
237	Orchidaceae	<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) L.C.Rich.			LC
238	Orchidaceae	<i>Spiranthes autumnalis</i> Rich.		EN	LC
239	Orobanchaceae	<i>Euphrasia rostkoviana</i> Hayne			LC
240	Orobanchaceae	<i>Melampyrum pratense</i> L.			
241	Orobanchaceae	<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.			

Prilog poznavanju vaskularne flore sjeverne Bosne
Contribution to the knowledge of the vascular flora of Northern Bosnia

242	Orobanchaceae	<i>Rhinanthus rumelicus</i> Velen.			
243	Oxalidaceae	<i>Oxalis acetosella</i> L.			
244	Papaveraceae	<i>Chelidonium majus</i> L.			LC
245	Pinaceae	<i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold			LC
246	Pinaceae	<i>Pinus sylvestris</i> L.			LC
247	Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.			LC
248	Plantaginaceae	<i>Plantago maior</i> L.			LC
249	Plantaginaceae	<i>Plantago media</i> L.			
250	Plantaginaceae	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.			LC
251	Plantaginaceae	<i>Veronica chamaedrys</i> L.			
252	Plantaginaceae	<i>Veronica persica</i> Poir.			
253	Plantaginaceae	<i>Veronica urticifolia</i> Jacqu.			
254	Poaceae	<i>Agropyron repens</i> (L.) P. Beauv.			
255	Poaceae	<i>Agrostis alba</i> L.			LC
256	Poaceae	<i>Brachypodium pinnatum</i> Font Quer [non (L.) P. Beauv.]			
257	Poaceae	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.			
258	Poaceae	<i>Bromus hordeaceus</i> L.			
259	Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i> L.			
260	Poaceae	<i>Festuca drymeja</i> Mert. & W.D.J. Koch			
261	Poaceae	<i>Festuca heterophylla</i> Lam.			LC
262	Poaceae	<i>Festuca pseudovina</i> Wiesb.			
263	Poaceae	<i>Glyceria plicata</i> (Fr.) Fr.			LC
264	Poaceae	<i>Holcus lanatus</i> L.			
265	Poaceae	<i>Hordeum murinum</i> L.			LC
266	Poaceae	<i>Lolium perenne</i> L.			LC
267	Poaceae	<i>Melica nutans</i> L.			
268	Poaceae	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.			LC
269	Poaceae	<i>Poa pratensis</i> L.			LC
270	Poaceae	<i>Poa trivialis</i> L.			
271	Polygalaceae	<i>Polygala comosa</i> Schk.			
272	Polygonaceae	<i>Polygonum amphibium</i> L.			LC
273	Polygonaceae	<i>Polygonum hidropiper</i> L.			LC
274	Polygonaceae	<i>Polygonum mite</i> Schrank			
275	Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.			LC
276	Polypodiaceae	<i>Polypodium vulgare</i> L.			LC
277	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton natans</i> L.			LC
278	Primulaceae	<i>Lysimachia nummularia</i> L.			LC
279	Primulaceae	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.			LC
280	Primulaceae	<i>Primula vulgaris</i> Huds.			
281	Pteridaceae	<i>Paragymnopteris marantae</i> (L.) K. H. Shing		EN	NT
282	Ranunculaceae	<i>Anemone hepatica</i> L.		VU	LC

283	Ranunculaceae	<i>Anemone nemorosa</i> L.			
284	Ranunculaceae	<i>Caltha palustris</i> L.		CR	LC
285	Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i> L.			
286	Ranunculaceae	<i>Ficaria verna</i> Huds.			LC
287	Ranunculaceae	<i>Helleborus odorus</i> W.K.			
288	Ranunculaceae	<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.			
289	Ranunculaceae	<i>Ranunculus repens</i> L.			LC
290	Ranunculaceae	<i>Ranunculus sardous</i> Crantz			LC
291	Rhamnaceae	<i>Frangula alnus</i> Mill.			LC
292	Rhamnaceae	<i>Rhamnus cathartica</i> L.			LC
293	Rosaceae	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.			LC
294	Rosaceae	<i>Aruncus dioicus</i> (Walter) Fernald			
295	Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i> Jacqu.			LC
296	Rosaceae	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.			
297	Rosaceae	<i>Filipendula vulgaris</i> Moench			LC
298	Rosaceae	<i>Fragaria moschata</i> Weston			LC
299	Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i> L.			LC
300	Rosaceae	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.			DD
301	Rosaceae	<i>Pirus communis</i> L. var. <i>piraster</i> (L.) Asch.& Graebn.			
302	Rosaceae	<i>Potentilla alba</i> L.			
303	Rosaceae	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räusch.			
304	Rosaceae	<i>Potentilla heptaphylla</i> L. subsp. <i>australis</i> (Nym.) Gams			
305	Rosaceae	<i>Potentilla micrantha</i> DC.			
306	Rosaceae	<i>Potentilla reptans</i> L.			
307	Rosaceae	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.			DD
308	Rosaceae	<i>Prunus domestica</i> L.			DD
309	Rosaceae	<i>Prunus spinosa</i> L.			LC
310	Rosaceae	<i>Rosa arvensis</i> Huds.			
311	Rosaceae	<i>Rosa canina</i> L.			LC
312	Rosaceae	<i>Rubus caesius</i> L.			LC
313	Rosaceae	<i>Rubus fruticosus</i> L.			LC
314	Rosaceae	<i>Sorbus domestica</i> L.			LC
315	Rosaceae	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz			LC
316	Rubiaceae	<i>Asperula cynanchica</i> L.			
317	Rubiaceae	<i>Asperula purpurea</i> (L.) Ehrend.			
318	Rubiaceae	<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.			
319	Rubiaceae	<i>Galium aparine</i> L.			LC
320	Rubiaceae	<i>Galium intermedium</i> Schult.			
321	Rubiaceae	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.			LC
322	Rubiaceae	<i>Galium palustre</i> L.			LC
323	Rubiaceae	<i>Galium rotundifolium</i> L.			

Prilog poznavanju vaskularne flore sjeverne Bosne
 Contribution to the knowledge of the vascular flora of Northern Bosnia

324	Rubiaceae	<i>Galium silvaticum</i> L.			
325	Rubiaceae	<i>Galium verum</i> L.			LC
326	Salicaceae	<i>Populus alba</i> L.			LC
327	Salicaceae	<i>Populus nigra</i> L.			DD
328	Salicaceae	<i>Populus tremula</i> L.			LC
329	Salicaceae	<i>Salix alba</i> L.			LC
330	Salicaceae	<i>Salix caprea</i> L.			LC
331	Salicaceae	<i>Salix cinerea</i> L.			LC
332	Salicaceae	<i>Salix purpurea</i> L.			LC
333	Sapindaceae	<i>Acer campestre</i> L.			LC
334	Sapindaceae	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.			LC
335	Sapindaceae	<i>Acer tataricum</i> L.			LC
336	Saxifragaceae	<i>Saxifraga tridactylites</i> L.	+		
337	Scrophulariaceae	<i>Scrophularia scopolii</i> Hoppe		DD	
338	Scrophulariaceae	<i>Verbascum phlomoides</i> L.			LC
339	Solanaceae	<i>Atropa bella-donna</i> L.			
340	Staphyleaceae	<i>Staphylea pinnata</i> L.			LC
341	Typhaceae	<i>Sparganium erectum</i> L.			LC
342	Typhaceae	<i>Typha latifolia</i> L.			LC
343	Ulmaceae	<i>Ulmus glabra</i> Mill.			VU
344	Ulmaceae	<i>Ulmus minor</i> Mill.			DD
345	Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.			LC
346	Urticaceae	<i>Urtica urens</i> L.			LC
347	Valerianaceae	<i>Valeriana officinalis</i> L.			LC
348	Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i> L.			LC
349	Viburnaceae	<i>Sambucus ebulus</i> L.			LC
350	Viburnaceae	<i>Sambucus nigra</i> L.			
351	Viburnaceae	<i>Sambucus racemosa</i> L.			
352	Viburnaceae	<i>Viburnum lantana</i> L.	+	EN	
353	Violaceae	<i>Viola arvensis</i> Murray			LC
354	Violaceae	<i>Viola beckiana</i> Fiala	+	NT	
355	Violaceae	<i>Viola hirta</i> L.			
356	Violaceae	<i>Viola sylvestris</i> Lam.			
357	Violaceae	<i>Viola odorata</i> L.			LC
358	Violaceae	<i>Viola tricolor</i> L.			LC

ISTRAŽIVANJE PROTEOLITIČKE I LIPOLITIČKE AKTIVNOSTI BAKTERIJA MLIJEČNE KISELINE IZOLIRANIH IZ AUTOHTONOG TRAVNIČKOG/VLAŠIČKOG SIRA

Mersiha Alkić-Subašić¹, Svijetlana Sakić-Dizdarević¹, Tarik Dizdarević¹, Sabina Operta¹, Jasmina Tahmaz¹, Nermina Đulančić¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Bakterije mliječne kiseline (BMK) koje se prirodno nalaze u nekim vrstama hrane, sudjeluju u procesima fermentacije hrane i ciljano se dodaju kao starter kulture u prehrambenoj industriji. U tradicionalnim proizvodima, BMK doprinose zrenju i razvoju finalnih senzornih svojstava proizvoda. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati proteolitičku i lipolitičku aktivnost BMK, primarno izoliranih iz tradicionalnog *Travničkog/Vlašićkog* sira. Četrdeset i jedan izolat (41) BMK preliminarno je karakteriziran morfološkim, fiziološkim i biohemijskim testovima. Četiri roda bakterija mliječne kiseline obuhvaćena su istraživanjem: 1. *Lactobacillus* (*Lb. paracasei/casei* i *Lb. brevis*), 2. *Pediococcus* (*P. pentosaceus* i *P. acidilacti*), 3. *Leuconostoc* (*Leu. mesenteroides*) i 4. *Enterococcus* (*E. faecalis*, *E. faecium* i *E. durans*). Kod sedam analiziranih sojeva BMK dokazana je izuzetno dobra proteolitička aktivnost, sa dijametrima zone proteolize između 14 i 18 mm. Pored navedenog, potvrđena je niska lipolitička aktivnost BMK porijekolom iz *Travničkog/Vlašićkog* sira. Proteolitički sojevi BMK bi mogli naći primjenu u polu-industrijskoj proizvodnji bijelog salamurnog sira, što bi pozitivno uticalo na intenzivniju proteolizu i ubrzalo proces zrenja sira.

Ključne riječi: *bakterije mliječne kiseline (BMK), proteolitička aktivnost, lipolitička aktivnost.*

UVOD

Proteolitički sistem bakterija mliječne kiseline (BMK) ima jednu od najvažnijih uloga u metabolizmu azotnih supstanci mlijeka, a sastoji se od proteinaza ćelijskog zida uz nekoliko peptidaza smještenih u citoplazmi. Ekstracelularne proteinaze ćelijskog zida iniciraju razgradnju kazeina do manjih peptida što je neophodno za rast BMK u mlijeku. Stoga se ekstracelularne proteinaze smatraju ključnim enzimima proteolitičkog sistema BMK (Moulay i sar., 2006). Soj specifični transportni sistem bakterija reguliše transport peptida i aminokiselina u bakterijsku ćeliju. Ovaj sistem sojevi laktokoka koriste u snabdijevanju ćelija neophodnim aminokiselinama te za povećanje biomase

¹Poljoprivredno-prehrambeni fakultet - Univerzitet u Sarajevu / Faculty of Agriculture and Food Sciences - University of Sarajevo
Correspondence: m.alkic-subasic@ppf.unsa.ba

ćelija (Pelaez i Requena, 2005). Brzina rasta i razmnožavanja laktokoka u mlijeku zavisi od proteolitičkog sistema. Koncentracija aminokiselina u mlijeku je veoma niska, posebno izoleucina i leucina (Mills i Thomas, 1980). Selekcija novih sojeva BMK se vrši na osnovu sposobnosti rasta u mlijeku, a proteolitičke i lipolitičke aktivnosti su faktori na osnovu kojih se procjenjuje tehnološki potencijal BMK. Selekcioniraju se sojevi koje odlikuje visoka proteolitička aktivnost, a isti ulaze u sastav ko-kultura i/ili starter kultura namijenjenih proizvodnji sira (Moulay i sar., 2006).

BMK se odlikuju slabije izraženom lipolitičkom aktivnošću u poređenju sa drugim bakterijskim vrstama i plijesnima. Enzimi starter bakterija vrlo slabo hidroliziraju trigliceride, iako su sposobni da proizvode slobodne masne kiseline, koje nastaju djelovanjem lipaza mlijeka i/ili drugih mikrobnih lipaza iz mono i di-glicerida (Stadhouders i Veringa, 1973). Potvrđeno je da bakterije proizvode lipazu tokom ekspanzionalne faze rasta, te da je proizvodnja iste u velikoj mjeri ovisna o uslovima rasta (Papon i Talon, 1988; Makhzoum i sar., 1995) sa maksimalnim proizvedenim količinama pri optimalnoj temperaturi i pH vrijednosti supstrata. Slobodne masne kiseline nastale u siru razlaganjem masnih frakcija, smatraju se prekursorima molekula koje su zaslužne za proizvodnju komponenti arome kao što su metilketoni, esteri, laktoni masnih kiselina i alkoholi (McSweeney i Sousa, 2000).

MATERIJAL I METODE

Četrdeset i jedan izolat BMK (41) obuhvaćen istraživanjem prvobitno je izolovan iz autohtonog ovčijeg *Travničkog/Vlaškog* sira, nakon čega su izolati determinisani primjenom morfoloških, fizioloških testova te biohemijskim nizom reakcija API Rapid ID 32 Strep stripova i API 50 CH (BioMeriux, Francuska). Izolati rodova BMK (*Lactobacillus*, *Leuconostoc* i *Pediococcus*) su do upotrebe čuvani u MRS bujonu (De Man i sar., 1960) i/ili M17 bujonu (*Enterococcus*) (Himedia, Indija) (Terzaghi i Sandine, 1975) uz dodatak 20% glicerola. Čistoća izolata je provjeravana svakih šest mjeseci. Rodovi *Lactobacillus*, *Leuconostoc* i *Pediococcus* su periodično rekultivisani na MRS agarnoj podlozi (Himedia, India), dok je za izolate roda *Enterococcus* korištena M17 agarna podloga (Himedia, India). Čiste kulture su čuvane u krio epruветama na temperaturi -60°C , na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu, Univerziteta u Sarajevu.

Priprema inokuluma bakterijakih kultura. Nakon potvrđivanja čistoće autohtonih izolata BMK, uzeta je po jedna kolonija svake kulture sa površine agarnih ploča i inokulirana u 9 ml MRS ili M17 bujona (Merck Darmstadt, Njemačka). Kulture su inkubirane 18h pri 30°C , a pripremljena bujonska kultura je korištena za dokazivanje proteolitičke i lipolitičke aktivnosti izolata BMK.

Proteolitička aktivnost izolata BMK je određivana primjenom sterilne mliječne agarne podloge (MA; pH 6,5) (Oxoid). Napravljena su udubljenja diametra 5mm u MA podlozi (agar spot metod), a u udubljenja je inokulirano $5\mu\text{L}$ i $10\mu\text{L}$ testiranih bujonskih kultura

BMK (zamućenja 4 po McFarland-u). Paralelne Petri kutije su inkubirane 24h pri 37°C za laktobacile i enterokoke i pri 30°C za pediokoke i leukonostok. Proteolitička aktivnost je dokazivana mjerenjem prozirnih zona koje su se pojavile oko udubljenja u koje je inokulirana kultura, prema proizvođačkoj specifikaciji.

Lipolitička aktivnost izolata BMK je dokazivana brzom kvalitativnom metodom određivanja lipolitičke aktivnosti fermentativnih mikroorganizama (Leuschner i sar., 1997). Za ispitivanje lipolitičke aktivnosti BMK korištena je bujonska kultura u logaritamskoj fazi rasta (zamućenja 4 po McFarland-u). Lipolitička aktivnost je analizirana na 2% Tributirin agaru (TBA) (Merck, Darmstadt, Njemačka), u koji je nakon sterilizacije i hlađenja na 60°C dodato 1,0% neutralnog glicerol tributirata (Aldrich Chemicals, Gillingham, UK). Napravljena su udubljenja diametra 5 mm u TBA agaru (agar spot metod), a u udubljenja je inokulirano 5µL i 10 µL testiranih bujonskih kultura BMK. Paralelne Petri kutije su inkubirane 6 dana pri temperaturi 30°C. Lipolitička aktivnost je dokazivana mjerenjem prozirnih zona koje su se pojavile oko udubljenja u koje je inokulirana kultura.

REZULTATI I DISKUSIJA

Cilj ispitivanja proteolitičke aktivnosti BMK je selekcija sojeva koji se odlikuju visokom proteolitičkom aktivnošću, a odabrani sojevi bi mogli biti upotrebljeni kao kulture u proizvodnji sira (Mills i Thomas, 1980; Ayad i sar., 2000). Kod BMK, razlike u sposobnosti metaboliziranja aminokiselina se povezuju sa sposobnostima sinteze aminokiselina. Proteolitička aktivnost sojeva izolovanih iz prirodnih staništa je unikatna i obično veća od aktivnosti komercijalno dostupnih starter sojeva. Prirodni sojevi posjeduju mnogo veći potencijal sintetiziranja vlastitih aminokiselina u mediju u poređenju sa selekcionisanim sojevima, koji se nalaze u sastavu komercijalnih starter kultura (Ayad i sar., 2000; Smit i sar., 2005).

Tabela 1. Rezultati kvalitativne determinacije izvanćelijske proteolitičke aktivnosti bakterija mliječne kiseline sa dijametrom prozirnih zona (mm)

Table 1. Results of qualitative determination of extracellular proteolytic activities of lactic acid bacteria with diameter of clear zones (mm)

Bakterijska vrsta	Dijametar prozirne zone u milimetrima (mm)				
	<10	10-12	12-14	14-16	16-18
<i>Lb. paracasei</i> / <i>Lb. casei</i> (4)	1		3		
<i>Lb. brevis</i> (5)		3	2		
<i>Leu. mesenteroides</i> (5)		4	1		
<i>E. durans</i> (1)					1
<i>E. faecalis</i> (14)		5	6	3	
<i>E. faecium</i> (6)	1	3	2		

<i>P. pentosaceus</i> (5)		2		3	
<i>P. acidilacti</i> (1)		1			
Broj izolata (41)	2	18	14	6	1

Proteolitička aktivnost BMK izolovanih iz *Travničkog/Vlašićkog* sira ispitivana je na standardiziranoj mliječnoj agarnoj podlozi sa kazeinom, a interpretacija rezultata je rađena prema proizvođačkim specifikacijama. Izolati BMK uglavnom su hidrolizirali kazein formirajući svijetlu tj. prozirnu zonu dijametra >10 mm. Osamnaest analiziranih sojeva BMK odlikovalo se srednje dobrom (10-12 mm), a četrnaest sojeva se odlikovalo izrazito dobrom (12-14 mm) proteolitičkom aktivnošću (Tabela 1.). Izuzetno dobra proteolitička svojstva su utvrđena kod tri izolata vrste *E. faecalis* i tri izolata vrste *P. pentosaceus*, a isti su hidrolizirali kazein formirajući zonu dijametra (14-16 mm). Najveća proteolitička aktivnost je dokazana kod jedinog izolata vrste *E. durans* Ed17, porijeklom iz *Travničkog/Vlašićkog* sira, sa dijametrom prozirne zone (16-18 mm) (Tabela 1.). Prema Vuilleumard i sar. (1986), sojevi BMK se smatraju proteolitičkim ukoliko je izmjerena zona lize dijametra između 15 i 21 mm. Pojedini sojevi enterokoka najbolje hidroliziraju kazein pri temperaturama zrenja 10°C, a radi se prvenstveno o α -kazeinu, iako postoje sojevi koji posjeduju veći potencijal hidrolize β -caseina (Psoni i sar., 2007). Veliki broj autora smatra da se sojevi vrste *E. faecalis* razlikuju po količini oslobođenih aminokiselina, što je potvrđeno u ovom istraživanju, kao i činjenica da su sojevi vrste *E. faecalis* aktivniji proteolitički agensi u poređenju sa sojevima vrste *E. faecium* (Morandi i sar., 2006; Sarantinopoulous i sar., 2001).

Poznato je da BMK posjeduju slabu lipolitičku aktivnost. Na lipolitičku aktivnost sojeva iz roda *Enterococcus* utiču mnogobrojni faktori, a najviše porijeklo soja/vrste. Enterokoke porijeklom iz hrane imaju najviše izražena lipolitička svojstva, posebno sojevi vrste *E. faecalis*, potom *E. durans* i na kraju *E. faecium* (Sarantinopoulous i sar., 2001). Navedeno zavisi od uzgojnog medija, a veoma niska lipolitička aktivnost enterokoka ustanovljena je uzgojem u punomasnom mlijeku (Villani i sar., 1993).

Smatra se da je lipolitička aktivnost BMK soj-specifično svojstvo, obzirom da su se samo pojedini izolati BMK porijeklom iz *Travničkog/Vlašićkog* sira odlikovali izraženijom lipolitičkom aktivnošću. Kod izolata vrste *E. faecium* Efm19, dokazana je najveća lipolitička aktivnost, sa prozirnom zonom promjera 14 mm. Najveći broj BMK analiziranih u ovom radu je nakon rasta na površini tributirin agarne podloge hidrolizirao tributirin stvarajući prozirnu zonu hidrolize dijametra 6-8 mm (Tabela 2).

Tabela 2. Rezultati kvalitativne determinacije izvanćelijske lipolitičke aktivnosti bakterija mliječne kiseline sa dijametrom prozirnih zona (mm)

Table 2. Results of qualitative determination of extracellular lipolytic activities of lactic acid bacteria with diameter of clear zones (mm)

Bakterijska vrsta	Dijametar lipolize u milimetrima (mm)				
	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14
<i>Lb. paracasei/ Lb. casei</i> (4)	3	1			
<i>Lb. brevis</i> (5)	1	3	1		
<i>Leu. mesenteroides</i> (5)		5			
<i>E. durans</i> (1)		1			
<i>E. faecalis</i> (14)		9	3	2	
<i>E. faecium</i> (6)	1	4			1
<i>P. pentosaceus</i> (5)	3	1	1		
<i>P. acidilacti</i> (1)		1			
Ukupan broj izolata (41)	8	25	5	2	1

Prema Leuschner i sar. (1997), lipolitička aktivnost mikroorganizama koji učestvuju u fermentacijama hrane je podijeljena na nisku, ukoliko je zona hidrolize <1,5 cm, srednju aktivnost ukoliko je zona hidrolize 1,5-2,0 cm, te jaku kod zone hidrolize >2,0 cm. Prema ovoj podjeli svi izolati BMK izolirani iz tradicionalnog *Travničkog* sira mogu se svrstati u grupu izolata niske lipolitičke aktivnosti, obzirom da je kod svih zona hidrolize bila <1,5 cm. U istraživanjima Sarantinopoulos i sar.(2001), dokazano je da su izolati vrsta *E. faecalis*, *E. faecium* i *E. durans* imali sličnu lipolitičku aktivnost, nezavisno od porijekla, ali se vrsta *E. faecium* odlikovala najvišom esterolitičkom aktivnošću. Navedeno je potvrđeno i kod izolata BMK analiziranih u ovom radu (Tabela 2.).

ZAKLJUČAK

Četrdeset i jedan izolat BMK (41) obuhvaćen ovim istraživanjem pripadali su rodovima *Lactobacillus* (9), *Leuconostoc* (5), *Pediococcus* (6) i *Enterococcus* (21). Kvalitativnom analizom proteolitičkih i lipolitičkih aktivnosti BMK dokazana je dominacija sojeva koji se odlikuju srednje do izrazito dobrom proteolitičkom aktivnošću. Izuzetno dobra proteolitička svojstva su utvrđena kod tri izolata vrste *E. faecalis* i tri izolata vrste *P. pentosaceus*, a isti su hidrolizirali kazein formirajući zonu dijametra (14-16mm). Najveća proteolitička aktivnost je dokazana kod jedinog izolata vrste *E. durans* (Ed17) koji se odlikovao dijametrom prozirne zone 16-18 mm. Svi izolati BMK porijeklom iz *Travničkog/Vlašićkog* sira odlikovali su se niskom lipolitičkom aktivnošću, obzirom da je kod istih zona hidrolize bila <1,5 cm. Proteolitički sojevi bi se mogli upotrijebiti u svojstvu ko-kultura BMK u polu-industrijskoj proizvodnji bijelih salamurnih sireva.

LITERATURA

- Ayad, C., Verheul, A., Wouters, J. T. M., Smit, G. (2000). Application of wild starter cultures for flavour development in pilot plant cheese making. *International Dairy Journal*, 10, 169–179.
- de Man, J. C., Rogosa, M., Sharpe, M. Elisabeth (1960). A medium for the cultivation of lactobacilli. *Journal of Applied Microbiology*, 23, 130-135.
- Leuschner, R.G., Kenneally, P.M., Arendt, E.K. (1997). Method for the rapid quantitative detection of lipolytic activity among food fermenting microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 37, 2-3, 237–240.
- Makhzoum, A., Knapp, J.S., Owusu, R.K. (1995). Factors affecting growth and extracellular lipase production by *Pseudomonas fluorescens* 2D. *Food Microbiology*, 12, 277–290.
- McSweeney, P.L.H., Sousa, M.J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening. A review. *Lait*, 80, 293-324.
- Mills, O. E., Thomas, T. D. (1980). Bitterness development in Cheddar cheese: effect of the level of starter proteinase. *N. Z. J. Dairy Sci. Technol.* 15: 131–141.
- Morandi, S., Brasca, M., Andrighetto, C., Lombardi, A., Lodi, R. (2006). Technological and molecular characterization of enterococci isolated from north-west Italian dairy products. *Int Dairy J*, 16, 867–875.
- Moulay, M., Aggad, H., Benmechernene, Z., Guessas, B., Henni, D.E., Kihal, M. (2006). Cultivable Lactic Acid Bacteria Isolated from Algerian Raw Goat's Milk and Their Proteolytic Activity; *World Journal of Dairy & Food Sciences* 1 (1), 12-18.
- Papon, M., Talon, R. (1988). Lipolytic activity of *Brochothrix thermosphacta* and *Lactobacillus curvatus*. *Proceedings of the Thirty fourth International Congress of Meat Science and Technology*, 2, 558–561.
- Pelaez, C., Requena, T. (2005). Exploiting the potential of bacteria in the cheese ecosystem. *International Dairy Journal*, 15, 831-844.
- Psoni, L., Kotzamanidis, C., Yiangou, M., Tzanetaki, N., Litopolou-Tzanetaki, E. (2007). Genotypic and phenotypic diversity of *Lactococcus lactis* isolates from Batzos, a Greek PDO raw goat milk cheese, *International Journal of Food Microbiology*, 114, 211-220.
- Sarantinopoulous, P., Kalantzopoulous, G., Tsakalidou, E. (2001). Citrate metabolism by *Enterococcus faecalis* FAIRE229. *Appl Environ Microbiology*, 67, 5482–5487.
- Smit, G., Smit, B.A., Engels, W.J.M. (2005). Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavours profiling of cheese products. *FEMS Microbiological Review*, 29, 591–610.
- Stadhouders, J., Veringa, H.A. (1973). Fat hydrolysis by lactic acid bacteria in cheese. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 27, 77-91.
- Terzaghi, B.E., Sandine, W.E. (1975). Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages. *Appl Microbiol*, 6:807-813.

- Villani, F., Salzano, G., Sorrentino, E., Pepe, O., Marino, P., Coppola, S. (1993). Enterocin 226 NWC, a bacteriocin produced by *Enterococcus faecalis* 226, active against *Listeria monocytogenes*. *Journal of Applied Bacteriology*, 74: 380-386.
- Vuillemard, J.C. (1986). Food microbiology. Evolution of proteolytic activity of the lactic bacteria (In French). Tec & Doc, Lavoisier, 3,1-65.

INVESTIGATION OF PROTEOLYTIC AND LIPOLYTIC ACTIVITIES OF LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM AUTOCHTHONOUS TRAVNIČKI/VLAŠIČKI CHEESE

Summary

Lactic acid bacteria (LAB) found naturally in some foods, participate in food fermentation processes and are intentionally added as starter cultures in food industry. In traditional products, LAB appears to play a role in ripening and the development of the final organoleptic qualities. The objective of this study was to investigate proteolytic and lipolytic activities of LAB, primary isolated from traditional *Travnički/Vlašički* cheese. Forty-one strain of LAB were preliminary characterized using morphological, physiological and biochemical tests. Four genera of the bacteria were included in the study: 1. *Lactobacillus* (*Lb. paracasei/casei* and *Lb.brevis*), 2. *Pediococcus* (*P. pentosaceus* and *P. acidilacti*), 3. *Leuconostoc* (*Leu. mesenteroides*) and 4. *Enterococcus* (*E. faecalis*, *E. faecium* and *E. durans*). Seven LAB strains demonstrated extremely good proteolytic activity, with proteolysis zone diameters between 14 and 18 mm. In addition to the above, low lipolytic activity of LAB originating from *Travnički/Vlašički* cheese was confirmed. Proteolytic strains of BMK could find application in semi-industrial production of white brine cheese, those would positively affect more intensive proteolysis and accelerate the process of cheese ripening.

Key words: *lactic acid bacteria (LAB), proteolytic activity, lipolytic activity*

SENZORNA SVOJSTAVA CVJETNOG MEDA NA PODRUČJU BOSNE I HERCEGOVINE

Lejla Biber¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Hemijski sastav, fizička i senzorna svojstva meda variraju u zavisnosti od regionalnih i klimatskih faktora u kojim uspijeva medonosno bilje, zatim od botaničkog porijekla nektara, dužine čuvanja - zrenja meda u košnicama, kao i od uslova prerade i skladištenja meda do upotrebe. Proizvodi iz jednog područja mogu imati dodatnu vrijednost koja uvećava njegov kvalitet u odnosu na slične proizvode iz drugog područja. Cilj rada je bio da se na osnovu uzoraka cvjetnog meda prikupljenih iz različitih geografskih područja BiH utvrdi koji su senzorni pokazatelji karakteristični za određeno područje. Ispitano je 120 uzoraka meda, iz 4 geografska područja. Procjena kvaliteta cvjetnog meda je provedena u skladu sa pravilima Pravilnika o medu i drugim pčelinjim proizvodima (Sl.glasnik BiH, br. 37/09) i Direktive EU 2001/110/EC. Određena su senzorna svojstva meda. Ustanovljeno je da uzorci cvjetnog meda klasifikovani prema geografskim regionima, pokazuju određenu varijabilnost u senzornim svojstvima.

Ključne riječi: *cvjetni med, geografsko područje, kvalitet, senzorne karakteristike*

UVOD

Prema definiciji med je sladak, gust, viskozni, tekući ili kristaliziran proizvod što ga medonosne pčele proizvode od nektara cvjetova medonosnih biljaka ili od medne rose, koje pčele skupljaju, dodaju mu vlastite specifične tvari i odlažu u stanice saća da sazrije (Sl. glasnik BiH, br. 37/09). Med sadrži šećere, prije svega glukozu i fruktozu, te saharozu, maltozu i druge polisaharide (uključujući i dekstrine), zatim bjelančevine, aminokiseline, enzime, organske kiseline, polen, mineralne i druge tvari. Boja meda može varirati od vrlo svijetlih do tamnijih nijansi.

Vrsta meda zavisi od vrste nektara i u većini slučajeva je to povezano sa vrstom polena prisutnog u medu. Međutim smatra se da su za određivanje vrste meda značajnija senzorna svojstva od procenta prisutnog polena, jer vrlo mala količina nektara jake arome (kesten) utiče na senzorna svojstva meda sa slabo izraženom aromom kao što je bagremov med. Suprotno tome veće količine nektara slabo izraženom aromom nemaju uticaja na med sa jako izraženim senzornim svojstvima. Upravo radi toga se vrsta meda

¹Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Bosna i Hercegovina / Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
Korespondencija: l.biber@pf.unsa.ba

određuje na osnovu polenske analize u kombinaciji sa rezultatima fizičko-hemijske i senzorne analize.

Prema porijeklu med se razvrstava na nektarski med i medljikovac. Nektarski med jest proizvod što ga pčele proizvode od nektara različitih vrsta medonosnih biljaka, a može biti sortni ili monoflorni i cvjetni poliflorni.

Cvjetni med je poliflorni med i dobija se od nektara poljskog i livadskog medonosnog bilja. Najčešća je vrsta meda na tržištu. Prijatnog je mirisa i okusa, često jake arome, brzo kristališe zrnasto i homogeno. Varira u sastavu, boji, okusu i mirisu.

Neophodno je imati u vidu činjenicu da kvalitet prehrambenih proizvoda ne predstavlja mehanički zbir pojedinačno izmjerenih i izraženih svojstava kvaliteta, već da je on njihova integralna cjelina, pri čemu do izražaja dolaze mnogi i veoma složeni interakcijski odnosi.

Senzorna analiza je nauka koja mjeri i vrednuje senzorna svojstva kvaliteta (izgled, konzistencija/tekstura, aroma prehrambenih proizvoda) pomoću čula čovjeka. „Senzorna“ u žargonu obuhvata naučno besprijekornu pripremu, izvođenje i vrednovanje senzornih svojstava, pri čemu se na osnovu pojedinačnih sudova i pravilno primijenjene statističke obrade rezultata izvodi objektivna senzorna ocjena kvaliteta. Pojam senzorni kvalitet (upotrebna vrijednost) predstavlja ukupni senzorni utisak o uzorku (prehrambenom proizvodu) koji se ocjenjuje. Prilikom ocjenjivanja ili tokom konzumacije senzorna analiza omogućava senzoričaru odnosno potrošaču, da u jednom trenutku, pomoću čula, primi više informacija o namirnici i da tako formira kompleksan, ali jedinstven utisak o njoj (Popov-Raljić i sar., 2005., Radovanović i Popov-Raljić, 2001).

U okviru vizuelnih utisaka razlikuju se sljedeći pojmovi: boja, oblik, površina, struktura i ostali utisci. Boja, okus i miris najvažnija su senzorna svojstva meda i najviše ovise o botaničkom porijeklu meda kao i o uslovima prerade i čuvanja, a njihova analiza ima značajnu ulogu u definisanju ukupnih svojstava meda. S obzirom da za neke vrste meda fizičko-hemijske analize ne pružaju dovoljno karakterističnih vrijednosti senzorna analiza je neizostavna u procjeni kvaliteta.

Rezultati senzornog ispitivanja mogu ukazati i na neka patvorenja meda kao što su patvorenje dodavanjem šećera, dobivanje meda hranjenjem pčela šećerom te deklarisanje neodgovarajuće vrste meda s obzirom na botaničko porijeklo. Takođe je moguće utvrditi i kontaminaciju stranim materijama kao što su sredstva protiv moljaca (naftalen, etilen dibromid, p-diklorbenzol), repelenti (benzaldehyd), miris i okus dima itd. Na sveukupnu senzornu procjenu utiče i grijanje meda te duže skladištenje pri višim temperaturama (Škenderov i Ivanov, 1986; Krell, 1996; Piana i sar., 2004). Razvoj senzornih analiza hrane započinje polovicom 20-tog stoljeća. Prve senzorne procjene meda tradicionalnim tehnikama započinje Gonnet sa saradnicima u Francuskoj (Gonnet and Vache, 1979, 1985, 1992, 1998), a njegove ideje odmah prihvaćaju i nastavljaju talijanski znanstvenici. Značajan je doprinos Piana i sar. (2004) u saradnji sa IHC (International Honey Commission). Cilj jednog od njihovih istraživanja bio je napraviti prijedlog za standardnu rutinsku metodu procjene meda baziranu na ISO standardima. Prva faza je bila uspostava jedinstvenog rječnika koji se

odnosi na sve pojmove i termine koji se koriste za opisivanje evropskih monofloernih medova osim mirisa i arome za koje je belgijski tim znanstvenika takođe u saradnji sa IHC razvio poznati "kotač mirisa i aroma u medu". Rezultat cijelog istraživanja je obrazac za senzornu procjenu evropskog monofloernog meda. Korištenje navedenog obrasca pretpostavlja da će senzornu procjenu izvoditi senzorni analitičari trenirani predhodno prema ISO standardima, u uslovima pripreme uzoraka i provođenja procjene takođe prema ISO standardima.

MATERIJAL I METOD RADA

U radu je ispitano 120 uzoraka vrcanog cvjetnog meda, prikupljenog direktno od proizvođača sa četiri geografska područja BiH. Sve četiri regije su imale identičan broj uzoraka (30). Analiza uzoraka je vršena u laboratorijama na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu u Sarajevu. Uzorci su uzeti u količinama od po 500 i 1.000 g u staklenoj ambalaži, a šifrirani po principu (SV, SB, VH i NH):

- regija Sjeverne Bosne – SV
- regija Srednje Bosne – SB
- regija visoke Hercegovine (regija visokog krša) – VH
- regija niske Hercegovine (mediteranska ragija) – NH

Uzorci su propisno obilježeni (mjesto, proizvođač, datum i broj) i pohranjeni u kartonsku kutiju te transportovani u laboratoriju.

Senzorna ocjena uzoraka izvršena je od strane petočlane komisije pri čemu su ocjenjivani izgled, miris, okus i aroma. Ocjenjivanje prikupljenih uzoraka obavljalo se nakon provedenih fizičko-hemijskih analiza. Određeni fizičko-hemijski parametri (sadržaj vode i HMF-a) su vrednovani i korišteni za ukupnu ocjenu kvaliteta meda. Senzorno ocjenjivanje meda provodilo se prema metodi 20 ponderisanih (vaganih) bodova uz korištenje jedne od 4 vrste senzornih obrazaca. Za potrebe senzorne analize prikupljenih uzoraka koristio se obrazac za poliflorni med, na osnovu kojeg je pripremljen ocjenjivački listić.

Uslovi na osnovu kojih su dodijeljeni bodovi:

1. Med ne smije sadržavati nečistoću, kao što su čestice voska, pjene, dijelove pčele i drugih insekata ili drugih nečistoća. Ako uzorak sadrži nečistoće, koje izvorno ne potiču iz postupka dobivanja meda, takav se uzorak isključuje iz ocjenjivanja.
2. Pri ocjenjivanju mirisa uvažava se karakterističan miris sorte. Miris se određuje neposredno nakon otvaranja posude sa medom ili zagrijavanjem određene količine meda.
3. Pri ocjenjivanju okusa uvažava se sortna karakteristika okusa.
4. Pri ocjenjivanju arome uvažava se sortna karakteristika i intenzitet okusa i mirisa sorte, koja je navedena na deklaraciji meda.

Na osnovu sume dodijeljenih bodova svakom od navedenih svojstava daje se konačna ocjena na osnovu koje se donosi sud o kvalitetu proizvoda prema slijedećim kriterijima (tabela 1).

Tabela 1. Kategorija kvaliteta

Table 1. Quality Categories

Kategorija kvaliteta	Raspon ponderisanih bodova
Ekstra klasa	18,01-20
I klasa	16,01-18,00
II klasa	14,00-16,00
Izvan klase	<14,00
Maksimalan broj bodova	20

Izvor: Pravilnik ocjenjivanja kvalitete meda na natjecanjima u Republici Hrvatskoj, 2010.

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Cilj rada je bio da se na osnovu uzoraka cvjetnog meda prikupljenih iz različitih geografskih područja BiH utvrdi koji su senzorni pokazatelji karakteristični za određeno područje. Prema postavljenoj metodici uzorci meda su prikupljeni sa četiri geografske regije: Sjeverna Bosna, Srednja Bosna, visoka Hercegovina i niska Hercegovina.

Senzorni kvalitet meda po područjima

Rezultati senzorne ocjene meda sa sva četiri geografska područja Bosne i Hercegovine prikazani su u tabelama 2-5. Ocjene za pojedinačne uzorke u navedenim tabelama su izračunate kao aritmetičke sredine ocjena svih ocjenjivača.

Tabela 2. Rezultati senzorne analize uzoraka meda sa područja Sjeverne Bosne

Table 2. Results of sensory analysis of honey samples from the area of Northern Bosnia

Uzorak	Parametri						Ukupan broj bodova	Klasa
	Sadržaj vode (%)	Sadržaj HMF-a (mg/kg)	Čistoća	Bistrina	Miris	Okus		
1SV	1,20	0,00	2,00	2,00	3,60	5,49	14,29	II
2SV	0,00	0,00	1,80	1,80	4,05	5,25	12,90	N
3SV	0,40	2,00	2,00	2,00	3,60	6,00	16,00	II
4SV	0,00	1,20	2,00	2,00	3,89	6,24	15,33	II
5SV	0,40	0,80	2,00	2,00	3,60	6,75	15,55	II
6SV	0,80	1,60	2,00	2,00	4,05	7,50	17,95	I
7SV	0,00	0,00	0,80	0,40	0,00	0,00	-	-
8SV	1,20	0,80	2,00	2,00	4,05	6,00	16,05	I
9SV	0,80	0,80	2,00	1,93	3,89	6,49	15,91	II

Senzorna svojstva cvjetnog meda na području Bosne i Hercegovine
Sensory properties of flower honey in Bosnia and Herzegovina

10SV	0,00	0,80	1,80	1,80	4,50	7,50	16,40	I
11SV	0,80	0,40	1,20	1,46	4,50	7,50	15,86	II
12SV	2,00	0,80	2,00	2,00	4,50	7,50	18,80	E
13SV	2,00	1,60	1,80	1,80	4,50	7,50	19,20	E
14SV	0,80	2,00	2,00	2,00	4,75	7,25	18,80	E
15SV	0,00	1,20	1,80	1,80	3,29	5,49	13,58	N
16SV	0,00	1,60	1,80	2,00	3,15	5,74	14,29	II
17SV	0,00	2,00	1,80	1,80	3,60	6,24	15,44	II
18SV	1,20	2,00	2,00	2,00	3,74	6,49	17,43	I
19SV	2,00	2,00	2,00	2,00	4,50	7,50	20,00	E
20SV	0,40	0,80	1,80	2,00	3,60	5,49	14,09	II
21SV	0,40	1,60	2,00	1,80	4,50	7,50	17,80	I
22SV	1,20	1,60	1,00	1,00	4,50	7,50	16,80	I
23SV	0,40	2,00	1,80	1,80	4,50	7,50	18,00	I
24SV	0,00	2,00	1,80	1,80	4,50	7,50	17,60	I
25SV	0,00	1,60	1,80	2,00	4,50	7,50	17,40	I
26SV	0,00	2,00	1,80	1,80	4,50	7,50	17,60	I
27SV	0,40	1,60	1,80	1,80	3,60	6,75	15,95	II
28SV	1,20	2,00	1,80	1,80	4,50	7,50	18,80	E
29SV	1,20	2,00	1,80	1,80	4,50	7,50	18,80	E
30SV	1,20	2,00	1,60	1,80	4,05	6,99	17,64	I
min	0,00	0,00	1,00	1,46	3,15	5,25	12,90	
max	2,00	2,00	2,00	2,00	4,50	7,50	20,00	
$\bar{x} + s\bar{x}$	$0,69 \pm 0,65$	$1,41 \pm 0,64$	$1,83 \pm 0,23$	$1,85 \pm 0,21$	$4,10 \pm 0,45$	$6,82 \pm 0,80$	$16,69 \pm 1,82$	

* Uzorak 7SV je diskvalifikovan

E – ekstra klasa, I - prva klasa, II - Druga klasa, N - izvan klase

U tabeli 2 navedeni su rezultati senzorne ocjene uzoraka meda sa područja Sjeverne Bosne. Ocjena za pojedinačne uzorke meda se kretala od 12,90 do 20,00, a u prosjeku je iznosila $16,69 \pm 1,82$ bodova. Uzorak 22SV je dobio najmanji broj bodova za čistoću, uzorak 11SV za bistrinu, uzorak 16SV za miris i uzorak 2SV za okus.

Tabela 3. Rezultati senzorne analize uzoraka meda sa područja Srednje Bosne
 Table 3. Results of sensory analysis of honey samples from the area of Central Bosnia

Uzorak	Parametri						Ukupan broj bodova	Klasa
	Sadržaj vode (%)	Sadržaj HMF-a (mg/kg)	Čistoća	Bistrina	Miris	Okus		
1SB	2,00	0,80	2,00	2,00	3,15	6,00	15,95	II
2SB	0,40	2,00	2,00	1,80	4,05	6,00	16,25	I
3SB	0,00	1,60	2,00	1,80	4,05	7,50	16,95	I
4SB	0,40	0,00	1,80	2,00	4,05	7,50	15,75	II
5SB	0,00	1,60	1,80	1,80	3,60	6,00	14,80	II
6SB	0,00	2,00	1,80	1,80	3,60	6,00	15,20	II
7SB	0,00	1,60	1,80	2,00	2,70	7,50	15,60	II
8SB	0,40	2,00	1,80	1,80	3,82	6,37	16,19	I
9SB	0,00	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00	-	-
10SB	0,40	0,40	1,40	1,60	3,60	7,50	14,90	I
11SB	0,40	1,60	1,40	2,00	3,90	7,50	16,80	I
12SB	0,00	1,60	1,60	2,00	4,50	6,75	16,45	I
13SB	1,60	1,60	1,60	1,70	3,60	6,75	16,85	I
14SB	0,40	2,00	1,60	1,80	3,60	6,75	16,15	I
15SB	0,80	1,60	1,80	1,80	4,05	7,50	17,55	I
16SB	0,80	1,60	2,00	2,00	4,05	6,75	17,20	I
17SB	0,40	1,60	2,00	1,80	3,69	5,49	14,98	II
18SB	0,80	1,60	1,40	1,60	4,05	7,50	16,95	I
19SB	0,40	0,00	1,60	1,60	3,60	6,00	13,20	N
20SB	0,00	2,00	2,00	1,60	2,70	4,50	12,80	N
21SB	0,80	0,80	1,40	1,60	3,60	6,00	14,20	II
22SB	0,40	1,60	1,72	1,60	2,84	6,75	16,45	I
23SB	0,40	1,60	1,80	1,60	3,15	6,00	14,55	II
24SB	1,60	1,60	1,80	1,80	4,05	7,50	18,35	E
25SB	0,00	2,00	2,00	1,80	4,05	6,75	16,60	I
26SB	0,80	1,60	1,60	1,80	3,60	6,00	15,40	II
27SB	0,40	2,00	1,60	1,80	4,50	7,50	17,80	I
28SB	0,00	1,60	0,50	0,40	0,00	0,00	-	-
29SB	0,40	2,00	2,00	1,80	4,50	7,50	18,20	E
30SB	0,40	1,60	0,40	0,40	0,00	0,00	-	-
min	0,00	0,00	1,40	1,60	2,70	5,49	12,80	
max	2,00	2,00	2,00	2,00	4,50	7,50	18,35	
$\bar{x} \pm s\bar{x}$	0,52 ± 0,52	1,49 ± 0,58	1,75 ± 0,21	1,79 ± 0,14	3,73 ± 0,49	6,66 ± 0,80	16,00 ± 1,38	

*Uzorci 9SB, 28SB i 30SB su diskvalifikovani

E – ekstra klasa, I - prva klasa, II - Druga klasa, N - izvan klase

Na osnovu podataka za senzornu ocjenu meda sa područja Srednje Bosne, prikazanih u tabeli 3., može se zaključiti da se ocjena kretala od 12,80 do 18,35, a prosječna vrijednost je bila $16,00 \pm 1,38$ bodova. Za bistrinu je 7 uzoraka dobilo nizak broj bodova, a za čistoću 5 uzoraka.

Tabela 4. Rezultati senzorne analize uzoraka meda sa područja visoke Hercegovine
Table 4. Results of sensory analysis of honey samples from the area of high Herzegovina

Uzorak	Parametri						Ukupan broj bodova	Klasa
	Sadržaj vode (%)	Sadržaj HMF-a (mg/kg)	Čistoća	Bistrina	Miris	Okus		
1VH	0,40	1,60	1,80	1,84	4,35	7,24	17,23	I
2VH	0,00	1,20	1,93	2,00	4,50	6,75	16,38	I
3VH	1,20	0,00	2,00	2,00	4,05	5,25	14,50	II
4VH	0,80	1,60	4,05	1,80	3,15	5,25	16,65	I
5VH	1,60	0,00	2,00	2,00	3,89	6,00	15,49	II
6VH	1,60	0,80	2,00	1,40	2,70	6,00	14,50	II
7VH	0,40	1,60	2,00	2,00	4,50	7,50	18,00	I
8VH	2,00	1,60	1,60	1,80	3,60	5,25	15,85	II
9VH	0,00	1,20	3,60	1,80	4,05	6,00	16,65	I
10VH	1,20	2,00	1,60	2,00	4,05	7,50	18,35	E
11VH	1,60	1,60	1,60	1,80	3,60	6,75	16,95	I
12VH	0,00	1,60	1,40	1,60	2,70	3,75	11,05	N
13VH	0,40	1,60	1,60	1,80	3,60	5,25	14,25	II
14VH	0,40	2,00	2,00	1,80	2,84	4,50	13,54	N
15VH	0,00	2,00	2,00	2,00	3,89	7,50	17,39	I
16VH	0,80	1,20	1,80	2,00	3,15	4,74	13,69	N
17VH	0,80	1,60	2,00	1,80	0,90	3,24	10,34	N
18VH	1,60	1,20	1,80	1,80	3,60	6,00	16,00	II
19VH	0,40	0,40	2,00	1,86	4,05	6,99	15,70	II
20VH	1,20	0,00	1,86	1,46	3,15	4,99	12,66	N
21VH	1,20	0,80	2,00	2,00	4,05	7,50	17,55	II
22VH	1,20	1,60	1,80	1,80	3,60	6,00	16,00	II
23VH	1,20	2,00	2,00	2,00	4,50	7,50	19,20	E
24VH	0,80	2,00	1,80	1,80	3,15	6,75	16,30	II
25VH	0,80	1,60	1,40	1,60	3,44	6,00	14,84	II
26VH	1,20	1,20	2,00	1,80	3,15	6,00	15,35	II
27VH	0,00	2,00	1,60	1,20	2,99	6,00	13,79	N
28VH	0,00	1,60	1,80	1,80	4,35	4,50	14,05	II
29VH	1,20	1,60	1,60	1,60	3,60	5,62	15,22	II
30VH	0,80	1,60	1,80	1,60	4,05	6,75	16,60	I
min	0,00	0,00	1,40	1,20	0,90	3,24	10,34	
max	2,00	2,00	2,00	2,00	4,50	7,50	19,20	

$\bar{x} + s\bar{x}$	$0,83 \pm 0,58$	$1,36 \pm 0,59$	$1,95 \pm 0,55$	$1,79 \pm 0,19$	$3,57 \pm 0,74$	$5,97 \pm 1,15$	$15,47 \pm 2,01$
----------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------

E – ekstra klasa, I - prva klasa, II - Druga klasa, N - izvan klase

Rezultati senzorne analize uzoraka meda sa područja visoke Hercegovine (tabela 4) su varirali od 10,34 do 19,20 bodova. Prosječna ocjena za uzorke meda sa ovog područja iznosila je $15,47 \pm 2,01$ bodova. 12VH i 25VH su uzorci sa najmanjim brojem bodova za čistoću (1,40), uzorak 27VH sa najmanjim brojem bodova za bistrinu (1,20). Miris je najlošije ocijenjen kod uzorka 17VH (0,90). Isti uzorak je dobio i najniže ocjene (3,24) za okus.

Tabela 5. Rezultati senzorne analize uzoraka meda sa područja niske Hercegovine
 Table 5. Results of sensory analysis of honey samples from the area of low Herzegovina

Uzorak	Parametri						Ukupan broj bodova	Klasa
	Sadržaj vode (%)	Sadržaj HMF-a (mg/kg)	Čistoća	Bistrina	Miris	Okus		
1NH	1,20	1,20	1,80	2,00	4,05	6,75	17,00	I
2NH	0,80	2,00	1,53	1,46	3,15	6,00	14,94	II
3NH	0,80	1,60	2,00	2,00	4,50	6,00	16,90	I
4NH	1,60	0,40	1,80	1,80	3,60	6,00	15,20	II
5NH	0,80	1,20	1,40	1,80	3,60	6,00	14,80	II
6NH	1,20	0,00	2,00	2,00	4,50	7,50	17,20	I
7NH	0,00	1,60	1,80	1,80	3,15	6,00	14,35	II
8NH	1,60	0,00	1,60	1,80	4,50	7,50	17,00	I
9NH	0,80	0,00	1,80	1,80	4,05	7,50	15,95	II
10NH	0,00	0,00	1,80	2,00	4,05	7,50	15,35	II
11NH	0,00	1,60	1,80	1,40	2,70	4,50	12,00	N
12NH	0,40	0,00	1,80	1,80	4,05	6,00	14,05	II
13NH	0,00	1,20	1,33	0,80	2,09	3,00	8,42	N
14NH	0,80	0,00	1,80	1,80	4,05	6,00	14,45	II
15NH	1,60	0,40	2,00	2,00	4,19	7,24	17,43	I
16NH	0,80	0,80	2,00	1,80	4,05	7,50	16,95	I
17NH	0,00	1,20	1,80	1,60	1,35	3,00	8,95	N
18 NH	0,00	2,00	1,20	1,40	3,15	6,49	14,24	II
19 NH	0,00	2,00	0,40	1,20	1,80	1,50	6,90	N
20 NH	0,00	2,00	2,00	2,00	4,50	7,50	18,00	I
21 NH	0,00	2,00	1,70	1,40	3,15	4,50	12,75	N
22 NH	2,00	1,20	2,00	2,00	3,74	6,24	17,18	I
23 NH	0,00	0,00	1,93	1,80	3,15	6,00	12,88	N
24 NH	0,40	1,60	2,00	1,80	4,05	6,75	16,60	I

25 NH	0,80	0,00	1,20	1,60	3,60	6,24	13,44	N
26 NH	0,00	0,00	1,80	1,80	3,60	6,49	13,69	N
27 NH	0,00	0,00	2,00	1,80	4,05	6,99	14,84	II
28 NH	0,40	1,60	1,80	1,80	4,05	7,50	17,15	I
29 NH	0,40	0,00	1,60	1,80	4,50	7,50	15,80	II
30 NH	0,00	0,00	1,60	1,80	4,05	7,50	14,95	II
min	0,00	0,00	0,40	0,80	1,35	1,50	6,90	
max	2,00	2,00	2,00	2,00	4,50	7,50	18,00	
$\bar{x} + s\bar{x}$	0,55 ± 0,61	0,85 ± 0,81	1,71 ± 0,34	1,73 ± 0,27	3,63 ± 0,80	6,17 ± 1,51	14,65 ± 2,73	

E – ekstra klasa, I - prva klasa, II - Druga klasa, N - izvan klase

Za područje niske Hercegovine prosječna ocjena senzornog kvaliteta meda bila je $14,65 \pm 2,73$ bodova (tabela 5). Broj bodova kod pojedinačnih uzoraka varirao je od 6,90 do 18,00. Najmanji broj bodova za čistoća dobio je uzorak 19NH (0,40), a za bistrinu uzorak 13NH (0,80). Najniža broj bodova za miris je dodijeljen uzorku 17NH. Okus je najlošije ocijenjen kod uzorka 19NH.

Pored toga senzorna analiza je pokazala da su uzorci 10SV, 19SV, 22SV, 25SV i 27SV su imali jak i specifičan miris kestena odnosno vrijeska. Netipičan, stran miris za med su imali uzorci 1SB, 14SB i 18NH. Miris uzorka 15VH je bio stran, netipičan za med. Pretpostavlja se da je taj miris posljedica plastične ambalaže. Osim uzoraka koji su imali kiseo miris i okus, dva uzorka 20SB i 18 NH se posebno ističu, jer su imali netipičan okus na maslac pomiješan sa šećerom. Uzorci medljike su imali umjereno sladak i opor okus (19SV, 23SV, 24SV, 25SV, 26SV, 28SV, 30SV, 18SB, 20SB, 24SB, 28SB, 29SB, 11VH, 14VH, 27VH, 29VH, i 18NH).

Od ukupno 120 ocijenjenih uzoraka meda četiri uzorka (7SV 9SB, 28SB i 30SB) su diskvalifikovana zbog neprijatnog, sirćetnog okusa i mirisa, odnosno fermentacije i zbog patvorenja meda dodavanjem šećera. Kod uzoraka 22SV, 19SB, 12VH, 18NH i 19NH su bili prisutni ostaci sača, dijelovi tijela pčele, insekti (mravi i muhe), ali i druge nečistoće kao što su trava i dlake. Ovi uzorci nisu diskvalifikovani, iako bi prema kriterijima ocjenjivanja morali biti, jer u metodama rada nije naglašeno da med mora biti filtriran.

U tabeli 6 prikazan je prosječan senzorni kvalitet po područjima i za cijelu BiH. Podaci navedeni u tabeli odnose se na pojedinačne pokazatelje senzornog kvaliteta.

Tabela 6. Prosječan senzorni kvalitet meda po područjima

Table 6. Average sensory quality of honey by areas

PARAMETRI	PODRUČJE			
	SV	SB	VH	NH
Čistoća	1,83 ± 0,23	1,75 ± 0,21	1,95 ± 0,55	1,71 ± 0,34
Bistrina	1,85 ± 0,21	1,79 ± 0,14	1,79 ± 0,19	1,73 ± 0,27
Miris	4,10 ± 0,45	3,73 ± 0,49	3,57 ± 0,74	3,63 ± 0,80
Okus	6,82 ± 0,80	6,66 ± 0,80	5,97 ± 1,15	6,17 ± 1,51
Prosječan broj bodova	16,69 ± 1,82	16,00 ± 1,38	15,47 ± 2,01	14,65 ± 2,73

Najveći prosječan broj bodova za čistoću je dodijeljen uzorcima sa područja Visoke Hercegovine ($1,95 \pm 0,55$). Za ostala senzorna svojstva (bistrina, okus i miris) najveći broj bodova dobili su uzorci sa područja Sjeverne Bosne. Najmanji prosječni broj bodova za čistoću i bistrinu imali su uzorci meda sa područja niske Hercegovine ($1,71 \pm 0,34$ i $1,73 \pm 0,27$), dok su za miris i okus najmanji broj bodova dobili uzorci sa područja visoke Hercegovine ($3,57 \pm 0,74$ i $5,97 \pm 1,15$). Ako se posmatra ukupan senzorni kvalitet meda po područjima može se zaključiti da su u prosjeku najbolji bili uzorci sa područja Sjeverne Bosne ($16,69 \pm 1,82$). Najniži senzorni kvalitet meda konstatovan je kod uzoraka sa područja niske Hercegovine ($14,65 \pm 2,73$).

Klase meda

Na osnovu senzorne ocjene, odnosno prema broju dobivenih bodova, uzorci meda su svrstani u klase (tabela 7). Od ukupno 120 uzoraka 10 je svrstano u Ekstra klasu. Od toga je 6 uzoraka bilo iz Sjeverne Bosne, i po dva iz Srednje Bosne i Visoke Hercegovine. Niti jedan med sa područja Niske Hercegovine nije spadao u ovu klasu. U prvoj klasi je bilo 11 uzoraka sa područja Sjeverne Bosne, 14 uzoraka sa područja Srednje Bosne, 8 uzoraka iz Visoke i 10 uzoraka iz Niske Hercegovine, ili ukupno 43 uzorka. Od 45 uzoraka meda II klase 10 je bilo iz Sjeverne Bosne, 9 iz Srednje Bosne, 14 iz Visoke i 12 iz Niske Hercegovine. Van klase su bila po dva uzorka meda iz Sjeverne i Srednje Bosne, 6 uzoraka iz visoke i 8 uzoraka iz niske Hercegovine, ili ukupno 18 uzoraka.

Tabela 7. Klase meda po područjima

Table 7. Classes of honey by area

KLASA	PODRUČJE				UKUPNO	U %
	SV	SB	VH	NH		
Ekstra	6	2	2	-	10	8,4
I	11	14	8	10	43	35,8
II	10	9	14	12	45	37,5
Van klase	2	2	6	8	18	15,0
Diskvalifikovani uzorci	1	3	-	-	4	3,3

Ako se raspored uzoraka meda po klasama preračuna u procenete onda je to, za cijelo područje BiH, učešće Ekstra klase 8,4%, I klase 35,8% i II klase 37,5%. Van klase je bilo 15,0%, a diskvalifikovano je 3,3% uzoraka meda.

ZAKLJUČCI

Cilj rada je bio da se utvrdi senzorni kvalitet cvjetnog meda iz različitih geografskih područja BiH, odrede pokazatelji karakteristični za određeno područje i ispita da li postoje statistički značajne razlike između meda iz različitih geografskih područja zbog klimatskih i pedoloških uticaja na biljke. U radu je ispitano 120 uzoraka vrcanog cvjetnog meda, prikupljenog direktno od proizvođača sa četiri geografska područja BiH. Iz rezultata dobijenih u radu može se zaključiti slijedeće:

Kod senzornih svojstava, najveći prosječan broj bodova za čistoću je dodijeljen uzorcima sa područja visoke Hercegovine ($1,95 \pm 0,55$). Za ostala senzorna svojstva (bistrina, okus i miris) najveći broj bodova dobili su uzorci sa područja Sjeverne Bosne. Najmanji prosječni broj bodova za čistoću i bistrinu imali su uzorci meda sa područja niske Hercegovine ($1,71 \pm 0,34$ i $1,73 \pm 0,27$), dok su za miris i okus najmanji broj bodova dobili uzorci sa područja visoke Hercegovine ($3,57 \pm 0,74$ i $5,97 \pm 1,15$). Ako se posmatra ukupan senzorni kvalitet meda po područjima može se zaključiti da su u prosjeku najbolji bili uzorci sa područja Sjeverne Bosne ($16,69 \pm 1,82$). Najniži senzorni kvalitet meda konstatovan je kod uzoraka sa područja niske Hercegovine ($14,65 \pm 2,73$). Od ukupno 120 uzoraka 10 (8,4%) je svrstano u Ekstra klasu. Od toga je 6 uzoraka bilo iz Sjeverne Bosne, i po dva iz Srednje Bosne i visoke Hercegovine. Niti jedan med sa područja niske Hercegovine nije spadao u ovu klasu. U prvoj klasi je bilo ukupno 43 uzorka (35,8%), ili po područjima 11 uzoraka - Sjeverna Bosna, 14 uzoraka - Srednja Bosna, 8 uzoraka visoka i 10 uzoraka niska Hercegovina. Od 45 (37,5%) uzoraka meda II klase 10 je bilo iz Sjeverne Bosne, 9 iz Srednje Bosne, 14 iz visoke i 12 iz niske Hercegovine. Van klase su bila po dva uzorka meda iz Sjeverne i Srednje Bosne, 6 uzoraka iz visoke i 8 uzoraka iz niske Hercegovine, ili ukupno 18 (15,0%) uzoraka.

Na osnovu senzornog kvaliteta može se konstatovati da su medovi sa različitih područja Bosne i Hercegovine pokazali približno jednak i ne baš visok kvalitet. Ovo upućuje na potrebu edukacije pčelara o savremenim tehnologijama pčelarenja i postizanju

maksimalnih prinosa meda, ali isto tako i o postupku sa medom nakon vađenja iz saća, pakovanju, deklarisanju i čuvanju.

LITERATURA

- Codex Alimentarius Commission (2001). Revised Codex Standard for Honey, Codex STAN 12-1981, Rev.1 (1987), Rev.2 (2001).
- Council Regulation (EEC) No 2377/90, Official Journal of the European Communities. EU Council (2002). Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey, Official Journal of the European Communities L10, pp. 47-52.
- Galan-Soldevilla, H., Ruiz-Perez-Cacho, M.P., Serrano Jimenez, S., Jordal Villarejo, M., Bentabol Manzanares, A. (2005). Development of a preliminary sensory lexicon for floral honey. *Food Qual. Prefer.* 16, pp. 71–77.
- Gonnet, M., Vache G. (1979). Technique de dégustation des miels et recherche d'un système de notation et de classification objectif pour apprécier leur qualité par l'analyse sensorielle, 27th Apimondia Int. Apic. Congr., Athènes, pp. 499–506.
- Gonnet, M., Vache, G. (1985). *Le goût du miel*, Ed. U.N.A.F., Paris, France.
- Gonnet, M., Vache, G. (1992). *The taste of honey*, Apimondia, Bucarest.
- Gonnet, M., Vache, G. (1998). *Analyse sensorielle descriptive de quelques miels monofloraux de France et d'Europe*, Ed. Abeille de France, Paris, France.
- International Honey Commission (2002). *Harmonised methods of the International Honey Commission*. Dostupno na: www.alp.admin.ch
- BAS ISO 5492:1992 (E/F) *Sensory analysis – Vocabulary*.
- Krell, R. (1996). *Value-added products from beekeeping*. FAO Agricultural Services Bulletin No. 124.
- Piana, M.L., Persano Oddo, L., Bentabol, A., Bruneau, E., Bogdanov, S., Guyot Declerck, C. (2004). Sensory analysis applied to honey: state of art. *Apidologie* 35, pp. 1526-1537.
- Popov-Raljić, J., Gorjanović R., Laličić J., Sikimić, V. (2005). Specifičnosti senzornog vrednovanja kvaliteta meda. *Kvalitet i promet meda i pčela*, XIII naučno savetovanje, Zbornik radova, Beograd, pp. 32-35.
- Radovanović, R., Popov-Raljić, J. (2001). *Senzorna analiza prehrambenih proizvoda*, Poljoprivredni fakultet, Beograd, Tehnološki fakultet, Novi Sad
- Popović-Raljić, J., Radovanović, R. (2007). Senzorna analiza u funkciji utvrđivanja bezbednosti i kvaliteta prehrambenih proizvoda. *Savremena poljoprivreda*, Vol. 56 (5), pp. 142-149.
- Pravilnik o medu i drugim pčelinjim proizvodima, Sl. Glasnik BiH br. 37/09.
- Pravilnik o metodama za kontrolu meda i drugih pčelinjih proizvoda. Sl. Glasnik BiH br. 37/09.
- Pravilnik ocenjivanja kvalitete meda na natjecanjima u Republici Hrvatskoj (2010). Hrvatski pčelarski savez.
- Proposal for a directive of the European council relating to honey, EU document 96/0114, 1996.

Škenderov, S., Ivanov. C. (1986). Pčelinji proizvodi i njihovo korišćenje (preveli Stamenović, B., Ivanova. K., Petrov, J.). Nolit, Beograd.

USDA (1985). United States Standards for Extracted Honey. United States Department of Agriculture, Washington, D.C.

SENSORY PROPERTIES OF FLOWER HONEY IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

The chemical composition, physical and sensory properties of honey vary depending on regional and climatic factors in which honey plants thrive, then on the botanical origin of nectar, the length of storage - maturation of honey in hives, as well as the conditions of processing and storage of honey until use. Products from one area may have an added value that increases its quality compared to similar products from another area. The aim of this study was to determine, based on flower honey samples collected from different geographical areas of B&H, which sensory indicators are characteristic for a particular area. 120 honey samples from 4 geographical areas were examined. The quality assessment of flower honey was carried out in accordance with the rules of the Ordinance on honey and other bee products (Official Gazette of B&H, No. 37/09) and EU Directive 2001/110/ EC. The sensory properties of honey were determined. Flower honey samples, classified according to geographical regions, were found to show some variability in sensory properties.

Key words: *flower honey, geographical area, quality, sensory characteristics*

ANALIZA POSLOVANJA FARMI U BOSNI I HERCEGOVINI PREMA METODOLOGIJI MREŽE RAČUNOVODSTVENIH PODATAKA FARMI (FADN)*

Vedad Falan¹, Hamid Bogučanin¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

Uspostavljanje Mreže računovodstvenih podataka farmi (FADN) u poljoprivrednom sektoru Bosne i Hercegovine institucionalna je pretpostavka koja se u procesu evropskih integracija mora ispuniti. U ovom radu su istražene mogućnosti uspostavljanja FADN-a u Bosni i Hercegovini. Primjenom standardne FADN metodologije na uzorku od 143 farme utvrđeni su proizvodni, ekonomski i finansijski pokazatelji njihovog poslovanja u 2011. godini po klasama ekonomske veličine. U radu su korištene najčešće korištene metode za ovakva istraživanja, poput statističke, intervjua, knjigovodstvene, analitičke i kalkulativne. Rezultati istraživanja pokazuju da je u poljoprivrednom sektoru Bosne i Hercegovine moguće uspješno primijeniti FADN metodologiju u svrhu praćenja poslovanja farmi različitih ekonomskih veličina i donošenja modernih mjera agrarne politike, što je ključna pretpostavka uspostavljanja FADN sistema.

Ključne riječi: *farma, ekonomska veličina, FADN, output, troškovi, dohodak*

UVOD

Bosna i Hercegovina (BiH) je od 2008. godine zemlja potencijalni kandidat za članstvo u Evropskoj uniji (EU). Za kandidatski status potrebno je implementirati veliki broj propisa u oblasti poljoprivrede i ruralnog razvoja, veterinarske, fitosanitarne i politike sigurnosti hrane. U poljoprivrednom sektoru glavni zahtjev je implementacija Zajedničke agrarne politike (*Common Agricultural Policy – CAP*) i uspostavljanje informacionog sistema u okviru kojeg se poslovanje farmi prati i analizira prema metodologiji Mreže računovodstvenih podataka farmi (*Farm Accountancy Data Network – FADN*) (MVTEO, 2012). FADN je ustanovljen 1965. godine od strane šest zemalja osnivača Evropske ekonomske zajednice (*European Economic Community – EEC*) kao instrument CAP-a kojim se prati poslovanje farmi i utvrđuju efekti mjera agrarne politike u zemljama EU. Bazira se na knjigovodstvenom prikupljanju podataka iz reprezentativnog uzorka farmi grupisanih prema vrsti proizvodnje, ekonomskoj veličini i geografskoj pripadnosti. Zemlje u procesu pristupanja EU imaju obavezu kontinuirane provedbe godišnjih pilot FADN istraživanja putem kojih moraju izgraditi

*Izvod iz doktorata - Excerpt from doctoral thesis

¹Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Zmaja od Bosne 8, Bosna i Hercegovina
Korespondencija: v.falan@ppf.unsa.ba

funkcionalan FADN sistem, koji obezbjeđuje relevantne i usporedive podatke o poslovanju farmi (Doluschitz *et al.*, 2008). FADN je komplementarni izvor statističkih informacija za kreatore agrarne politike. Zadatak mu je prikupljanje računovodstvenih podataka o poslovanju farmi u EU iz odabranog uzorka komercijalnih farmi. FADN je mreža svih računovodstava, a prikupljeni podaci šalju se do regionalnih i nacionalnih odbora, koji ih prosljeđuju do Evropske komisije u Briselu gdje Odbor za FADN provjerava podatke i arhivira ih u bazu podataka. Rezultati dobiveni FADN istraživanjem predstavljaju standardne rezultate, a varijable u njima prosjeke. FADN je jedinstven izvor usaglašenih mikroekonomskih informacija za cijelu EU (Doluschitz *et al.*, 2008). Da bi se osiguralo da uzorak farmi odražava raznolikost poljoprivredne proizvodnje, stratifikuje se osnovni skup farmi u grupe sličnih farmi po regionu u kojem se nalaze, ekonomskoj veličini i tipu proizvodnje. Farme se biraju prema selekcijskom planu odabira farmi koji obezbjeđuje reprezentativnost uzorka (Barkaszi *et al.*, 2009). Podaci za FADN mogu biti fizički i strukturni podaci, koji se odnose na opće karakteristike farmi (geografski položaj, raspoloživa radna snaga, površine pod pojedinim kulturama, brojno stanje različitih vrsta stoke i sl.), zatim podaci finansijske prirode (imovina, izvori finansiranja, zalihe, prihodi od pojedinih proizvodnji, troškovi, državna pomoć i ograničenja) i podaci o ostalim aktivnostima na farmi (turizam, šumarstvo i sl.) (Njegovan i Nastić, 2011). Ekonomska veličina i tipologija farmi su ključni elementi za funkcionisanje FADN sistema. Od 1985. godine ekonomska veličina i tip farme u EU određivani su na osnovu standardne bruto marže (*Standard Gross Margin* – SGM) (Rednak, 2010), dok se od 2010. godine određuje na osnovu standardnog outputa (*Standard Output* – SO) (Figurek *et al.*, 2014). Zajednička klasifikacija farmi prema tipu proizvodnje i ekonomskoj veličini razvijena je radi lakše analize strukturnih karakteristika i ekonomskih rezultata u zemljama EU. Od 2005. godine dešavaju se promjene u CAP-u koje su tipologiju farmi temeljenu na SGM zamjenili novom tipologijom. Prema novoj tipologiji, za određivanje ekonomske veličine farme i tipa proizvodnje umjesto SGM koristi SO izražen u eurima. SO poljoprivredne proizvodnje predstavlja novčanu vrijednost bruto proizvodnje po cijenama na farmi, koja uključuje prodaju proizvoda, njihovo korištenje na farmi i potrošnju u domaćinstvu, promjene u zalihama, a isključuje direktna plaćanja, porez na dodanu vrijednost i proizvode (Rednak, 2010). SO pokazuje trajnu sposobnost stvaranja prihoda na farmi ovisno o strukturi proizvodnje i agroekološkim uslovima. Ukupni standardni output (*Total Standard Output* – TSO) je zbir vrijednosti svih proizvodnji farme dobiven množenjem SO svake pojedine proizvodnje s brojem jedinica proizvodnje (Evropska komisija, 2009). Ekonomska veličina farme predstavlja ukupnu vrijednost standardnog outputa (TSO) svih proizvodnji na farmi. Farme se na osnovu TSO klasifikuju u određenu klasu ekonomske veličine. Uredbom Komisije (EC) br. 1242/2008 definisano je 14 klasa ekonomske veličine (ES14 klasifikacija): prva klasa (TSO manji od 2.000 Eura), druga (od 2.000 do 4.000), treća (od 4.000 do 8.000), četvrta (od 8.000 do 15.000), peta (od 15.000 do 25 000), šesta (od 25.000 do 50.000), sedma (od 50.000 do 100.000), osma (od 100.000 do 250.000), deveta (od 250.000 do 500.000), deseta (od 500.000 do 750.000), jedanaesta (od 750.000 do 1.000.000),

dvanaesta (od 1.000.000 do 1.500.000), trinaesta (od 1.500.000 do 3.000.000) i četrnaesta (TSO jednak ili veći od 3.000.000 Eura). Prema ES9 klasifikaciji definisano je devet klasa: prva klasa (TSO od 2.000 do 8.000 Eura), druga (od 8.000 do 15.000), treća (od 15.000 do 25.000), četvrta (25.000 do 50.000), peta (od 50.000 do 100.000), šesta (od 100.000 do 250.000), sedma (od 250.000 do 500.000), osma (od 500.000 do 1.000.000) i deveta (TSO jednak ili veći od 1.000.000 Eura) (Evropska komisija, 2009). Prema ES6 klasifikaciji određeno je šest klasa ekonomske veličine: vrlo male farme (TSO od 2.000 do 8.000 eura), male farme (TSO od 8.000 do 25.000 eura), srednje male farme (TSO od 25.000 do 50.000 eura), srednje velike farme (TSO od 50.000 do 100.000 eura), velike farme (TSO od 100.000 do 500.000 eura) i vrlo velike farme (TSO jednak ili veći od 500.000 eura) (Goraj *et al.*, 2013). Proizvodnju farme čine proizvedene količine (prinosi) stočarskih i biljnih proizvoda tokom godine. Početno stanje predstavlja vrijednost proizvoda koji su na zalihima na početku godine, osim stoke. Prodaja obuhvata ukupnu vrijednost prodaja proizvoda sa zalihima na početku godine i onih proizvedenih tokom godine. Potrošnja u domaćinstvu farme i plaćanje u proizvodima obuhvata vrijednost proizvoda koje potroši domaćinstvo i vrijednost proizvoda koji se koriste za plaćanje u proizvodima. Završno stanje predstavlja vrijednost proizvoda koji su na zalihima na kraju godine, osim stoke. Potrošnja na farmi obuhvata vrijednost proizvodnje proizvoda koji su u skladištu na početku godine i onih koji su proizvedeni u toku godine, a koriste se na farmi u toj godini (Barkaszi *et al.*, 2009). Osnovni pokazatelj strukture stočarske proizvodnje je ostvareni prinos po uslovnom grlu stoke. Ukupan broj grla svih kategorija stoke na farmi u posmatranom periodu izražava se u uslovnim grlima (UG). UG stoke (*Livestock Unit*) je životinja ili skupina istovrsnih životinja težine 500 kg, što je težina mliječne krave. Broj UG može se izračunati pomoću formule ili pomoću koeficijenta (Goraj *et al.*, 2013). Kategorije radne snage farme su: redovna neplaćena, povremena i sezonska neplaćena, redovna plaćena i povremena plaćena. Ukupna radna snaga na farmi izražava se brojem godišnjih jedinica rada (*Annual Work Unit – AWU*) i odnosi se na plaćenu i neplaćenu, stalnu i povremenu radnu snagu. Godišnja jedinica rada predstavlja godišnje radno vrijeme zdravog i za rad sposobnog radnika, zaposlenog na puno radno vrijeme, koje u Sloveniji iznosi 1.800 radnih sati ili 225 radnih dana godišnje (Volk, 2004). Porodična jedinica rada (*Family Work Unit – FWU*) predstavlja godišnje radno vrijeme zdravih članova farme sposobnih za rad na puno radno vrijeme. Od 2011. godine AWU i FWU u EU su jednaki 2.120 radnih sati godišnje, a ranije je to bilo 2.200 radnih sati (Goraj *et al.*, 2013). Kategorije troškova prema FADN metodologiju su: specifični, režije, amortizacija i vanjski faktori (Csajbok, 2009). Specifični troškovi i režije predstavljaju intermedijarnu potrošnju. Specifične troškove biljne proizvodnje čine: sjeme i sadni materijal, mineralna i organska đubriva, poboljšivači zemljišta, zaštita i njega usjeva, ostali specifični troškovi biljne proizvodnje (ambalaža, vezivo, analiza zemljišta, folije, troškovi prodaje i marketinga i dr.) i troškovi korištenja šumskih resursa. Specifične troškove stočarstva čine: kupljena stočna hrana, hrana proizvedena na farmi i ostali specifični troškovi stočarske proizvodnje. Tu spada koncentrovana i kabasta hrana za kopitare, goveda, ovce i koze, ispaša, prostirka, hrana za svinje, hrana za perad i ostale

male životinje, veterinarske usluge i lijekovi, usluge selekcijske službe, umjetno osjemenjavanje, testiranje mlijeka, mliječne zamjene i sl., deterdženti za čišćenje opreme za mužu, ambalaža, marketing, skladištenje i dr. Režije ili opće troškove čine troškovi rada i mašina i opći režijski troškovi. U troškove rada i mašina spada: registracija vozila i mašina (tehnički pregled, putarine i osiguranja), ugovoreni rad i najam mehanizacije, tekuće održavanje mašina i opreme, motorna goriva i maziva, automobilski troškovi. U opće režijske troškove spada: tekuće održavanje objekata, manje popravke i poboljšanja zemljišta, električna energija, goriva za grijanje, vodosnabdijevanje, knjigovodstvo, kancelarijski troškovi, doprinosi, pretplate i drugi. U opće troškove spada i osiguranje usjeva, zasada i stoke, objekata farme te porezi i druge pristojbe (Cesaro *et al.*, 2008). Troškove vanjskih faktora čine: plate i socijalno osiguranje, zakup zemljišta i objekata, i plaćene kamate i troškovi finansiranja. Vanjski faktori predstavljaju inpute koji nisu u vlasništvu farme. Troškovi plata i doprinosa za plaćenu radnu snagu uključuju: plate i nadnice plaćene u gotovini radnicima s odbitkom svih socijalnih naknada isplaćenih nositelju kao poslodavcu za naknadu isplate plate koja ne odgovara stvarno obavljenom radu, plate i nadnice u naturi, dodaci za produktivnost ili za kvalifikacije, poklone, otpremnine, udjele u prihodima, plaćene doprinose, osiguranje od nesreće na radnom mjestu. Plaćeni zakup za zemljište i objekte obuhvata troškove koje plaća zakupac. Kamate i troškovi finansiranja odnose se na pozajmljeni kapital i obuhvataju plaćene kamate i finansijske troškove za kredite za kupnju zemljišta i objekata, te plaćene kamate i finansijske troškove za kredite za obrtna sredstava (Cesaro *et al.*, 2008). U računu dobiti i gubitka definisane su tri vrste prihoda (dohotka): Bruto prihod farme ili bruto dodana vrijednost farme (*Gross Farm Income – GFI*), Neto dodana vrijednost farme (*Farm Net Value Added – FNVA*) i Neto prihod farme ili dohodak porodične farme (*Family Farm Income – FFI*) (Csajbok, 2009). Bruto dodana vrijednost farme (GFI) predstavlja razliku između ukupne vrijednosti proizvodnje (*Total output*) i ukupne intermedijarne potrošnje (*Total intermediate consumption*) na koju se dodaje balans tekućih subvencija i poreza (*Balance current Subsidies and Taxes*). Neto dodana vrednost farme (FNVA) predstavlja razliku između bruto dodane vrednosti i potrošnje fiksnog kapitala, odnosno amortizacije. Dohodak porodične farme (FFI) predstavlja zbir neto dodane vrijednosti i balansa subvencija i poreza na investicije (*Balance subsidies and taxes on investments*) umanjen za ukupne vanjske faktore (*Total external factors*) (Cesaro *et al.*, 2008). Ekonomičnost poslovanja predstavlja odnos između vrijednosti proizvodnje, odnosno ukupnog prihoda i troškova poslovanja. Mjeri se koeficijentom ekonomičnosti (E) koji pokazuje koliko se novčanih jedinica vrijednosti proizvodnje, odnosno ukupnog prihoda ostvaruje sa jednom novčanom jedinicom troškova. Kada je koeficijent ekonomičnosti jednak jedan poslovanje je na pragu ekonomičnosti, kad je veći od jedan poslovanje je ekonomično i kada je manji od jedan poslovanje je neekonomično (Falan *et al.*, 2012). U praksi se smatra da bi se uz analize bilansa uspjeha i bilansa stanja trebali utvrditi i neki opći pokazatelji uspjehnosti poslovanja, kao što su: produktivnost (izražena naturalnim ili vrijednosnim pokazateljima), efikasnost uloženog kapitala (investiciona ulaganja po jedinici proizvodnog kapaciteta, koeficijent obrtaja ukupno uloženih

sredstava u preduzeće), visina ukupnih dugova farme po jedinici kapaciteta, praćenje kretanja životnog standarda članova domaćinstva, praćenje postojanja primjene savremene proizvodne tehnike i tehnologije na porodičnoj farmi i slično (Nje govan i Nastić, 2011).

MATERIJAL I METODE RADA

Za potrebe rada provedeno je jednogodišnje FADN istraživanje u poljoprivrednom sektoru BiH primjenom standardne FADN metodologije na odabranom uzorku farmi za poslovnu 2011. godinu. Odabrani uzorak farmi je grupisan prema ekonomskoj veličini, prikupljeni su i obrađeni podaci, utvrđeni proizvodni, ekonomski i finansijski pokazatelji, sastavljeni FADN izvještaj sa standardnim rezultatima po klasama ekonomske veličine te izvršena analiza rezultata. Izbor farmi u uzorak i raspoređivanje unutar područja istraživanja izvršen je pomoću metode stratifikacije. Primarni podaci prikupljeni su putem intervjua i FADN upitnika te knjigovodstvenom metodom kod farmi koje su pravno lice. Obrada, sistematizacija i analiza podataka, izračunavanje standardnih rezultata, prezentacija u obliku FADN izvještaja izvršena je pomoću analitičke i kalkulativne metode. Sekundarni izvor podataka su publikacije Ministarstva vanjske trgovine i ekonomskih odnosa BiH, FADN baza podataka Evropske komisije, podaci Agencije za statistiku BiH, te naučna i stručna literatura. Za svaku farmu utvrđena je lokacija i organizacijski oblik, ekonomska veličina, struktura poljoprivrednih površina, radne snage, sredstava, biljne i stočarske proizvodnje, obimi i vrijednosti proizvodnje, ostvareni podsticaji, troškovi proizvodnje, ukupno pokriće varijabilnih troškova, bruto dodana vrijednost farme, neto dodana vrijednost farme, dohodak porodične farme, neto dodana vrijednost farme po godišnjoj jedinici ukupnog rada, dohodak porodične farme po godišnjoj jedinici neplaćenog rada i ekonomičnost poslovanja.

REZULTATI I DISKUSIJA

Uzorak je obuhvatio 143 farme različitih ekonomskih veličina iz osam regiona BiH. U Federaciji BiH (FBiH) su odabrane 84 farme u regionu Tuzle, Travnika, Mostara, Livna i Bihaća, te općine Goražde, Ilijaš i Zavidovići. U Republici Srpskoj (RS) je odabrano 59 farmi u regionu Banjaluke, Bijeljine i Trebinja. U uzorku su najzastupljenije porodične farme koje se poljoprivrednom proizvodnjom bave kao fizička lica (124), dok je onih sa statusom pravnog lica 19, 12 u FBiH i sedam u RS.

Raspodjela farmi iz ukupnog uzorka prema ekonomskoj veličini (ES6 klasifikacija) na nivou BiH i po entitetima data je u tabeli 1.

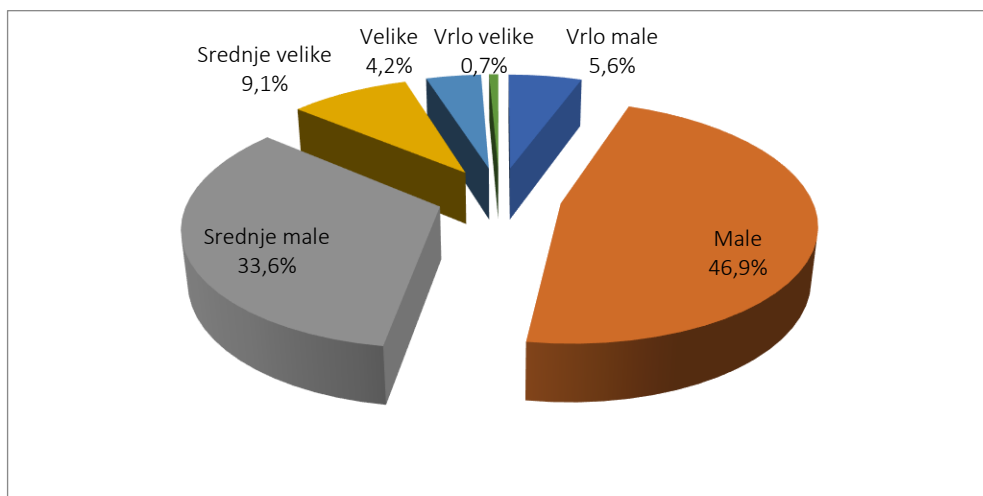
Tabela 1. Struktura uzorka farmi

Table 1. Farm sample structure

Uzorak farmi (SY03) Sample farms (SY03)	FBiH		RS		BiH	
	Broj farmi	%	Broj farmi	%	Broj farmi	%
Ukupan broj farmi Total number of farms	84	58,7	59	41,3	143	100,0
Vrlo male farme Very small	6	4,2	2	1,4	8	5,6
Male farme Small	35	24,5	32	22,4	67	46,9
Srednje male farme Medium low	29	20,3	19	13,3	48	33,6
Srednje velike farme Medium high	10	7,0	3	2,1	13	9,1
Velike farme Large	3	2,1	3	2,1	6	4,2
Vrlo velike farme Very large	1	0,7	0	0,0	1	0,7

Iz podataka u tabeli se može vidjeti da je od ukupnog broja farmi njih 84 ili 58,7% iz FBiH, a 59 ili 41,3% iz RS. U Federaciji BiH najveći broj farmi spada u klasu malih farmi, 35 ili 24,5% od ukupnog uzorka farmi, te srednje malih, 29 ili 20,3%. Srednje velikih farmi je 10 ili 7,0%, vrlo malih šest ili 4,2%, velikih tri ili 2,1% i vrlo velikih jedna ili 0,7% od ukupnog uzorka farmi. U Republici Srpskoj je također najveći broj malih farmi, 32 ili 22,4% od ukupnog uzorka farmi, a zatim srednje malih, 19 ili 13,3%. Srednje velike i velike farme su zastupljene sa po tri farme ili sa po 2,1%, vrlo male sa dvije farme ili 1,4%, dok vrlo velikih farmi nije bilo.

Grafički prikaz procentualne zastupljenosti pojedinih ekonomskih veličina farmi u ukupnom uzorku za BiH dat je na grafikonu 1.



Grafikon 1. Struktura ukupnog uzorka farmi

Graf 1. Farm sample structure

Pokazatelji strukture i prinosa farmi u BiH po klasama ekonomske veličine dati su u tabeli 2.

Tabela 2. Pokazatelji strukture i prinosa farmi
 Table 2. Indicators of farm structure and yields

Simbol	Struktura i prinosi	Sve farme	Vrlo male	Male	Srednje male	Srednje velike	Velike	Vrlo velike
			2.000 - < 8.000 €	8.000 - < 25.000	25.000 - < 50.000	50.000 - < 100.000	100.000 - < 500.000	500.000 i > €
SE005	Ekonomska veličina (EUR) <i>Economic size (EUR)</i>	38.049	5.093	16.047	34.782	69.796	188.715	615.892
SE010	Ukupni rad (AWU) <i>Total labour input (AWU)</i>	1.885	0,388	1.444	1.948	2.960	4.350	11,543
SE011	Ukupni rad (sati) <i>Labour input (h)</i>	3.392	698	2.599	3.506	5.328	7.830	20.777
SE015	Neplaćeni rad (FWU) <i>Unpaid labour input (FWU)</i>	1.111	0,308	1,073	1,205	1,398	1,255	1,000
SE016	Neplaćeni rad (sati) <i>Unpaid labour input (h)</i>	2.000	554	1.931	2.169	2.516	2.258	1.800
SE020	Plaćeni rad (AWU) <i>Paid labour input (AWU)</i>	0,774	0,080	0,372	0,743	1,562	3,095	10,543
SE021	Plaćeni rad sati (sati) <i>Paid labour input (h)</i>	1.392	144	669	1.337	2.812	5.572	18.977
SE025	Ukupna KPP (ha) <i>Total Utilised Agricultural Area (U.A.A.) (ha)</i>	13,73	1,77	9,09	21,06	20,02	10,04	9,00
SE030	KPP u najmu (ha) <i>Rented U.A.A. (ha)</i>	8,13	0,25	4,07	14,81	12,15	2,84	2,50
	KPP u vlasništvu (ha) <i>Own U.A.A. (ha)</i>	5,58	1,52	5,02	6,19	7,86	7,20	6,50
SE035	Žitarice (ha) <i>Cereals (ha)</i>	3,11	0,58	1,72	3,65	10,15	3,00	0,00
SE071	Krmno bilje (ha) <i>Forage crops (ha)</i>	8,83	0,50	6,34	15,67	6,19	0,25	0,00
SE046	Povrće i cvijeće (ha) <i>Vegetables and flowers (ha)</i>	0,57	0,10	0,13	0,46	1,52	4,94	0,00
SE055	Voćnjaci (ha) <i>Orchards (ha)</i>	0,69	0,60	0,46	0,83	1,77	0,00	0,00
SE050	Vinogradi (ha) <i>Vineyards (ha)</i>	0,32	0,00	0,20	0,15	0,38	1,68	9,00
SE072	Ugari (ha) <i>Agricultural fallows (ha)</i>	0,22	0,00	0,23	0,30	0,00	0,17	0,00
SE080	Ukupno uslovnih grla (UG) <i>Total livestock units (LU)</i>	13,84	0,70	9,04	14,54	20,88	66,34	0,00
SE120	Prosječan broj stoke (UG/ha) <i>Stocking density (LU/ha)</i>	1,27	1,00	1,16	1,64	0,54	0,38	0,00
SE085	Mliječne krave (UG) <i>Dairy cows (LU)</i>	3,79	0,50	2,73	5,15	8,15	0,33	0,00
SE082	Tovna goveda (UG) <i>Fattening cattle (LU)</i>	0,82	0,00	0,21	1,02	4,15	0,00	0,00
SE090	Ostala goveda (UG) <i>Other cattle (LU)</i>	1,05	0,20	0,85	1,44	1,72	0,07	0,00
SE102	Svinje za tov (UG) <i>Pigs for fattening (LU)</i>	3,32	0,00	0,73	0,77	5,19	53,60	0,00
SE101	Rasplodne kрмаče (UG) <i>Breeding sows (LU)</i>	0,88	0,00	0,89	0,84	0,35	3,50	0,00
SE103	Prasad (UG) <i>Piglets (LU)</i>	0,46	0,00	0,50	0,50	0,47	0,41	0,00
SE095	Ovce i koze (UG)	3,07	0,00	3,06	4,72	0,38	0,47	0,00

	<i>Sheep and goats (LU)</i>							
SE105	Perad (UG) <i>Poultry (LU)</i>	0,35	0,00	0,03	0,01	0,03	7,96	0,00
SE109	Ostale životinje (UG) <i>Other animals (LU)</i>	0,09	0,00	0,05	0,08	0,43	0,00	0,00
SE110	Prinos pšenice (kg/ha) <i>Yield of wheat (kg/ha)</i>	3.703	5.000	3.631	3.729	3.700	3.650	
SE115	Prinos kukuruza (kg/ha) <i>Yield of maize (kg/ha)</i>	5.838		5.317	5.668	7.527	6.630	
SE125	Prinos mlijeka (kg/kravi) <i>Milk yield (kg/cow)</i>	3.229	2.706	2.936	3.396	4.110	3.609	

Iz podataka u tabeli se može vidjeti da ekonomska veličina (vrijednost TSO) svih farmi prosječno iznosi 38.049 Eura po farmi, što prema ES6 klasifikaciji odgovara klasi srednje malih farmi. Ukupni ljudski rad svih farmi iznosi prosječno 1,88 AWU po farmi, od čega je neplaćeni 1,11 FWU i plaćeni 0,77 AWU. Ukupni rad farmi kretao od 0,388 AWU kod vrlo malih farmi do 11,543 AWU kod vrlo velikih. Neplaćeni rad se kretao od 0,308 FWU kod vrlo malih farmi do 1,398 FWU kod srednje velikih, a plaćeni rad od 0,080 AWU kod vrlo malih do 10,543 AWU kod vrlo velikih. Ukupna korištena poljoprivredna površina (KPP) svih farmi prosječno iznosi 13,73 ha po farmi, od čega je u najmu 8,13 ha. Ukupna KPP farmi kretala se od 1,77 ha kod vrlo malih farmi do 21,06 ha kod srednje malih. KPP u najmu kretala se od 0,25 ha kod vrlo malih farmi do 14,81 ha kod srednje malih, a KPP u vlasništvu od 1,52 ha kod vrlo malih do 7,86 ha kod srednje velikih. Prema načinu korištenja KPP, kod malih i srednje malih farmi dominira krmno bilje, žitarice kod srednje velikih, hortikultura kod velikih i vinogradi kod vrlo velikih. Broj uslovnih grla (UG) stoke svih farmi prosječno iznosi 13,84 po farmi. U strukturi su najzastupljenije mliječne krave sa 3,79 UG, zatim tovne svinje sa 3,32 UG, te ovce i koze sa 3,07 UG. Ukupan broj UG stoke kretao se od 0,70 kod vrlo malih farmi do 66,34 kod velikih, pri čemu kod vrlo velikih (jedna farma) nije bilo stoke. U pogledu prinosa najzastupljenijih proizvodnji u istraživanju (pšenice, kukuruza i kravljeg mlijeka), prosječan prinos zrna pšenice bio je 3.703 kg po ha, kukuruza 5.833 kg po ha, dok je godišnja proizvodnja mlijeka po kravi bila 3.229 kg (3.132 lit.).

Pokazatelji vrijednosti outputa (vrijednosti proizvodnje) biljne, animalne i ostalih (nepoljoprivrednih) proizvodnji farmi u KM po klasama ekonomske veličine dati su u tabeli 3.

Tabela 3. Vrijednosti outputa farmi

Table 3. Farm output

Simbol	Pokazatelj <i>Indicator</i>	Sve farme	Vrlo male	Male	Srednje male	Srednje velike	Velike	Vrlo velike
			2.000 - < 8.000 €	8.000 - < 25.000	25.000 - < 50.000	50.000 - < 100.000	100.000 - < 500.000	500.000 i > €
SE131	Ukupni output <i>Total output</i>	74.417	9.960	31.385	68.029	136.509	369.094	1.204.579
SE216	Kravlje mlijeko i mliječni proizvodi <i>Cows' milk and milk products</i>	7.827	656	4.828	11.579	17.734	700	0
SE245	Ovčije i kozije mlijeko i proizvodi	863	0	782	1.450	0	240	0

	<i>Ewes' and goats' milk and dairy products</i>							
SE220	Goveda i telad <i>Beef and veal</i>	4.639	172	3.057	5.750	13.879	133	0
SE230	Ovce i koze <i>Sheep and goats</i>	3.787	0	3.048	6.832	485	523	0
SE240	Jaja peradi <i>Hen's eggs</i>	1.123	0	79	42	0	25.551	0
SE225	Svinjsko meso <i>Pigmeat</i>	5.600	0	2.987	3.412	7.889	55.722	0
SE251	Ostali animalni proizvodi <i>Other livestock & products</i>	0	0	0	0	0	0	0
SE206	Ukupni output AP <i>Total output livestock and livestock products</i>	23.840	828	14.781	29.066	39.987	82.870	0
SE207	Ukupni output AP po UG <i>Total livestock output/LU</i>	1.723	1.183	1.636	1.999	1.915	1.249	0
SE140	Žitarice <i>Cereals</i>	6.047	866	3.202	6.971	20.915	6.126	0
SE195	Krmno bilje <i>Forage crops</i>	5.793	313	3.679	8.876	11.707	192	0
SE170	Povrće i cvijeće <i>Vegetables & flowers</i>	7.536	5.193	3.545	5.857	11.138	62.100	0
SE175	Voće <i>Fruit</i>	6.730	2.760	3.179	10.583	16.876	0	0
SE185	Vino i grožđe <i>Wine and grapes</i>	22.614	0	2.966	5.764	19.543	216.640	1.204.579
SE200	Ostali biljni proizvodi <i>Other crop output</i>	0	0	0	0	0	0	0
SE135	Ukupni output BP <i>Total output crops & crop production</i>	48.720	9.132	16.571	38.051	80.179	285.057	1.204.579
SE136	Ukupni output BP po ha <i>Total crop output/ha</i>	3.548	5.154	1.822	1.807	4.006	28.387	133.842
SE256	Ostali output <i>Other output</i>	1.856	0	33	911	16.344	1.167	0

Iz podataka u tabeli se može vidjeti da je ukupni standardni output (TSO) svih farmi prosječno 74.417 KM. Ukupni output animalne proizvodnje je prosječno 23.840 KM po farmi, odnosno 1.723 KM po UG stoke. Ukupni output biljne proizvodnje je prosječno 48.720 KM po farmi, odnosno 3.548 KM po ha KPP. Ostali outputi su prosječno 1.856 KM po farmi. Najveći udio u TSO svih farmi ima vinogradarsko-vinarska proizvodnja (22.614 KM), zatim proizvodnja kravljeg mlijeka (7.827 KM), povrtlarsko-cvječarska proizvodnja (7.536 KM) i voćarska proizvodnja (6.730 KM), a najmanji proizvodnja ovčijeg i kozijeg mlijeka (863 KM) i jaja peradi (1.123 KM). Ukupni standardni output (TSO) farmi kretao od prosječno 9.960 KM po farmi kod vrlo malih do 1.204.579 KM kod vrlo velikih. Ukupni output animalne proizvodnje po uslovnom grlu najveći je kod srednje malih farmi (1.999 KM/UG), a zatim kod srednje velikih (1.915 KM/UG), malih (1.636 KM/UG), velikih (1.249 KM/UG) i vrlo malih (1.183 KM/UG). Ukupni output biljne proizvodnje po hektaru KPP najveći je kod vrlo velikih farmi (133.842 KM/ha) i velikih (28.387 KM/ha), a zatim slijede vrlo male (5.154 KM/UG), srednje velike (4.006 KM/UG), male (1.822 KM/UG) i srednje male (1.807 KM/UG). U prosječnoj strukturi TSO svih farmi, animalna proizvodnja (AP) učestvuje sa 32,0%, biljna proizvodnja (BP) 65,5% i ostali outputi 2,5%. Ukupni output animalne proizvodnje kretao se od 828 KM kod vrlo malih farmi do 82.870 KM kod velikih, pri čemu vrlo velike (jedna farma) nisu imale animalnu proizvodnju. Ukupni output biljne proizvodnje kretao se od 9.132

KM kod vrlo malih farmi do 1.204.579 KM kod vrlo velikih. Ostali outputi su najveći kod srednje velikih farmi (16.344 KM), zatim slijede velike (1.167 KM), srednje male (911 KM), male (33 KM), dok ih kod vrlo velikih i vrlo malih nije bilo.

U strukturi ukupnog outputa animalne proizvodnje kod vrlo malih farmi kravlje mlijeko i sir učestvuju sa 79,2% i goveda i telad 20,8%, kod malih kravlje mlijeko i sir učestvuju sa 32,7%, goveda i telad 20,7%, ovce i koze 20,6%, svinje 20,2%, ovčije i kozije mlijeko (sir) 5,3% i jaja peradi 0,5%, kod srednje malih kravlje mlijeko i sir učestvuju sa 39,8%, ovce i koze 23,5%, goveda i telad 19,8%, svinje 11,7%, ovčije i kozije mlijeko (sir) 5% i jaja peradi 0,1%, kod srednje velikih kravlje mlijeko i sir učestvuju sa 44,3%, goveda i telad 34,7%, svinje 19,7% i ovce i koze 1,2%, te kod velikih svinje učestvuju sa 67,2%, jaja peradi 30,8%, kravlje mlijeko i sir 0,8%, ovce i koze 0,6%, ovčije i kozije mlijeko (sir) 0,3% i goveda i telad 0,2%. U strukturi ukupnog outputa biljne proizvodnje kod vrlo malih farmi povrće i cvijeće učestvuju sa 56,9%, voće 30,2%, žitarice 9,5% i krmno bilje 3,4%, kod malih krmno bilje učestvuje sa 22,2%, povrće i cvijeće 21,4%, žitarice 19,3%, voće 19,2% i vino i grožđe 17,9%, kod srednje malih voće učestvuje sa 27,8%, krmno bilje 23,3%, žitarice 18,3%, povrće i cvijeće 15,4% i vino i grožđe 15,1%, kod srednje velikih žitarice učestvuju sa 26,1%, vino i grožđe 24,4%, voće 21,0%, krmno bilje 14,6% i povrće i cvijeće 13,9%, kod velikih vino i grožđe učestvuju sa 76,0%, povrće i cvijeće 21,8% i žitarice 2,1%, te kod velikih farmi (jedna farma) vino i grožđe učestvuju sa 100%.

Troškovi farmi (specifični troškovi biljne, animalne i drugih proizvodnji, režijski, amortizacija i vanjski faktori) po klasama ekonomske veličine dati su u tabeli 4.

Tabela 4. Troškovi farmi

Table 4. Farm costs

Simbol	Pokazatelj <i>Indicator</i>	Sve farme	Vrlo male	Male	Srednje male	Srednje velike	Velike	Vrlo velike
			2.000 - < 8.000 €	8.000 - < 25.000	25.000 - < 50.000	50.000 - < 100.000	100.000 - < 500.000	500.000 i > €
SE270	Ukupni troškovi <i>Total Inputs</i>	61.606	10.074	29.244	58.644	118.432	246.636	929.537
SE275	Ukupna međufazna potrošnja <i>Total intermediate consumption</i>	45.692	6.610	20.447	41.723	88.303	195.989	778.728
SE281	Ukupni specifični troškovi <i>Total specific costs</i>	36.913	4.245	16.370	34.346	63.531	173.574	626.009
SE309	Specifični troškovi AP po UG <i>Specific livestock costs/LU</i>	1.231	1.161	1.132	1.393	1.477	931	
	Kupovina stoke <i>Purchased cattle</i>	922	0	255	236	5.652	4.983	0
SE310	Kupljena stočna hrana <i>Feed for grazing livestock</i>	5.076	125	3.201	6.433	3.721	25.548	0
SE326	Proizvedena kabasta stočna hrana <i>Bulky feed for livestock</i>	3.326	313	2.158	4.220	9.027	1.437	0
SE326	Proizvedena zrnasta stočna hrana <i>Grain feed for livestock</i>	6.288	356	3.802	7.261	10.397	26.314	0
SE330	Ostali specifični troškovi AP <i>Other livestock specific costs</i>	1.421	19	815	2.107	2.039	3.471	0
SE282	Ukupni specifični troškovi AP <i>Total livestock specific costs</i>	17.033	813	10.232	20.257	30.837	61.753	0

SE284	Specifični troškovi BP po ha <i>Specific crop costs/ha</i>	1.448	1.937	675	669	1.633	11.136	69.557
SE285	Sjemeni i sadni materijal <i>Seeds and plants</i>	1.631	717	866	1.595	4.369	6.018	0
SE295	Đubriva i poboljšivači tla <i>Fertilisers</i>	3.871	1.328	1.858	4.623	10.692	8.826	4.500
SE300	Zaštita biljaka <i>Crop protection</i>	2.075	590	1.132	2.261	4.916	6.273	6.080
SE305	Ostali specifični troškovi BP <i>Other crop specific costs</i>	12.303	797	2.281	5.611	12.717	90.704	615.429
SE281	Ukupni specifični troškovi BP <i>Total crop specific costs</i>	19.880	3.432	6.138	14.090	32.694	111.821	626.009
SE331	Specifični troškovi šumarstva <i>Forestry specific costs</i>	0	0	0	0	0	0	0
SE350	Ugovoreni rad i najam mehanizacije <i>Contracted work and rental of machinery</i>	2.141	281	415	670	11.954	3.445	67.849
SE340	Tekuće održavanje mašina i objekata <i>Machinery & building current costs</i>	753	385	410	844	1.717	1.844	3.240
SE345	Motorna goriva i maziva <i>Motor fuels and lubricants</i>	1.966	443	854	2.259	4.725	5.253	19.066
SE340	Automobilski troškovi <i>Car costs</i>	1.068	648	804	1.014	1.480	4.304	0
	Ukupni troškovi mašina <i>Total machine costs</i>	5.929	1.756	2.484	4.786	19.876	14.846	90.155
SE340	Tekuće održavanje tla i zgrada <i>Ongoing maintenance of soil and buildings</i>	293	0	112	172	56	58	25.000
SE345	Električna energija <i>Electricity</i>	1.050	183	533	825	2.097	3.967	22.344
SE345	Gorivo za grijanje <i>Heating fuel</i>	84	60	69	114	64	100	0
SE356	Vodoopskrba <i>Water supply</i>	371	132	231	333	850	1.200	2.369
SE340	Osiguranje <i>Insurance</i>	8	0	0	11	0	92	0
SE356	Ostali režijski troškovi <i>Other overheads</i>	1.045	235	649	1.135	1.829	2.152	12.851
	Ukupno opći režijski troškovi <i>Total general overheads</i>	2.851	609	1.594	2.591	4.896	7.569	62.564
SE336	Ukupni režijski troškovi <i>Total overhead costs</i>	8.780	2.366	4.078	7.377	24.772	22.415	152.719
SE360	Amortizacija <i>Depreciation</i>	7.317	2.326	4.749	7.890	14.172	18.731	34.239
SE370	Plaćeni rad <i>Paid work</i>	7.172	1.087	3.314	6.797	13.576	29.705	113.860
SE375	Plaćeni najam tla i objekata <i>Paid rent of land and buildings</i>	929	50	409	1.467	1.628	1.808	2.710
SE380	Plaćena kamata <i>Interest paid</i>	495	0	326	767	753	402	0
SE365	Ukupno vanjski faktori <i>Total external factors</i>	8.596	1.137	4.048	9.031	15.957	31.915	116.570

Iz podataka u tabeli se može vidjeti da ukupni troškovi svih farmi prosječno iznose 61.606 KM po farmi. Najveći udio u ukupnim troškovima imaju specifični troškovi biljne (19.880 KM) i animalne proizvodnje (17.033 KM), a zatim slijede režijski troškovi (8.780 KM), vanjski faktori (8.596 KM) i amortizacija (7.317 KM), dok specifičnih troškova šumarstva nije bilo. Specifični troškovi biljne proizvodnje po ha KPP iznose 1.448 KM, a specifični troškovi animalne proizvodnje po UG 1.231 KM. U

prosječnoj strukturi ukupnih troškova svih farmi, specifični troškovi animalne proizvodnje učestvuju sa 27,6% (17.033 KM), specifični troškovi biljne proizvodnje 32,3% (19.880 KM), režijski troškovi 14,3% (8.780 KM), amortizacija 11,9% (7.317 KM) i vanjski faktori 14,0% (8.596 KM). U prosječnoj strukturi ukupnih troškova animalne proizvodnje svih farmi (17.033 KM), troškovi nabavke životinja su učestvuju sa 5,4% (922 KM), kupljena stočna hrana 29,8% (5.076 KM), proizvedena stočna hrana 56,4% (9.614 KM) i ostali 8,3% (1.421 KM). U prosječnoj strukturi ukupnih troškova biljne proizvodnje svih farmi (19.880 KM), troškovi sjemenskog i sadnog materijala učestvuju sa 8,2% (1.631 KM), đubriva i poboljšivača zemljišta 19,5% (3.871 KM), sredstava za zaštitu biljaka 10,4% (2.075 KM) i ostalih 61,9% (12.303 KM). Ukupni troškovi kretali od 10.074 KM kod vrlo malih farmi do 929.537 KM kod vrlo velikih. Specifični troškovi animalne proizvodnje po UG bili su najveći kod srednje velikih farmi (1.477 KM/UG), zatim kod srednje malih (1.393 KM/UG), vrlo malih (1.161 KM/UG), malih (1.132 KM/UG) i velikih (931 KM/UG). Specifični troškovi biljne proizvodnje po ha KPP bili su najveći kod vrlo velikih farmi (69.557 KM/ha), a zatim slijede velike (11.136 KM/ha), vrlo male (1.937 KM/ha), srednje velike (1.633 KM/ha), te male (675 KM/ha) i srednje (669 KM/ha). Ukupni specifični troškovi su se kretali od 4.245 KM kod vrlo malih farmi do 626.009 KM kod vrlo velikih. Specifični troškovi animalne proizvodnje kretali su se od 813 KM kod vrlo malih farmi do 61.753 KM kod velikih, a specifični troškovi biljne proizvodnje od 3.432 KM kod vrlo malih do 626.009 KM kod vrlo velikih. Specifičnih troškova šumarstva nije bilo. Režijski troškovi su se kretali od 2.336 KM kod vrlo malih farmi do 152.719 KM kod vrlo velikih s tim da su bili veći kod srednje velikih (24.772 KM) u odnosu na velike (22.415 KM). Troškovi amortizacije su se kretali od 2.366 KM kod vrlo malih farmi do 34.239 KM kod vrlo velikih, a troškovi vanjskih faktora od 1.137 KM kod vrlo malih do 116.570 kod vrlo velikih.

U strukturi ukupnih troškova animalne proizvodnje kod malih farmi proizvedena stočna hrana učestvuje sa 82,3%, kupljena stočna hrana 15,4% i ostali specifični troškovi 2,3%, kod malih proizvedena stočna hrana učestvuje sa 58,2%, kupljena 31,3%, ostali 8,0% i kupovina životinja 2,5%, kod srednje malih proizvedena hrana učestvuje sa 56,7%, kupljena 31,8%, ostali 10,4% i kupovina životinja 1,2%, kod srednje velikih proizvedena hrana učestvuje sa 63,0%, kupovina životinja, 18,3%, kupljena hrana 12,1% i ostali 6,6%, te kod velikih proizvedena hrana učestvuje sa 44,9%, kupljena 41,4%, kupovina životinja 8,1% i ostali 5,6%. U strukturi ukupnih troškova biljne proizvodnje kod malih farmi đubriva i poboljšivači zemljišta učestvuju sa 38,7%, ostali specifični troškovi 23,2%, sjemenski i sadni materijal 20,9% i zaštitna sredstva 17,2%, kod malih đubriva i poboljšivači učestvuju sa 30,3%, ostali 37,2%, zaštitna sredstva 18,4% i sjemena i sadnice 14,1%, kod srednje malih đubriva i poboljšivači učestvuju sa 32,8%, ostali 39,8%, zaštitna sredstva 16,0% i sjemena i sadnice 11,3%, kod srednje velikih ostali učestvuju sa 38,9%, đubriva i poboljšivači 32,7%, zaštitna sredstva 15,0% i sjemena i sadnice 13,4%, kod velikih ostali učestvuju sa 81,1%, đubriva i poboljšivači

7,9%, zaštitna sredstva 5,6% i sjemena i sadnice 5,4%, te kod vrlo velikih (jedna farma) ostali učestvuju sa 98,3%, zaštitna sredstva 1,0% i đubriva i poboljšivači 0,7%.

Struktura tekućih i investicionih podsticaja koje su farme prosječno ostvarile u biljnoj i animalnoj proizvodnji po klasama ekonomske veličine data je u tabeli 5.

Tabela 5. Iznosi ostvarenih podsticaja farmi

Table 5. Level of farm subsidies

Simbol	Pokazatelj Indicator	Sve farme	Vrlo male	Male	Srednje male	Srednje velike	Velike	Vrlo velike
			2.000 - < 8.000 €	8.000 - < 25.000	25.000 - < 50.000	50.000 - < 100.000	100.000 - < 500.000	500.000 i > €
SE605	Ukupno tekući podsticaji Total current subsidies	3.274	410	1.299	4.210	10.952	5.572	0
SE615	Tekući pod. u AP Current subsidies in animal production	2.416	380	1.086	3.292	6.021	5.572	0
SE610	Tekući podsticaji u BP Current subsidies in crop production	858	30	214	918	4.931	0	0
SE405	Investicioni podsticaji Investment subsidies	627	0	0	1.002	1.312	4.083	0

Iz podataka u tabeli se može vidjeti da su ukupni podsticaji proizvodnji prosječno iznosili 3.274 KM po fami, od čega na biljnu proizvodnju otpada 858 KM, a na animalnu 2.416 KM. Najveći iznos tekućih podsticaja u animalnoj proizvodnji ostvarile srednje velike farme (6.021 KM), zatim velike (5.572 KM), srednje male (3.292 KM), male (1.086 KM) i vrlo male (380 KM), a u biljnoj proizvodnji srednje velike (4.931 KM), zatim srednje male (918 KM), male (214 KM) i vrlo male (30 KM). Vrlo velike farme (jedna farma) nisu imale tekućih podsticaja, dok velike nisu imale podsticaje u biljnoj proizvodnji. Najveći iznos investicionih podsticaja ostvarile su velike farme (4.083 KM), a zatim srednje velike (1.312 KM) i srednje male (1.002 KM). Farme ostalih ekonomskih veličina nisu imale investicionih podsticaja.

Finansijski pokazatelji poslovanja farmi: ukupnog pokriva varijabilnih troškova (TSGM), bruto dodane vrijednosti farme (GFI), neto dodane vrijednosti farme (FNVA) i dohotka porodične farme (FFI), zatim neto dodane vrijednost farme po godišnjoj jedinici ukupnog rada (FNVA/AWU) i dohotka farme po godišnjoj jedinici pridičnog rada (FFI/FWU), te ekonomičnosti poslovanja (E) farmi prema po klasama ekonomske veličine dati su u tabeli 6.

Tabela 6. Finansijski pokazatelji farmi

Table 6. Farm financial indicators

Simbol	Pokazatelj Indicator	Sve farme	Vrlo male	Male	Srednje male	Srednje velike	Velike	Vrlo velike
			2.000 - < 8.000 €	8.000 - < 25.000	25.000 - < 50.000	50.000 - < 100.000	100.000 - < 500.000	500.000 i > €
SE400	Ukupno pokriva varijabilnih troškova (TSGM) Total Standard Gross Margin (TSGM)	40.778	6.126	16.315	37.892	83.930	201.091	578.570
SE410	Bruto dodana vrijednost farme (GFI) Gross Farm Income (GFI)	31.999	3.760	12.237	30.515	59.159	178.676	425.851

SE415	Neto dodana vrijednost farme (FNVA) <i>Farm Net Value Added (FNVA)</i>	24.682	1.434	7.488	22.626	44.987	159.945	391.612
SE420	Dohodak porodične farme (FFI) <i>Family Farm Income (FFI)</i>	16.712	297	3.440	14.598	30.341	132.113	275.042
SE425	FNVA po godišnjoj jedinici rada (AWU) <i>FNVA / Annual Work Unit (AWU)</i>	13.097	3.696	5.185	11.616	15.197	36.768	33.927
SE430	FFI po godišnjoj jedinici porodičnog rada (FWU) <i>FFI / Family Work Unit (FWU)</i>	15.043	963	3.207	12.114	21.703	105.300	275.042
SE132	Ekonomičnost (bez podsticaja) <i>Cost-effectiveness (without subsidies)</i>	1,21	0,99	1,07	1,16	1,15	1,50	1,30
	Ekonomičnost (sa podsticajima) <i>Cost-effectiveness (with subsidies)</i>	1,27	1,03	1,12	1,25	1,26	1,54	1,30

Iz podataka u tabeli se može vidjeti da ukupno pokriva varijabilnih troškova (TSGM) (SE400), koje predstavlja razliku između ukupnog prihoda (SE131+SE605) i ukupnih specifičnih troškova (SE281), za sve farme prosječno iznosi 40.778 KM po farmi. Bruto dodana vrijednost farme (GFI) (SE410), koja predstavlja razliku između ukupnog prihoda (SE131+SE605) i međufazne potrošnje (SE275), za sve farme prosječno iznosi 31.999 KM po farmi. Neto dodana vrijednost farme (FNVA) (SE415), koja predstavlja razliku između GFI (SE410) i amortizacije (SE360), za sve farme prosječno iznosi 24.682 KM po farmi. Dohodak porodične farme (FFI) (SE420), koji predstavlja razliku između FNVA (SE415), na koju se dodaje iznos investicionih podsticaja (SE405), i vanjskih faktora (SE365), za sve farme prosječno iznosi 16.712 KM. TSGM farmi kretao od 6.126 KM kod vrlo malih do 578.570 KM kod vrlo velikih, GFI od 3.760 KM do 425.851 KM, FNVA od 1.434 KM do 391.612 KM i FFI od 297 KM do 275.042 KM. FNVA po AWU svih farmi prosječno iznosi 13.097 KM/AWU, a FFI po FWU 15.043 KM/FWU. Pokazatelj FNVA po AWU imao najveću vrijednost kod velikih farmi (36.768 KM/AWU), zatim kod vrlo velikih (33.927 KM/AWU), dok se kod ostalih klasa se kretao od 15.197 KM/AWU kod srednje velikih do do 3.696 KM/AWU kod vrlo malih. Pokazatelj FFI po FWU imao je daleko najveću vrijednost kod vrlo velikih farmi (275.042 KM/FWU). Razlog tome je što je u ovoj klasi zastupljena samo jedna farma koja je pravno lice, te ima vrlo mali udio neplaćenog rada u odnosu na svoju veličinu. Zatim slijede velike farme sa vrlo visokom vrijednosti ovog pokazatelja (105.300 KM/FWU) u odnosu na ostale klase, kod kojih su se kretale od 21.703 KM/FWU kod srednje velikih do 963 KM/FWU kod vrlo malih farmi. Koeficijent ekonomičnosti (E) svih farmi je prosječno 1,21 bez podsticaja i 1,27 sa podsticajima. Ekonomičnost ukupnog poslovanja farmi bez podsticaja najveća je bila kod velikih farmi (1,50), zatim kod vrlo velikih (1,30). Slijede srednje male farme (1,16), srednje velike (1,15) i male (1,07), dok je kod vrlo malih poslovanje bez podsticaja bilo neekonomično (0,99). Ekonomičnost sa podsticajima najveća je kod velikih farmi (1,50), zatim kod vrlo velikih (1,30), srednje velikih (1,26), srednje malih (1,25), malih (1,12) i malih (1,03).

ZAKLJUČAK

Evropske integracije zahtijevaju usvajanje modela Zajedničke agrarne politike u poljoprivrednom sektoru, koji je bitno drugačiji i složeniji u konceptualnom, administrativnom i finansijskom pogledu. Implementacija CAP-a podrazumijeva uspostavljanje integrisanog i usklađenog informacionog sistema u sklopu kojeg je neophodno kontinuirano prikupljanje, obrada i diseminacija poljoprivrednih statističkih podataka te praćenje poslovanja farmi prema metodologiji Mreže računovodstvenih podataka farmi. FADN je utemeljen 1965. godine od strane šest zemalja osnivača Evropske ekonomske zajednice i predstavlja instrument CAP-a. Zadatak FADN-a je sistematsko praćenje i utvrđivanje proizvodnih, ekonomskih i finansijskih pokazatelja farmi, koje se bazira na prikupljanju knjigovodstvenih podataka iz reprezentativnog uzorka farmi grupisanih prema tipu proizvodnje, ekonomskoj veličini i regionalnoj pripadnosti. Farme u FADN uzorak odabiru se u skladu sa selekcijskim planom, koji mora obezbijediti njegovu reprezentativnost. Za svaku farmu u uzorku prikupljaju se podaci za oko 1.000 varijabli, čijom se obradom utvrđuju standardni rezultati koji obuhvataju proizvodne, ekonomske i finansijske pokazatelje. Standardni rezultati predstavljaju skup izračunatih statističkih podataka koji detaljno opisuju ekonomski položaj poljoprivrednih proizvođača po različitim grupama. U ovom istraživanju, primjenom FADN metodologije na uzorku od 143 farme u poljoprivrednom sektoru BiH za računovodstvenu 2011. godinu utvrđeni su pokazatelji koji su omogućili sagledavanje proizvodnih, ekonomskih i finansijskih rezultata poslovanja farmi u BiH s obzirom na njihovu ekonomsku veličinu. Najveći broj farmi u uzorku pripada klasi malih farmi, 67 (46,9%) i srednje malih, 48 (33,6%). Srednje velikih farmi je 13 (9,1%), vrlo malih osam (5,6%), velikih šest (4,2%), dok su vrlo velike zastupljene samo s jednom farmom (0,7%). Rezultati istraživanja jasno pokazuju da je u BiH moguće uspješno primijeniti FADN metodologiju u svrhu praćenja poslovanja farmi po klasama ekonomske veličine i vođenja agrarne politike, što je ključna pretpostavka uspostavljanja FADN sistema u BiH. Uspostavljenje FADN sistema je složen i dugotrajan proces koji se se može realizirati samo kontinuiranim godišnjim pilot FADN istraživanjima, koja bi se organizovala i koordinirala na nivou BiH i postepeno usklađivala sa potrebama CAP-a.

LITERATURA

- Barkaszi, L., Keszthelyi, S., Csatóri, Eszter, Pesti, C. (2009): FADN Accountancy Framework and Costs Definitions. Farm Accountancy Cost Estimation and Policy Analysis of European Agriculture (FACEPA), Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Cesaro, L., Marongiu, Sonia, Arfini, F., Donati, Michele, Giacinta Capelli, Maria (2008): Cost of production. Definition and Concept. Farm Accountancy Cost Estimation and Policy Analysis of European Agriculture (FACEPA), Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

- Csajbók, I. (2009): Analysis of the Accounting System of the Farm Accountancy Data Network. 4th Aspects and Visions of Applied Economics and Informatics, Department of Finance and Accountancy of Faculty of Agricultural Economics and Rural Development, University of Debrecen, Debrecin, pp. 646-651.
- Doluschitz, R., Morath, C., Gjoševski, D., Georgiev, N., Martinovska-Stojčeska, A. (2008): Informacioni menadžment. Poljoprivreda Zapadnog Balkana i Evropske Integracije – Tempus Project IB_JEP-19027-2004, Fakultet za zemjodelski nauki i hrana – Skopje, Skoplje, pp. 62-65.
- European Commission, Community Committee for the Farm Accountancy Data Network (2009): Typology Handbook. Brisel.
- Falan, V., Bogučanin, H., Bajramović, S. Ognjenović, Dragana, Krilić, Alejna (2013): Efficiency of Farming, Fruit-Growing and Viticulture and Animal Production in the Federation of Bosnia and Herzegovina. The Journal of Ege University Faculty of Agriculture, Special Issue, Volume II. 23rd International Scientific-Experts Congress on Agriculture and Food Industry. Izmir, pp. 649-652.
- Figurek, Aleksandra, Harvilikova, Martina, Vukoje, V., Sližka, E. (2014): An Analysis of FADN System Functioning in the Czech Republic in the first Phase of its Establishment. Agroekonomika, Vol. 43, Br. 61-62, Poljoprivredni fakultet Novi Sad – Departman za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela, Novi Sad; pp. 64-71.
- Goraj, L., Mańko, S., Osuch, D., Bocian, Monika, Płonka, Renata (2013): 2011 Standard Results of Polish FADN agricultural holdings. Institute of Agricultural and Food Economics, National Research Institute, Agricultural Accountancy Department, Varšava.
- Goraj, L., Mańko, S., Osuch, D., Płonka, Renata (2011): Standard results of agricultural holdings based on Polish FADN data in 2009. Institute of Agricultural and Food Economics, National Research Institute, Agricultural Accountancy Department, Varšava.
- Njegovan, Z., Nastić, Lana (2011): Sistemi poslovne evidencije na porodičnim gazdinstvima i ruralni razvoj. Agroekonomika br. 51-52/2011, Časopis Departmana za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad; pp. 19-28.
- Rednak, M. (2010): The Standard Output (SO) coefficient calculation. IPA 2008 Multi-beneficiary statistical cooperation programme, Cologne.
- Volk, Tina (2004): Uticaj agrarne politike na razvoj poljoprivrede Slovenije u periodu tranzicije i uključenja u Evropsku uniju. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, pp. 38-40, 125-127.

FARM ANALYSIS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA USING FARM ACCOUNTANCY DATA NETWORK (FADN)

Summary

Establishment of the Farm Accountancy Data Network (FADN) in agricultural sector in Bosnia and Herzegovina is one of the institutional preconditions that must be fulfilled in the process of adjustment to the EU standards. Through the implementation of the standard FADN methodology, on a sample of 143 farms, grouped into six different groups according to the economic size, production, economic and financial indicators in 2011 were analysed. The following research methods were used, statistical, interviews, accounting, analytical, and calculation. The results of this research show that FADN methodology for monitoring of farm performances according to the economic size can successfully be applied in Bosnia and Herzegovina. Based on that, modern agricultural policy development can be achieved, which is the key characteristics of FADN implementation.

Key words: farm, economic size, FADN, output, costs, income

EKONOMSKA EVALUACIJA PROIZVODNJE JAJA: STUDIJ SLUČAJA U BOSNI I HERCEGOVINI

Vedad Falan¹, Alen Mujčinović¹, Merima Makaš¹, Alma Rustempašić¹, Alejna Krilić¹

Originalni naučni rad - *Original scientific paper*

Rezime

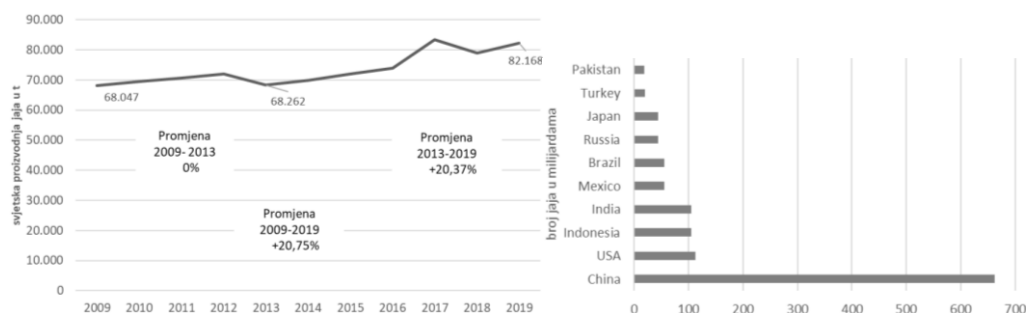
Peradarstvo u BiH najintenzivnija je grana stočarstva, tehničko-tehnološki savremeno opremljena i u najvećoj mjeri tržišno orjentisana. U ovakvim uslovima, sektor posljednjih godina (2013-2019) bilježi rast od čak 3% uz prosječnu godišnju proizvodnju jaja od 0,7 milijardi komada. Vodeći se činjenicom da potražnja za glavnim peradarskim proizvodima (mesom i jajima) uveliko nadmašuje ponudu, cilj ovog rada je bio utvrditi glavne trendove ponude i potražnje konzumnih jaja u BiH i izvršiti ekonomsku evaluaciju proizvodnje jaja na primjeru preduzeća KOKA BH Breza. Primarni podaci prikupljeni su kroz polustrukturirani intervju s predstavnicima preduzeća i analizom internih dokumenata, a sekundarni su preuzeti od statističkih agencija u BiH i pregledom relevantne literature. Utvrđeni su najznačajniji proizvodno-ekonomski pokazatelji proizvodnje jaja za period 2016.-2019. godina. Rezultati su pokazali da je u svim posmatranim godinama ostvaren pozitivan finansijski rezultat, odnosno dobit koja je prosječno iznosila 54.114 KM. Najveća dobit ostvarena je u 2018. godini (66.638 KM), a najmanja u 2017. (39.624 KM). Na variranje dobiti tokom godina u najvećoj mjeri su uticale promjene u tržišnoj cijeni jaja. Pored jaja kao glavnog proizvoda, sporedni proizvodi, naročito kokošiji stajnjak, u značajnoj mjeri su doprinijeli povećanju prihoda, a time i dobiti. Vlastita proizvodnja hrane (smjesa) za nesilje doprinijela je smanjenju troškova ishrane, čiji je udio u ukupnim troškovima proizvodnje prosječno iznosio 58,6%. Na osnovu rezultata istraživanja data je procjena budućih ekonomskih efekata proizvodnje jaja i preporuke proizvođačima i kreatorima politika u BiH.

Ključne riječi: *peradarstvo, proizvodnja jaja, ekonomska evaluacija, Bosna i Hercegovina*

¹Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
Korespondencija: v.falan@ppf.unsa.ba

UVOD

Proizvodnja jaja u svijetu u posljednjih dvadeset godina pokazuje snažan rast, a uz proizvodnju mesa peradi, ostvaruje se najveći rast u pogledu podmirivanja potreba za proteinima u svjetskoj populaciji (Magdelaine, 2011; Réhault-Godbert *et al.*, 2019). Razlog tome je visoka biološka vrijednost bjelančevine jajeta, najbliža po sastavu aminokiselina bjelančevinama ljudskog tijela, te cjenovno povoljniji izvor bjelančevina u odnosu na druge proizvode životinjskog porjekla (Mandić, 2007, Magdelaine, 2011, Perši *et al.*, 2011; Gudber-Rehault *et al.*, 2019). U takvim uslovima, proizvodnja jaja u svjetu je u konstantnom rastu, a najveći svjetski proizvođači su Kina, a potom slijede USA, Indonezija i Indija itd. (grafikon 1) (Statista, 2021a; 2021b).



Grafikon 1. Svjetska proizvodnja (lijevo) i vodeći proizvođači jaja (desno) (Statista, 2021a; 2021b)

Figure 1. Egg production (left) and major egg producers (right) worldwide (Statista, 2021a; 2021b)

Na rastuću potražnju ukazuju i prosječni godišnji porast globalne proizvodnje jaja u periodu 2009.-2018. godina, koji je iznosio 2,2%. Ove brojke jasno pokazuju da se prosječna potrošnja jaja po glavi stanovnika povećala tokom posljednjeg desetljeća, na šta ukazuju i buduće prognoze u EU. Potrošnja jaja po glavi stanovnika je najveća bila u Japanu (52), a potom slijede zatim u Paragvaju (51), Kini (51), Meksiku (50), Ukrajini (49), Maleziji (45), a od europskih zemalja u vrhu liste su se našle i Slovačka (44), Bjelorusija (43), Rusija (43) (World Atlas, 2018). Poređenjem sektora jaja s ostalim sektorima koja sadrže bjelančevine životinjskog porjekla jasno je da proizvodnja mesa peradi i pilećih jaja rastu najbrže (Van de Braak, 2021). Sektor je poznat kao jedan od najintenzivnijih poljoprivrednih sistema u EU, sa farmama koje broje više od 100 hiljada koka. Ovaj intenzivni sistem podrazumijeva veliki broj brzorastućih pasmina dobivenih genetskom selekcijom, u zatvorenom uzgoju. Procjenjuje se da 90% brojlera se uzgaja u takvim sistemima u EU. Međutim, alternativna proizvodnja piletine (slobodni sistemi) se sve više širi u mnogim zemljama EU-a. (Augère-Granier, 2019).

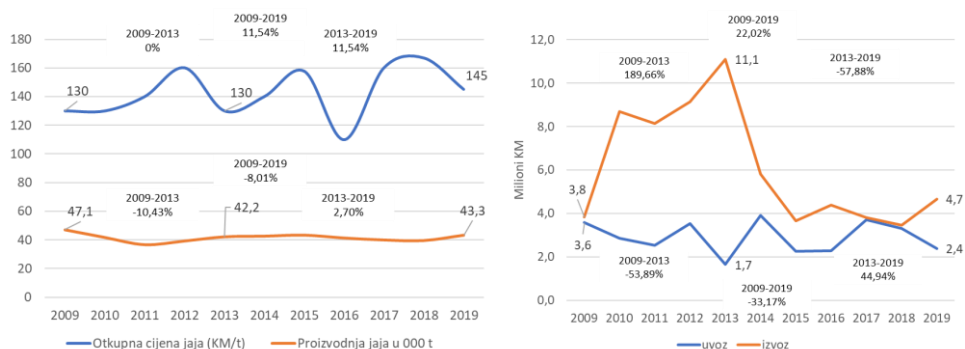
O važnosti sektora govore i promjene prehrambenih navika koje su povećale potražnju za ovim proizvodom naročito u pandemiji COVID-19 gdje potrošači traže jeftinije, visoko hranjive opcije - poput jaja, koja su širom svijeta sve više prepoznata po svojim hranjivim prednostima. Upravo iz ovih razloga američko Ministarstvo poljoprivrede

predviđa da će narednih godina doći do povećanja konzumacije ovog proizvoda u svijetu. Također predviđa se da će doći i do povećanja prihoda zbog rastuće potražnje za proizvodima s dodanom vrijednosti, poput organskog pilećeg mesa iz slobodnog uzgoja, koji obično imaju veće cijene. Očekuje se da će porast zdravstvene svijesti povećati potrošnju mesa peradi po stanovniku u EU tokom tog razdoblja, budući da potrošači sve više preferiraju jeftinije izvore proteina i udaljavaju se od svinjskih i goveđih proizvoda.

Tržište jaja je složeno i zavisi od mnogo faktora kao što su klimatski uslovi, geografske karakteristike, kulturna i vjerska opredjeljenja kao i preferencije potrošača i nivo prihoda. S obzirom na njihovu važnost u proizvodnji hrane, jaja predstavljaju jedan od glavnih izvoznih proizvoda. Upravo zbog značajne zastupljenosti jaja u mnogim kako prehrambenim tako i neprehrambenim proizvodima, tržišni standardi osmišljeni su kako bi se održao visok kvalitet proizvoda, te zaštitili interesi potrošača. U EU, proizvođači se moraju pridržavati strogih pravila koja garantuju dosljednost provođenja standarda na cijelom prostoru Unije. Propisima EU utvrđena su detaljna pravila za označavanje i pakovanje jaja, razvrstavanje s obzirom na kvalitet i težinu, funkcionisanje objekata za pakovanje, skladištenje, i prevoz. Kompanije u sektoru jaja u Evropskoj uniji moraju se pridržavati evropskog zakonodavstva o dobrobiti životinja, sigurnosti hrane i zaštite okoliša. Zakonodavstvo ima za cilj garantovati visok kvalitet proizvodnje peradi, što znači i suočavanje sektora sa dodatnim troškovima. Primjer zakonodavstva je Vijeće Direktiva 1999/74/EC kojom se uređuju minimalni standardi za smještaj nesilica u obogaćene kaveze, sisteme štala i slobodnog uzgoja (Van Horne, 2019). Uvoz jaja iz zemalja van EU podrazumijeva uvozne carine, a omogućen je uz poštivanje posebnih uslova u pogledu zdravlja životinja i sigurnosti hrane.

Kada se sagleda ekonomska važnost sektora jaja, postaje jasno da je približno 6 milijardi nesilica (u uzgoju i proizvodnji) odgovorno za proizvodnju 76,7 miliona tona jaja (FAO, 2018). U sektoru jaja zaposleno je ukupno 4 miliona osoba. Kada se posmatra ekonomska vrijednost sektora jaja koju izračunava IEC (International Egg Commission), procjenjuje se da je vrijednost na nivou farme 92 milijarde američkih dolara. Na maloprodajnom nivou to doseže 145 milijardi američkih dolara što jasno pokazuje da proizvodnja jaja predstavlja prosperitetan biznis (Van de Braak, 2021).

Peradarski sektor u Bosni i Hercegovini predstavlja najkonkurentniji sektor u domaćoj poljoprivredi što pokazuje i pozitivan bilans vanjsko trgovinske razmjene posljednjih godina, koji je u 2019. godini iznosio 23% (USAID/SIDA, 2020). Tome doprinosi i činjenica da je u ovoj godini odobren izvoz jaja na EU tržište. Ovo je jedan od značajnijih uspjeha poljoprivrednog sektora jer pokazuje ozbiljnost bh. proizvođača da ispune stroge uslove EU tržišta, ali i da povećaju proizvodnju kao i izvoz drugih proizvoda koji u svom sastavu sadrže jaja poput tjestenine, peciva. Otkupna cijena jaja u BiH dosta varira, dok proizvodnja bilježi blagi rast (grafikon 2).



Grafikon 2. Ukupna proizvodnja i otkupne cijene jaja (lijevo) i spoljnotrgovinska razmjena u sektoru u BiH (BHAS, 2020; USAID/SIDA, 2020)

Figure 2. Total egg production and egg prices (left) and trade balance in egg sector (right) in Bosnia and Herzegovina (BHAS, 2020; USAID/SIDA, 2020)

Iznosi podsticaja za jaja su dosta mali i kreću se u prosjeku od svega 250.000 KM godišnje i kao takvi nemaju uticaja na proizvodnju koja je uglavnom produkt stalnih promjena na tržištu kao i prirodnih uslova. Promjene na tržištu vrlo često nastaju usljed neorganizovanog klanja kokoši nesilica, kada u pojedinim godinama u istom periodu sve velike farme obavljaju klanja, dolazi do značajnog povećanja ponude jaja koja se zbog kratkog roka trajanja, moraju brzo prodati, što u pojedinim godinama nije moguće i dovode do naglog pada cijena. Također usljed neorganizovanog uvoza iz zemalja regiona dolazi do naglih promjena u cijenama (Makaš, 2020). Upravo ovi razlozi utiču na promjenljivost otkupnih cijena i na nesigurnost proizvođača, te je cilj ovog rada ispitati ekonomsku isplativost proizvodnje jaja na primjeru kompanije Koka d.o.o., te na taj način doprinijeti promociji ovog perspektivnog sektora.

MATERIJAL I METODE RADA

U radu je izvršena analiza proizvodnje i tržišta kokošijih jaja u BiH i svijetu, a na primjeru preduzeća KOKA BH d.o.o. Breza utvrđeni su i analizirani najznačajniji proizvodno-ekonomski pokazatelji ove proizvodnje za period 2016.-2019. godina. Primarni podaci za istraživanje prikupljeni su metodom polustrukturiranog intervjua sa predstavnicima istraživanog preduzeća i uvidom u dokumentaciju, dok su sekundarni podaci preuzeti od Agencije za statistiku BiH i Ministarstva vanjske trgovine i ekonomskih dnosa BiH, a korištena je naučna i stručna literatura usmjerena na predmet istraživanja. Za utvrđivanje i analizu proizvodno-ekonomskih pokazatelja korištene su kalkulativna i analitička metoda. Sastavljene su analitičke kalkulacije proizvodnje konzumnih jaja za period 2016.-2019. godina i utvrđeni sljedeći proizvodno-ekonomski pokazatelji: obim i vrijednost proizvodnje jaja i vezanih proizvoda (stajnjaka i izlučenih koka), troškovi proizvodnje, cijena koštanja jaja i vezanih proizvoda, finansijski rezultat, ekonomičnost i rentabilnosti proizvodnje.

Vrijednost proizvodnje jaja i nus proizvoda (stajnjaka i izlučenih nesilica) utvrđeni su množenjem njihovog obima proizvodnje i prodajne (tržišne) cijene, a ukupna vrijednost proizvodnje kao zbir njihovih vrijednosti proizvodnje. Troškovi u analitičkim kalkulacijama grupisani su prema načinu njihovog ponašanja u odnosu na obim proizvodnje, na varijabilne (materijalni troškovi i ljudski rad) i fiksne (amortizacija i tuđe usluge). Finansijski rezultat utvrđen je kao razlika između ukupne vrijednosti proizvodnje i ukupnih troškova proizvodnje. Pozitivan finansijski rezultat predstavlja dobit, a negativan gubitak. Cijena koštanja se utvrđuje iz odnosa između ukupnih troškova proizvodnje i ukupnog obima proizvodnje u slučaju kad se dobiva samo jedan proizvod. Budući da se u proizvodnji jaja se dobivaju tri vezana proizvoda (jaja, stajnjak i izlučene nesilice), cijena koštanja je utvrđena pomoću koeficijenta za raspodjelu ukupnih troškova, koji se utvrđuje iz odnosa između ukupnih troškova i ukupne vrijednosti proizvodnje. Množenjem koeficijenta sa vrijednostima proizvodnje vezanih proizvoda i dijeljenjem dobivenih umnožaka sa obimima proizvodnje vezanih proizvoda dobiju se njihove cijene koštanja. Ekonomičnost proizvodnje se izražava koeficijentom ekonomičnosti, koji se izračunava iz odnosa između ukupne vrijednosti proizvodnje i ukupnih troškova proizvodnje. Ovako izračunat koeficijent ekonomičnosti pokazuje iznos vrijednosti proizvodnje po jedinici troškova. Rentabilnost proizvodnje se izražava stopom rentabilnosti (%), koja se utvrđuje iz odnosa između pozitivnog finansijskog rezultata, odnosno dobiti i ukupne vrednosti proizvodnje. Ovako izračunata rentabilnost pokazuje iznos dobiti na 100 KM vrijednosti proizvodnje.

REZULTATI I DISKUSIJA

U proizvodnji kokošijih (konzumnih) jaja u BiH generalno se ostvaruju veoma dobri proizvodni i ekonomski rezultati te vanjskotrgovinski suficit, ali prisutne su i oscilacije uzrokovane promjenama na tržištu i prirodnim faktorima. Intenzivna peradarska proizvodnja prisutna je u velikim proizvodnim jedinicama (peradraskim farmama) gdje se primjenjuje savremena tehnologija u zatvorenim objektima i u manjim proizvodnim jedinicama (porodičnim farmama) gdje se odvija se u ekstenzivnim uslovima (u adaptiranim objektima i dijelom slobodno), a peradarski proizvodi pretežno koriste za vlastite potrebe. Ključna tržišta BiH za peradarske proizvode u periodu 2012.-2016. godina su zemlje okruženja: Srbija, na koju u 2016. godini otpada 32% od ukupne vrijednosti izvoza (53 miliona KM), zatim Kosovo (27%), Makedonija (23%) i Crna Gora (16%). U 2016. godini došlo je do povećanja izvoza u odnosu na prethodnu godinu za 4 miliona KM i smanjenja uvoza za 2 miliona KM, a pokrivenost uvoza izvozom iznosila je 160% i najveća je u posmatranom petogodišnjem periodu (USAID/SIDA, 2017). Vrijednost izvoza jaja BiH u periodu 2015.-2019. godina kretala se od oko 3,7 miliona KM u 2015. godini do 3 miliona KM u 2019., najmanja je bila u 2018., 3,5 miliona KM, a najveća u 2016., 4,4 miliona KM., dok je u 2017. iznosila 3,9 miliona KM. Uvoz jaja u tom periodu kretao se od 2,7 miliona KM u 2015. i 2016. godini, 4,4 miliona u 2017., 4,0 miliona u 2018., do 3 miliona KM u 2019. (USAID/SIDA, 2020).

Preduzeće KOKA BH d.o.o Breza osnovano je 1998. godine, a proizvodnjom konzumnih jaja bavi se od 2000. Pored proizvodnje jaja, preduzeće se bavi i proizvodnjom podmlatka lakih hibrida (18-nedjeljnih pilenki), raznih vrsta tjestenine, stočne hrane i organskog (kokošijeg) gnojiva. U tabeli 1. dati su obimi i vrijednosti proizvodnje jaja, stajnjaka i izlučenih nesilica u preduzeću KOKA BH za četiri godine proizvodnje (2016-2019).

Tabela 1. Obim i vrijednost proizvodnje jaja, stajnjaka i izlučenih nesilica za period 2016.-2019. godina.

Table 1. Value of production for eggs, manure and laying hens for observed period 2016-2019

Pokazatelj	2016	2017	2018	2019	Prosjeck	Apsolutn a promjena 2016- 2019	Relativn a promjene 2016- 2019
Obim proizvodnje							
Jaja (komad)	1.388.900	1.376.000	1.404.000	1.384.600	1.388.375	-4.300	-0,3
Stajnjak (kg)	86.000	84.000	90.000	89.000	87.250	3.000	3,5
Izlučene nesilice (kljun)	4.300	3.680	4.250	4.300	4.133	0	0
Prodajna (tržišna) cijena							
Jaja (KM/komad)	0,15	0,13	0,15	0,14	0,143	-0,01	-6,7
Stajnjak (KM/kg)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00	0,0
Izlučene nesilice (KM/kljun)	1,20	1,00	1,10	1,17	1,118	-0,03	-2,5
Vrijednost proizvodnje							
Jaja (KM)	208.335	178.880	210.600	193.844	197.915	-14.491	-7,0
Stajnjak (KM)	34.400	33.600	36.000	35.600	34.900	1.200	3,5
Izlučene nesilice (KM)	5.160	3.680	4.675	5.031	4.637	-129	-2,5
Ukupna vrijednost proizvodnje	247.895	216.160	251.275	234.475	237.451	-13.420	-5,4

Iz podataka u tabeli se može vidjeti da je obim proizvodnje jaja prosječno iznosio 1.388.375 komada (336 kom. po nesilici), stajnjaka 87.250 kg (21,1 kg po nesilici) i nesilica 4.133 kljuna. Najveća proizvodnja jaja ostvarena je u 2018. godini (1.404.000 kom.), a najmanja u 2017. godini (1.376.000 kom.). Prosječna prodajna cijena jaja iznosila je 0,143 KM/kom., stajnjaka 0,40 KM/kg i izlučenih nesilica 0,118 KM/kljun. Ukupna vrijednost proizvodnje prosječno je iznosila 237.451 KM (57,5 KM po nesilici), najveća je bila u 2018. godini (251.275 KM), a najmanja u 2017. (216.160 KM). Vrijednost proizvodnje jaja prosječno je iznosila 197.915 KM (83,3%), stajnjaka 34.900 KM (14,7%) i nesilica 4.637 KM (2,0%). Najveća vrijednost proizvodnje jaja ostvarena je u 2018. godini (210.600 KM), a najmanja u 2017. godini (178.880 KM). U analizi konvencionalne proizvodnje jaja i proizvodnje jaja obogaćenih n-3 polinezasićenima masnim kiselinama na gazdinstvu u Hrvatskoj sa prosječno 15.431 koka nesilja (16.668-14.194), ukupan godišnji (56 sedmica) obim proizvodnje jaja iznosio je 4.929.172 komada (319 po nesilji). Ukupna vrijednost proizvodnje ostvarena u konvencionalnoj proizvodnji jaja iznosila je 990.452 KM (64,2 KM po nesilici), a u proizvodnji

obogaćenih jaja 1.383.252 (89,6 KM po nesilici) (Deže *et al.*, 2010). U tabeli 2. dati su troškovi proizvodnje jaja u preduzeću KOKA BH za četiri godine proizvodnje (2016-2019).

Tabela 2. Troškovi proizvodnje jaja za period 2016.-2019. godina
Table 2. Egg production costs for observed period 2016-2019

Troškovi (KM)	2016	2017	2018	2019	Prosjek	U %	Apsolutna promjena 2016-2019	Relativna promjena 2016-2019
Varijabilni troškovi								
Materijalni								
Koke nesilice	30.100	26.864	29.750	32.250	29.741	16,2	2.150	7,14
Smjesa za ishranu nesilica	108.360	103.871	108.530	109.237	107.500	58,6	877	0,81
Ambalaža - školjke	15.120	14.864	15.012	14.940	14.984	8,2	-180	-1,19
Ambalaža - kartonske kutije	4.320	3.888	4.320	3.740	4.067	2,2	-580	-13,43
Električna energija	506	504	508	505	506	0,3	-1	-0,20
Voda	279	272	275	279	276	0,2	0	0
Ukupno materijalni troškovi	158.685	150.262	158.396	160.952	157.074	85,7	2.267	1,43
Ljudski rad								
Sortiranje jaja	1.976	1.971	1.931	1.958	1.959	1,1	-18	-0,91
Rad u objektu	4.798	4.793	4.801	4.787	4.795	2,6	-11	-0,23
Ukupno ljudski rad	6.774	6.764	6.731	6.745	6.753	3,7	-29	-0,43
Ukupno varijabilni troškovi	165.459	157.026	165.127	167.696	163.827	89,4	2.237	1,35
Fiksni troškovi								
Amortizacija								
Objekti	10.135	10.135	10.135	10.135	10.135	5,5	0	0
Oprema	7.491	7.491	7.491	7.491	7.491	4,1	0	0
Ukupno amortizacija	17.626	17.626	17.626	17.626	17.626	9,6	0	0
Tuđe usluge								
Veterinarske	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	0,8	0	0
Dezinfekcija	480	480	480	480	480	0,3	0	0
Ukupno tuđe usluge	1.884	1.884	1.884	1.884	1.884	1,0	0	0
Ukupno fiksni troškovi	19.510	19.510	19.510	19.510	19.510	10,6	0	0
Ukupni troškovi	184.969	176.536	184.637	187.206	183.337	100,0	2.237	1,21
Cijena koštanja								
Jaja (KM/komad)	0,112	0,106	0,110	0,112	0,110		0	0
Stajnjak (KM/kg)	0,30	0,33	0,29	0,32	0,31		0,02	6,67
Izlučene nesilice (KM/kljun)	0,90	0,82	0,81	0,93	0,86		0,03	3,33

Iz podataka u tabeli se može vidjeti da su ukupni troškovi proizvodnje jaja prosječno iznosili 183.337 KM (44,4 KM po nesilici), najveći su bili u 2019. godini (187.206 KM), a najmanji u 2017. (176.536 KM). Prosječan udio varijabilnih troškova u ukupnim troškovima je 89,4%, a fiksnih 10,6%. Najveći udio u ukupnim troškovima imaju

troškovi ishrane nesilica (58,6%), zatim troškovi nesilica (16,2%), ambalaže (10,4%) i amortizacije (9,6%). Cijena koštanja jaja prosječno je iznosila 0,11 KM/kom., stajnjaka 0,31 KM/kg i izlučenih nesilica 0,86 KM/kljun. Ukupni troškovi konvencionalne proizvodnje jaja na gazdinstvu u Hrvatskoj sa prosječno 15.431 nesilica iznosili su 799.387 KM (51,8 KM po nesilici) i cijena koštanja jajeta 0,156 KM, a u proizvodnji obogaćenih jaja (n-3 polinezasićenim masnim kiselinama) 883.830 KM (57,3 KM po nesilici) i cijena koštanja jajeta 0,176 KM (Deže *et al.*, 2010). U analizi ekonomske učinkovitost proizvodnje konzumnih jaja iz ekološkog uzgoja na gazdinstvu u Hrvatskoj, prosječna proizvodnja jaja bila je 199 komada po nesilici tokom 15 mjeseci. Ukupan prihod je iznosio 20.513,19 KM i najvećim dijelom ostvaren je prodajom jaja čija je prosječna cijena iznosila 0,39 KM po komadu. Ukupni troškovi su iznosili 19.733,72 KM, a u strukturi dominiraju materijalni troškovi sa 61,23% i troškovi rada sa 19,12% (Crnčan *et al.*, 2011; 2014; 2016; 2017). U istraživanju četiri sistema proizvodnje jaja u Hrvatskoj, cijena koštanja jaja u kaveznom uzgoju iznosila je 0,21 KM/kom., u stajskom uzgoju 0,25 KM/kom., u slobodnom uzgoju 0,29 KM/kom. i u ekološkom uzgoju 0,39 KM/kom. (Crnčan, 2011; 2014; 2016; 2017). U istraživanju isplativosti proizvodnje konzumnih jaja sa povećanim sadržajem omega masnih kiselina i jaja upotrebom prirodnih izvora pigmentata umjesto sintetičkih, cijena koštanja kontrolne smjese za ishranu nesilja sa dodatim sintetičkim pigmentima iznosila je 0,71 KM/kg, odnosno sa prirodnim pigmentima 0,74 KM/kg. Cijena koštanja eksperimentalnih smjesa zavisi od izvora omega 3 masnih kiselina i iznosi od 1,06 KM/kg za smjese gde su nesilje hranjene lanom do 1,80 KM/kg za smjese gde su nesilje hranjene lanikom. Cijena komercijalne kompletne smjese za nesilje iznosi oko 0,67 KM/kg (Spasevski *et al.*, 2019). U tabeli 3. dati su pokazatelji finansijskog rezultata, ekonomičnosti i rentabilnosti proizvodnje u preduzeću KOKA BH za četiri godine proizvodnje (2016-2019).

Tabela 3. Pokazatelji finansijskog rezultata proizvodnje jaja za period 2016.-2019. godina

Table 3. Financial indicators for egg production in observed period 2016-2019

Pokazatelj	2016	2017	2018	2019	Prosjek	Apsolutna promjena 2016-2019	Relativna promjena 2016-2019
Ukupan finansijski rezultat (KM)	62.926	39.624	66.638	47.269	54.114	-15.657	-24,88
Finansijski rezultat po jajetu (KM/kom.)	0,045	0,029	0,047	0,034	0,039	-0,011	-24,44
Finansijski rezultat po nosilji (KM/kljun)	14,63	10,77	15,68	10,99	13,09	-3,64	-24,88
Ekonomičnost proizvodnje (Koefficient)	1,34	1,22	1,36	1,25	1,29	-0,1	-7,46
Rentabilnost proizvodnje (%)	25,38	18,33	26,52	20,16	22,60	-5,22	-20,57

Iz podataka u tabeli se može vidjeti da je u svim posmatranim godinama ostvaren pozitivan finansijski rezultat, odnosno dobit koja je prosječno iznosila 54.114 KM (13,1 KM po nesilici). Najveća dobit ostvarena je u 2018. godini (66.638 KM), a najmanja u 2017. godini (39.624 KM). Prosječna dobit po jajetu iznosila je 0,039 KM. Prosječna

ekonomičnost proizvodnje iznosila je 1,29, a najveća je bila u 2018. godini (1,36). Prosječna rentabilnost proizvodnje iznosila je je 22,6%, a najveća je bila u 2018. godini (26,52%). U istraživanjima dva sistema proizvodnje jaja na gazdinstvu u Hrvatskoj sa prosječno 15.431 nesilica, finansijski rezultat u konvencionalnoj proizvodnji iznosio je 191.065 KM (12,4 KM po nesilici), a u proizvodnji obogaćenih jaja (n-3 polinezasićenim masnim kiselinama) 499.421 KM (32,4 KM po nesilici), profitabilnost konvencionalne proizvodnje bila je 19,3%, a proizvodnje obogaćenih jaja 36,1%. Ekonomičnost konvencionalne proizvodnje jaja iznosila je 1,24, a proizvodnje obogaćenih jaja 1,57. Analiza tačke pokrića pokazuje da je potrebno proizvesti 258 komada jaja po nesilici godišnje u konvencionalnoj proizvodnji, a u proizvodnji obogaćenih jaja 204 komada, što potvrđuje da je proizvodnja obogaćenih jaja ekonomski efikasnija (Deže et al., 2010). U analizi proizvodnje konzumnih jaja iz ekološkog uzgoja na gazdinstvu u Hrvatskoj, utvrđeni su apsolutni i relativni pokazatelji uspješnosti. Dobit je iznosila 779,48 KM. U strukturi troškova dominiraju materijalni, a zatim troškovi rada. Ukoliko se u strukturu troškova uključe realne vrijednosti svih utrošenih elementa u proizvodnom procesu, rezultati ekonomske analize pokazuju da je poslovanje na granici ekonomičnosti (1,04). Razlog može biti mali posjed, odnosno nedostatan broj nesilica za konkurentnu tržišnu proizvodnju. Stopa rentabilnosti je bila 3,95%, a produktivnost rada 0,25 jaja po radnom satu (Crnčan et al., 2011; 2014; 2016; 2017). U istraživanju četiri sistema proizvodnje jaja u Hrvatskoj, ekonomičnost proizvodnje (koeficijent) jaja u kaveznom uzgoju iznosila je 1,03, u stajskom uzgoju 1,08, u slobodnom uzgoju 1,02 i u ekološkom uzgoju 1,00. Rentabilnost proizvodnje u kaveznom uzgoju iznosila je 3,02%, u stajskom uzgoju 9,31%, u slobodnom uzgoju 2,26% i u ekološkom uzgoju 0,19% (Crnčan, 2011; 2014; 2016; 2017).

ZAKLJUČAK

Peradarska proizvodnja predstavlja uzgoj peradi u svrhu proizvodnje mesa i jaja kao glavnih prehrambenih proizvoda uz koje se dobivaju i kvalitetni nus proizvodi. Peradarstvo u BiH najintenzivnija je grana stočarstva, tehničko-tehnološki savremeno opremljena i u najvećoj mjeri tržišno orjentisana. U proizvodnji kokošijih jaja u BiH generalno se ostvaruju veoma dobri proizvodni i ekonomski rezultati te vanjskotrgovinski suficit, ali su prisutne i oscilacije uzrokovane promjenama na tržištu i prirodnim faktorima. Ključna izvozna tržišta su zemlje okruženja: Srbija, Kosovo, Makedonija i Crna Gora. Pokazatelji utvrđeni za proizvodnju jaja u posmatranom preduzeću pokazuju da je u sve četiri posmatrane godine proizvodnje ostvarena dobit, odnosno ekonomična i rentabilna proizvodnja. Dobit je tokom godina varirala kao posljedica **variranja tržišne cijene jaja i broja koka nosilja**, odnosno obima proizvodnje jaja. Najveći udio u ukupnim troškovima proizvodnje jaja imali su troškovi ishrane nesilica, prosječno 58,6%, ali zahvaljujući vlastitoj proizvodnji hrane, značajno su niži nego što bi bili u slučaju njene kupovine. Navedeno ukazuje da je proizvodnja jaja u BiH, na primjeru posmatranog preduzeća KOKA BIH, rentabilna i ekonomična, ali da treba imati u vidu **velike oscilacije cijena** koje mogu izazvati značajne gubitke u

ovom sektoru. Za ostvarivanje još boljih ekonomskih rezultata u proizvodnji jaja u BiH, neophodno je da proizvođači *kontinuirano prate i evidentiraju* sve utrošene elemente (inpute) u procesu proizvodnje kako bi se utvrđivali pouzdani ekonomski pokazatelji, realno sagledavali ostvareni rezultati i donosile odgovarajuće poslovne odluke. U proizvodnji jaja vrlo je važna ekonomija obima, zbog čega se nameće potreba za proširivanjem postojećih proizvodnih kapaciteta i investiranjem u izgradnju novih. Državne institucije bi u tom smislu trebale obezbijediti bolje funkcionisanje kreditnog tržišta, kako bi što veći broj proizvođača mogao ostvariti povoljne kreditne aranžmane. Visoki eksterni troškovi proizvodnje, slabo razvijen trgovinski i distribucijski sistem, nedostatni izvori sredstava za kapitalna ulaganja i generalno slaba budžetska podrška ovom sektoru, neki su od činilaca koji usporavaju razvoj peradarstva u BiH. Nove tržišne mogućnosti (proširenje tržišta EU) treba da daju snažan podsticaj za dalji razvoj sektora. Adekvatan odgovor politike podsticaja trebao bi ići i u smjeru novih programa podrške kao što su neke od tržišnih mjera EU koje podrazumijevaju rješavanje specifičnih tržišnih situacija i podsticanja promocije trgovine uključujući mjere zaštite od poremećaja na tržištu usljed fluktuacija cijena, bolesti životinja ili pak gubitka povjerenja potrošača zbog sigurnosti zdravlja javnosti.

LITERATURA

- Augère-Granier, M. L. (2019). The EU Poultry Meat and Egg Sector: Main Features, Challenges and Prospects: In-depth Analysis. European Parliament. Dostupno na:
[https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_IDA\(2019\)644_195](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_IDA(2019)644_195), pristupio: 20.11.2021. godine
- BHAS (2020). Saopćenja prosječne potrošačke cijene u BIH za period 2009-2019, Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine, dostupno na:
https://bhas.gov.ba/data/Publikacije/Bilteni/2021/BRC_01_2020_TB_1_BS.pdf, pristupio: 20.11.2021. godine
- Crnčan, A. (2016). Višekriterijski model odlučivanja u strateškome planiranju proizvodnje konzumnih jaja (Doctoral dissertation, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek. Department for agro-economics).
- Crnčan, A., Ranogajec, L., Deže, J. (2014). Ekonomika proizvodnje konzumnih jaja iz ekološkog uzgoja. In Proceedings of 50th Croatian and 10th International Symposium on Agriculture (129-132).
- Crnčan, A., Ranogajec, L., Deže, J., Kristić, J. (2011). Importance of investments for development of table egg production competitiveness. *Poljoprivreda*, 17(2), 33-37.
- Crnčan, A., Ranogajec, L., Deže, J., Hadelan, L., Kristić, J. (2017). Ekonomika proizvodnje konzumnih jaja iz obogaćenih kaveza i stajskog sustava držanja. *Zbornik radova*, 52, 132-135.

- Deže, J., Ranogajec, L., Crnčan, A., Kristić, J. (2010). Break-even analysis (BEA) in egg production. *Poljoprivreda*, 16(2), 47-50.
- FAO (2018). Chapter 1 – Egg production, Food and Agriculture Organisation, dostupno na <https://www.fao.org/3/y4628e/y4628e03.htm>, pristupio: 17.7.2021. godine
- Magdelain, P. (2011). Egg and eggproduct production and consumption in Europe and in rest of the world, poglavlje u knjizi: *Improving the safety and quality of eggs and egg products*, Edited by: Nys, Y., Bain, M., Van Immerseel F.
- Makaš, M. (2020). *Poljoprivredna politika BiH i evropski integracioni procesi*, (Doktorska disertacija, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu).
- Mandić, M. L. (2007). *Znanost o prehrani: hrana i prehrana u čuvanju zdravlja*. Osijek: Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek.
- Perši, N., Pleadin, J., Vulić, A. (2011). Kemijski sastav i sadržaj kolesterola u jajima domaćih komercijalnih nesilica. *Veterinarska stanica*, 42(2), 111-117.
- Réhault-Godbert, S., Guyot, N., Nys, Y. (2019). The golden egg: nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. *Nutrients*, 11(3), 684.
- Spasevski, N., Rakita, S., Peulić, T., Puvača, N., Čolović, D., Banjac, V., Jovanović, R. (2019). Economic aspects of value-added egg production. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 23(4), 195-198.
- Statista (2021). Global egg production from 1990 to 2019, Statista, dostupno na <https://www.statista.com/statistics/263972/egg-production-worldwide-since-1990/>, pristupio: 12.10.2021. godine
- Statista (2021). Leading egg production countries worldwide in 2019, Statista, dostupno na: <https://www.statista.com/statistics/263971/top-10-countries-worldwide-in-egg-production/> pristupio 12.10.2021. godine
- USAID/SIDA (2017). *Analiza vanjskotrgovinske razmjene za sektor peradarstva (2012-2016). Projekat razvoja tržišne poljoprivrede II*, Sweden/USAID FARMA II Sarajevo i Vanjskotrgovinska / Spoljnotrgovinska komora BiH, Sarajevo.
- USAID/SIDA (2020). *Analiza vanjskotrgovinske razmjene za sektor peradarstva (2015-2019). Projekat razvoja tržišne poljoprivrede II*, Sweden/USAID FARMA II Sarajevo i Vanjskotrgovinska / Spoljnotrgovinska komora BiH, Sarajevo.
- Van de Braak, T. (2021). Latest trends and developments in the global egg industry, International Egg Commission, dostupno na: <https://layinghens.hendrix-genetics.com/en/news/latest-trends-and-developments-in-the-global-egg-industry/>, pristupio: 10.10.2021. godine
- Van Horne, P. L. M. (2019). *Competitiveness the EU egg sector, base year 2017: international comparison of production costs (No. 2019-008)*. Wageningen Economic Research.

WorldAtlas (2018). Countries That Consume The Most Eggs, dostupno na: <https://www.worldatlas.com/articles/countries-that-consume-the-most-eggs.html>, pristupio: 10.12.2021. godine

Zlata, K., Lovreković, M. (2018). Utjecaj hranidbe na kvalitetu i obogaćivanje jaja funkcionalnim sastojcima. *Meso*, 20(1).

ECONOMIC EVALUATION OF EGG PRODUCTION: A CASE STUDY IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

Poultry production in Bosnia and Herzegovina is one of the strongest and one of the most advanced branches of agriculture from a technological point of view. Evidence suggests that egg production achieves positive financial results as well as a positive trade balance. It is also evident that strong fluctuations sometimes occur, as a result of ever-present market changes but also natural conditions. During the observed period, 2013-2019 egg production in Bosnia and Herzegovina increases by 2.99%, and the average production is 0.7 billion eggs per year. It remains to see whether this promising sector can stimulate agricultural development. Therefore, this study aims to evaluate the economic viability of egg production, as well as to determine major supply and demand trends in egg production/poultry production in Bosnia and Herzegovina. Primary data for this study were collected through semi-structured interviews with representatives of a poultry company in Bosnia and Herzegovina, while secondary data were collected through official statistical agencies, reports, etc. Major production-economic indicators were used for four years (2016-2019). Results showed positive financial results during all observed years, while best performances were evident during the 2018 year and lowest performances were evident during 2017 (66.22% lower compared to 2018). The financial result is mainly influenced by changes in output prices, while companies tend to produce their animal feed which significantly reduces production costs. Also, by-products, poultry fertilizer is highly appreciated by agricultural producers and company make a significant amount of money from it. It remains to see whether egg production can continue to achieve positive results, and is it going to be recognized by policymakers as well as agricultural producers as a more important agricultural branch in Bosnia and Herzegovina.

Key words: egg production, economic evaluation, poultry production, Bosnia and Herzegovina

Indeks autora / Authors' index

A

Ahmetović Amina	105
Alkić-Subašić Mersiha	156*

B

Bašić Fejzo	91*
Bajrić Meliha	20*
Bezdrob Muamer	37*, 73
Behmen Fikreta	30, 45
Bešta-Gajević Renata	105*, 125
Biber Lejla	163*
Bogućanin Hamid	176

C

Crnovršanin Elma	125
Čadro Sabrija	73
Čižmak Nikola	64

D

Dizdarević Tarik	156
Đikić Mirha	91
Đug Samir	125
Đulančić Nermina	156

F

Falan Vedad	176*, 193*
-------------	------------

G

Gajević Mahir	125*
Gavrić Teofil	37
Gaši Fuad	9, 20
Grahić Jasmin	9*, 20, 114

H

Hadžidedić Mirza	20
Halilović Admira	30*
Hamidović Saud	37, 73
Hasić Azemina	125

J	
Jamaković Armin	37
Jerković-Mujkić Anesa	105
Jurković Dragan	84
K	
Kamenjak Dragutin	64*
Karić Lutvija	30, 73
Konjić Almira	9, 20
Kovo Kemal	114*
Krilić Alejna	193
L	
Lagumdžija Ermana	135*
M	
Makaš Merima	193
Marenčić Dejan	64
Matović Maja	125
Mujčinović Alen	193
Mujezinović Osman	114
Murtić Senad	30
Mušović Aldijana	125
O	
Omerović Zuhdija	73
Okić Arnela	9, 20, 114
Operta Sabina	156
Ostojić Ivan	84*
P	
Peremin Volf Tomislava	64
Pilić Selma	105
R	
Rakita Nermin	37, 73*
Rustempašić Alma	193
S	
Sakić-Dizdarević Svijetlana	156
Sefo Elma	30
Simić Aleksandar	37

Svržnjak Kristina	64
Šikač Iva	64
Šimon Silvio	9
T	
Jasmina Tahmaz	156
Z	
Zahirović Ćerima	30
Zovko Mladen	84
Žnidarčič Dragan	30
Žujo Belma	105

UPUTSTVO ZA OBJAVLJIVANJE RADOVA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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.

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.

Editorial Board

