



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
UNIVERSITY OF BANJA LUKA
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF AGRICULTURE



**KARAKTERISTIKE MEDA IZ ORGANSKE I
KONVENCIONALNE PROIZVODNJE U ZAVISNOSTI
OD GEOGRAFSKOG PODRUČJA**

MASTER RAD

Mentor:

Doc. dr Goran Mirjanić

Prof. dr Mirjana Žabić

Student: Jelica Samardžić

Banja Luka, 2019. godine



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
UNIVERSITY OF BANJA LUKA

ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF AGRICULTURE



CHARACTERISTICS OF ORGANIC AND CONVENTIONAL HONEY RELATED TO GEOGRAPHICAL AREA

MASTER THESIS

Supervisor:

Goran Mirjanić, PhD, Assistant Professor

Mirjana Žabić, PhD, Associate Professor

Candidate:

Jelica Samardžić

Banja Luka, 2019.

Komisija za odbranu rada:

Dr Stoja Jotanović, redovni profesor
Univerzitet u Banjoj Luci
Poljoprivredni fakultet, predsjednik

Dr Goran Mirjanić, docent
Univerzitet u Banjoj Luci,
Poljoprivredni fakultet, mentor

Dr Mirjana Žabić, vanredni profesor
Univerzitet u Banjoj Luci,
Poljoprivredni fakultet, mentor

Dr Dijana Mihajlović, docent
Univerzitet u Banjoj Luci,
Poljoprivredni fakultet, član

KARAKTERISTIKE MEDA IZ ORGANSKE I KONVENCIONALNE PROIZVODNJE U ZAVISNOSTI OD GEOGRAFSKOG PODRUČJA

Jelica Samardžić, dipl. inž. poljoprivrede

SAŽETAK

Med je viskozna, aromatična i slatka hrana, koju ljudi konzumiraju širom svijeta zbog svojih jedinstvenih nutritivnih i ljekovitih svojstava.

Cilj ovoga rada bio je da se na osnovu rezultata dobijenih fizičko-hemijskim analizama meda i polenskom analizom, stekne uvid u razlike između organskog meda u odnosu na med dobijen konvencionalnom proizvodnjom u prirodnom okruženju i na med dobijen u blizini termoelektre Ugljevik. Istraživanjem je analizirano 9 uzoraka meda sa tri lokaliteta. Prva tri uzorka meda za analiziranje uzeta su sa pčelinjaka iz certifikovane organske proizvodnje, druga tri iz konvencionalne proizvodnje sa polukontrolisanom proizvodnjom i preostala tri uzorka meda uzeta su sa pčelinjaka u blizini termoelektre Ugljevik. U uzetim uzorcima meda rađene su sljedeće analize: električna provodljivost, određivanje vode, određivanje TDS-a, sadržaj organskih kiselina, pH-vrijednost, određivanje hidroksimetil-furfurala, optička gustoća, pepeo, teški metali (Pb, Cd) i biološka metoda polenske analize meda. Podaci o ispitivanim uzorcima meda su statistički obrađeni pomoću softverskog paketa *SPSS 22 (IBM 2013)* i predstavljeni pomoću tabela i grafikona. Rezultati ovog istraživanja ukazuju na značajne razlike između različitih načina proizvodnje u većini ispitivanih fizičko-hemijskih osobina meda. Med iz certifikovane organske proizvodnje razlikovao se značajno od druga dva tipa proizvodnje po sadržaju pepela i olova, sadržaju vode, električne provodljivosti, sadržaju TDS-a. Med iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju značajno se razlikovao od druga dva ispitivana načina proizvodnje po sadržaju olova. Med dobijen u blizini kontaminanta značajno se razlikovao od druga dva ispitivana načina proizvodnje po optičkoj gustoći, pH-vrijednosti, HMF-u i sadržaju olova. Kod ostalih fizičko hemijskih osobina meda između ispitivanih načina proizvodnje nije bilo značajne razlike u rezultatima. Prema polenskoj analizi meda, najviše polena u medu bilo je porijeklom iz bagrema kod svih ispitivanih načina proizvodnje, dok su u manjim količinama detektovane i ostale vrste biljaka kao i askusi porijeklom iz medljike.

Ključne riječi: med, fizičko-hemijske analize, teški metali, kvalitet meda, melisopalinološka analiza.

Naučna oblast: Poljoprivredne nauke

Naučno polje: Nauka o životinjama i mlijeku

Klasifikaciona oznaka: B 400

CHARACTERISTICS OF ORGANIC AND CONVENTIONAL HONEY RELATED TO GEOGRAPHICAL AREA

Jelica Samardžić, BSc. Ing. Agriculture

ABSTRACT

Honey is viscous, aromatic and luscious food, consumed around the world for its unique nutritive and medicinal properties.

The main goal of this research is to get insight into differences between organic honey made via conventional methods in its natural surroundings and honey made in close vicinity of thermal power plant Ugljevik, based on the results achieved with both physical and chemical analysis of honey and pollen. During the research, 9 (nine) samples of honey from 3 (three) localities were analyzed. First three samples of honey taken for the analysis were acquired from the apiary of certified organic production; second three of the conventional production with semi-controlled production and the remaining three samples of honey were taken from the apiaries in vicinity of thermal power plant Ugljevik. Those samples of honey underwent following analyses: electrical conductivity, determination of water, assessment of TDS, the amount of organic acids, pH valuation, the assessment of hydroxymethyl-furfurals, optical density, ash, heavy metals (Pb, Cd) and biological methods of pollen analysis of honey. Data of analyzed honey samples were statistically processed by SPSS 22 (IBM 2013) software package and presented with table and graph. The results of this research show significant differences between different methods of production in majority of examined physical-chemical properties of honey. Honey from certified organic production differentiated significantly from other two types of production by the quantity of ash and lead, the content of water, electrical conductivity and the assessment of TDS. Honey from conventional production line in its natural surroundings differed significantly from other two types of production based on the content of lead. Honey acquired in the vicinity of contaminant differed significantly from other two analyzed methods of production with optical density, pH valuation, HMF and the content of lead. Other physical-chemical properties of honey among analyzed methods of production have shown no significant differences in their test results. According to pollen analysis of honey, the biggest amount of pollen was from the Acacia, present in all analyzed methods of production, where as the smaller quantities of other types of herbs as well as askospora from honeydew were detected.

Key words: honey, physical-chemical analysis, heavy metals, quality of honey, melisopalynological analysis.

Scientific Area: Agricultural Sciences

Scientific Filed: Science about animals and milk

Classification Mark: B 400

SADRŽAJ

1. UVOD	11
2. PREGLED LITERATURE	13
2.1. Konvencionalno pčelarstvo	13
2.2. Organsko pčelarstvo	13
2.2.1. Principi pčelarske organske proizvodnje.....	14
2.3. Med.....	15
2.3.1. Vrste meda.....	16
2.4. Fizičko-hemijske osobine meda	18
2.4.1. Električna provodljivost	18
2.4.2. Voda	19
2.4.3. Ugljeni hidrati (total dissolved solids, TDS).....	20
2.4.4. Sadržaj organskih kiselina.....	21
2.4.5. pH-vrijednost.....	22
2.4.6. Hidroksimetil-furfural (HMF).....	23
2.4.7. Optička gustoća	23
2.4.8. Pepeo	24
2.4.9. Teški metali u medu	25
2.5. Botaničko i geografsko porijeklo meda.....	28
2.5.1. Polenska analiza meda	29
3. CILJ ISTRAŽIVANJA	31
4. MATERIJALI I METODE RADA.....	32
4.1. Objekat istraživanja i uzimanje uzoraka.....	32
4.2. Analitičke metode istraživanja	33
4.2.1. Određivanje električne provodljivosti.....	33
4.2.2. Određivanje vode u medu (refraktometrijski).....	34
4.2.3. Određivanje ukupnih rastvorenih šećera (total dissolved solids, TDS)	34
4.2.4. Određivanje sadržaja organskih kiselina.....	35
4.2.5. Određivanje pH-vrijednosti.....	35
4.2.6. Određivanje hidroksimetil-furfurala (HMF) po White-u	35

4.2.7.	Određivanje optičke gustoće (OD).....	37
4.2.8.	Određivanje pepela.....	37
4.2.9.	Određivanje sadržaja teških metala u medu.....	38
4.3.	Biološka metoda polenske analize meda.....	38
4.4.	Biometričke analize.....	39
5.	REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	40
5.1.	Fizičko-hemijske osobine meda.....	40
5.2.	Sadržaja teških metala u medu.....	46
5.3.	Rezultati polenske analize meda.....	47
6.	DISKUSIJA.....	49
7.	ZAKLJUČAK.....	56
8.	LITERATURA.....	58
9.	PRILOG.....	72
	BIOGRAFIJA.....	73

SKRAĆENICE

AAS/AES- atomska apsorpciona i/ili emisiona spektrometrija

ATR- metoda prigušene totalne refleksije

Cd- kadmijum

FT-IR- Furijeova transformacija infracrvenog spektra

FT-IR-ATR- kombinacija Furijeove transformacije infracrvenog spektra, infracrvena sprektoskopska metoda i metoda prigušene totalne refleksije

HMF- hidroksimetil-furfural

HPLC- tečna hromatografija visokih performansi

IARC- međunarodna agencija za istraživanje karcinoma

ICP-MS- masena sprektrofotometrija sa indukovanom plazmom

IR- infracrvena spektroskopska metoda

NAA- neutron aktivaciona analiza

Pb- olovo

TDS- ukupne rastvorene materije

XRD- rentgenska strukturna analiza

XRF- rentgenska fluroscentna analiza

1. UVOD

Jedna od najstarijih grana ljudske djelatnosti je pčelarstvo, čiji je početak izgubljen u dalekoj prošlosti, smatra se da je prvi kontakt sa pčelom bio bolan i sladak. Pčele su postojale još u tercijarnom periodu Zemlje, tj. približno 56 miliona godina prije nego što se pojavio prvobitni čovjek. Gotovo sve civilizacije svijeta su se bavile pčelarstvom, a pčele veličali i uzdizali i često koristili kao nacionalni simbol (Mladenović, 2016).

Pčelarstvo, kao dio poljoprivrede, samo po sebi podrazumijeva zdravu i ekološki prihvatljivu proizvodnju. Najinteresantniji proizvod za ljudsku upotrebu koje pčele dorađuju (polen), ili proizvodi koje dobijamo od pčela, su: med, vosak, matična mliječ, propolis i pčelinji otrov. Budući da je u cilju zaštite i povećanja proizvodnje konvencionalna poljoprivreda počela koristiti sve više hemijskih sredstava (pa i genetski modifikovane biljke), postala je pod znakom pitanja kao zdrava hrana uzeta iz prirode. Sa druge strane, na taj način proizvedeni poljoprivredni proizvodi zdravstveno su ispravni za ljudsku potrošnju, uz uslov da se poštuju koncentracije, načini i vrijeme primjene određenih zaštitnih sredstava, te karenca. Organska proizvodnja je održivi oblik poljoprivredne proizvodnje, koji unapređuje bioraznolikost, biološke cikluse i biološku aktivnost zemljišta. Organska poljoprivreda, kao i organsko pčelarstvo, oslanja se na razvoj zdravog i plodnog zemljišta, minimalnu upotrebu sintetičkih sredstava, prirodne procese, korištenje obnovljivih izvora energije i tehnike same proizvodnje koje minimalno zagađuju životnu sredinu. Strogo zabranjeno u organskom pčelarstvu je: korištenje apistana kao varocida i drugih preparata za liječenje pčela protiv raznih bolesti, pčelinji vosak nepoznatog porijekla, košnice od stiropora, GMO obrada u blizini pčelinjaka (Batinić, 2014).

Različite vrste meda, kao i med unutar pojedine vrste, razlikuje se po svom sastavu u zavisnosti od geografskog porijekla, botaničkog porijekla i klimatskih uslova, vrste pčela i nivoa pčelarske proizvođačke prakse, tj. način prerade i skladištenje meda (Anklam i sar., 1998). Svrha analize meda je određivanje kvaliteta, biljnog porijekla (deklarisanje meda) i eventualnog falsifikovanja. Kvalitet meda može da se pogorša zbog nepravilnih tehnoloških procesa njegovog dobijanja, prerade i čuvanja, kao što su zagrijavanje na visokim temperaturama i čuvanje u neadekvatnim uslovima (Bogdanov i sar., 2004). Razvoj i primjena analitičkih metoda za utvrđivanje autentičnosti hrane, pa tako i meda, aktuelna je problematika koja je posljednjih decenija predmet mnogih istraživanja. Sastav meda je usko povezan sa njegovim botaničkim porijeklom i geografskim područjem sa kojeg med potiče. S

obzirom na to da je med složeni prirodni proizvod, koji pčele proizvode pod relativno nekontrolisanim uslovima, odgovarajuća karakterizacija uzoraka meda zahtijeva određivanje većeg broja parametara, što stvara poteškoće u vrednovanju rezultata (Chitluri i Nayar, 2017). Uvođenje metoda kontrole kvaliteta meda gdje se primjenjuju standardi koji se odnose na kontrolu proizvoda od pčela (ISO 9001, ISO 14000 i ISO 17025), dovelo je do uspostavljanja protokola kojima su regulisani označavanje, sljedivost i kvalitet proizvoda u košnici.

U literaturi nema mnogo radova koji se bave poređenjem kvaliteta meda dobijenim organskim i konvencionalnim pčelarstvom. Svrha ovog istraživanja je da se ukaže na eventualne razlike u kvalitetu organskog u odnosu na konvencionalni med, kao i poređenje kvaliteta meda dobijenog konvencionalnim načinom proizvodnje u industrijskom području sa medom dobijenim na lokalitetu bez industrijskog zagađenja.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Konvencionalno pčelarstvo

U konvencionalnom pčelarstvu interesi pčelara su prioritet. Savremeno konvencionalno pčelarstvo je orijentisano na maksimalnu proizvodnju meda i drugih pčelinjih proizvoda. Tokom skoro 100 godina konvencionalno pčelarstvo je intenziviralo industriju meda bezbrojnim neprirodnim intervencijama u pčelinjim zajednicama. Današnja proizvodnja meda i ostalih pčelinjih proizvoda je velikim dijelom konvencionalnog tipa, sa upotrebom dozvoljenih i nedozvoljenih sredstava za zdravstvenu zaštitu pčelinjih društava, a za zdravlje ljudi, opasnih materija (Guemes-Ricalde i sar., 2006). Ova sredstva se koriste po slobodnom nahođenju pčelara, bez stručnosti, znanja, i veterinarskog nadzora, te predstavljaju veliku opasnost za zdravlje ljudi i pčela u konvencionalnom pčelarstvu. Uz poštovanje osnovnih principa života medonosne pčele, i uz malo znanja iz ove oblasti pčelarstva, moguće je sačuvati pčele i učiniti ovu proizvodnju sigurnu za zdravlje ljudi (Todorović i sar., 1995). To može da potkrijepi činjenicu da su pojedina sredstva u zdravstvenoj zaštiti (razni lijekovi) kancerogena, dokazano je na pojedinim istraživanjima u Evropi i svijetu (Tucak i sar., 2002; Mirjanić, 2009). Konvencionalno pčelarstvo u cilju povećavanja proizvodnje sve više koristi razne hemijske preparate. Najčešći preparati koji se koriste u konvencionalnoj proizvodnji su lijekovi protiv pčelinjih bolesti (varoa, nozemoza, akarioza, američka trulež, evropska trulež itd.). Ovi preparati u konvencionalnoj proizvodnji se smiju koristiti u ograničenim količinama, i mora se poštovati karenca (Plavša i sar., 2015).

2.2. Organsko pčelarstvo

Organska poljoprivreda, kao i organsko pčelarstvo, zasniva se na primjeni agroekoloških i agroekonomskih principa kao dio održivog razvoja. Zakonski je regulisana i obuhvata proizvodnju, preradu, čuvanje, distribuciju i prodaju proizvoda, uz kontrolu proizvoda i certifikaciju (Nedić, 2003; Mladenović i sar., 2016). Organska proizvodnja ima veliki značaja i brže se razvija, kao odgovor na evidentno narušenu životnu sredinu i posebno kao odgovor potrebama potrošača za kvalitetnom i bezbjednom hranom (Nedić i sar., 2003; Ivanova, 2012). Organska proizvodnja je kontrolisani način proizvodnje, u svim fazama, od njive do trpeze. Prelaz iz konvencionalne proizvodnje na organsku proizvodnju naziva se konverzija.

Osnovu programa konverzije čine analize stanja i planiranje proizvodnje, a na bazi ekoloških i agroekoloških znanja uz vođenje potrebne dokumentacije. Najmanja dužina prelaznog perioda (konverzije) iznosi godinu dana, i počinje od momenta podnošenja prijave certifikacijskoj kući (<http://www.organskakontrola.ba/site/index.php>, 20.02.2019. 13:50; Plavša i sar., 2015; Mladenović i sar., 2016). Prije dobijanja certifikata koji odobrava Organska kontrola (OK) svaka proizvodnja prolazi kroz prelazni period (konverzija). Certifikaciona odluka definiše se ocjenom usklađenosti proizvodnje sa zahtjevima standarda i certifikacijskog programa. O certifikaciji odlučuje OK certifikacijsko osoblje u skladu sa OK internim procedurama (Mladenović, 2016; <http://www.organskakontrola.ba/site/index.php>, 20.02.01.2019. 15:00).

Organska kontrola (OK) je organizacija koja pruža usluge organske certifikacije u organskoj poljoprivredi u oblasti biljne proizvodnje, animalne proizvodnje, prerade hrane, sakupljanje samoniklog bilja i pčelarstva svim proizvođačima, prerađivačima, izvoznicima, te svima onima koji ispunjavaju uslove, a žele certifikovati proizvodnju u skladu sa organskim principima. Potvrda, odnosno garancija da je proizvod proizveden u skladu sa propisanim metodama i standardima je certifikat. Certifikacija je instrument tržišta, koji po definiciji predstavlja proceduru zasnovanu na nezavisnom sistemu kontrole kojom certifikaciona kuća daje pismeno uvjerenje da proizvod, proces, usluga odgovaraju, odnosno da su usklađeni sa specifičnim zahtjevima (<http://www.organskakontrola.ba/site/index.php>; 20.02.2019. 09:00; Council Regulation (EC), 2007; Commission Regulation (EC), 2008; European Commission, 2019).

2.2.1. Principi pčelarske organske proizvodnje

Organska proizvodnja je zahtjevnija i traži velika ulaganja, znanje, i primjenu svih principa organske proizvodnje. U toku perioda konverzije, potrebno je da vosak bude zamijenjen sa organskom satnom osnovom, ili voskom iz vlastite organske proizvodnje. Metode organskog pčelarstva mogu se primjenjivati samo na pčelama kranjske rase *Apis mellifera carnica* (Mladenović, 2016). Postavljanje pčelinjaka, osim u periodima kada nema cvjetnja ili kada su pčelinja društva u fazi mirovanja, vrši se tako da u rasponu od 3 km od lokacije pčelinjaka izvori nektara i polena potiču od biljaka iz organske proizvodnje, odnosno od samoniklih biljaka i biljaka iz konvencionalne proizvodnje koje su tretirane sredstvima dozvoljenim u organskoj proizvodnji i na dovoljnoj udaljenosti od izvora koji mogu da dovedu do kontaminacije pčelarskih proizvoda i da ugroze zdravlje pčela. Materijal za pravljenje košnica

treba da bude od prirodnih materijala koji ne predstavljaju rizik za zagađenje životne sredine, ali i pčelinjih proizvoda. U njima se mogu koristiti samo prirodni proizvodi kao što su propolis, vosak, biljna ulja, osim kada je upotreba drugih proizvoda neophodna radi sprečavanja bolesti i veterinarskih liječenja, sve u skladu sa pravilnikom. Ekstrakcija meda ne može se vršiti iz saća u kome se nalazi leglo, a prilikom ekstrakcije meda ne mogu se koristiti hemijska sintetička sredstva za odbijanje insekata. U organskoj proizvodnji ishrana pčela se zasniva na ishrani pčela medom, šećernim sirupom, ili šećerom iz organske proizvodnje ako je njihov opstanak ugrožen, i to samo u periodu između posljednje ekstrakcije meda i 15 dana prije početka narednog perioda punjenja košnica nektarom ili medljikom. Prevencija bolesti u organskoj pčelarskoj proizvodnji zasniva se na primjeni mjera kojima se povećava otpornost na bolesti i sprečavaju infekcije, kao npr. sistemska kontrola košnica i trutovskog legla dezinfekcija materijala i opreme, dovoljne količine polena i meda u košnici, redovna zamjena pčelinjeg voska i matica, kao i uništavanje kontaminiranih materijala (Mladenović, 2016).

2.3. Med

Med je proizvod medonosnih pčela, tečno-guste konzistencije koju pčela sakuplja od nektara cvjetnica ili izlučevina biljnih vaši, pojedinih dijelova biljaka, lisnih pupoljaka, i cvjetne drške (Mladenović i Rašić, 2016). Med je kompleksni zaslađivač koji se sastoji uglavnom od ugljenih hidrata (60-85%) i vode (12-23%). Takođe, sadrži malu količinu drugih jedinjenja kao što su: organske kiseline, minerali, vitamini, enzimi, proteini, slobodne aminokiseline, nestabilna jedinjenja i nekoliko bioaktivnih supstanci (fenoli i flavonoidi, između ostalog), kao i zrna polena (Almeida- Muradian i sar., 2013).

Još uvijek se smatra da je med nedovoljno ispitana smjesa različitih materija i po nekim autorima sadrži više stotina različitih supstanci. Po pravilniku o kvalitetu meda i drugih pčelinjih proizvoda Službeni glasnik BiH, 37/09, med može da sadrži do 20% ($18\% \pm 2$) vode, oko 74% invertnog šećera, od čega oko 34% glukoze i 40% fruktoze. Takođe, med sadrži i do 5% saharoze, osim meda od medljike i bagrema, čija vrijednost saharoze može ići i do 10%. U medu se najviše vitamina može naći iz grupe B kompleksa (B_1 , B_2 , B_5 , B_6 i B_{12}). Od minerala najviše su zastupljeni Ca, K, Fe, Na. Med sadrži i do 82% različitih šećera, ali je niskog pH od 3,4-4,2 (jako kisela sredina). Prema pravilniku o kvalitetu pčelinjih proizvoda, med može da sadrži do 40 mg/kg hidroksimetil-furfurala (HMF-a). Hidroksimetil-furfural se stvara degradacijom svih šećera na povišenoj temperaturi preko 50 °C, zato se obraća velika

pažnja prilikom dekrystalizacije meda. U medu se nalazi enzim invertaza koji se izražava preko dijastaznog broja od 8, pa naviše. Kod meda sa niskom dijastazom, ili ako je nemaju, isključuju se iz dalje prodaje i koriste se samo u alkoholnoj fermentaciji (Mladenović i Rašić, 2016).

Pčelinji med je jedna od rijetkih životnih namirnica koje organizam lako vari. Sadrži hranljive materije, a posebno je bogat energijom. To je visokoenergetska ugljeno-hidratna hrana, te zbog toga šećer koji je sadržan u medu predstavlja lako savrljivu hranu (White i Doner, 1980). Med na organizam djeluje blagotvorno, ojačava ga i djeluje na patogene bakterije baktericidno. Zbog osnovnog sadržaja prostih šećera (glukoze i fruktoze) lako je dostupan organizmu.

Korištenje najsavremenijih metoda za analizu meda postaju sve važnije u prehrambenoj tehnologiji, tako da danas postoje mnoge laboratorije koje koriste savremenu tehnologiju za proučavanje meda (Bogdanov, 2009). Metode koje se najčešće koriste za analizu meda su: melisopalinološke metode, biološke, fizičko-hemijske, antioksidativne i mikrobiološke metode. Korištenjem najsavremenijih metoda u prehrambenoj industriji dolazi se do značajnih rezultata koji su bitni sa stanovišta proizvodnje meda i analize meda (Aissat i Benbarek, 2014; Anklam, 1996; Bogdanov, 2009; Nahar, 2014). Danas je med najvažniji primarni proizvod pčelarstva sa kvantitativnog i ekonomskog stanovišta. Najnovije objavljene statistike procjenjuju godišnju svjetsku proizvodnju meda veću od 1,5 miliona tona. Poslije Amerike, Kina dominira globalnom prodajom meda, i najveći je izvoznik u svijetu, sa više od 300 000 tona (Faostat, 2016).

2.3.1. Vrste meda

Med je jedan od najboljih prirodnih proizvoda, jer posjeduje brojna ljekovita svojstva, koja ga čine nezaobilaznim dijelom ljudske ishrane. Med je gusta, slatka, sirupasta materija, proizvod pčela radilica (*Apis mellifera*) dobijen od sabranih voćnih i drugih sokova prerađenih u pčelinjem mednom želucu i određeno vrijeme odležao u poklopljenom saću. Prema vrstama biljaka od kojih se dobija, med se razvrstava u monoflorni (med dobijen od samo jedne vrste biljaka na primjer, bagrem, kesten) i poliflorni med (med dobijen sakupljanjem nektara sa više vrsta biljaka, kao na primjer livadski med, šumski i dr.). Prema definiciji, med je čisti proizvod u kome nema dodataka bilo koje druge supstance

(Mladenović, 2016). Zbog različitih mogućih izvora od kojih se med dobija, da li od nektara biljaka ili od medne rose, nijedan med nije potpuno isti kao drugi. Ova varijabilnost može biti nedostatak, imajući u vidu potrebe tržišta za konzistentnim proizvodom, ali kada se pravilno upravlja, može predstavljati i mogućnost za poboljšanje meda nudeći potrošaču nekoliko različitih proizvoda sa posebnim karakteristikama (Bogdanov, 2016). Monoflorni med smatraju vrijednom klasom meda, i on često ima veće cijene koštanja od poliflornog meda. Različite vrste meda mogu se odrediti bojom, aromom i ukusom. Razlikuju se svjetlija, srednja i tamna boja meda. Mnoge sorte meda ne razlikuju se samo po bojama, već i po različitim nijansama boja. Sorte meda mogu se definisati i po svojoj aromatičnosti. Neke sorte meda imaju nježan, prijatan miris, ali postoje sorte meda sa lošim mirisom. U zemljama poput Francuske, Italije i Španije, od 30-50% meda na tržištu je monoflorni med (Bogdanov, 2016).

Bagremov med je vrlo dobar u svojstvima kvaliteta i ukusa. U tečnom stanju je proziran, ima prijatan miris i ukus. Ima umjerene antimikrobne osobine. Koristi se kao opšti tonik, za nesanicu, gastrointestinalne i bubrežne bolesti. Postoji bijeli i žuti bagrem. Med od bijelog bagrema je u tečnom stanju, providan, kristalizacija je bijela, fino zrnasta, slična snijegu. Med od žutog bagrema je vrlo lagan, skoro bijel, sa malim zelenkastim nijansama. Nakon kristalizacije postaje gust, bijel i povoljno je ocijenjen kod potrošača. Ukus i miris podsjećaju na miris cvijeta, sličan mirisu limunske kiseline. Kristalizacija čistog meda od bagrema je dosta spora i, za razliku od drugih sorti, med bagrema ostaje tečan i do 1-2 godine. Ova osobina izražena je zbog velikih količina fruktoze i niskog sadržaja polenovih zrnaca u njemu. Med od bagrema sadrži oko 35% glukoze-groždani šećer i oko 40% fruktoze-voćni šećer, najslađa supstanca u prirodi (fruktoza je 1,7 puta slađa od saharoze i 2-2,5 puta slađa od glukoze). Uspješno se koristi i kao sedativ za nervne bolesti, kod dijabetičara i ne uzrokuje alergije. Med od bagrema je takođe dobar za djecu, jer ima dosta vitamina A. Bagrem cvjeta tokom maja, u periodu od 12-15 dana i prinos bagrema je veoma dobar 500-1000 kg/ha (Despotović, 2012).

Cvjetni med pčele proizvode od nektara, sekreta koji izlučuju biljne žlijezde nektarije. Nektar može da bude proizveden i izlučen unutar cvijeta, kada je označen kao cvjetni nektar i predstavlja suštinu reproduktivne strategije biljke. Po hemijskom sastavu cvjetni med je vodeni rastvor šećera koncentracije od 5% do 80%. Oko 95% suve materije čine ugljeni hidrati, a ostatak su aminokiseline (oko 0,05%), minerali (0,02%-0,045%) i male količine organskih kiselina, vitamina, lipida i dr. Postoji mnogo različitih sorti cvjetnog meda i njihova boja, ukus i miris zavise od vrsta cvjetova od kojih je sakupljen nektar i boje pigmentata u

biljci. Cvjetni med se razlikuje po svojoj teksturi zbog različitih količina prirodnih šećera. Kao hrana odgovara svima, s obzirom da je izrazito blagog i aromatičnog ukusa te djeluje povoljno na želudac. Cvjetni med posjeduje jako antimikrobno i antigljivično dejstvo. Pomaže kod stomačno- crijevnih, bubrežnih, plućnih oboljenja, bolesti srca i krvnih sudova. U Evropi postoji više od 100 botaničkih vrsta koje mogu dati cvjetni med (Persano Oddo i sar., 2004).

2.4. Fizičko-hemijske osobine meda

U fizičke osobine meda spadaju: električna provodljivost, optičke osobine, kristalizacija, higroskopnost, koeficijent refrakcije, specifična težina, relativna gustina, viskoznost, kristalizacija i dr. Fizičke osobine meda su usko povezane sa njegovim hemijskim sastavom, a predodređene su količinom i odnosom između pojedinih šećera i vode. Iako glukoza i fruktoza čine prosječno 84% suve materije meda, njegove osobine se razlikuju od rastvora invertnog šećera iste koncentracije. Uticaj na to imaju i drugi šećeri i nešećerni sastojci (bjelančevine i druge koloidne materije, mineralne soli, itd.), koje med sadrži. Neke komponente utiču istovremeno na nekoliko osobina. Tako, na primjer, od količine vode direktno zavisi koeficijent prelamanja svjetlosti, viskoznost i specifična težina (Nayar, 2002). Hemijski sastav meda obuhvata utvrđivanje sadržaja ukupnih i pojedinačnih šećera, prirodnog inverta, saharoze, vlage, materija nerastvorljivih u vodi, HMF-a, organskih kiselina, određivanje sadržaja mineralnih materija, te određivanje pepela (Mladenović i sar., 2003). Različite vrste meda pokazuju različite vrijednosti za pojedina hemijska svojstva. Neke od njih su toliko izražene kod pojedinih vrsta meda, da se u praksi mogu koristiti za razlikovanje od drugih vrsta meda (Mladenović i sar., 2003).

2.4.1. Električna provodljivost

Električna provodljivost rastvora meda, iako je mala u poređenju sa električnom provodljivošću soli, kiselina, baza, rezultat je prisustva mineralnih materija, organskih kiselina i bjelančevina u medu (Travnicek, 2012). Postoji jasno izražena zavisnost između specifične električne provodljivosti i porijekla meda. Visokom električnom provodljivošću odlikuje se kestenov i medljikin, a nižom bagremov i livadski med. Kestenov i medljikin med sadrže velike količine mineralnih materija, koje uslovljavaju visoku električnu provodljivost (Kayacier, 2008). Električna provodljivost je pokazatelj čije vrijednosti dozvoljavaju da se

donese zaključak o porijeklu meda, a naročito o razlikovanju medljikovca od nektara (Simal i Lozzano, 1992). Električna provodljivost meda obično se procjenjuje na rastvorima meda na 20% suve materije, mjerenjem električnog otpora pomoću provodnog mjerača kalibrirano na određenoj temperaturi, najčešće na temperaturi od 20 °C (Bogdanov, 2009). Međutim, Bogdanov i sar., (2004), smatraju da mjerenje električne provodljivosti meda treba sprovesti pri temperaturi od 25 °C, jer se tako dobijaju najpouzdaniji rezultati. Vrijednost električne provodljivosti može biti važna za procjenu sastava meda, odnosno dalje izračunavanje sadržaja pepela i parametara vezanih za pepeo. Električna provodljivost i pH vrijednost održavaju mineralni i kiseli sadržaj meda. To je upravo i najvažnije fizičko-hemijsko mjerenje za autentifikaciju monoflornog meda (D-Albore, 1999; Hussein, 2000).

2.4.2. Voda

Sadržaj vode u medu je najvažnije mjerilo za procjenu zrelosti i roka trajanja meda. Sa sadržajem vode iznad 18 g/100 g, može doći do kvarenja meda. Razvijene metode dozvoljavaju preciznost određivanja vode 0,22 g/100 g. Sadržaj vode u medu može se pouzdano odrediti infracrvenom spektrometrijom (Rodrigez, 2004; Pontara i sar., 2007). Nizak sadržaj vlage ukazuje na vrijeme ekstrakcije meda u odnosu na zrelost, odnosno sazrijevanje meda, klimatskih faktora i uslova skladištenja. Nizak sadržaj vlage, takođe, sprečava fermentaciju meda i napad od mikroorganizama. Ovo pomaže u očuvanju meda tokom skladištenja i povećava rok trajanja (Gonzalez-Korte, 2002). Sadržaj vode u medu zavisi od različitih faktora kao što su: botaničko i geografsko porijeklo nektara, tla i klimatskih uslova, sezone prikupljanja meda, intenzitet unošenja nektara, stepen sazrijevanja, manipulacija i rad pčelara, uslovi ekstrakcije, prerade i skladištenja (Estupin and Millan, 1998).

Med različitog botaničkog porijekla može imati različit sadržaj vlage (Persano-Oddo, Piazza, Sabatini, 1995). Uobičajeno je da se sadržaj vlage u medu kreće između 13-25%, a optimalna vrijednost je oko 17% (White, 1976; Doner, 1977; Sabatini, 2007). Nasuprot tome, med čija je vlažnost veća od 18% sklon je fermentaciji, jer osmotski pritisak nije dovoljno visok da bi se izbjeglo umnožavanje kvasca (Bogdanov i Martini, 2002). Neke druge osobine meda kao što su boja, kristalizacija, viskoznost, ukus, gustoća, takođe zavise od sadržaja vode. Pošto je med veoma higroskopan proizvod, važno je izbjeći apsorpciju vlage u okolini tokom prerade, pakovanja i čuvanja meda (White, 1975).

Aktivnost vode je definisana kao odnos pritiska vodene pare i čiste vode na istoj temperaturi, i izražava se u jedinicama od 0,0 do 1. Šećeri vezuju dio vode i čine ga nedostupnim za mikroorganizme i njihov rast, tako da je aktivnost vode kriterijum koji posredno određuje sklonost meda bakterijskom kvarenju, umjesto sadržaja vode. U praktičnom smislu aktivnost vode je količina vode dostupna mikroorganizmima za njihov rast i razmnožavanje, a time i kvarenje meda. Aktivnost vode zavisi od sastava šećera (uglavnom sadržaja i odnosa glukoze/fruktoze), kristalizacije meda i uslova okoline (Gleiter i sar., 2006).

2.4.3. Ugljeni hidrati (total dissolved solids, TDS)

Različite vrste šećera u medu predstavljaju glavne hranljive komponente meda, i imaju prvenstveno ulogu kao izvor energije za potrošača. To su visoko-energetski ugljeni hidrati koji čine 80-85% ukupne količine sastojaka u medu, i lako su svarljivi (Rahman i sar., 2010). Bogadanov i sar., (2004) su pronašli više od 22 vrste šećera u medu. Primarni šećeri u medu su fruktoza i glukoza koje pčele unose sakupljanjem nektara (Zafar i sar., 2008). Sadržaj glukoze treba da premaši nivo fruktoze u medu. Pored toga, zbir fruktoze, glukoze, odnos fruktoze/glukoze, i odnos glukoze/vode su drugi važni parametri koji utiču na kvalitet meda. Odnos fruktoze/glukoze ukazuje na sposobnost da med kristalizuje (Bella i Doner, 1980; Manikis, 2001; Buba i sar., 2013). Ukupan sadržaj monosaharida (zbir glukoze i fruktoze) je koristan za determinaciju različitih vrsta meda, odnosno meda koji ima različito botaničko porijeklo. Standardna greška preciznosti ukupnog sadržaja monosaharida odgovara zbiru pojedinačnih šećera (Slobham i Kumar, 2017).

Metode koje se koriste za određivanje sastava šećera potvrđene od strane Međunarodne komisije za med su: određivanje redukujućih šećera, određivanje saharoze, pomoću HPLC metode (AOAC, 2012), metoda kolonske hromatografije, tankoslojne hromatografije za određivanje glukoze. Metoda koja se koristi za kvantifikaciju redukovanih šećera (uglavnom fruktoze i glukoze), ali i saharoze u medu je utvrđena pomoću Soksletove modifikacije Felingovog rastvora (Lane i Einon, 2009; Bogdanov, 2009). HPLC sa detektorom refrakcionog indeksa (IR) je najpopularnija metoda koja se koristi za identifikaciju šećera (Oriano i sar., 2014; Silvano i Ruffinengo, 2014). Refrakcioni indeks kao indikator sadržaja i vrste šećera ima nekoliko nedostataka, kao što je nedostatak osjetljivosti i selektivnosti signala i zavisnost od temperature i mobilne faze, brzine protoka i nekompatibilnosti u gradijentu meda (Silvano i Ruffinengo, 2014).

2.4.4. Sadržaj organskih kiselina

Mjerenje sadržaja kiselina je korisno za procjenu stepena fermentacije meda, jer se njihova količina sa razvojem fermentacije povećava. Štaviše, korisno je za autentifikaciju poliflornog od monoflornog meda i posebno za diferencijaciju različitih vrsta meda. Slobodna kiselost u medu može se odrediti pomoću infracrvene spektrometrije (Wilkins i sar., 1995).

Varijacija kiselosti među uzorcima meda, može biti posljedica godišnjeg doba u kojem je pčela sakupljala nektar. Niska vrijednost kiselosti je indikativna za svježinu uzorka meda, dok visoka kiselost označava fermentaciju šećera u organske kiseline. Organske kiseline su prisutne u medu na nivou od oko 0,5-0,6% i doprinose njenim organoleptičkim i fizičko-hemijskim osobinama (Mato i sar., 2006). Organske kiseline se dobijaju direktno iz nektara ili od šećera zbog aktivnosti enzima koje izlučuju pčele kada transformišu nektar u med. Mnogi autori su uočili porast kiselosti tokom vremena skladištenja, kao i tokom fermentacije, a to je bio rezultat transformacije šećera i alkohola u kiseline pod dejstvom kvasaca (Cavia i sar., 2007). U medu su indentifikovane 32 organske kiseline, uključujući sirćetnu, limunsku, buternu, mravlju, fumarnu, mliječnu, oksalnu i oleinsku. Iako su kao kiseline koje preovladavaju u medu izvorno opisane mravlja i limunska kiselina, novija istraživanja su pokazala da pored ovih dviju kiselina glukonska kiselina (proizvedena oksidacijom glukoze pomoću glukozo-oksidade) spada u red najzastupljenijih organskih kiselina u medu (Daniele i sar., 2012).

Organske kiseline su tradicionalno analizirane u medu pomoću enzimskih metoda, ali i tehnika kao što su gasna i tečna hromatografija meda (Suarez-Lukkue i sar., 2002; Speer, 2004). Prednost enzimskih metoda su senzitivnost, specifičnost i jednostavna instrumentizacija. Međutim, upotrebom enzimskih metoda može se utvrditi samo jedna po jedna kiselina. Da bi se analizirao sadržaj organskih kiselina u medu istovremeno, moraju se koristiti hromatografske tehnike, iako one imaju i svoje nedostatke. Gasna hromatografija zahtijeva proces derivatizacije, jer je većina organskih kiselina nestabilna, tako da su potrebne posebne metode za pripremu meda za analizu organskih kiselina (Mato i sar., 2007). Metode zasnovane na zonskoj elektroforezi takođe su primjenjivane za razdvajanje niskomolekularnih organskih kiselina, a njihove prednosti su dobra rezolucija, jednostavnost, kratke analize, niska potrošnja hemikalija i minimalna priprema uzorka (Navarrete i sar., 2015).

2.4.5. pH-vrijednost

Manja vrijednost pH u medu inhibira rast mikroorganizama (Gomes i Feis; Iglesias i Estenviho, 2011). Vrijednost pH se mjeri direktno iz rastvora vode i meda, pomoću pH-metra (AOAC, 2012; Bogdanov, 2009).

pH-vrijednost meda nije direktno povezana sa kiselinama u medu, zato što neke komponente meda imaju kapacitet pufera, među kojima su neke soli i neka mineralna jedinjenja (Ojeda de Rodriguez i sar., 2004; Terrab i sar, 2002; White, 1979). Ovaj parametar meda se kreće od 3,4 do 6,4, tako da su te vrijednosti dovoljno niske da sprečavaju rast i razvoj mikroorganizama (Cavia i sar., 2002; Gomes i sar., 2010). Uopšteno, vrijednost pH u nektarskom medu kreće se od 3,3 do 4,6. Izuzetak je med od kestena, gdje pH-vrijednosti variraju od 5 do 6. Med od medljike pokazuje veću vrijednost pH zbog većeg sadržaja minerala nego u cvjetnom medu, i iznosi od 4,5 do 6 (Bogdanov, 2011; Eleazu i sar., 2013).

Cozzolino i Corbella (2013) su mjerili pH-vrijednost meda pomoću infracrvene spektroskopske metode (IR). Ruoff i sar (2007) su određivali kiselost meda pomoću metode Furijeove transformacije infracrvenog spektra, a Almedia-Muradian (2014) u tu svrhu primjenjuju najnovije metode kombinacije infracrvene spektrometrije i metode Furijeove transformacije infracrvenog spektra (FT-IR) i ATR-metoda prigušene totalne refleksije (FT-IR-ATR). Iako se pH-vrijednost meda može mjeriti ovim sofisticiranim metodama, upotreba pH- metra je ekonomičniji, brži i dostupniji način mjerenja pH-vrijednosti čak i u malim laboratorijama.

2.4.6. Hidroksimetil-furfural (HMF)

Hidroksimetil-furfural (HMF) je furansko jedinjenje, proizvedeno degradacijom šećera, nastao u procesu dehidracije heksoze u kiseloj sredini (Cavia i Alvarez, Huidobro i Sancho, 2008; Khalil, 2014). HMF je parametar svježine meda, pošto je odsutan ili prisutan u tragovima u svježem medu. Visoke vrijednosti HMF-a su prirodno prisutne u medu iz toplih klimatskih područja, kao što su tropske i suptropske zemlje (SodreiMarchini, Moretti, 2011). Svjež med sadrži samo tragove HMF-a, koji je važan kriterijum za procjenu vremena skladištenja i oštećenja izlaganjem visokim temperaturama. Koncentracija HMF-a se povećava tokom prerade meda, odnosno toplotnim tretmanom, ali i sa većom količinom šećera i tokom skladištenja. Na sadržaj HMF-a utiče i korištenje metalnih kontejnera, pH, botaničko porijeklo i dr. (Arena i Verzera, 2004; Verzera i Zappala, 2006). Visoka kiselost, povišen sadržaj vlage, šećera (uglavnom fruktoze), aminokiselina (kao što je alanin) i minerala (kao što su magnezijum, mangan, gvožđe i cink), dovode do većeg sadržaja HMF-a u medu (Estupin i sar., 1998; Silva-Losada, 1991). Kesić i sar. (2014) su ustanovili negativnu korelaciju između odnosa fruktoze/glukoze i sadržaja HMF-a. Kinetika formiranja HMF-a u izotermičnom grijanju prilikom izlaganja temperaturnom tretmanu pokazala je konstantnu brzinu povećanja sadržaja HMF-a u tretiranim uzorcima (Kesić i sar., 2014).

Infracrveno spektroskopsko određivanje sadržaja HMF-a ne daje dovoljno precizan rezultat kvaliteta meda i može se uzeti samo kao grubo mjerenje (Oliveira i sar., 2012).

2.4.7. Optička gustoća

Još jedan značajan parametar kvaliteta meda je optička gustoća, i zavisi od ukupne količine šećera u medu (White, 1979), a vrijednost optičke gustoće povezana je sa sadržajem vode, temperature i količinom čvrste materije (Oroian, 2013). Optička gustoća se linearno smanjuje, a temperatura, sadržaj vode i povećan sadržaj čvrstih materija se povećava (Oroian, 2013; Sabatini, 2007). Srednje vrijednosti relativne gustoće u medu mjerene na 20 °C varira od 1,40 do 1,44 g/ml, zavisno od botaničkog porijekla meda (Crane, 1980; Gomez-Fereras i sar., 2000).

Zbog varijacije gustoće, kod meda koji se čuva u tankovima ponekad se uočavaju različiti slojevi gustoće meda. Gornji slojevi imaju manju gustoću, a veću vlažnost, tako da takav med

nije više sklon fermentaciji (White, 1975; Krell, 1996; Bogdanov, 2011). To, takođe, ukazuje i na važnost kvalitetnog uzimanja meda za uzorkovanje i dalju analizu, posebno zbog ove navedene činjenice.

2.4.8. Pepeo

Sadržaj pepela u medu je uglavnom mali i zavisi od nektarskog sastava, odnosno biljaka sa kojih pčele sakupljaju polen. Tip zemljišta i blizina fabrika direktno utiču na količinu minerala prisutnih u medu (Singhand i Bath, 1990; Cattore i sar., 2000). Pepeo ili mineralni sadržaj meda vezan je za njegovo porijeklo (cvjetni med ili medljikovac). U istraživanju koje je proveo White (1979) utvrđen je ukupan sadržaj pepela u cvjetnom medu u intervalu od 0,02 do 1,03%, dok je u medu od medljike sadržaj pepela bio između 0,21 i 1,19%. Boja i ukus meda su pod uticajem sadržaja metala u medu. Med sa većim sadržajem pepela je tamniji (Huidobro i sar., 1992). Pravilnik Codex Alimentarius Commission (1969) definiše sadržaj minerala kao osnovni faktor kvaliteta meda i propisuje da sadržaj minerala ne treba da bude veći od 0,6% za medljiku, a za mješavinu medljike i cvjetnog meda ne veći od 1,0%. Varijacija sadržaja pepela u medu može biti pripisana različitim cvjetnim izvorima za pčele, faktorima koji se odnose na uzorkovanje meda, različite geografske lokacije, različite vrste meda, kao i sama praksa pčelara i pregled meda.

Standardna metoda za određivanje sadržaja pepela u medu je gravimetrijska metoda. Ova tehnika uprkos tome što se široko koristi u rutinskoj kontroli meda, podrazumijeva dugu pripremu uzorka prije samog spaljivanja. Zbog toga se i danas traga za novim metodama za određivanje pepela u medu, što bi doprinijelo lakšem i preciznijem određivanju pepela u medu (Felsner, 2004).

2.4.9. Teški metali u medu

Med posjeduje nutritivne i ljekovite osobine, što je posljedica njegovog karakterističnog sastava. Da bismo imali samo pozitivne efekte od meda, bilo bi poželjno da u okruženju gdje je pčelinjak smješten, nema nikakvih izvora zagađenja. Pčele su stalno izložene potencijalnim zagađivačima. Uticaj industrijskog zagađenja na zdravlje pčela je široko dokumentovan (Bromenshenk i Carlosn, 1985; Porini i sar., 2003, Perugini i sar., 2011, Sadegi i sar., 2013, Zarić i sar., 2016).

Sadržaj metala u medu zavisi prije svega od geografskog porijekla, sastava zemljišta, lokalnih izvora kontaminacije i botaničkih vrsta. Med je privlačna tema ne samo kada se posmatra kao hrana, već i kao pokazatelj stanja životne sredine (Crane, 1984; Celli, 1984). Med sadrži razne metale, koji najčešće dospjevaju u njega prvenstveno iz različitih industrijskih objekata, kao što su npr. termoelektrane i fabrike, čiji otpadni gasovi i dim se šire na okolinu, pa preko biljaka, tačnije rečeno njihovog nektara dospjevaju i do pčela. Treba obratiti pažnju i na druge antropogene izvore zagađenja životne sredine, kao što su saobraćaj, različiti dodaci koji se koriste u poljoprivrednoj proizvodnji (sredstva za zaštitu biljaka, otpadni mulj, mineralna i organska đubriva itd). Prisustvo metala u medu kako toksičnih elemenata (Cd, Pb, Hg i As), tako i potencijalno toksičnih elemenata može predstavljati opasnost za ljudsko zdravlje i negativno uticati na kvalitet i sigurnost meda. Potencijalno toksični elementi su mikroelementi (Zn, Ni, Cu, Cr, Co i dr.) koji su esencijalni, biogeni elementi koji su u malim koncentracijama neophodni za normalno funkcionisanje živih organizama, dok njihovo prisustvo u povišenim koncentracijama može da izazove različite negativne efekte.

Sadržaj metala u medu je relativno nizak, i u nektarskom medu obično iznosi 0,1-0,2%. Ukupni sadržaj metala kod nekih vrsta meda kao što je med od medljike može biti i do 1% (Pohli, 2009). Najveće količine metala u medu dospjevaju iz zemljišta, preko biljaka. Metali ulaze u biljke iz zemljišta kroz korijen, prelaze u nektar, a zatim u med proizveden od strane pčela koje su konzumirale nektar. Shodno tome sadržaj metala u medu je veoma značajan, naročito sadržaj makroelemenata (Ca, K, Mg, Na i dr.) i mikroelemenata (Zn, Ni, Cu, Cr, Co i dr). Na količinu pomenutih elemenata u medu između ostalog utiče sastav zemljišta, geografsko porijeklo, određene geohemijske i geološke karakteristike, kao i klimatske promjene u području u kojem borave pčele. Određivanje preciznih koncentracija metala u medu je korisno za njegovu klasifikaciju s obzirom na botaničko i geografsko porijeklo. Najzastupljeniji metal u medu je kalijum (K), sa prosječnim udjelom od 45-85% u ukupnom

sadržaju metala u medu. Sljedeći po zastupljenosti u medu je Na, Ca i Mg, dok su Fe, Zn, Cu, i Mn su prisutni u manjim količinama od 0,002-0,009 mg/kg (Buldin i sar, 2001; Dhahir i sar., 2015).

Unos metala iz meda u ljudski organizam je mali, jer se med kao namirnica konzumira u malim količinama. Unos makro- i mikroelemenata kao što su: K, Mg, Ca, Na, Fe, Mn, Cu, Zn, iz prosječne dnevne preporučene doze ne prelazi 0,005-0,5 mg/kg (Jamousi i Kump, 1996). Nasuprot tome, ukoliko su toksični i potencijalno toksični elementi zastupljeni u medu iznad ustanovljenih maksimalno dozvoljenih vrijednosti, mogu da uzrokuju razne zdravstvene probleme (Jamousi i Kump, 1996). Step en zagađenosti meda sa metalima često zavisi od botaničkog porijekla, tj. od biljaka koju pčele posjećuju. Med proizveden od nektara aromatičnih biljaka karakterišu ekstremno visoke koncentracije teških metala, jer ove biljke apsorbuju metale intenzivnije od zelenih biljaka (Christensen i sar., 2003).

Upravo zbog toga, med se može smatrati biomarkerom zagađenja životne sredine, koji kumulativno ukazuje na nivo zagađenja vazduha, vode, biljaka i zemljišta. Određivanje sadržaja metala u medu se koristi za procjenu kvaliteta životne sredine u različitim regionima (Patrilarca i sar., 2004, Zelyazkova i sar., 2010). Međutim, zastupljenost metala u tragovima i njihova velika varijabilnost s obzirom na cvjetno porijeklo, sezonske i klimatske promjene, ukazuju na to da med ne može biti izuzetno pouzdana biološka matrica za praćenje antropogenih razlika i izvora teških metala u okruženju (Bocca i sar., 2007).

Med, takođe, može biti kontaminiran nekim metalima tokom procesa obrade, pri čemu su izvori kontaminacije oprema i alat koji se koristi na pčelinjaku. Prilikom kontakta sa medom, neki metali (Al, Cr, Cu, Fe, Ni, Zn) se mogu osloboditi iz materijala (npr. nerhđajući/ili pocinkovani čelik, legure koje sadrže aluminijum) i opreme koja se koristi za sakupljanje, proizvodnju i pripremu meda, tokom centrifugiranja, zrenja, kao i iz kontejnera za skladištenje meda (Guevar-Riba i sar., 2006). Metali, takođe, mogu dospjeti u med sa supstancama za ishranu pčela. Primjera radi, sirup koji se koristi za prihranu pčela, može da sadrži veće koncentracije Cd, Co, Fe, Mg, Mn, Pb, Na, koji vode porijeklo iz procesa njegove industrijske prerade (Demirezen i Aksoy, 2005).

Među metalima se posebno izdvajaju toksični elementi koji nisu biogeni i čije prisustvo u malim količinama može da izazove različite negativne efekte (Cd, Pb, Hg i As). Prisustvo kadmijuma i olova u medu može biti prijetnja po ljudsko zdravlje, zbog njihovog latentnog djelovanja i toksičnosti. Međunarodna agencija za istraživanje karcinoma je klasifikovala

jedinjenja kadmijuma kao kancerogena za živa bića (IARC, 1993), dok su jedinjenja olova uvrštena u grupu potencijalno kancerogenih (IARC, 1987). Prema raspoloživim literaturnim izvorima maksimalno dozvoljena doza za Pb i Cd u medu je različita. Prema Buldini i sar. (2001) to je koncentracija od je 1 mg/kg za oba elementa. U Srbiji je pravilnikom (Službeni glasnik, 29/14), koji usklađen sa propisima Evropske unije (Regulation (EC) No 1881/06) propisana maksimalna dozvoljena koncentracija od 0,03 mg Cd/kg i 0,5 mg Pb/kg u medu. Prema našim zakonskim propisima maksimalno dozvoljena doza za Pb je 0,1 mg/kg (Službeni glasnik BiH, 79/16), dok dozvoljeni maksimum za Cd u medu nije propisan. Razlog neujednačenosti u graničnim koncentracijama je kontinuirana revizija i pooštavanje dozvoljenih minimuma za polutante u zakonodavstvu Evropske unije i usklađivanje istih normi u našoj zemlji, a takođe i u okruženju.

Najvažniji izvori zagađenja kadmijumom su metalna industrija i otpadne vode. Glavni izvori Cd su: baterije, boje, lakovi, plastika, razne legure, neki kozmetički proizvodi i dr. (Newton, 2010; Mihajlović i sar., 2018). Povišene koncentracije kadmijuma negativno utiču na kardiovaskularni sistem i skelet. Prisustvo kadmijuma dovodi do bolesti srca, krvnih sudova, oštećenja jetre, bubrega i drugih vitalnih organa. Kadmijum, takođe, uzrokuje degradaciju kostiju zbog uticaja na metabolizam kalcijuma (Bradl, 2005; Newton, 2010).

Olovo nije esencijalni element, ali kada se unese u žive organizme može da se nađe u svim tkivim i organima. Kada se akumulira u velikim količinama izaziva ozbiljne toksikoze kod ljudi i životinja, jer se ugrađuje umjesto drugih esencijalnih metala (Fe, K, Zn, Cu) u metaloenzimima ili se vezuje za aktivnost SH- grupe i tako inhibira aktivnost raznih enzima. U prisustvu vitamina C i željeza, može doći do povećane mobilnosti olova akumuliranog u različitim tkivima i povećanja njegovog nivoa u krvi, što pored anemije i drugih popratnih poremećaja može rezultovati i mnogim promjenama (Nikolić i sar., 2011). Olovo je posebno opasno za djecu u razvoju, kod kojih trovanje olovom, može izazvati fizička i mentalna oštećenja zbog njegovog neurotoksičnog djelovanja (Bellinger i sar., 1992; Lanphear i sar., 2005). Najčešći izvori zagađenja olovom su: boje i lakovi, benzin (prije bezolovnog), rudnici, topionice, komercijalni industrijski procesi, kontaminirani proizvodi i hrana, pesticidi i dr. (Stevanović-Čarapina, 2013).

Sadržaj teških metala i mineralnih materija u medu je predmet mnogih istraživanja pri čemu se u tu svrhu primjenjuju različite metode analize (Pohl, 2009; Dhahir i sar., 2015). Tokom posljednjih decenija korištena je rentgenska fluorescentna spektrofotometrija (XRF), rentgenska strukturna analiza (XRD), neutron aktivaciona analiza (NAA), masena

spektrofotometrija sa indukovanom plazmom (ICP-MS), atomska apsorpciona i/ili emisijska spektrometrija (AAS/AES) i dr. (Botosani Vaslui, 2002). Novije studije ukazuju da se metali mogu uspješno kvantifikovati u medu, takođe, primjenom anodne voltametrije i različitih potenciometrijskih tehnika (Buldin i sar., 2001, Palmero, 2006).

Klasične instrumentalne metode, kao što su masena spektrofotometrija sa indukovanom plazmom (ICP-MS) i atomska apsorpciona emisijska spektrometrija (AAS) su zbog široke zastupljenosti i relativno male cijene u odnosu na novije instrumentalne tehnike najzastupljenije u praksi. Pomenute metode su bazirane na tome da se u uzorku razgradi organska materija, te da se odredi sadržaj metala zaostao u neorganskom, mineralnom dijelu uzorka. Degradacija (digestija) se provodi žarenjem uzorka na visokim temperaturama (>500 °C) i/ili kuvanjem sa koncentrovanim mineralnim kiselinama. Kiselinska digestija meda je, još uvijek, u praksi najrašireniji pristup mineralizacije meda, jer omogućava brže razaranje uzorka uz korištenje manjih količina reagenasa, posebno ukoliko se provodi u mikrotalasnim laboratorijskim pećnicama, čime se skraćuje i vrijeme analiziranja, što je sa stanovišta rada u laboratoriji brže i ekonomičnije, smanjenje količine reagenasa i samog vremena analiziranja (Fodor i Molnar, 1993; Palmero, 2006; Frias i sar., 2008).

2.5. Botaničko i geografsko porijeklo meda

Određivanje botaničkog porijekla meda se zasniva na činjenici da svaki prirodni med sadrži određenu količinu polena. Kada sakupljaju nektar, pčele stupaju u dodir sa prašnim kesicama cvjetova. Jedan dio polena dospijeva u nektar, odatle u medni želudac pčela, a zatim prelazi u med. Polenova zrnca se raspoznaju po veličini, obliku i građi omotača koji karakterišu svaku biljku. Oblik im je veoma raznovrstan (loptast, elipsoidan, trouglast, višeuglast itd.). Debljina i građa omotača (glatka, šupljikasta, bodljikasta, brazdasta itd.), takođe su različite za pojedine vrste polena, ali se uvijek prethodno pripremaju etaloni praha sakupljanog ručno sa biljaka i pri analizi se upoređuje prah u medu sa preparatima etalonima i slikama iz atlasa. Određivanjem vrste i količine polenovih zrna može se izvesti zaključak o geografskom i botaničkom porijeklu meda (Škenderov i Ivanov, 1986).

Med iz raznih regiona svijeta ima karakterističan polenski spektar. Sadrži pretežno prah sa biljaka koje rastu samo u datom regionu, a to značajno olakšava identifikaciju meda. Teže (ali ne i nemoguće) se određuje geografsko porijeklo meda iz regiona sa sličnim klimatskim,

geografskim i botaničkim uslovima (Škenderov i sar., 1986). Znatno je teže odrediti botaničko porijeklo, tj. proporcije nektara kojima pojedine biljke učestvuju u dobijanju dotične vrste meda. Postoje problemi koji postavljaju ograničenja polenske analize. Različite vrste biljaka mogu proizvoditi različite količine polena tj. neke proizvode mnogo manje polena u odnosu na količinu nektara. Neki vrste meda potiču od biljaka koje proizvode mnogo manje polena u odnosu na količinu nektara. Osim toga, prinos nektara se može razlikovati između muških i ženskih cvjetova, ili na primjer, većina polenovih zrnaca može poticati od biljaka koje ne mogu biti izvor nektara (Grujić i sar., 2007). Polenska analiza meda je jedini način da se odredi broj i vrsta polenovih zrnaca, na osnovu koje se može uraditi ispravno deklarisanje meda. Loša pčelarska praksa ogleda se u tome da sam pčelar deklarira svoj med uz pomoć raznih metoda. Najčešće pčelar deklarira med na osnovu senzorne analize meda i mjesta na kome je smješten pčelinjak. Zbog toga polenska analiza meda je od velike važnosti za kontrolu meda koji se plasira na tržište.

2.5.1. Polenska analiza meda

Melisopalinološka metoda se zasniva na identifikovanju i brojanju polenovih zrnaca prisutnih u medu i na osnovu procentualnog učešća pojedinih vrsta polena procjenjuje se botaničko i geografsko porijeklo, ali i autentičnost meda. Sama metoda se zasniva na kvalitativnom i kvantitativnom mikroskopskom određivanju vrsta polena, te ostalih mikroskopskih sastojaka važnih za navedenu procjenu (Grujić i sar., 2007). Biljne vrste su određene iz oblika zrna polena, veličine zrna, teksturnog zida i prema vrsti, obliku i broju rupa za klijavost. Polenova zrna se upoređuju sa referentnim preparatima slika iz atlasa (Hesse i sar., 2009). Analizom polena, odnosno morfologijom, određuju se karakteristike polenovog zrna (boja, oblik i veličina), i prema tome dijele se na rodove i vrste polenovog zrna. Za određivanje botaničkog porijekla polena, atlas polena predstavlja glavnu kariku u određivanju vrste meda (Hesse i sar., 2009). Za karakterizaciju prisustva polena u polenskom medu, na međunarodnom nivou usvojen je kriterijum od 45% polenovog zrna (Krauze i Zalevski, 2007).

Mikroskopski pregled sedimenta (melisopalinološka analiza) je prvi metod koji se koristi za određivanje botaničkog porijekla uz dopunjavanje senzornom analizom. On predstavlja glavnu metodu za određivanje botaničkog porijekla meda (Hesse i sar., 2009). Analiza polena skoro, pa nije moguća za med od medljike, jer je ovo mikroskopsko ispitivanje zasnovano na

potrazi (gljivičnim sporama, micelijama, ostacima algi) i shodno navedenom očito je da nije moguć isti botanički sastav za sve vrste meda. Sve ovo je podstaklo traženje fizičko-hemijskih parametara ili direktnije, hemijskih jedinjenja koja se sama ili poslije transformacije mogu koristiti kao nedvosmisleni indikatori za botaničko porijeklo (Krauze i Zalewski, 2007).

Činjenica je da neke pčele konzumiraju nekoliko cvjetnih izvora, i to dodatno komplikuje postupak utvrđivanja botaničkog porijekla meda. Uniflorni med nije nikad proizveden iz jednog botaničkog izvora, ali i unifloralitet može se potvrditi ako prevlada jedna vrsta biljke u karakterističnom melisopalinološkom, senzornom i fizičko-hemijskom profilu za odgovarajući tip meda (Persano-Oddo i sar., 1995; Bogadanov i Gallman, 2005). S obzirom na sve navedene faktore, određivanje botaničkog porijekla meda uključuje kombinaciju melisopalinološke analize, senzorne analize i određivanje fizičko-hemijskih parametara, nakon čega slijedi poređenje autentičnosti dobijenih rezultata sa dostupnim literaturnim podacima i zakonskim zahtjevima (Union, 2002; Persano i Piro, 2004; Fisheries and Rural development 2009). Upotreba ovih metoda u kombinaciji je skupo i dugotrajno i zahtjeva specijalne opremljene laboratorijske i visoko obučene analitičare. Zbog toga postoji potreba za jednostavnim, brzim i relativno niskobudžetnim metodama za određivanje botaničkog porijekla meda (Ruoff i sar., 2005; Karou i sar., 2007; Lenhardt i sar., 2014).

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

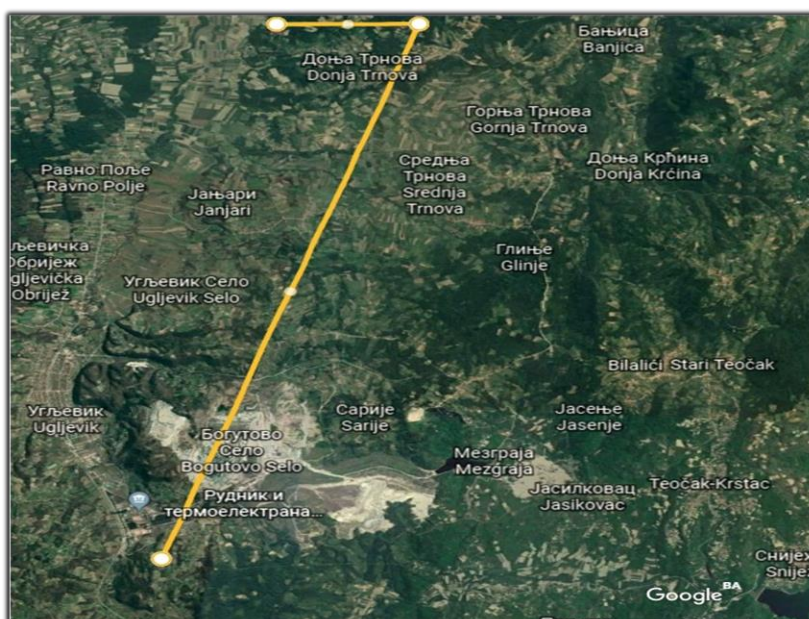
Cilj istraživanja je da se fizičko-hemijskom i polenskom analizom meda ispitaju parametri kvaliteta meda iz organske i konvencionalne proizvodnje.

Osnovna hipoteza istraživanja je da će se fizičko-hemijskom i polenskom analizom meda utvrditi da ne postoje značajne razlike u parametrima kvaliteta meda iz organske proizvodnje u odnosu na konvencionalnu proizvodnju.

4. MATERIJALI I METODE RADA

4.1. Objekat istraživanja i uzimanje uzoraka

Za potrebe realizacije ovog istraživanja korišteno je 9 uzoraka meda, sa tri lokaliteta (Slika 1). Istraživanje je rađeno na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, i na Institutu za javno zdravstvo Republike Srpske od septembra do decembra 2018. godine. Analiziran med je dobijen medobranjem bagrema u maju 2018. godine. Tri analizirana uzorka su uzeta sa pčelinjaka iz organske proizvodnje, sertifikovane od strane domaće certifikacijske organizacije Organska kontrola (OK). Ovaj pčelinjak se nalazi u okolini Trnove, selo Jaklavići 15 km udaljeno od Bijeljine. GPS koordinate za ovaj pčelinjak su $44^{\circ} 40' 2.305''$, $19^{\circ} 6' 49.046''$. Druga tri uzorka su iz konvencionalne proizvodnje sa polukontrolisanom proizvodnjom. Ovaj pčelinjak je, takođe, smješten na lokaciji sela Jaklavići, na udaljenosti 3,5 km od organskog pčelinjaka, koliko je dozvoljeno od strane Organske kontrole o udaljenosti organskog pčelinjaka od konvencionlnog. GPS koordinate ovog pčelinjaka su $44^{\circ} 38' 36.852''$, $19^{\circ} 6' 35.413$. Preostala tri uzorka su uzeta sa pčelinjaka u opštini Ugljevik, 500 m udaljenog od termoelektrane Ugljevik. GPS koordinate ovog pčelinjaka su $44^{\circ} 40' 44''$, $18^{\circ} 57' 48''$. Svih 9 uzoraka pčelari su deklarirali kao bagrem, što će se utvrditi polenskom analizom meda. Sa svakog pčelinjaka uzete su tri košnice slučajnim izborom i pri tome uzeto je po 2 kg meda/košnici. Uzorci prije početka analiziranja čuvani su na temperaturi od $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$, kako bi se izbjegao negativan uticaj temperature na fizičko-hemijske parametre meda.



Slika 1. Uvećan reljefni prikaz lokaliteta uzorkovanja meda

Na slici broj 2. prikazan je geografski položaj lokacija odakle je med uzorkovan. Sve tri lokacije su na sjeveroistoku BiH, tj. analizirani uzorci meda su sa istog geografskog područja, što bi značilo da imaju slične karakteristike u odnosu na druge krajeve BiH, pogotovo ako se radi o istim vrstama meda.



Slika 2. Geografski prikaz lokaliteta uzorkovanja meda (sa mikrolokalitetima 1. Jaklavići, 2. Jaklavići, 3. Ugljevik)

4.2. Analitičke metode istraživanja

4.2.1. Određivanje električne provodljivosti

Metoda rađena prema: Službenom glasniku, tj. IHC (HARMONISED METHODS OF THE INTERNATIONAL HONEY COMMISSION, 2009).

Električna provodljivost se očitava direktno iz rastvora meda pomoću WTW konduktometra InoLab 720, Germany. Odvažuje se med u količini ekvivalentnoj 20 g anhidrovanog meda, rastvori se u destilovanoj vodi uz miješanje na magnetnoj mješalici, prebaci se kvantitativno u odmjerni sud od 100 ml i dopuni do oznake. U menzuru se prebaci 40 ml dobijenog rastvora i menzura se postavi u vodeno kupatilo podešeno na 20 °C i kada se postigne temperatura uzorka od 20 °C, uroni se elektroda za određivanje električne

provodljivosti (koja je prethodno isprana istim rastvorom meda) i očita se vrijednost u mS/cm. Analiza se radi u triplikatu.

4.2.2. Određivanje vode u medu (refraktometrijski)

Metoda rađena prema: Službenom glasniku, tj.IHC (HARMONISED METHODS OF THE INTERNATIONAL HONEY COMMISSION, 2009).

Određivanje vlage vrši se pomoću refraktometra (Me-ATC Series Portable Brix Refractometer, Guangzhou, Kina). Prethodno pripremljen uzorak meda od tri kapi stavi se na glavnu prizmu. Zatvori se prozirni poklopac tako da se tečnost raširi i prekrije cijelu površinu bez vazdušnih mjehurića. Prilikom mjerenja prozirni poklopac se drži u pravcu svjetlosti, gleda se kroz okular i na skali za vodu očita sadržaj vode u uzorku. Radna temperatura refraktometra je 20 °C, a ukoliko je temperatura veća ili manja onda se vrši korekcija dobijenih rezultata, gdje se za temperaturu veću od 20 °C dodaje 0,00023 za svaki °C, a za temperaturu do 20 °C oduzima 0,00023 za svaki °C. Analiza se radi u triplikatu.

4.2.3. Određivanje ukupnih rastvorenih šećera (total dissolved solids, TDS)

Metoda rađena prema: Adgaba i sar. (2017)

Određivanje ukupne rastvorljive materije vrši se pomoću refraktometra (ATC Series Portable Brix Refractometer, Guangzhou, Kina). Ukupne rastvorljive materije predstavljaju ukupnu količinu šećera u medu. Pripremljen uzorak od tri kapi meda stavi se na glavnu prizmu i zaklopi se prozirni poklopac, tako da tečnost prekrije cijelu površinu ravnomjerno. Prilikom mjerenja refraktometar se drži u pravcu svjetlosti, gleda se kroz okular i očitavaju vrijednosti sa skale koje su označene na skali kao Brix° ukupna koncentracija šećera. Analiza se radi u triplikatu.

4.2.4. Određivanje sadržaja organskih kiselina

Metoda rađena prema: Službenom glasniku tj. IHC (HARMONISED METHODS OF THE INTERNATIONAL HONEY COMMISSION, 2009).

Odmjeri se 10 g uzorka meda i rastvori u 75 ml destilovane vode. Titriše se sa 0.1 M NaOH poznatog faktora uz prisustvo 4-5 kapi fenolftaleina (1% W/V u etanolu) do stabilne ružičaste boje koja se zadrži 10 sekundi. Radi se u triplicatu.

Kiselost se izražava u milimolima kiseline/kg i izračunava se:

Kiselost = $10 \times V$, gdje je V = mL 0.1 M NaOH utrošenog za neutralizaciju 10 g meda.

4.2.5. Određivanje pH-vrijednosti

Metoda rađena prema: IHC (HARMONISED METHODS OF THE INTERNATIONAL HONEY COMMISSION, 2009).

Rastvori se 10 g meda u 75 ml destilovane vode i miješa na magnetnoj miješalici. Uroni se elektroda kalibrisanog pH-metra (HannapH 211, HannaInstruments, Cluj, Romania) i očita pH-vrijednost na dvije decimale. Analiza se radi u triplicatu.

4.2.6. Određivanje hidrosimetil-furfurala (HMF) po White-u

Metoda rađena prema: Službenom glasniku tj. IHC (HARMONISED METHODS OF THE INTERNATIONAL HONEY COMMISSION, 2009).

Određivanje sadržaja hidrosimetil-furfurala zasnovano je na apsorbanciji hidrosimetil-furfurala u UV dijelu spektra na 284 nm. Kako bi se spriječila interferencija drugih komponenti na ovoj talasnoj dužini, određuju se razlike između apsorbancije čistog rastvora meda i nakon dodavanja disulfita.

Reagensi potrebni za ovu metodu su:

Carrez I: rastvoriti 15 g $K_4Fe(CN)_6 \times 3H_2O$ u vodi i dopuniti 100 ml u odmjernu tikvicu

Carrez II: rastvoriti 30 g $Zn(CH_3COO)_2 \times 2H_2O$ i dopuniti do 100 ml u odmjernu tikvicu

Natrijum–bisulfit rastvor: 0.20 g / 100 g

Rastvoriti 0.20 g čvrstog $NaHSO_3$ (metabisulfit) i razrijediti do 100 ml. Dnevno se priprema svjež rastvor.

Potrebna oprema za ovu metodu: spektrofotometar–talasne dužine 284 nm i 336 nm;

- kvarcne kivete, 1 cm;

- filter papir i mikrofilteri 0.45 μm

Odvagati 5 g meda i rastvoriti u 25 ml destilovane vode. Kvantitativno prenijeti rastvor u odmjernu tikvicu od 50 ml, i dodati 0,5 ml Carrez I rastvora i promiješati, a zatim dodati 0,5 ml Carrez II, ponovo promiješati i dopuniti do crte sa destilovanom vodom (može da se doda kap etanola da se spriječi stvaranje pjene). Sadržaj iz tikvice profiltrirati prvo kroz filter papir pa i kroz mikrofiltere 0.45 μm , sa tim što se prvih 10 ml odbaci. Od filtrata otpipetiramo 5 ml u svaku epruvetu za testiranje (18 x 150 mm). U tabeli 1. je opisano da se u jednu od epruveta rastvor sa uzorkom dodaje voda a u drugu natrijum bisulfat, a u trećoj epruveti je samo inicijalni rastvor. Dodati 5 ml vode u jednu od epruveta za testiranje i dobro izmiješati (rastvor sa uzorkom), a u drugu dodati 5 ml 0,2% rastvora natrijum-bisulfata i dobro izmiješati (referentni rastvor).

Tabela broj 1. Priprema uzorka za određivanje HMF-a (Službeni glasnik BiH, 37/09).

Dodato u epruvete za testiranje	Rastvor sa uzorkom	Referentni rastvor
Inicijalni rastvor meda	5,0	5,0
Voda	5,0	-
Natrijum-bisulfat	-	5,0

Određiti apsorbanciju rastvora sa uzorkom nasuprot referentnog rastvora na talasnoj dužini 284 nm i 336 nm u kvarcnoj kivetici od 10 u toku jednog sata. Ako apsorbancija na 284 nm prelazi vrijednost 0.6 potrebno je razrijediti rastvor sa uzorkom destilovane vode, a referentni rastvor sa natrijum-bisulfatom u istom odnosu da bi se dobila dovoljna niska apsorbancija.

Ako je potrebno razrjeđivanje rastvora, neophodno je izvršiti korekciju rezultata. Analiza se radi u triplikatu.

Konačni rezultati:

$$\text{HMF u mg/kg} = (A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5 \times D/W$$

A_{284} je apsorbancija na 284 nm

A_{336} je apsorbancija na 336 nm

D= faktor razrjeđenja

W= težina uzorka u g

4.2.7. Određivanje optičke gustoće (OD)

Metoda rađena prema: Sohaimy i sar. (2015)

Uzorak meda od 1 g se rastvori u 9 ml destilovane vode i centrifugira 15 minuta na 3700 obrtaja/min (Centrifuga Centric 322 ATehnica; Domel, Železniki, Slovenia). Supernatant se filtrira preko (Whatman# 1 filter papira i CA mikrofiltera 0.45 μ m i odredi se apsorbpcija na 530 nm uz destilovanu vodu kao slijepu probu. (Spektrofotometar UV-VIS, Shimadzu 1240 mini; Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan). Analiza se radi u triplikatu.

4.2.8. Određivanje pepela

Metoda rađena prema: Službenom glasniku BiH, 37/09.

Princip ove metode zasniva se na postupku sagorijevanja uzorka na 600 °C do konstantne mase. Oprema koja se koristi za određivanje sadržaja pepela u medu je: lončić za žarenje, vodeno kupatilo, Bunzenov plamenik, peć za žarenje. U užarenom lončiću izvaže se 10 g meda i zagrijava na rešou dok veći dio vode ne ispari. Poslije toga uzorak se stavi na plamenik do ugljenisanja. Ostatak se zatim žari u peći za žarenje, na temperaturi 600 °C, do konstantne mase. Prije mjerenja uzorak se ohladi. Masa pepela izražava se u g/100 g proizvoda i izračunava se po sljedećoj formuli: masa pepela u g/100 g = ostatak nakon žarenja x 100/ odmjereni uzorak. Analiza se radi u triplikatu.

4.2.9. Određivanje sadržaja teških metala u medu

Određivanje sadržaja teških metala u medu zasnovano je na metodi ekstrakcije iz pepela (Oroian i sar., 2016). Uzorak meda mase 10 g se prenese u lončić za žarenje i spaljuje u peći za žarenje na 600 °C sve dok pepeo ne pobijeli. Ohlađeni pepeo potom se dodatno razara, prvo kuvanjem na blagoj temperaturi ($t < 80$ °C) sa 4 ml koncentrovane azotne kiseline (65% HNO_3), a zatim i uz dodatak 4 ml vodonik peroksida (30% H_2O_2) radi razaranja eventualno zaostale organske materije nakon spaljivanja. Ohlađeni rastvor se kvantitativno prenese u odmjerni sud od 50 ml, razblaži i dopuni destilovanom vodom do marke, nakon čega se profiltrira kroz kvantitativni filter-papir (Whatman No. 44.) u reagens-boce, koje se čuvaju u frižideru do očitavanja sadržaja metala. U dobijenim ekstraktima sadržaj metala (Cd i Pb) je određen metodom atomske apsorpcione spektrometrije. Analiza je rađena u triplikatu.

Sadržaj Cd i Pb u ekstraktima je očitao na aparatu (AAAnalyst 400 Perkin Elmer, pri plamenoj tehnici rada, u struji acetilena i vazduha). Sadržaj Pb je očitao na talasnoj dužini $\lambda = 283,31$ nm, dok je sadržaj Cd očitao pri $\lambda = 228,80$ nm, uz korekciju signala sa deuterijumskom lampom. Standardni rastvori, neophodni za potrebe kalibracije aparata, su pripremljeni razblaženjem osnovnih standardnih rastvora koncentracije oba elementa od po 1000 mg/kg ili ppm (Perkin Elmer USA). Prilikom određivanja Pb korištena su standardna razblaženja koncentracije: 1, 2, 4 i 8 mg Pb/kg, dok su za potrebe određivanja Cd pripremljeni standardni rastvori koncentracije 0,2; 0,5; 0,7; i 0,9 mg Cd/kg. Kalibraciona kriva je rađena u linearnom režimu, uz dobijeni koeficijent linearne korelacije $r > 0,995$ za oba elementa.

4.3. Biološka metoda polenske analize meda

Metoda rađena prema: Službenom glasniku BiH, 37/09

Odvaži se 10 g dobro izmiješanog meda i otopi se u 20 ml destilovane vode i stavi u vodeno kupatilo na temperaturu od 45 °C. Rastvor se centrifugira na 15 minuta 3.500 obrtaja/min. Tekući dio se odlije, a sediment se prenese mikropipetom na predmetno staklo i ravnomjerno razmaže na površinu 15 x 20 mm. Preparat se osuši u termostatu na temperaturi ne višoj od 45 °C i uklopi u glicerini želatin. Nakon toga preparat se boji dodavanjem kapi fuksina u glicerinski želatinu. Uzorak se pokrije pokrovnim staklom i vraća u termostat na sušenje. Uvijek se rade dva paralelna uzorka istog meda. Mikroskopira se pri uvećanju 200 do

1000 puta. Mijenjaju se vidna polja dok se ne izbroji 300 polenovih zrna. Prebrojana polenova zrna razvrstavaju se prema biljnoj vrsti.

Biljne vrste determinišu se na osnovu oblika polenovog zrna, veličini zrna, građi opne, te prema vrsti, obliku i broju otvora za klijanje. Polenova zrna upoređuju se sa referentnim preparatima i slikom iz atlasa. Ovom analizom utvrđuje se botaničko porijeklo meda.

4.4. Biometričke analize

Izmjereni podaci su prikazani standardnim deskriptivnim mjerama (\bar{X} - aritmetička sredina i $S_{\bar{x}}$ - standardna pogreška aritmetičke sredine). Ispitivani načini proizvodnje meda su analizirani po mjernim osobinama multivarijantnim linearnim modelima u skladu sa rasporedom podataka. U slučajevima kada je bilo potrebno uraditi pojedinačna poređenja ispitivanih vrijednosti korišćen je *LSD* test. Razlike su smatrane statistički značajnim za $p < 0,05$. Uz statističku značajnost analizirane su i agronomske i praktične značajnosti dobijenih vrijednosti i njihovih razlika koje su razmatrane sa stanovišta agronomskih, naučnih iskustava i odgovarajućih referentnih vrijednosti za mjerene osobine. Biometričke analize i grafička prezentacija podataka urađene su uz pomoć softverskog paketa *SPSS 22 (IBM 2013)*.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

5.1. Fizičko-hemijske osobine meda

Mjerene i analizirane su sljedeće fizičko-hemijske osobine meda: električna provodljivost, sadržaj vode u medu, ukupna rastvorljiva suva materija (TDS), sadržaj organskih kiselina, pH-vrijednost, sadržaj hidroksimetil-furfurala, optička gustoća, sadržaj pepela, sadržaj olova i sadržaj kadmijuma. Uz to je analiziran sadržaj pojedinih vrsta polena po ispitivanim načinima proizvodnje meda. Rezultati analize fizičko-hemijskih osobina meda su predstavljeni u tabeli br. 2.

Tabela 2. Rezultati fizičko-hemijskih osobina meda

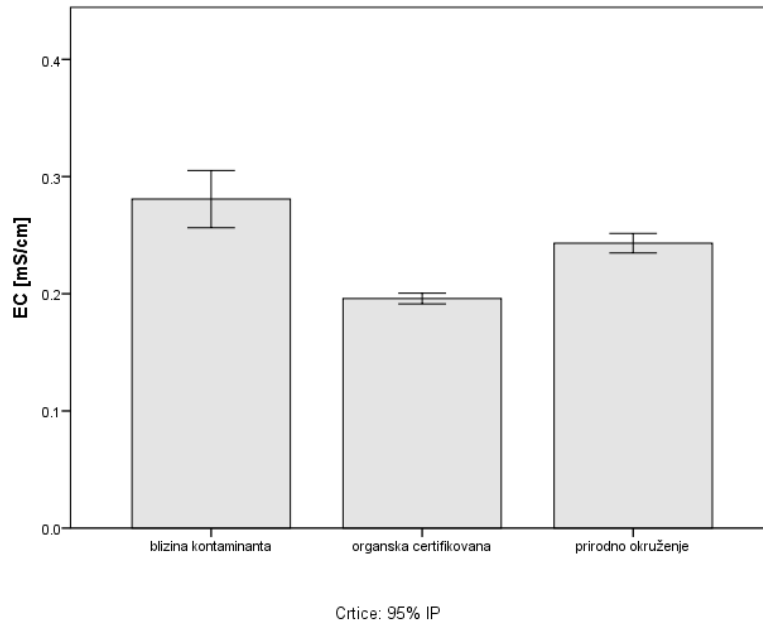
Načini proizvodnje	Električna provodljivost (mS/cm)	Voda (%)	TDS (%)	Sadržaj organskih kiselina (mmol/kg)	pH-vrijednost	HMF mg/kg	Optička gustoća (g/cm ⁻¹)	Sadržaj pepela (%)
Prirodno okruženje	0,243 *do 0,800	17,25 *do 20	81,34 **	21,09 *do 40	3,66 **	5,87 * do 40	0,19 **	0,11 * do 0,2
Organska proizvodnja	0,196 *do 0,800	18,14 *do20	80,57 **	18,83 *do 40	3,65 **	5,92 * do 40	0,16 **	0,08 * do 0,2
Blizina kontaminanta	0,280 *do 0,800	17,01 *do 20	81,57 **	19,88 *do 40	4,03 **	3,85 * do 40	0,30 **	0,12 * do 0,2

*- referentne vrijednosti po Pravilniku, Službeni glasnik BiH, br. 37/09

**-. nisu date referentne vrijednosti po Pravilniku, Službeni glasnik BiH, br. 37/09

- Električna provodljivost

Analiza električne provodljivosti meda ukazuje na statistički značajnu razliku ($p=0,011$) između ispitivanih načina proizvodnje (Grafikon 1).

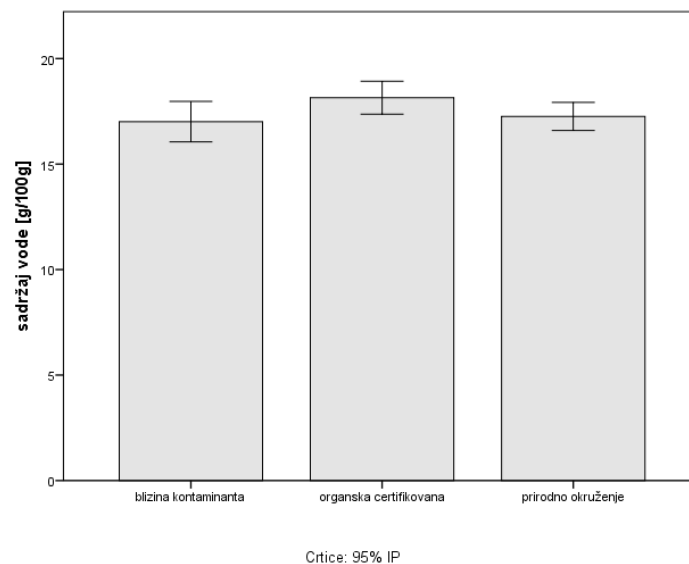


Grafikon 1. Električna provodljivost po ispitivanim načinima proizvodnje

Naime, kod ove osobine uočava se značajna razlika između meda iz organske proizvodnje i meda iz druga dva ispitivana načina proizvodnje, kod kojih je izmjerena značajno viša električna provodljivost između kojih nema statistički značajne ($p=0,088$) razlike.

- Sadržaj vode

Analizom udjela vode u medu uočava se praktično mala razlika između ispitivanih načina proizvodnje (Grafikon 2).

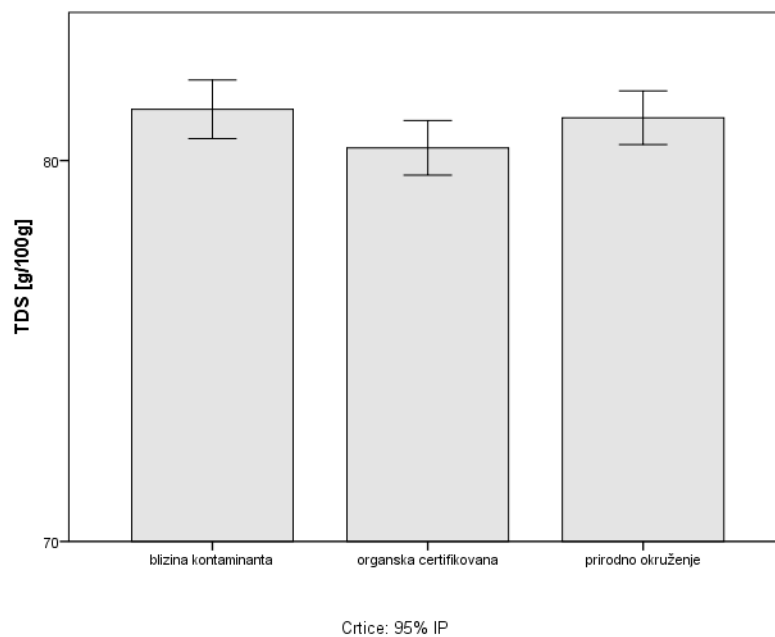


Grafikon 2. Sadržaj vode u medu po ispitivanim načinima proizvodnje meda

Ipak, uočena razlika je statistički značajna ($p=0,012$) i ukazuje na statistički značajno veći sadržaj vode u medu iz organske proizvodnje u odnosu na med iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju i med iz konvencionalne proizvodnje u blizini kontaminanta, između kojih se ne uočava značajna ($p=0,395$) razlika.

- TDS

Analiza sadržaja ukupne rastvorljive čvrste materije ukazuje na praktično male razlike između ispitivanih načina proizvodnje (Grafikon 3).

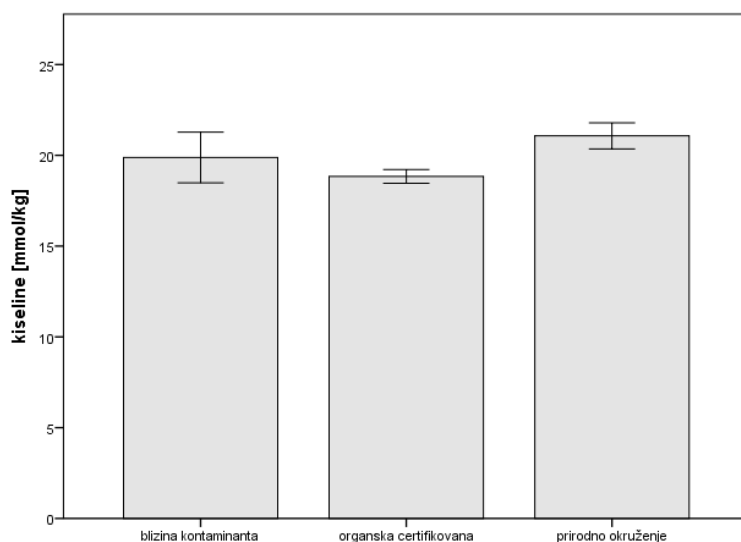


Grafikon 3. Sadržaj ukupne rastvorljive čvrste materije po ispitivanim načinima proizvodnje

Uočene razlike su statistički značajne ($p=0,013$) i ukazuju na konzistentno manji sadržaj TDS-a u medu iz organske proizvodnje u odnosu na druga dva ispitivana načina proizvodnje, između kojih nema značajne ($p=0,391$) razlike.

- Sadržaj organskih kiselina

Analizom sadržaja organskih kiselina u medu dobijenom različitim tipovima proizvodnje ne uočava se značajna razlika (Grafikon 4).



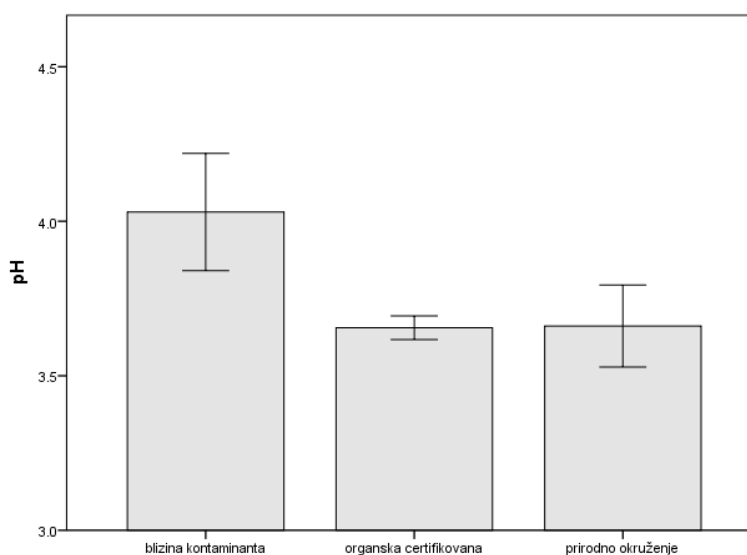
Crtime: 95% IP

Grafikon 4. Sadržaj organskih kiselina po ispitivanim načinima proizvodnje

Naime, analizom sadržaja organskih kiselina u medu po ispitivanim načinima proizvodnje razlike koje su izmjerene nisu statistički značajne ($p=0,204$), niti su od praktične agronomske značajnosti.

- pH-vrijednost

Ispitivanjem pH-vrijednosti u medu pokazuje se značajno veća pH-vrijednost kod meda proizvedenog u blizini kontaminanta (Grafikon 5).



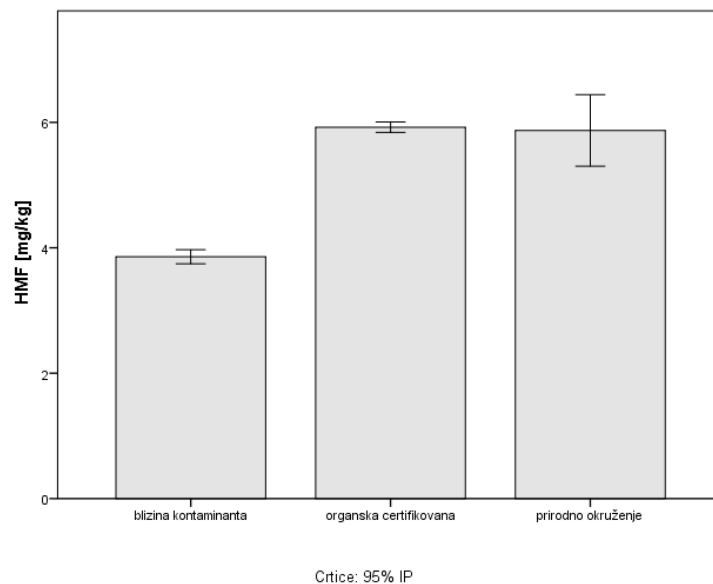
Crtime: 95% IP

Grafikon 5. pH-vrijednosti po ispitivanim načinima proizvodnje

Analiza mjerenih vrijednosti pH pokazuje statistički visoko značajnu razliku između različitih ispitivanih tipova proizvodnje ($p < 0,001$). Naime, pH u medu proizvedenom konvencionalnom proizvodnjom blizu kontaminanta se visoko značajno ($p < 0,001$) razlikuje od meda iz druga dva tipa proizvodnje između kojih nema statistički značajne razlike ($p = 0,905$).

- Hidroksimetil-furfural (HMF)

Ispitivanje sadržaja hidroksimetil-furfurala ukazuje na značajno manji sadržaj HMF-a u medu proizvedenom u blizini kontaminanta u odnosu na med iz druga dva načina proizvodnje (Grafikon 6).

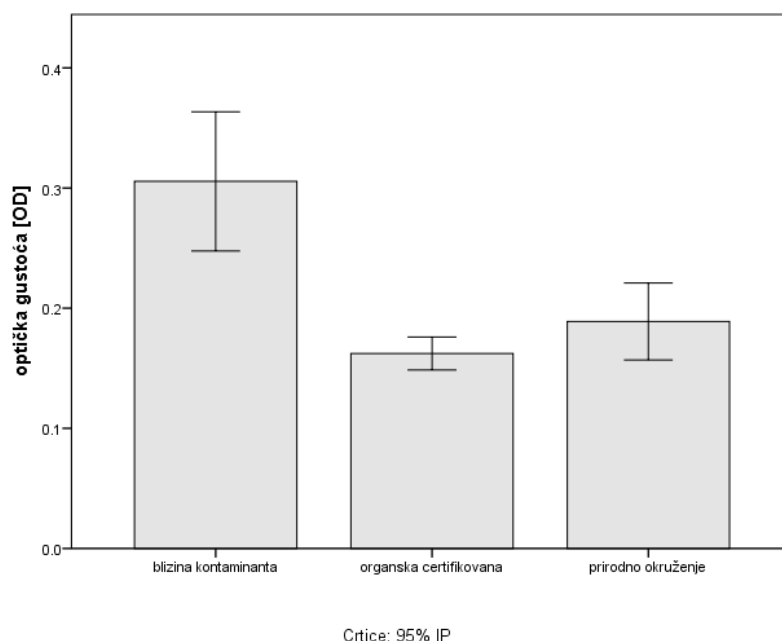


Grafikon 6. Sadržaj HMF-a po ispitivanim načinima proizvodnje

Analiza nivoa HMF-a u medu pokazuje statistički visoko značajnu razliku ($p = 0,004$) između ispitivanih tipova proizvodnje. Naime, med proizveden u blizini kontaminanta ima visoko značajno manje HMF-a u odnosu na med iz druga dva načina proizvodnje između kojih nije bilo statistički značajnih razlika ($p = 0,905$).

- Optička gustoća

Analizom mjerenih vrijednosti za optičku gustoću meda, uočava se značajno veća gustoća meda porijeklom iz uzgoja blizu izvora kontaminacije (Grafikon 7).

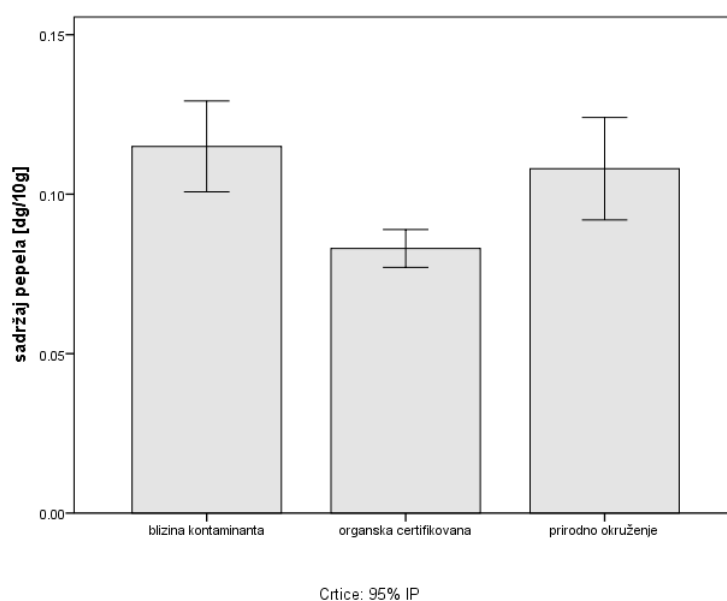


Grafikon 7. Vrijednost optičke gustoće po ispitivanim načinima proizvodnje

Razlike između ispitivanih načina proizvodnje su statistički značajne ($p=0,046$) i ukazuju na značajno veću optičku gustoću meda iz proizvodnje blizu kontaminanta i druga dva načina proizvodnje, između kojih nema statistički značajne razlike ($p=0,588$).

- Sadržaj pepela

Ispitivanjem sadržaja pepela u medu po ispitivanim načinima proizvodnje uočava se niži sadržaj pepela u medu iz organske proizvodnje u odnosu na med iz druga dva ispitivana načina proizvodnje (Grafikon 8).



Grafikon 8. Sadržaj pepela po ispitivanim načinima proizvodnje

Analiza dobijenih vrijednosti ukazala je na statistički visoko značajnu razliku ($p=0,001$) između ispitivanih načina proizvodnje meda. Naime, u organskoj proizvodnji sadržaj pepela u medu je visoko značajno manji ($p<0,01$) u odnosu na druga dva načina proizvodnje, između kojih nema statistički značajnih ($p=0,654$) razlika.

5.2. Sadržaj teških metala u medu

U tabeli br. 3 prikazan je sadržaj teških metala u medu dobijenom različitim načinima proizvodnje.

Tabela 2. Rezultati sadržaja teških metala u medu

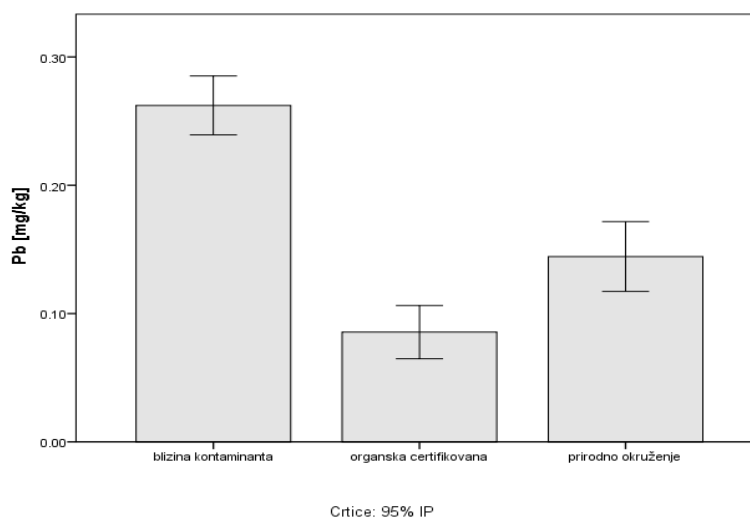
Načini proizvodnje	Pb mg/kg	Cd mg/kg
Prirodno okruženje	0,15 (*0,1)	0,012 (**)
Organska proizvodnja	0,09 (*0,1)	<0,01 (**)
Blizina kontaminanta	0,26 (*0,1)	0,012 (**)

*- maksimalno dozvoljene koncentracije Pb u medu prema pravilniku, Službeni glasnik BiH, br. 79/16

** - maksimalno dozvoljene koncentracije za Cd u medu nisu propisane pravilnikom, Službeni glasnik BiH, br. 79/16

- Sadržaj olova (Pb)

Sadržaj olova u medu se značajno razlikuje po svim ispitivanim načinima proizvodnje (Grafikon 9).



Grafikon 9. Sadržaj olova po ispitivanim načinima proizvodnje

Analizom izmjerenih vrijednosti uočava se statistički visoko značajna razlika ($p < 0,001$) u sadržaju olova. Naime, med iz organske certifikovane proizvodnje imao je statistički visoko značajno najmanji sadržaj olova ($p < 0,001$) u odnosu na druga dva tipa proizvodnje. Med proizveden u blizini kontaminanta imao je visoko značajno ($p < 0,001$) najveći sadržaj olova u odnosu na druga dva ispitivana načina proizvodnje. Med iz necertifikovanog prirodnog okruženja imao je statistički visoko značajno ($p < 0,001$) veći sadržaj olova od meda iz organske proizvodnje, ali i visoko značajno ($p < 0,001$) manji sadržaj olova od meda proizvedenog u blizini kontaminanta.

- Sadržaj kadmijuma (Cd)

Sadržaj kadmijuma sa koncentracijama od 0,012 mg/kg je ustanovljen u medu porijeklom iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju i u medu proizvedenom u blizini kontaminanta. U medu proizvedenom u certifikovanoj organskoj proizvodnji je sadržaj Cd niži od limita detekcije mjernog uređaja, tj. $< 0,01$ mg/kg.

5.3. Rezultati polenske analize meda

Polenska analiza meda ukazala je na porijeklo meda po različitim tipovima proizvodnje (Tabela 4). Najviše polena u medu je bilo porijeklom iz bagrema kod svih ispitivanih načina proizvodnje. Polen ostalih vrsta biljaka, kao i askusi porijeklom iz medljike nađeni su manjem obimu.

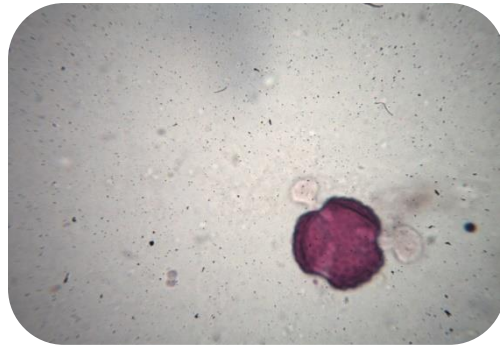
Tabela 4. Sastav meda iz pojedinih ispitivanih načina proizvodnje po porijeklu polena iz različitih vrsta cvjetnica i medljike

Način proizvodnje	Sastav meda
Blizina kontaminanta	<i>Robinia pseudoacacia.</i> , <i>Cornus sanguinea.</i> , <i>Tilia sp.</i> , <i>Fraxinus sp.</i> , <i>Castanea sativa.</i> , <i>Trifolium pretense.</i> , <i>Plantago sp.</i> , <i>Elementi medljike.</i> , <i>Fam. Lamiaceae.</i> , <i>Fam. Rosaceae.</i> , <i>Fam. Malvaceae.</i>
Organska proizvodnja	<i>Robinia pseudoacacia.</i> , <i>Centaurea sp.</i> , <i>Taraxacum sp.</i> , <i>Tilia sp.</i> , <i>Fam. Apiaceae.</i> , <i>Fraxinus sp.</i> , <i>Castanea sativa.</i> , <i>Trifolium pretense.</i> , <i>Plantago sp.</i> , <i>Elementi medljike.</i> , <i>Fam. Violaceae.</i> , <i>Polygonum sp.</i> , <i>Alnus glutinosa.</i> , <i>Fam. Rosaceae.</i> , <i>Fam. Asteraceae.</i> , <i>Artemisia sp.</i>
Prirodno okruženje	<i>Robinia pseudoacacia.</i> , <i>Rubus.</i> , <i>Malus.</i> , <i>Centaurea sp.</i> , <i>Bellis sp.</i> , <i>Taraxacum sp.</i> , <i>Cornus sanguinea.</i> , <i>Tilia sp.</i> , <i>Geranium sp.</i> , <i>Cupressus sp.</i> , <i>Pinus sp.</i> , <i>Artemisia sp.</i> , <i>Fam. Comaceae.</i> , <i>Fam. Lamiaceae.</i> , <i>Fam. Aceraceae.</i> , <i>Fam. Betulaceae.</i> , <i>Fam. Fabaceae.</i> , <i>Fam. Apiaceae.</i> , <i>Fam. Rosaceae.</i> , <i>Fam. Asteraceae.</i>

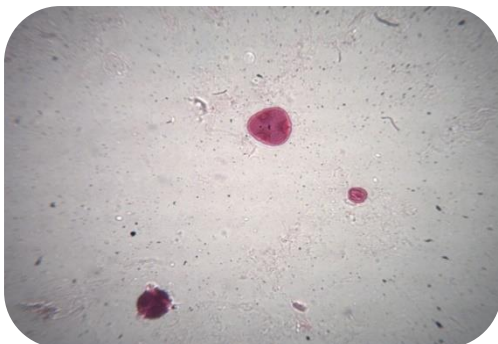
Na slici 3. prikazano je polenovo zrno bagrema (*Robinia pseudoacacia*) pri uvećanju od 1000x u uzorku meda. Na slici 4. prikazano je polenovo zrno trna (*Centaurea sp.*) takođe pri uvećanju od 1000x. Na slici 5. prikazano je polenovo zrno lipe (*Tilia sp.*) pri mikroskopskom uvećanju od 400x, i na slici 6. prikazan je askus koji vodi porijeklo iz medljike.



Slika 3. Polenovo zrno bagrema (*Robinia pseudoacacia* 1000x)



Slika 4. Polenovo zrno trna (*Centaurea sp.*, 1000x)



Slika 5. Polenovo zrno lipe (*Tilia sp.*, 400x)



Slika 6. Izgled askusa porijeklom iz medljike

6. DISKUSIJA

Analiza mjerenih fizičko-hemijskih osobina meda ukazala je na značajne razlike između različitih načina proizvodnje s obzirom na većinu ispitivanih osobina. Med iz certifikovane organske proizvodnje značajno se razlikovao od druga dva načina proizvodnje po sadržaju vlage, sadržaju TDS-a, električnoj provodljivosti, sadržaju pepela, kadmijuma i olova. Med proizveden u blizini kontaminanta značajno se razlikovao od meda iz certifikovane organske proizvodnje i meda iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju po optičkoj gustoći, pH-vrijednosti, HMF-u i sadržaju olova. Med iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju značajno se razlikovao od meda iz druga dva ispitivana načina proizvodnje u sadržaju olova.

Električna provodljivost meda zavisi od sadržaja minerala, organskih kiselina, proteina, kao i kompleksinih jedinjenja u medu. Najniža električna provodljivost izmjerena je kod meda iz certifikovane organske proizvodnje 0,196 mS/cm, zatim kod meda iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju od 0,243 mS/cm, dok je kod meda u blizini kontaminanta izmjerena najveća električna provodljivost od 0,280 mS/cm. Iz ovih prosječnih vrijednosti može da se uoči da vrijednost električne provodljivosti zavisi od koncentracije pojedinih metala u medu. Najviša provodljivost među ispitivanim uzorcima meda ustanovljena je upravo u medu u kome je utvrđen najviši sadržaj olova i kadmijuma, a to je med dobijen u blizini termoelektrane. Svi analizirani uzorci meda su imali električnu provodljivost nižu od 0,800 mS/cm, što je granična vrijednost za električnu provodljivost nektarskog med (Council Directive 2001/110/EC). Prema istraživanjima koje je proveo Poljanec (2017), na teritoriji Hrvatske električna provodljivost meda iznosi 0,106-0,211 mS/cm. Gotovo iste prosječne vrijednosti dobijene su analizama sprovedenim za evropski med, gdje je ustanovljena prosječna vrijednost iznosila 0,160 mS/cm (Persano Oddo i sar., 2004), kao i za slovenački med, gdje su u studijama koju su proveli (Kropf i sar., 2010) i (Bartoncej i sar., 2011) prosječne vrijednosti električne provodljivosti iznosile 0,177 mS/cm i 0,190 mS/cm.

Sadržaj vode predstavlja fizičko-hemijski parametar koji se odnosi na otpornost meda prilikom kvarenja, odnosno fermentacije za koju su odgovorni kvasci. Što je veći sadržaj vlage, veća je i mogućnost fermentacije. Sadržaj vode u medu zavisi od velikog broja faktora. Upoređivanjem srednjih vrijednosti u tri ispitivana načina proizvodnje, zapaža se najveći udio vode od 18,14% u medu iz certifikovane organske proizvodnje, 17,25% u medu iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju i 17,01% u medu u blizini kontaminanta.

Analiza sadržaja vode pokazala je da je u svim ispitivanim uzorcima niža od maksimalno dozvoljene vrijednosti od 20% koju propisuje regulativa EU (Evropska direktiva Council Directive 2001/110/EC). Dobijeni rezultati su slični rezultatima istraživanja provedenim u Srbiji u periodu od 2014-2016. godine (Vranić i sar, 2017) gdje je ustanovljen prosječan sadržaj vode u medu od 17,98%. Nešto manje vrijednosti utvrđene su u istraživanjima sprovedenim u Egiptu 16,28%, Jemenu 15,64% (Sohaimy i sar., 2015). Bogdanov i sar. (2004) su u svojim istraživanjima ustanovili srednju vrijednost sadržaja vode od 18,07% što je kod nas slučaj sa medom iz certifikovane organske proizvodnje. Makloufi i sar. (2010), u svom istraživanju koje je sprovedeno u Alžiru dobili su srednju vrijednost sadržaja vode od 16,5%.

Udio ukupne rastvorene čvrste materije (TDS) u medu, najvećim dijelom čine ugljenihidрати (80-85%). TDS izmjeren kod meda u blizini kontaminanta iznosi 81,57%, kod meda iz certifikovane organske proizvodnje 80,57% i kod meda iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju iznosio je 81,34%. U istraživanju koje su proveli Oroian i sar. (2015) na 6 uzoraka meda sa područja Rumunije utvrđene su vrijednosti TDS-a u rasponu od 80,3-81,6% što je slično sa utvrđenim intervalom vrijednosti istog parametra u ovom radu. Prema Adgaba i sar. (2017) vrijednosti TDS-a u medu iz Etiopije uzetom na 4 lokaliteta, bile su u prosjeku od 75,60-85%, što je blisko prosječnim vrijednostima TDS -a u ovom radu.

Sadržaj organskih kiselina u medu je relativno nizak, i utiče na stabilnost i održivost meda, boju, teksturu i senzorne osobine. Najniža prosječna vrijednost sadržaja organskih kiselina izmjerena je kod meda iz certifikovane organske proizvodnje i iznosi 18,83 mmol/kg, najveća kod meda iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju od 21,09 mmol/kg, dok kod meda u blizini kontaminanta iznosi 19,88 mmol/kg. U istraživanju koje je proveo Krauze i sar. (1990) na području Poljske, analizom 88 uzoraka meda utvrdili su prosječne vrijednosti za sadržaj organskih kiselina u intervalu od 13,79-27,9 mmol/kg u koji ulaze vrijednosti analiziranog meda u ovom radu. Analizom meda koju je proveo Zulaga i sar. (2017) na području Kolumbije u periodu od 2010-2012. u 236 analiziranih uzoraka meda utvrdili su prosječnu vrijednost sadržaja organskih kiselina od 33,9-37,4 mmol/kg što je više u odnosu na rezultate utvrđene u ovom radu. Nayar (2017) u istraživanju koje je proveo u Telngani u 5 analiziranih uzoraka meda, ustanovio je prosječnu vrijednost u vrlo širokom intervalu od 9,2-34,5 mmol/kg. U istraživanju provedenom na području Vojvodine Prica i sar. (2014) analiziranjem 50 uzoraka meda (bagrem, medljika, šumski, lipa i cvjetni) utvrdili su

prosječne vrijednosti za sadržaj organskih kiselina od 12,08-21,12 mmol/kg, što je približno jednako rezultatima utvrđenim u ovom radu.

Med je kiseo, tj ima **pH-vrijednost** manju od 7. Prosječna vrijednost pH izmjerena kod meda iz certificirane organske proizvodnje je iznosila 3,65, dok je kod meda iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju izmjerena prosječna pH-vrijednost iznosila 3,66. Nešto viša pH-vrijednost izmjerena je kod meda u blizini kontaminanta od 4,03. Poređenjem ustanovljenih prosječnih pH-vrijednosti u svim studijima rađenim u drugim dijelovima svijeta uočavaju se slični rezultati kao u ovom radu. Analizom meda koju je sproveo Nayara (2017) na području Indije utvrđena je prosječna vrijednost pH u 6 ispitivanih uzoraka meda i kretala se između 3,7-3,9. Ruoff i sar. (2010) su na području Švajcarske u periodu od 1997-2004. analizom 144 uzoraka meda ustanovili nešto više prosječne vrijednosti pH od 4,5. U istraživanju koje je proveo Zulaga (2017) na području Kolumbije u periodu od 2010-2012. u 230 uzoraka meda je određena prosječna vrijednost pH u intervalu od 3,7-4,1. Oroian (2012) u istraživanju je dobio nešto više prosječne vrijednosti koje su kretale u intervalu od 3,8-4,7. Istraživanje koje su proveli Cavia i sar. (2002) i Gomes i sar. (2010) prosječna pH- vrijednost bila je u intervalu od 3,4-6,4.

Hidroksimetil-furfural (HMF) je parametar svježine meda. Sve tri vrste meda analizirane u ovom radu imaju zadovoljavajući kvalitet sa aspekta svježine meda. Sadržaj HMF-a u analiziranim uzorcima meda bio je prilično nizak i iznosio je kod meda iz certificirane organske proizvodnje 5,92 mg/kg, kod meda iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju iznosio je 5,87 mg/kg, dok je kod meda u blizini kontaminanta izmjerena najniža vrijednost od 3,85 mg/kg, što predstavlja vrijednosti značajno ispod maksimalno dozvoljene količine HMF-a od 40 mg/kg (Službeni glasnik, BiH br. 37/09). Poljanec (2017) je u svom istraživanju koje je sproveo u Hrvatskoj u 2016-oj godini na 27 uzoraka meda utvrdio prosječnu vrijednost HMF-a u intervalu od 2,05-8,14 mg/kg, što je blisko rezultatima dobijenim u ovom radu. U istraživanju koje je proveo Turhan (2009) na području Antalije 2003. godine u 40 uzoraka meda različitog porijekla, prosječna vrijednost HMF-a u ispitivanim uzorcima je iznosila 4,5-25,6 mg/kg. Oroian (2013) u svom istraživanju koje je sproveo u Rumuniji na 6 uzoraka meda dobio je prosječne vrijednosti za sadržaj HMF-a u intervalu od 1,5-22,6 mg/kg, dok je isti autor u istraživanju od 2015. godine dobio prosječne vrijednost HMF-a u intervalu od 2,1-19,8 mg/kg.

Značajan parametar kvaliteta meda je **optička gustoća**, koja zavisi od ukupne količine šećera u medu (White, 1979). Vrijednost optičke gustoće zavisi i od sadržaja vode, temperature i količine čvrste materije (Oroian, 2013). Najveću izmjerenu optičku gustoću ima med u blizini kontaminanta koja u prosjeku iznosi $0,30 \text{ g/cm}^{-1}$ što se vidi i po njegovoj konzistenciji. Prosječna optička gustoća u medu koji potiče iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju iznosi $0,19 \text{ g/cm}^{-1}$, dok prosječna vrijednost optičke gustoće meda iz certifikovane organske proizvodnje iznosi $0,16 \text{ g/cm}^{-1}$. Prema istraživanjima koje je izvršio Townsend (1971) na području Kanade na 125 uzoraka meda gdje se ispitivalo različito botaničko porijeklo, vrijednost optičke gustoće iznosila je $0,47\text{-}0,60 \text{ g/cm}^{-1}$ što je relativno više u odnosu na vrijednosti ustanovljene u ovom radu. U istraživanjima koja su sproveli Rehman i sar. (2008) u Pakistanu na 200 uzoraka meda od eukaliptusa i Manzoora i sar. (2013) koji su svoje istraživanje proveli na području Kašmira, gdje su upoređivali med dobijen od dvije rase pčela *Apis cerana* i *Apis mellifera*, prosječna vrijednost optičke gustoće iznosila je $1,06\text{-}1,50 \text{ g/cm}^{-1}$, što je, takođe, više u odnosu na dobijene prosječne vrijednosti u ovom radu. U rezultatima istraživanja provedenom na području države Liban na 13 uzoraka meda od eukaliptusa koje su sproveli Ayman i sar. (2006) prosječna vrijednost optičke gustoće iznosila je $0,13 \text{ g/cm}^{-1}$ što je približno jednako sa rezultatima dobijenim u medu iz certifikovane organske proizvodnje i u medu iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju.

Sadržaj pepela u medu je uglavnom mali i zavisi od nektarskog sastava, odnosno biljaka sa kojih pčele sakupljaju polen. Utvrđeni prosječni sadržaj pepela kod meda iz certifikovane organske proizvodnje bio je najmanji $0,08\%$, kod meda iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženja $0,11\%$, dok je kod meda u blizini kontaminanta prosječan sadržaj pepela iznosio $0,12\%$. U istraživanjima koja su proveli Sohaimy i sar. (2015) na području Egipta na 4 uzorka meda sa različitog područja, ustanovljena je prosječna vrijednost sadržaj pepela u medu u intervalu od $0,23\text{-}2,23\%$, što je znatno više od prosječnih vrijednosti istog parametra u ovom radu. Adams i sar. (2010) su na teritoriji Ibadana analizirajući 7 uzoraka meda utvrdili prosječnu vrijednost za sadržaj pepela u intervalu od $0,03\text{-}0,048\%$, dok je u studiji koju su proveli Zulaga i sar. (2017) u Kolumbiji na 230 uzoraka meda, ustanovljen sadržaj pepela u rasponu $0,1\text{-}0,30$, što je blisko intervalu vrijednosti u sva tri analizirana načina proizvodnje u ovom radu. Slične rezultate u svojim istraživanjima utvrdili su Krauze i sar. (1991) na području Poljske u 88 analiziranih uzoraka meda i Adgaba i sar. (2017) u svom istraživanju u Etiopiji na 30 uzoraka meda, utvrdili su prosječnu vrijednosti za sadržaja pepela u rasponu $0,16\text{-}0,48\%$.

Olovo i kadmijum su toksični elementi, koji izazivaju štetne efekte po zdravlje ljudi i životinja. **Sadržaj olova** u ispitivanim načinima proizvodnje meda iznosio je kod meda iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju 0,15 mg/kg. Med iz certifikovane organske proizvodnje imao je najmanju zabilježenu koncentraciju 0,09 mg Pb/kg, dok je kod meda u blizini termoelektrane Ugljevik zabilježena najveća koncentracija Pb od 0,26 mg/kg. Prema pravilniku (Službeni glasnik BiH br. 79/16) maksimalno dozvoljena količina Pb u medu je 0,1 mg/kg. Prema pravilniku Evropske unije (Regulation (EC) No 1881/06), koji je usklađen pravilnikom Srbije (Službeni glasnik, 29/14), propisana maksimalno dozvoljena koncentracija za olovo u medu je 0,5 mg/kg. Među ispitivanim uzorcima meda, sadržaj olova u medu iz organske proizvodnje je niži od maksimalno dozvoljenog, dok u uzorcima konvencionalnog meda u prirodnom okruženju i u blizini kontaminanta, sadržaj olova je viši od dozvoljenog maksimuma. U istraživanju koje su proveli Dhahir i sar. (2015) u Iraku u 15 analiziranih uzoraka meda ustanovljen je sadržaj Pb u granicama od 0,1-0,73 mg/kg, dok je Mbiri (2011) na području Kenije utvrdila sadržaj Pb u medu u intervalu 0,01-0,24 mg/kg. Oroian i sar. (2015) su u sjeveroistočnom dijelu Rumunije analizom 52 uzorka meda različitog botaničkog i geografskog porijekla, ustanovili znatno niži sadržaj Pb u intervalu od 0,026-0,0623 mg/kg. Zarić i sar. (2015) su na području Srbije u 5 uzoraka meda od čega su 3 uzorka meda uzeta u blizini termoelektrane Kostolac, a dva iz urbane zone grada Beograda, utvrdili prosječne koncentracije Pb u medu kod termoelektrane Kostolac u rasponu 0,030-0,97 mg/kg. U istraživanju koje su proveli Tanković i sar. (2017) na teritoriji BiH u 24 analizirana uzorka meda različitih vrsta (bagrem, cvjetni, kesten, kadulja i šumski) sadržaj Pb se kretao u intervalu od 0,010-0,017 mg/kg, dok u šumskom medu nije detektovano prisustvo ovog elementa.

Razlozi utvrđenih povišenih sadržaja olova u uzorcima meda porijeklom iz konvencionalne proizvodnje analiziranim u ovom radu, su vjerovatno kontaminacija putem alatki, opreme za skladištenje i čuvanje meda koje sadrže manje količine Pb. Utvrđena koncentracija olova u uzorcima meda uzetim u blizini termoelektrane Ugljevik je oko 2,5 puta viša od dozvoljenog maksimuma, čemu je uz moguće naprijed navedene izvore kontaminacije sa olovom doprinio i uticaj zagađenja (povišena koncentracija olova u otpadnim gasovima).

Sadržaj kadmijuma viši od 0,01 mg/kg utvrđen je u medu porijeklom iz konvencionalne proizvodnje, gdje je u uzorcima meda koji je proizveden u prirodnom okruženju sadržaj Cd iznosio 0,012 mg/kg, i u medu proizvedenom u blizini kontaminanta gdje izmjerena

koncentracija iznosila, takođe, 0,012 mg/kg. Sadržaj Cd u medu proizvedenom u certifikovanoj organskoj proizvodnji je niži od limita detekcije (LD) i iznosi <0,01 mg Cd/kg. Prema pravilniku Evropske unije (Regulation (EC) No 1881/06) koji je usklađen sa pravilnikom Srbije (Službeni glasnik, 29/14), propisana maksimalno dozvoljena koncentracija za kadmijum u medu je 0,03 mg/kg. Dhahir i sar. (2015) su u Iraku ustanovili koncentracije Cd u medu u intervalu od 0,108-0,82 mg/kg, što su znatno veće koncentracije Cd u odnosu na rezultate dobijene u ovom radu. Zarić i sar. (2015) su na području Srbije, takođe, utvrdili znatno više koncentracije Cd od 0,046-0,33 mg/kg, u odnosu na sadržaj istog elementa u uzorcima meda porijeklom iz sva tri ispitivana načina proizvodnje meda u ovom radu. U istraživanju koje je provela Mbiri (2011) na području Kenije, ustanovila je gotovo isti raspon koncentracije Cd u medu od 0,01-0,34 mg/kg. Utvrđen je sadržaj Cd u medu različitog porijekla (bagrem, lipa, suncokret, cvjetni) na području Rumunije koji se kretao u granicama 0,0014-0,0026 mg/kg Oroian i sar. (2015). Tanković i sar. (2017) su na području BiH analizirajući uzorke meda različitog porijekla, utvrdili nešto niže koncentracije Cd u intervalu od 0,0039-0,045 mg/kg u odnosu na one u Rumuniji, a što je u skladu sa rezultatima istraživanja provedenog u ovom radu. U pomenuta dva istraživanja Oroian i sar. (2015), Tanković i sar. (2017) sadržaj meda je u ekstraktima dobijenim nakon kiselinske digestije ustanovljen ICP-masenom spektroskopijom, koja predstavlja osjetljiviju instrumentalnu metodu u odnosu na AAC-spektrofotometriju primjenjenu u ovom radu.

Polenska analiza meda ukazala je na porijeklo meda po različitim tipovima proizvodnje. Med iz certifikovane organske proizvodnje sadržao je 27,43% bagrema (*Robinia pseudoacacia*), dok su manjim količinama detektovane sljedeće familije i rodovi biljaka, kao i askusi porijeklom iz medljike (*Centaurea sp.*, *Taraxacum sp.*, *Tilia sp.*, *Fam. Apiaceae.*, *Fraxinus sp.*, *Castanea sativa.*, *Trifolium pretense.*, *Plantago sp.*, *Elementi medljike.*, *Fam. Violaceae.*, *Polygonum sp.*, *Alnus glutinosa.*, *Fam. Rosaceae.*, *Fam. Asteraceae.*, *Artemisia sp.*). Tako da samo med iz certifikovane organske proizvodnje možemo da deklarišemo kao bagremov odnosno kao monoflorni med jer sadrži više od 20% polenovih zrna bagrema (Službeni glasnik BiH, br. 37/09). Med iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju sadržao je 15, 60% bagrema (*Robinia pseudoacacia*). U manjim količinama u ovom medu su nađeni sljedeći rodovi i vrste (*Rubus.*, *Malus.*, *Centaurea sp.*, *Bellis sp.*, *Taraxacum sp.*, *Cornus sanguinea.*, *Tilia sp.*, *Geranium sp.*, *Cupressus sp.*, *Pinus sp.*, *Artemisia sp.*, *Fam. Comaceae.*, *Fam. Lamiaceae.*, *Fam. Aceraceae.*, *Fam. Betulaceae.*, *Fam. Fabaceae.*, *Fam. Apiaceae.*, *Fam. Rosaceae.*, *Fam. Asteraceae.*), dok askusi porijeklom iz medljike nisu nađeni.

Kako ovaj med sadrži manje od 20% polenovih zrna bagrema, po polenskoj analizi deklarišemo ga kao cvjetni med. Med u blizini kontaminanta je sadržavao 13,46% bagrema (*Robinia pseudoacacia*), i detektovane su sljedeće familije i rodovi biljaka, kao i askusi porijeklom iz medljike (*Taraxacum sp.*, *Cornus sanguine.*, *Tilia sp.*, *Fraxinus sp.*, *Castanea sativa.*, *Trifolium pretense.*, *Plantago sp.*, *Elementi medljike.*, *Fam. Lamiaceae.*, *Fam. Rosaceae.*, *Fam. Malvaceae*). I ovaj med kao i med iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju deklarišemo kao cvjetni med, jer sadrži manje od 20% polenovih zrna bagrema.

Sublimirajući dobijene rezultate u istraživanju sprovedenom na analizi fizičko-hemijskih osobina meda i sastava polena u cilju definisanja kvaliteta meda iz dvije proizvodnje (organske i konvencionalne) došlo se do zaključka da se odbacuje postavljena hipoteza, jer se med iz certifikovane organske proizvodnje značajno razlikovao od druga dva načina proizvodnje po: sadržaju vlage, TDS-a, električnoj provodljivosti, sadržaju pepela, sadržaju olova i kadmijum, dok se med proizveden u konvencionalnoj proizvodnji u prirodnom okruženju značajno razlikovao od druga dva načina proizvodnje u sadržaju olova, dok u drugim fizičko-hemijskim analizama nije bilo značajne razlike. Med analiziran u blizini termoelektrane Ugljevik značajno se razlikovao od druga dva pomenuta načina proizvodnje po optičkoj gustoći, sadržaju olova, HMF-u, i pH-vrijednosti, dok u ostalim izmjerenim parametrima nije bilo značajne razlike.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja provedenog u ovom radu može se zaključiti da se analizirane vrste meda porijeklom iz različitih načina proizvodnje međusobno razlikuju s obzirom na analizirane fizičko-hemijske i biološke karakteristike.

- Analizirani med dobijen iz certifikovane organske proizvodnje značajno se razlikovao od druga dva ispitivana načina proizvodnje po sadržaju vlage (gdje je izmjerena najviša prosječna vrijednost), po TDS-u, električnoj provodljivost, sadržaju pepela, i sadržaju olova i kadmijuma (gdje su izmjerene vrijednosti niže od onih u druga dva načina proizvodnje).
- Med analiziran porijeklom iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju značajno se razlikovao od druga dva analizirana meda u sadržaju olova, dok u drugim fizičko-hemijskim osobinama nije bilo značajne razlike u odnosu na druga dva ispitivana načina proizvodnje.
- Med dobijen u blizini termoelektrane Ugljevik značajno se razlikovao od druga dva načina proizvodnje po optičkoj gustoći, sadržaju olova, HMF-u i pH-vrijednosti, dok u ostalim fizičko-hemijskim analizama nije bilo značajne razlike.
- Indikatori zagađenosti meda olovom i kadmijumom su pronađeni u značajno većim koncentracijama kod meda proizvedenog u konvencionalnim uslovima, kako u blizini kontaminanta, tako i onog u prirodnom okruženju, u odnosu na med iz certifikovane organske proizvodnje. Ipak, med iz prirodnog okruženja imao je značajno manji sadržaj olova u odnosu na med proizveden u blizini kontaminanta. Treba naglasiti da je samo med iz certifikovne organske proizvodnje zadovoljio, i to granično, propisane standarde za maksimalno dozvoljenu količinu olova u medu od 0,09 mg/kg (The Council of Europe Union (2006); Službeni glasnik BiH br. 79/16). Naime, navedeni pravilnici dozvoljavaju maksimalno 0,1 mg/kg olova u medu.
- Prema polenskoj analizi meda, samo med porijeklom iz certifikovane organske proizvodnje možemo deklarirati kao bagrem, jer sadrži preko 20% zrna bagrema, dok med porijeklom iz konvencionalne proizvodnje u prirodnom okruženju i med u blizini termoelektrane Ugljevik deklarišemo kao cvjetni med, jer imaju manje od 20% polenovih zrna bagrema.

- Ipak, iako su niže količine zagađivača u konačnom proizvodu definitivno cilj poljoprivredne proizvodnje, pa tako i pčelarske proizvodnje, mora se primjetiti da navedene uredbe dozvoljavaju jednaku ili čak veću količinu olova u hrani u prehrambenim proizvodima koji se uobičajeno konzumiraju u višestruko većim količinama od meda. Primjer je voće (0,1), zatim jagodičasto voće (0,2), povrće (0,1), kukuruz (0,1), žitarice i mahunarke (0,2), meso (0,2) i riba sa dozvoljenih 0,3 mg/kg.
- Ovo istraživanje je otvorilo brojna pitanja koja bi trebalo detaljnije istražiti u narednom periodu. Prije svega potrebno je zbog budućnosti proizvodnje čistog i posebno organskog meda provesti opsežna i detaljna istraživanja vezano za sadržaj olova i kadmijuma kao i porijeklo ovih zagađivača u medu.

8. LITERATURA

1. Adams, B.A., Osikabor, B., Olomola, A., Adesope, A.A.A. (2010): Analysis of physico and chemical composition of honey samples in selected markets in Ibadan Metropolis. *Journal of Agriculture and Social Research*. Vol. 10 No 2.
2. Adgaba, N., AL-Ghamdi, A.A., Getachew, A., Tadese, Y., Belay, A., Ansari, M.J., Radolff, S.E., Sharma, D. (2017): Characterization of honeys by their botanical and geographical origins based on physico-chemical properties and chemo-metrics analysis, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(3): 1106-1117.
3. Aissat, S., Benbarek, H., Boukraa, L. (2014): Importance of Botanical Origin of Honeys, *Traditional Herbal Medicines for Modern Times*, Vol. 59-112.
4. Almeida-Muradian, L., Straum, K.M. (2013): Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from *Melipona subnitida* and *Apis Mellifera*, *International Journal of Food Science and Technology*. 48(8): 1698-1706.
5. Almeida-Muradian, L.B., Stramm, K.M., Estevinho, L.M. (2014): Efficiency of the FT-IR ATR spectrometry for the prediction of the physicochemical characteristics of *Melipona subnitida* honey and study of the temperature's effect on those properties, *International Journal of Food Science and Technology*, (49):188–195.
6. Anklam, E.A., (1996): Review of analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey, *Food Chem.* 63, pp.562– 594.
7. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2012): Official methods of analysis of AOAC International. (J.W. Latimer, Ed.). Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists Inc.
8. Ayman, A. (2006): Physico-chemical analysis for standardizing quality criteria of Libyan *Eucalyptus* (*Eucalyptus* sp.) honey, *Journal of Apicultural Sciences*, Vol. 20 (6a): 247-255.
9. Batinić, K., Palinić, D. (2014): Priručnik o medu, *Agronomsko prhrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru*, (pp. 5-49).

10. Bellinger, D.C., Stiles, K.M., Needleman, H.L. (1992): Low-level lead exposure, intelligence and academic achievement: A long-term follow-up study. *Pediatrics*, 90(6): 855–861.
11. Bertonecelj, J., Polak, T., Kropf, U., Korošec, M., Golob T., (2011): LC-DADESI/MS analysis of flavonoids and abscisic acid with chemometric approach for the classification of Slovenian honey, *Food Chemistry*,(127): 296–302.
12. Bogdanov S. (2009): Harmonised methods of the International Honey Commission. *International Honey Commission (IHC)*: 1–61.
13. Bogdanov, S. (2009): Harmonised Methods of the International Honey Commission (IHC), *World Network of Honey Science*, (2-61).
14. Bogdanov, S. (2011a): Honey technology, *The honey book*, (pp. 15–18).
15. Bogdanov, S. (2011b): Physical properties, *The honey book* (pp. 19–27).
16. Bogdanov, S. (2011c): Honey composition, *The honey book* (pp. 27–36).
17. Bogdanov, S. (2016): Honey as nutrient and functional food, *The honey book* (pp. 1–48).
18. Bogdanov, S., Galman, M. (2006): Classification of honeydew and blossom honeys by discriminant analysis, *Agroscope LiebefeldPosieux, Swiss Federal Research Station for ALP*.
19. Bogdanov, S., Martin, P. (2002):Honey authenticity, A review, *Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, (93) 232–254.
20. Bogdanov, S., Ruoff, K., Persano-Oddo, L. (2004): Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honeys, *Apidologie*, 35: s4-s17.
21. Bradl, H.B. (2005): Heavy metals in the environment, *University of Applied Sciences Trier, Neubrucke, Germany*, 98-103.
22. Bromenshenk, J., Carlson, S.R., Simpson, J.C., Thomas, J.M. (1985): Pollution Monitoring of Puget Sound with Honey Bees, *Science*, 227(4687): 632-634.
23. Buba, F., Gidado, A., Shugaba, A. (2013): Analysis of biochemical composition of honey samples from North-East Nigeria. *Biochemistry and Analytical Biochemistry*, 2(3): 1–7.

24. Buldini, P.L., Cavalli, S., Mevoli, A., Sharma, J.L. (2001): Ion chromatographic and voltammetric determination of heavy and transition metals in honey. *Food Chemistry*, (73): 487– 495.
25. Cavia, M.M., Álvarez, C., Huidobro, J., Fernández-Muñoz, M.A., Sancho, M.T. (2008): Evolution of hydroxymethylfurfural content of honeys from different climates: Influence of Composition and properties of *Apis mellifera* honey 21 induced granulation, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, (59):88–94.
26. Cavia, M.M., Fernández-Muñoz, M.A., Alonso-Torre, S.R., Huidobro, J.F., Sancho, M.T. (2007): Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation, *Food Chemistry*, (100)1728–1733.
27. Cavia, M.M., Fernandez-Muino, M.A., Gomez-Alonso, E., Montes-Perez, M.J., Huidobro, J.F., Sancho, M.T. (2002): Evolution of fructose and glucose in honey over one year: Influence of induced granulation, *Food Chemistry*, (78): 157– 161.
28. Celli, G. (1984): The honey bee as a pollution test insect. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bologna, Italy.
29. Chitluri, K.K., Nayar, J. (2017): Physico-Chemical Analysis of Some Commercial Honey Samples from Telegane. Department of Genetics Biotechnology, India. *Indian Journal of Nutrition*, pp. 2395-2399.
30. Christensen, H.B., Poulsen, M.E., and Pedersen, M. (2003): Estimation of the uncertainty in a multiresidue method for the determination of pesticide residues in fruit and vegetables, *Food Addit. Contam.*, 20 (8): 764– 768.
31. Codex Alimentarius Commission (1969): “Revised Codex Standard for Honey Codex Stan 12-Codex Standard, (12): 1–7.
32. Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91.(O.J. L 189 , 20/07/2007, p. 1.).
33. Cozzolino, D., Corbella, E., Smyth, H.E. (2013): Quality control of honey using spectroscopic methods, *Honey: Production, consumption and health benefits* (pp. 113– 131).
34. Crane, E. (1984): *Honey: A Comprehensive Survey*. Heinemann, London, 608-615.

35. Crane, E.E. (1980): A book of honey, Oxford: Oxford University Press. ISBN 9780192860101.
36. D- Albore, G.R., Samar, R., Kerkulit, J.D. (1999): Characterization of Alergian Honeys by Palanological and Physico-chemical methods, *Apidologie Springer Verlag*. 41(5): 509-521.
37. Daniele, G., Maitre, D., Casabianca, H. (2012): Identification, quantification of organic acids in monofloral honeys. A powerful for botanical authrncity control, (26): 1993-1998.
38. Demirezen, D., Aksoy, A. (2005): Determination of heavy metals in bee honey using by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). *GU J Sci*. 18(4): 569-575.
39. Despotović, I. (2012): *Pčelarstvo, Imperija knjiga, Kragujevac*, (pp. 5-324).
40. Dhahir, S.A., Hemed, A.H. (2015): Determination of Heavy Metals and Trace Element Levels in Honey Samples From Different Regions of Iraq and Compared with Other Kind, *American Journal of Appiled Chemistry*, 3 (3): 83-92.
41. Dinkov, D. (2014): A scientific note on the specific optical rotation of three honey types from Bulgaria, *Apidologie*, (34): 319–320.
42. Doner, L.W. (1977): The sugars of honey: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (28):443–456.
43. Doner, L.W., Bella, A. (1980) :The sugars of honey - a review. *J Sci Food Agric*, (28): 443-456.
44. Eleazu, C.O., Iroaganachi, M.A., Okoronkwo, J.O. (2013):Determination of the physico-chemical composition, microbial quality and free radical scavenging activities of some commercially sold honey samples in Aba, Nigeria: ‘The effect of varying colors’. *Journal of Nutrition and Food Science*, 4(1): 1–10.
45. Estupin~a’n, S., Sanjuan, E., Milla’n, R., Gonza’lez-Corte’s, M.A. (1998): Para’metros de calidad de la miel I. Microbiologı’a, caracteres fı’sicoquı’micos y de envejecimiento Honey quality parameters I. Microbiology, physicochemical properties and aging, *Alimentaria*, (296): 89–94.

46. European Commission (2019): Organic Farming Information System, (pp.1-100).
47. Fallico, B., Zappalà, M., Arena, E., Verzera, A. (2006): Effects of heating process on chemical composition and HMF levels in Sicilian monofloral honeys, *Food Chem. Science*, 69(5): 368-370.
48. Fallico, B., Zappalà, M., Arena, E., Verzera, A. (2004): Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, (85): 305–313.
49. Felsner, M.L., Cano, C.B., Matos, J.R., Almeida-Muradian, L.B., Bruns, R.E. (2004): Optimization of thermogravimetric analysis of ash content in honey, *Journal of the Brazilian Chemical Society*, (15): 797–802.
50. Fodor, P., Molnar, E. (1993): Honey as an environmental indicator: Effect of sample preparation on trace element determination by ICP-AES, *Microchemica Acta*, 113-118.
51. Frazzoli, C., D'Ilio, S., Bocca, B. (2007): Determination of Cd and Pb in honey by SF-ICP-MS: Validation figures and uncertainty of results. *Analytical Letters*, (40): 1992-2004.
52. Frias, I., Gonzalez-Iglesias, R.C., Angel, J. (2008): Metals in fresh honey from Tenerife Island, Spain, *Bulletin of Environmental Contamination and toxicology*, 80(1): 30-33.
53. Garcia-Alvarez, M., Huidobro, J.F., Hermida, M., Rodriguez-Otero, J.L. (2000): Major Components of Honey Analysis by Near-infrared Transflectance Spectroscopy, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(11): 5154-5168.
54. Gleiter, R.A., Horn, H., Isengard, H.D. (2006): Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey, *Food Chemistry*, (96): 441–445.
55. Gomes, S., Dias, L.G., Moreira, L.L., Rodrigues, P., Estevinho, L. (2010): Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal, *Food and Chemical Toxicology*, (48): 544–548.
56. Gomes, T., Feas, X., Iglesias A., Estevinho, M.L. (2011): Study of Organic Honey from the Northeast Portugal, CIMO Mountain Research Center, Agricultural College of Braganca Campus Santa Acolonia, E-5301-855.
57. González, M.M. (2002): El origen, la calidad y la frescura de la miel: la interpretación de un análisis, Origin, quality and freshness of honey, *La miel de Madrid* (pp. 27–45).

58. Grujić, S.(2007): Senzorna ocjena kvaliteta meda primjenom kvantitativne deskriptivne analize u Srbiji, Conference paper, 1, 163-166.
59. Guemes-Ricalde, F.J., Villanueva, R., Echazarreta-Gonzalez, m C., Gomez-Alvarez, R., Pat-Fernandez, J.M. (2005): Production Costs of Conventional and Organic Honey in the Yucatan Peninsula of Mexico, (pp.456-459).
60. Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S. (2009): Pollen terminology, an illustrated handbook. Springer Wien, New York.
61. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>,16.01.2019. 13:50. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT).
62. <http://www.organskakontrola.ba/site/index.php>, 20.02.2019. 15:00.
63. Huidobro, J.F., Sancho, M.T., Cavia., M.M., Fernandez-Muiño, M.A. (2008): Correlation between Moisture and Water Activity of Honeys Harvested in Different yeears, Journal of
64. Huidobro, J.F., Simal, J. (1984): Determinacio´n del color y de la turbidez en las mieles. Anales de Bromatologi´a, (36): 225–245.
65. Hussein M.H. (2000): A review of beekeeping in Arab countries, Bee World, (81): 56–71.
66. IARC. (1987): Overall Evaluation of Carcinogenicity in IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans, International Agency for Research on Cancer (IARC), Lyons, France, Supplement 7, Volumes 1-42.
67. IARC. (1993): Cadmium, International Agency for Research on Cancer (IARC), Monographs, Lyon, France, 1-15.
68. Ivanov, E., Škenderov I., Mladenović, M., Bouga, M. (1986): The genetic variability of honey bee from Southern Balkan Peninsula based on alloenzymic data, Journal of Apicultural Research, 31(4). pp. 329-225.
69. Ivanova, E., Bouga M., Staikova T., Mladenović, M., Rašić, S., Petrov, P. (2012): The genetic variability of honey bees from Southern Balkan, based on alloenzimyc data, Journal of Apicultural Research, 51(4): 329-335.

70. Jamoussi, B., Zafaouf, M., Ben Hassine, B. (1996): Hydride generation-condensation system with an inductively coupled argon plasma polychromator for simultaneous determination of As, Sb, Se, Pb, Hg, Sn in honey, *Int. J. Environ. Anal. Chem*, (61): 249– 256.
71. Karou D., Nadembega W. M. C., Ouattara L. (2007): Melisopallinology analysis, *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, (1): 61–60.
72. Kayacier, A., Kavalan, S. (2008): Rheological and Some Physico-chemical Characteristics of Selected Turkish Honeys, *Journal of Texture Studies*. 39(1): 17-27.
73. Kesić, A., Crnkić, A., Hodžić, Z., Šestan, A. (2014): Effects of Botanical Origin and Ageing on HMF Content in Bee Honey, *Journal of Scientific Research and Reports*, 285-291.
74. Khalil, M.I, Islam, M.N., Islam, M.A., Gan, S.H. (2014): Toxic compounds in honey, *Journal of Applied Toxicology*, 34(7):733-742.
75. Krauze, A., Zalewski R. (2007): Classification of honey by principal component analysis on the basis of chemical and physical parameters, *Research Gate*, 192(1): 19-23.
76. Krell, R. (1996): *Vallue-Added Products From Beekeeping*. Food and Agriculture Organization of The United Nations Rome, ISBN 92-5-103815.
77. Kropf, U., Golob, T., Nečemer, M., Kump, P., Korošec, M., Bertoncej, J., Ogrinc, N. (2010): Carbon and nitrogen natural stable isotopes in Slovene honey: adulteration and botanical and geographical aspects, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(24): 12794-803.
78. Kump, P., Nečemer, M., Šnajder, J. (1996): Determination of trace elements in bee honey, pollen, and tissue by total reflection and radioisotope X-ray fluorescence spectrometry *Spectrochim, Acta*, (51): 499– 507.
79. Lane J.H., Eynon L. (2009): Determination of reducing sugars by means of Fehling's solution with methylene blue as internal indicator. *J. Soc. Chem. Ind. Trans*, (42): 32–36.
80. Lanphear, B. P. (2015): The impact of toxins on the developing brain. *Annu. Rev. Public Health*, 599(36): 211-221.

81. Lenhardt L, R., Zeković, I., Dramićanin, T., Dramićanin, M.D. (2014): Fluorescence spectroscopy coupled with PARAFAC and PLS DA for characterization and classification of honey, *Food Chem.* (75):284–291.
82. Makhloufi, C., Kerkvliet, J.D., Ricciardelli- Albore, G., Choukri, A., Samar, A. (2009): Characterization of Alergian Honeys by palynological and physico-chemical methods, *Apidologie*, 41 (1): 509-521.
83. Manikis, I., Thrasyvoulou, A. (2001): The relation of physicochemical characteristics of honey and the crystallization sensitive parameters, *Apicata*. 36(2): 106-112.
84. Manzoor, M., Mathivanan, G.H., Shah, N., Mir, G.M. (2013): Physico-chemical analysis of honey of *Apis Mellifera* from different regions of Anantnag District, *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, Vol 5, Issue 3. 635-638.
85. Mato, I., Huidobro, J.F., Lozano, J.S., Sancho, M.T. (2016): Analytical Methods for the Determination of Organic Acids in Honey, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 36(1): 3-11.
86. Mato, I., Huidobro, J.F., Simal-Lozano, J., Sancho, M.T. (2007): Analytical methods for the determination of organic acids in honey, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, (36): 3–11.
87. Mbiri, A., Onditi, A., Oyaro, N., Murago, E. (2011): Determination of Essential and Heavy Metals in Kenyan Honey by Atomic Absorption and Emission Spectroscopy. Department of Chemistry, University of Agriculture and Technology, Nairobi. *JAGST* Vol. 13 (1).
88. Mihajlović, D., Antunović, V., Okolić, T., Jelić, D. (2018): Assessment of Cadmium Content in Cosmetics by Extraction with Diluted HCl and Aqua Regia, *Contemporary Materials*, IX-I: 53-57.
89. Mirjanić, G. (2009): *Organska proizvodnja meda i drugih pčelinjih proizvoda*, OK- Organska kontrola, Sarajevo, (pp.3-33).
90. Mladenović, M., Mirjanić, M. (2003): *Značaj selekcije u odgajivanju visokovrednih i produktivnih matice. Kvalitet pčelinjih proizvoda i selekcija medonosne pčele*, Beograd, (pp. 65-73).

91. Mladenović, M., Rašić, S. (2016): Pčelarenje, Univerzitet Edukons, Fakultet Ekološke Poljoprivrede, (pp. 1-234).
92. Nahar, L., Sarker, S. (2014): Modern Methods of Analysis Applied to Honey, (pp.333-358).
93. Navarrete, M., Casado, S., Minelli, M., Segura, A., Bonetti, A., Dinelli, G., Fernández, A. (2015): Direct determination of aliphatic acids in honey by coelectroosmotic capillary zone electrophoresis, *Jour Apic Res.* (44): 65–70.
94. Nayar, S. (2002): The Effects of Heat Treatment on the Quality of Alergian Honey, *Researcher*, 8(9): 1-6.
95. Nedić, N., Rašić, S., Mladenović M. (2003): Ispitivanje nekih kvantitativnih parametara meda poreklom iz Srbije, *Apimondija*, 38. International Apicultural Congress, Plenary, Ljubljana, Slovenija, Book of Abstracts, p.528.
96. Newton, D.E. (2010): *Chemical Elements*, 2nd edition, Gale Cengage Learning, 79-84.
97. Nikolić, R., Jovanović, M., Kocić, G., Cvetković, T., Stojanović, S., Anđelković, T., Krstić, N. (2011): Monitoring the effects of exposure to lead and cadmium in working and living environment through standard biochemical blood parameters and liver endonucleases activity, *Hemijska industrija*, 65(4): 403-409.
98. Nozal, M.J., Bernal, J.L., Diego, J.C.D., Martín-Gómez, M.T., (2005a): Classifying honeys from the Soria Province of Spain via multivariate analysis, *Anal Bioanal Chem.* (382): 311–319.
99. Ojeda De Rodríguez, G., Sulbarán De Ferrer, B., Ferrer, A., Rodríguez, B. (2004): Characterization of honey produced in Venezuela, *Food Chemistry*, (84): 499–502.
100. Oliveria, R. (2012): Influence of the time/temperature binomial on the hydroxymethylfurfural content of floral honeys subjected to heat treatment, *Food Chemistry*. vol. 36(2): 204-209.
101. Oroian, M. (2013): Measurement, prediction and correlation of density, viscosity, surface tension and ultrasonic velocity of different honey types at different temperatures, *Journal of Food Engineering*, (119): 167–172.

102. Oroian, M., Prisacaru, A., Hretcanu, E.C., Stroe, G.S., Leahu, A., Buculei, A. (2014): Heavy metals profile in honey as a potential indicator of botanical and geographical origin, *Apidologie*, pp. 1532-2356.
103. Patriarca, M., Castelli, M., Corsetti, F., and Menditto, A. (2010): Estimate of uncertainty of measurement from a single-laboratory validation study: application to the determination of lead in blood. *Clin. Chem.*, 50(8): 1396– 1405.
104. Persano Oddo L., Piro R. (2004): Main European unifloral honeys: descriptive sheets, *Apidologie*, (35): 38–81.
105. Persano-Oddo, L., Bogdanov, S. (2004): Determination of honey botanical origin, *Apidologie*, 35: s2-s7.
106. Perugini, M., Manera, M., Grotta, L., Abete, M.C., Tarasco, R. (2011): Heavy metal (Hg, Cr, Cd, and Pb) contamination in urban areas and wildlife reserves: honeybees as bioindicators, *Biological Trace Element Res.* 140(2): 170-176.
107. Plavša, N., Nedić, N. (2015): Praktikum iz pčelarstva, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, (pp. 1-153).
108. Pohl , P. (2009): Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries, *Trends Anal Chem.* (28): 117–128.
109. Poljanec, A. (2017): Kemijska analiza bagremovog i šumskog meda, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, (1-30).
110. Pontara, L.P.M., Clemente, E., Oliveira, D.M., Kwiatkowski, A., Saia, V.E. (2007): Physicochemical and microbiological characterization of cassava flower honey samples produced by Africanized honeybees, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 32(3): 547-552.
111. Porini, C., Sabatini, A.G., Girotti, S., Ghini, S., Medrzycki, P., Grillenzoni, F., Bortolotti, L., Gattavecchia, E., Celli, G. (2003): Honeybees and bee products as monitors of the enviromental cintamination. *Apicata*, 38:63-70.
112. Pravilnik Agencije za sigurnost hrane za određene kontaminente (Službeni glasnik BiH 68/14).

113. Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama određenih kontaminanata u hrani (Službeni glasnik, BiH 79/16).
114. Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama ostataka sredstava za zaštitu bilja u hrani i hrani za životinje za koju se utvrđuju maksimalno dozvoljene količine ostataka sredstava za zaštitu bilja [Regulation on maximum residue levels of plant protection products in food and feed for which the maximum residue levels of plant protection products are set, in Serbian]. RS Official Gazette No. 29/2014.
115. Pravilnik o metodama za kontrolu meda i drugih pčelinjih proizvoda (Službeni glasnik BiH, 37/09).
116. Prica, N., Živkov-Baloš, M., Jakšić, S., Mihaljev, Z., Kartalović, B., Babić, J., Savić, S. (2014): Moisture and Acidity as indicators of the Quality of Honey Originating from Vojvodina Region, *Arhiv veterinarske medicine*, Vol7. NO, 2,99-109.
117. Rahman, M.M., Allan, R., Azirun, M.S. (2010): Antibacterial activity of propolis and honey against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia Coli*. *Afr. J. Microbiol. Res.* (4): 1872–1878.
118. Rehman, S., Farooq, Z., Maqbool, T. (2008): Physical and spectroscopic characterization of Pakistan honey, *Cen. Inv.Agr.* 35(2): 199-204.
119. Rodriguez Garcia, J.C, (2004): Comparison of palladium- magnesium nitrate and ammonium dihydrogenphosphate modifiers for lead contamination in honey by electrothermal atomic absorption spectrometry, *Journal of Food Chemistry*. Vol. 91 a.
120. Ruoff, K., Iglesias, M.T., Luginbuhl, W., Bosset, J.O., Bogdanov, S., Amadio, R. (2006): Quantitative analysis of physical and chemical measurands in honey by mid-infrared spectrometry, *European Food Research and Technology* (223): 22– 29.
121. Ruoff, K., Iglesias, M.T., Luginbuhl, W., Bosset, J.O., Bogdanov, S., Amadio, R. (2005): Quantitative analysis of physical and chemical measurands in honey by mid-infrared spectrometry, 223: 22-29.
122. Saínz-Larín, C., Gómez-Ferreras, C. (2000): Mielles Españolas. Características e identificación mediante el análisis de polen Spanish honeys, Characteristics and identification by pollen analysis, Madrid: Mundi-Prensa.
123. Sabatini, A.G. (2007): Origine, composizione e proprietà, *Conoscere il miele* (pp. 3–37).

124. Sadeghi, A., Mozafari, A.A., Bahmani, R., Shokkri, K. (2013): Use of honeybees as bio-indicators of environmental pollution in the Kurdistan Province of Iran, *Journal Agricultural Sci.* 56(2): 83-88.
125. Shobham, K., Kumar, C. (2017): Physico-Chemical Analysis of Some Commercial Honey Samples from Telangana, *Indian Journal Nutrition*, 4(1): 153-160.
126. Silvano, M.F., Ruffinengo, S., Varela, M.S., Palacio, M.A., Yamul, D.K. (2014): Physicochemical parameters and sensory properties of honeys from Buenos Aires region, *Food Chemistry*, (152): (500-554).
127. Simal, L., Sancho, M.T., Lozano, S. (1992): Aging of Honey, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(1): 134-138.
128. Singh, N., Bath, P.K. (1990): Quality evaluation of different types of Indian honey, *Food Chem.* (58):129–133.
129. Speer, I.K., Speer, K. (2004): Conformation of phenolic acids and flavonoids in honey by UPLC-MS, *Apidologie*, 40(2): 140-150.
130. Stevanović-Čarapina, H., Žigić-Drakulić N., Mihajlov, A. (2013): Izvori zagđenja olovom, *Institut za javno zdravlje Srbije*, (pp. 1-41).
131. Suárez-Luque, S., Mato, I., Huidobro, J.F., Simal-Lozano, J., Sancho, M.T. (2006): Capillary zone electrophoresis method for the determination of inorganic anions and formic acid in honey, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(25): 9292–9296.
132. Tanković, S., Jelusić, V., Bilandžić, N., Čalopek, B., Sedak, M., Ferizbegović, J. (2017): Koncentracija teških metala i elemenata u različitim vrstama med iz BiH, *Original Scientific Paper, Vet. Stanica* 48 (11): 1-12.
133. Terrab, A., Díez, M.J., Heredia, F.J. (2002): Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics, *Food Chemistry*, (79):373–379.
134. THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION (2002), *Official Journal of the European Communities*.
135. Todorović, V., Todorović, D. (1995): *Praktično pčelarstvo*. VIII izdanje, Beograd, (pp.7-419).

136. Townsend, G.F. (1971): Optical Density as a Means of Colour Classification of Honey, *Apicata*, 1-6.
137. Travinček, P.(2012): Rheological properties of honey, Mendela University, Brno (Czech Republic). ISSN:1211-3174.
138. Tucak, Z., Bačić, R., Horvat, S., Puškadija, Z. (2005): Pčelarstvo, Sveučilište Josipa Jurija u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek. III dopunjeno izdanje, (pp.9-239).
139. Turhan, K. (2009): Effects of Thermal Treatment and Storage on Hydroxymethylfurfural (HMF) Content and Diastase Activity of Honeys Collected from Middle Anatolia in Turkey, *Inovations in Chemical Biology*, (233-239).
140. White, J.W. (1975): *La miel Honey La colmena y la abeja melí'fera* (pp. 397–428). Hamilton: Editorial Hemisferio Sur.
141. White, J.W. (1979b): Physical characteristics of honey, *A comprehensive survey*, (pp. 207–239).
142. White, J.W. (1987): Honey, *Advances in food research*, (24): 287-374.
143. White, J.W., Doner, L.W. (1980): *Honey Composition and Properties: Beekeeping in the United States*, *Agriculture Handbook No. (335)*: 82–91.
144. Wilkins A.L., Lu Y., Tan S.T. (1995) : Extractives from New Zealand honeys: 5. Aliphatic dicarboxylic acids in New Zealand rewarewa (*Knigthea excelsa*) honey, *J. Agric. Food Chem.* (43): 3021– 3025.
145. Zafar, A., Safdar, M.N., Muntaz, A. (2008): Chemical analysis and sensory evaluation of branded honey collected from Islambado and Rwalpindi market, *National Agricultural Research*. ISN: 0251-0480.
146. Zarić, N.M., Ilijević, K., Stanisavljević, L., Gržetić, I. (2016): Metal concentrations around thermal power plants, rural and urbans areas using honeybees (*Apis mellifera* L.) as bioindicators, *International Enviroment Sci. Technol.* 13:413-422.
147. Zhelyazkov, I., Atanasova, S., Barakova, V., Mihaylova G. (2014): Content of heavy metals and metalloids in bees and bee products from areas with different degree of anthropogenic impact, *Journal Agricultural Sci. Technol.* 3(1): 136-142.

148. Zuluaga-Domingeas, C.M., Nieto-Veloza, A., Quicazan-de-Cuenca, M. (2017): Classification Colombian honeys by electronic nose and physico-chemical parameters, using neural networks and genetic algorithms, Journal of Apicultural Research, 1-8.
149. Чепурной, И.П. (2002) Экспертиза качества меда. Москва: Дашков и К°, 112 стр.

9. PRILOG



Slika 1. Pčelinjak iz certifikovane organske proizvodnje



Slika 2. Uzorci meda iz organske certifikovane proizvodnje



Slika 3. Uzorci meda dobijeni u bizini termoelektrane Ugljevik



Slika 4. Uzorci meda iz konvencionalne proizvodnje meda u prirodnom okruženju

BIOGRAFIJA

Jelica (Brane) Samardžić rođena je u Trebinju, 02.06.1994. godine. Osnovnu školu završila je u Nevesinju 2009. godine. Iste godine je upisala Građevinsku školu, smjer Geodezija i građevinarstvo u Nevesinju, gdje je maturirala 2013. godine. Poljoprivredni fakultet u Banjoj Luci smjer Zootehnika na studijskom programu Animalna proizvodnja, upisala je akademske 2013/2014. godine. Završni rad pod nazivom „Fertilitet krmača“ je uspješno odbranila 23.09.2016. godine sa ocjenom 10 i stekla zvanje diplomiranog inženjera poljoprivrede za animalnu proizvodnju sa 180 ECTS bodova. Prosječna ocjena tokom prvog ciklusa studija iznosi 9,03.

Studije drugog ciklusa Animalne nauke, usmjerenje Bezbjednost hrane animalnog porijekla u lancu poljoprivredne proizvodnje na Poljoprivrednom fakultetu u Banjoj Luci, upisala je 2016. godine, i položila sve ispite prosječnom ocjenom 9,66.



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
UNIVERSITY OF BANJA LUKA
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF AGRICULTURE

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 10/3-2208/19
Датум: 27-06-2019



**КОМИСИЈА ЗА ПРЕГЛЕД, ОЦЈЕНУ И ОДБРАНУ ЗАВРШНОГ МАСТЕР РАДА
НА II ЦИКЛУСУ АКАДЕМСКИХ СТУДИЈА ПОЉОПРИВРЕДНОГ
ФАКУЛТЕТА**

Проф. др Стоја Јотановић, редовни професор, ужа научна област Репродукција и стерилитет животиња и Сточарство, Универзитет у Бањој Луци, Пољопривредни факултет, предсједник,

Доц. Др Горан Мирјанић, доцент, ужа научна област Пчеларство, Универзитет у Бањој Луци, Пољопривредни факултет, ментор,

Проф. Др Мирјана Жабић, ванредни професор, ужа научна област Биохемија и молекуларна биологија, Универзитет у Бањој Луци, Пољопривредни факултет, коментор,

Доц. Др Дијана Михајловић, доцент, ужа научна област Неорганска и нуклеарна хемија, Универзитет у Бањој Луци, Пољопривредни факултет, члан

Одлуком Наставно-научног вијећа Пољопривредног факултета Универзитета у Бањој Луци број 10/3.96-5-10/23 од 23.01.2019. године именовани смо у Комисију за преглед, оцјену и одбрану мастер рада студента Јелице Самаршић, дипл.инж. пољопривреде за анималну производњу 180 ЕЦТС под насловом: "Карактеристике меда из органске и конвенционалне производње у зависности од географског подручја". Након прегледа преданог мастер рада подносимо сљедећи

ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Универзитет у Бањој Луци
Булевар војводе Петра Бојовића 1А
78000 Бања Лука
Република Српска, БиХ

FACULTY OF AGRICULTURE
University of Banja Luka
Bulevar vojvode Petra Bojovića 1A
78000 Banja Luka
The Republic of Srpska, BiH

Tel/Phone: +387 (0) 51 31 23 90
+387 (0) 51 33 09 01
Факс/Fax: +387 (0) 51 31 25 80

info@agro.unibl.org
www.agro.unibl.org

ИЗВЈЕШТАЈ

о оцјени урађеног мастер рада "Карактеристике меда из органске и конвенционалне производње у зависности од географског подручја" студента Јелице Самарцић, дипл.инж. пољопривреде за анималну производњу 180 ЕЦТС.

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВИЈЕЋУ ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА

Мастер рад студента дипл. инж. Јелице Самарцић урађен је у оквиру II циклуса студија Безбједност намирница анималног поријекла у ланцу пољопривредне производње, студијског програма Анимална производња под менторством доц. др Горан Мирјанић и проф. др Мирјана Жабић. Рад је написан на 73 странице и садржи 3 табеле и 9 графикон. Рад је укоричен у тврди повез А4 формата, принтан у боји, једнострано.

Рад садржи сљедеће цјелине: Увод, Преглед литературе, Циљ истраживања, Материјал и методе рада, Резултати истраживања, Дискусија, Закључак, Литература, Прилоге те кратку биографију кандидата. Поред наведених поглавља, рад садржи и сажетак на српском и енглеском језику, као и податке о комисији.

ПРИКАЗ АНАЛИЗЕ МАСТЕР РАДА ПО ЦЈЕЛИНАМА (ПОГЛАВЉИМА)

У уводу рада кандидат даје осврт на разлике између конвенционалног и органског начина производње меда, о разликама меда с обзиром на ботаничко и географско поријекло, климатске услове, врсте пчела и нивоа пчеларске произвођачке праксе. Кандидат у уводном дијелу наводи да с обзиром да је мед сложени природни производ, који пчеле производе под релативно неконтролисаним условима, одговарајућа карактеризација узорака меда захтијева одређивање већег броја параметара. Наводи методе контроле квалитета меда гдје се примјењују стандарди који се односе на контролу производа од пчела (ISO 9001, ISO 14000 и ISO 17025), које су довеле до успостављања протокола којима су регулисани означавање, сљедивост и квалитет производа у кошници.

У поглављу преглед литературе, кандидат даје преглед принципа конвенционалног и органског пчеларства, досадашња истраживања о физичко-хемијским особинама и биолошким особинама различитих врста меда. Поред тога, кандидат даје преглед домаће и стране литературе о појединачним параметрима квалитета меда који су најважнији са аспекта нутритивне вриједности и хигијенске исправности меда. Кандидат је коректно представио резултате истраживања која су на ову тему спровели различити истраживачи.

Након прегледа навода из литературе, кандидат формулише циљ рада, који гласи "...да се физичко-хемијском и поленском анализом меда испитају параметри квалитета меда из органске и конвенционалне производње".

Овако формулисан циљ рада базиран је на радној хипотези која гласи "...да ће се физичко-хемијском и поленском анализом меда утврдити да не постоје значајне разлике у параметрима квалитета меда из органске производње у односу на конвенционалну производњу".

Кандидат детаљно описује материјал и методологију истраживања, наводећи при томе мјесто и начин организације истраживања, аналитичке методе и опрему које користи у истраживању. Кандидат током истраживања све прикупљене податке записује у евиденциону свеску и након тога их уноси у Excel документ ради даље статистичке обраде.

Када је у питању обрада добијених података, кандидат наводи да су приказани стандардним дескриптивним мјерама (\bar{X} - аритметичка средина и S_x стандардна погрешка аритметичке средине). Испитивани начини производње меда су анализирани по мјерним особинама мултиваријатним линеарним моделима у складу са распоредом података. У случајевима када је било потребно урадити појединачна поређења испитиваних вриједности коришћен је *LSD* тест. Разлике су сматране статистички значајним за $p < 0,05$. Биометричке анализе и графичка презентација података урађене су уз помоћ софтверског пакета *SPSS 22 (IBM 2013)*.

У поглављу резултати истраживања, кандидат даје табеларни и графички преглед добијених података о физичко-хемијским вриједностима параметара (садржаја влаге, садржаја TDS-а, садржаја органских киселина, електричне проводљивости, рН вриједности, оптичке густоће, садржаја пепела, садржаја ХМФ-а); садржаја тешких метала (Cd и Pb), као и резултате биолошке методе поленске анализе меда.

У поглављу дискусија кандидат пореди добијене резултате са подацима доступним у литератури, са посебним нагласком на поређење меда добијеног конвенционалним и органским начином производње. Током тумачења добијених резултата, кандидат разматра и међусобне односе између испитиваних параметара који указују на значајне разлике између различитих начина производње с обзиром на већину испитиваних особина. Мед из цертифициковане органске производње значајно

се разликовао од друга два начина производње по садржају влаге, садржају TDS-а, електричној проводљивости, садржају пепела, кадмијума и олова. Мед произведен у близини контаминанта значајно се разликовао од меда из сертификоване органске производње и меда из конвенционалне производње у природном окружењу по оптичкој густоћи, рН-вриједности, ХМФ-у и садржају олова. Мед из конвенционалне производње у природном окружењу значајно се разликовао од меда из друга два испитивана начина производње у садржају олова.

У **закључку** кандидат констатује да се анализиране врсте меда поријеклом из различитих начина производње међусобно разликују с обзиром на анализиране физичко-хемијске и биолошке карактеристике, што није било претпостављено радном хипотезом. Даље кандидат закључује да је ово истраживање отворило бројна питања која би требало детаљније испитати у наредном периоду, нарочито везано за садржај олова и кадмијума као и поријекло ових загађивача у меду.

ОЦЈЕНА НАУЧНЕ ВАЛИДНОСТИ РАДА

Мастер рад кандидата **дипл. инж. Јелице Самарцић**, студента другог циклуса студија, под насловом "Карактеристике меда из органске и конвенционалне производње у зависности од географског подручја" представља оригиналан рад, који доприноси познавању проблематике квалитета меда из органске у односу на конвенционалну производњу, те је у том смислу научно валидан, а његова израда има научну и стручну оправданост.

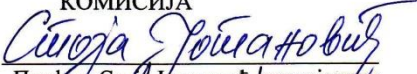
ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

На основу оцјене мастер рада "Карактеристике меда из органске и конвенционалне производње у зависности од географског подручја" студента **дипл. инж. Јелице Самарцић** Комисија закључује да дати мастер рад представља оригиналан и самосталан рад кандидата, који задовољава критеријуме за писање завршних радова на другом циклусу студија на Универзитету у Бањој Луци, прописане правилима студирања и другим релевантним прописима.

На основу свега наведеног Комисија предлаже Наставно-научном вијећу Пољопривредног факултета Универзитета у Бањој Луци да усвоји Извјештај и позитивну оцјену мастер рада студента упути на даље поступање.

У Бањој Луци, 25.06.2019. године

КОМИСИЈА

1. 
Проф. др Стојан Јовановић, председник
2. 
Доц. др Горан Мирјанић, ментор
3. 
Проф. др Мирјана Жабић, коментор
4. 
Доц. др Дијана Михајловић, члан

**УНИВЕРЗИТЕТУ У БАЊОЈ ЛУЦИ
ПОДАЦИО АУТОРУ ОДБРАЊЕНОГ МАСТЕР/МАГИСТАРСКОГ РАДА**

Име и презиме аутора мастер/магистарског рада: Јелица Самарџић

Датум, мјесто и држава рођења аутора: 02.06.1994. Босна и Херцеговина

Назив завршеног факултета/Академије аутора и година дипломирања: Пољопривредни факултет у Бањој Луци, 2016. године

Датум одбране завршног/дипломског рада аутора: 23.09.2016. године.

Наслов завршног/дипломског рада аутора: „Фертилитет крмача“

Академско звање које је аутор стекао одбраном завршног/дипломског рада: дипломирани инжењер пољопривреде за анималну производњу

Академско звање које је аутор стекао одбраном мастер/магистарског рада: мастер за анималну производњу

Назив факултета/Академије на коме је мастер/магистарски рад одбрањен: Пољопривредни факултет у Бањој Луци

Наслов мастер/магистарског рада и датум одбране: „Карактеристике меда из органске и конвенционалне производње у зависности од географског подручја“

Научна област мастер/магистарског рада према CERIF шифрарику: Наука о животињама и млијеку

Имена ментора и чланова комисије за одбрану мастер/магистарског рада:

Др Горан Мирјанић, доцент, ментор

Др Мирјана Жабић, ванредни професор, ментор

Др Стоја Јотановић, редовни професор, предсједник

Др Дијана Михајловић, доцент, члан

У Бањој Луци, дана 15.10.2019.

Број: 10/5.3587/15

Декан



ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

**Изјављујем да је
мастер/магистарски рад**

Наслов рада: „Карактеристике меда из органске и конвенционалне производње у зависности од географског подручја“

Наслов рада на енглеском језику: „Characteristics of organic and conventional honey related to geographical area“

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да мастер/магистарски рад, у цјелини или у дијеловима, није био предложен за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Бањој Луци 15.10.2019.

Потпис кандидата

Ј. Самаритић

Изјава 2

**Изјава којом се овлашћује Пољопривредни факултет
Универзитета у Бањој Луци да мастер/магистарски рад учини јавно доступним**

Овлашћујем Пољопривредни факултет Универзитета у Бањој Луци да мој мастер/магистарски рад, под насловом:

„Карактеристике меда из органске и конвенционалне производње у зависности од географског подручја“

који је моје ауторско дјело, учини јавно доступним.

Мастер/магистарски рад са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату, погодном за трајно архивирање.

Мој мастер/магистарски рад, похрањен у дигитални репозиторијум Универзитета у Бањој Луци, могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (*CreativeCommons*), за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде
4. Ауторство - некомерцијално – дијелити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – дијелити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Бањој Луци 15.10.2019.

Потпис кандидата

Ј. Самарџић

Изјава 3

**Изјава о идентичности штампане и електронске верзије
мастер/магистарског рада**

Име и презиме аутора: Јелица Самарцић

Наслов рада: “Карактеристике меда из органске и конвенционалне производње у
зависности од географског подручја“

Ментор: доц. др Горан Мирјанић, проф. др Мирјана Жабић

Изјављујем да је штампана верзија мог мастер/магистарског рада идентична електронској верзији коју сам предао/ла за дигитални репозиторијум Универзитета у Бањој Луци.

У Бањој Луци 15. 10. 2019.

Потпис кандидата

Јелица Самарцић