

# Parametri kvalitete meda od bagrema, lipe i kestena\_ sezona 2020.

---

**Bekavac, Klara**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:629950>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-17**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, svibanj, 2021.

Klara Bekavac

1421/USH

**PARAMETRI KVALITETE MEDA  
OD BAGREMA, LIPE I KESTENA\_  
SEZONA 2020.**

Rad je izrađen u Laboratoriju za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof.dr.sc. Nade Vahčić.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorici prof.dr.sc. Nadi Vahčić na prihvaćenom mentorstvu i pruženoj pomoći prilikom izrade rada te Renati Petrović, ing. i Valentini Hohnjec, teh.sur. na pomoći prilikom provedbe eksperimentalnog dijela.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda  
Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

### PARAMETRI KVALITETE MEDA OD BAGREMA, LIPE I KESTENA\_ SEZONA 2020.

*Klara Bekavac, 1421/USH*

**Sažetak:** Kvaliteta meda je važna za određivanje vrijednosti meda. Cilj ovog rada je odrediti fizikalno-kemijske parametre kvalitete 10 uzoraka meda od bagrema, 13 uzoraka meda od lipe i 20 uzoraka meda od kestena. Od fizikalno\_ kemijskih parametara određeni su udio vode, električna provodnost, kiselost meda, a provedeno je i određivanje udjela reducirajućih šećera i saharoze. Svi ovi parametri moraju biti u skladu s Pravilnikom o medu što su i pokazali rezultati ovog istraživanja.

**Ključne riječi:** med, bagrem, lipa, kesten, fizikalno-kemijski parametri

**Rad sadrži:** 48 stranica, 6 slika, 6 tablica, 48 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** *prof.dr.sc. Nada Vahčić,*

**Pomoć pri izradi:** *Renata Petrović, ing.*

*Valentina Hohnjec, teh.sur.*

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Prof.dr.sc. *Draženka Komes*
2. Prof.dr.sc. *Nada Vahčić*
3. Prof.dr.sc. *Ksenija Marković*
4. Izv.prof.dr.sc. *Martina Bituh* (zamjena)

**Datum obrane:** 28.svibnja 2021.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
Department of Food Quality Control  
Laboratory for Food Quality Control

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Food Technology

### QUALITY ASSESSMENT OF ACACIA, LINDEN AND CHESTNUT HONEY\_ SEASON 2020.

*Klara Bekavac, 1421/USH*

**Abstract:** The quality of honey is important in determining the value of honey. The aim of this research was to determine the physico-chemical quality parameters of 10 samples of acacia honey, 13 samples of linden honey and 20 samples of chestnut honey. From the physico-chemical parameters, the content of water, electrical conductivity, acidity of honey were measured and determination of the content of reducing sugars and sucrose was conducted. All these parameters must be in accordance with the Ordinance on honey, as shown by the results of this study.

**Keywords:** honey, acacia, linden, chestnut, physico-chemical parameters

**Thesis contains:** 48 pages, 6 figures, 6 tables, 48 references

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) version is deposited in:** Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

**Mentor:** *PhD Nada Vahčić, Full professor*

**Technical support and assistance:** *Renata Petrović, Eng.*

*Valentina Hohnjec, tech.assist.*

#### **Reviewers:**

1. PhD. *Draženka Komes*, Full professor
2. PhD. *Nada Vahčić*, Full professor
3. PhD. *Ksenija Marković*, Full professor
4. PhD. *Martina Bituh*, Associate professor (substitute)

**Thesis defended:** 28 May 2021

<b>1.</b>	<b>UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>TEORIJSKI DIO .....</b>	<b>2</b>
2.1.	DEFINICIJA I PODJELA MEDA .....	2
2.1.1.	Nektarni med .....	3
2.1.2.	Medljikovac .....	5
2.2.	KEMIJSKI SASTAV MEDA .....	6
2.2.1.	Ugljikohidrati.....	6
2.2.2.	Voda.....	7
2.2.3.	Proteini i aminokiseline .....	7
2.2.4.	Organske kiseline.....	8
2.2.5.	Vitamini .....	8
2.2.6.	Enzimi.....	8
2.2.7.	Mineralne tvari.....	9
2.2.8.	Fitokemikalije .....	9
2.2.9.	Hidroksimetilfurfural (HMF).....	10
2.2.10.	Kriteriji sastava meda .....	12
2.3.	FIZIKALNA SVOJSTVA MEDA .....	15
2.3.1.	Viskoznost .....	15
2.3.2.	Kristalizacija .....	15
2.3.3.	Higroskopsnost.....	16
2.3.4.	Električna provodnost .....	16
2.3.5.	Indeks refrakcije .....	16
2.3.6.	Optička aktivnost.....	17
2.3.7.	Specifična masa meda.....	17
2.4.	SENZORSKA SVOJSTVA MEDA .....	17
2.4.1.	Boja meda .....	17
2.4.2.	Miris meda .....	17
2.4.3.	Okus meda .....	18
2.5.	NUTRITIVNA I LJEKOVITA SVOJSTVA MEDA .....	18
2.6.	PATVORENJE MEDA .....	18
<b>3.</b>	<b>EKSPERIMENTALNI DIO.....</b>	<b>20</b>



3.1.	MATERIJALI.....	20
3.2.	METODE RADA .....	20
3.2.1.	Priprema uzorka meda za analizu .....	20
3.2.2.	Određivanje udjela vode u medu .....	20
3.2.3.	Određivanje električne provodnosti meda .....	21
3.2.4.	Određivanje kiselosti meda.....	21
3.2.5.	Određivanje udjela hidrosimetilfurfurala.....	22
3.2.6.	Određivanje reducirajućih šećera.....	23
3.2.7.	Određivanje udjela saharoze .....	26
<b>4.</b>	<b>REZULTATI I RASPRAVA.....</b>	<b>28</b>
<b>5.</b>	<b>ZAKLJUČAK .....</b>	<b>44</b>
<b>6.</b>	<b>LITERATURA.....</b>	<b>45</b>

# 1. UVOD

Med je zlatna tekućina kojeg odlikuje izvrsna nutritivna i organoleptička svojstva. Od davnina je poznat čovjeku kao hrana i kao lijek zbog antibakterijskih, antivirusnih te antioksidacijskih svojstava. U medu najviše prevladavaju šećeri, kao što su monosaharidi fruktoza i glukoza. U medu se nalaze i proteini, enzimi, mineralne tvari, vitamini, organske kiseline, fenolni spojevi, tvari arome te mnoge druge. Aroma meda mora potjecati od izvornog bilja, a boja meda može varirati od gotovo prozirne sve do tamnosmeđe. Zbog svog sastava te slatkoće koja prevladava u njemu idealna je zamjena za konzumni šećer.

Danas postoje različite vrste medova prema podrijetlu te načinu proizvodnje. Parametri, koji se ispituju različitim senzorskim, analitičkim i fizikalno- kemijskim metodama, određuju kvalitetu meda.

Cilj ovog rada je odrediti parametre kvalitete 13 uzoraka meda od lipe, 10 uzoraka meda od bagrema i 20 uzoraka meda od kestena. Određivanjem udjela vlažnosti, reducirajućih šećera, kiselosti, hidroksimetilfurfurala te provodnosti meda odredit će se kvaliteta uzoraka meda usporedbom dobivenih rezultata s vrijednostima pojedinih parametara propisanim Pravilnikom o medu.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. DEFINICIJA I PODJELA MEDA

Prema Pravilniku o medu (2015) med jest prirodno sladak proizvod što ga medonosne pčele (*Apis mellifera*) proizvode od nektara medonosnih biljaka ili sekreta živih dijelova biljaka ili izlučevina kukaca koji sišu na živim dijelovima biljaka, koje pčele skupljaju, dodaju mu vlastite specifične tvari, pohranjuju, izdvajaju vodu i odlažu u stanice saća do sazrijevanja.

Med prema Pravilniku (2015), možemo podijeliti prema podrijetlu i načinu proizvodnje i/ili prezentiranja.

Prema podrijetlu, med se dijeli na:

1. cvjetni ili nektarni med: med dobiven od nektara biljaka
2. medljikovac ili medun: med dobiven uglavnom od izlučevina kukaca (Hemiptera) koji žive na živim dijelovima biljaka ili od sekreta živih dijelova biljaka

Prema načinu proizvodnje i prezentiranja, med dijelimo na:

1. med u saću: med kojeg skladište pčele u stanicama svježe izgrađenog saća bez legla ili u satnim osnovama izgrađenim isključivo od pčelinjeg voska, koji se prodaje u poklopljenom saću ili u sekcijama takvog saća
2. med sa saćem ili med s dijelovima saća: med koji sadrži saće ili komade saća
3. cijedeći med: med koji se dobiva ocjeđivanjem otklopljenog saća bez legla
4. vrcani med: med dobiven vrcanjem (centrifugiranjem) otklopljenog saća bez legla
5. prešani med: med dobiven prešanjem saća bez legla, sa ili bez korištenja umjerene temperature koja ne smije prijeći 45 °C
6. filtrirani med: med dobiven na način koji tijekom uklanjanja stranih anorganskih ili organskih tvari dovodi do značajnog uklanjanja peludi.
7. pekarski med: med koji se koristi u industriji ili kao sastojak hrane koja se potom prerađuje, može imati strani okus ili miris, biti u stanju vrenja ili prevrio ili biti pregrijan (Pravilnik, 2015).

### 2.1.1. Nektarni med

Pčele proizvode nektarni med od nektara, odnosno slatke tekućine koju izlučuju biljne žlijezde nektarije. Na količinu izlučenog nektara utječu dvije vrste čimbenika: unutarnji i vanjski. Veličina, faza i uzrast razvitka cvijeta, položaj cvijeta na biljci, veličina površine nektarije, biljna sorta i vrsta predstavljaju unutarnje čimbenike koji su povezani s biljkom. U vanjske čimbenike ubrajamo vlažnost i temperaturu zraka, količinu vjetra, zemljišne uvjete te dužinu dana. Voda te različite vrste šećera od kojih su najzastupljeniji glukoza, fruktoza i saharoza čine sastavni dio nektara. U sastav nektara nalaze se i oligosaharidi, kao što je rafinoza i melebioza, vitamini, pigmenti, dušikovi i fosfori spojevi, organske kiseline, mineralne tvari, aromatske tvari, aminokiseline i enzimi.

Nektarni med se može podijeliti na monoflorni i poliflorni. Med koji u netopljivom sedimentu sadrži najmanje 45 % peludnih zrnaca iste biljne vrste naziva se monoflorni med, dok je poliflorni med mješavina meda različitih vrsta. Postoji i miješani med koji sadrži mješavinu nektarnog meda i medljikovca (Vahčić i Matković, 2009).

Najznačajnije vrste nektarnog meda i medonosnog bilja u Republici Hrvatskoj su:

**Bagrem** (*Robinia pseudoacacia*) je kratkotrajna i najizdašnija paša u kontinentalnim dijelovima Hrvatske. Ovisno o nadmorskoj visini cvjeta u drugoj polovici svibnja te početkom lipnja, od 10 do 12 dana. Mediti kreće najprije na nižim terenima, a tek kasnije na višim. Visinska razlika nam omogućuje da dobijemo raniju i kasniju bagremovu pašu, u ukupnoj cvatnji do 20 dana. Vremenske prilike za vrijeme cvjetanja su često nepovoljne u kontinentalnim krajevima. Može biti hladno i kišovito ili jako toplo i vjetrovito pa bagremova paša može često podbaciti. U Baranji, Podravini i na Moslavačkoj gori se nalaze najveće bagremove šume u Hrvatskoj. Bagremov med ima karakterističnu svjetlo žutu boju, blag i ugodan miris i okus te sporo kristalizira (Šimić, 1980).

**Kadulja** (*Salvia officinalis*) je drvenasti i višegodišnji grm te se smatra najvrjednijom pčelinjom pašom nakon bagrema. Nalazi se na područjima primorskog i dalmatinskog krša te u nekim predjelima Istre. Cvjeta krajem travnja ili početkom svibnja u područjima koja su bliže moru, a u unutrašnjosti i višim predjelima cvjeta sve do polovice lipnja. Kaduljin med ima karakterističnu svijetložutu i malo zelenkaste boje koja varira ovisno o prisutnosti peluda vinove loze koja istodobno cvate. Ugodnog je do blagog okusa, imam miris karakterističan za biljku te sporo kristalizira u srednje krupne kristale (Persano Oddo i Piro, 2004; Šimić, 1980).

**Kesten** (*Castanea sativa Mill.*) je jednodomna biljka visokog i razgranatog stabla. Raste u samoniklim šumama koje se nalaze u okolici Petrinje, Hrvatske Kostajnice, Dvora na Uni, Zagreba u Medvednici i u Istri. Kesten se ubraja u voćke zbog vrijednih plodova pa je on najmedonosnija voćna vrsta i jedina koja spada u biljke glavne pčelinje paše. Cvjeta najčešće oko 10 dana, u drugoj polovici lipnja, iako sama cvatnja može potrajati i do 20 dana. Kestenov med je poznat po tamnoj boji koja varira ovisno o podneblju i godini. Trpkog je i gorkog okusa, izrazito oštrog i prepoznatljivog mirisa po biljci te brzo kristalizira (Šimić, 1980).

**Lipa** (*Tilia L.*) spada među najmedonosnije biljke. U Hrvatskoj raste na području Bilogore. Ovisno o samoj vrsti razlikujemo nekoliko vrsta lipe. Može biti izvor nektara samo ako raste zaštićena od vjetra i s dovoljno vlage u tlu jer u suprotnom sunce isuši nektar s plitkog cvijeta. Lipa cvjeta od kraja lipnja pa čak i kasnije. Med od lipe ima prepoznatljivu svijetložutu do blago zelenkastu boju. Ugodnog je i malo gorkog okusa, izrazitog mirisa po cvijetu. Sporo kristalizira pa se zimi koristi za ishranu pčela (Šimić, 1980; Janković, 1979).

**Lavanda** (*Lavandula officinalis L.*) je gust višegodišnji grm. Lavanda ima karakteristične uske, svijetle listove i ljubičasto modre cvjetove. Najviše je ima na otoku Hvaru. Cvjeta oko 30 dana u lipnju i srpnju. Daje velike prinose meda jer je bogata nektarom. Lavandin med je svijetložute boje, bistar je i proziran, jakog mirisa po biljci te oštrog okusa zbog čega mnogim potrošačima nije ukusan (Vahčić i Matković, 2009).

**Ružmarin** (*Rosmarinus officinalis L.*) je samonikli zimzeleni grm visine do 2 metra. Listovi su vrlo niski i zadebljani, a cvjetovi modri. Raste na dalmatinskim otocima sam, a češće raste izmiješan s drugim grmljem u makiji. Daje malo peluda, ali je medonosna biljka. Cvjeta veliki dio godine, od rujna do svibnja, a u proljeće cvatnja može potrajati i preko 40 dana. Ružmarinov med je karakteristične svijetle boje, proziran je, ugodnog i blagog okusa, bez mirisa i brzo kristalizira. Potpuno je bijele boje kad se nalazi u čvrstom stanju (Šimić, 1980).

**Suncokret** (*Helianthus annuus L.*) je jednogodišnja biljka koja se uglavnom uzgaja zbog proizvodnje ulja. Najraširenija je u Slavoniji. Cvjeta početkom srpnja. Medenju pogoduje sunčano i stabilno vrijeme s dosta vlage u zraku. Suncokretov med ima jantarno žutu boju, slatki i trpki okus, slab miris po biljci, a nakon vrcanja brzo kristalizira (Petrović Jojriš, 1979).

**Amorfa** (*Amorpha fruticosa L.*) je grm koji ima visinu do 2 metra. Naziva se još i kineski bagrem. Ima tamnocrvene do ljubičaste cvjetove. Cvjeta početkom lipnja oko 15 dana.

Najrasprostranjenija je u šumama pokraj rijeke Odre, između Novske i Okučana i u slavonskoj Posavini. Med od amorfe ima tamno crvenu boju, blag miris i okus (Šimić, 1980).

**Livadni med** je med koji se dobiva od različite vrste livadnog cvijeća. U sastavu livadnog meda mogu se naći i medljika, lipa i dr. Boja i okus meda ovisi o tome kakve su biljke prisutne u medu. O samoj biljnoj vrsti, koja se nalazi u livadnom medu, ovisi hoće li med kristalizirati brže ili sporije. Livadni med je vrijedan med jer potječe od nektara različitih vrsta biljaka.

### 2.1.2. Medljikovac

Medna rosa ili medljika je slatka izlučevina koja potječe od kukaca iz reda jednakokrilaca (*Homoptera*). Najznačajnije su lisne i štitaste uši za pčelarstvo. Javlja se na listovima i ostalim dijelovima crnogoričnog i bjelogoričnog drveća.

Prema podrijetlu medljikovac najčešće potječe od crnogoričnog (jela, smreka, bor, ariš) i bjelogoričnog (hrast, bukva, lipa) drveća. Osobine meda medljikovca prema mikroskopskoj analizi su mali sadržaj peluda i elementi medljike (spore, gljivice i alge). U usporedbi s nektarnim medom, med medljikovac ima manje kiselina pa mu je i pH vrijednost veća, manje je sladak nego nektarni med, ali ima veću obojenost, više mineralnih tvari te veću količinu oligosaharida (Sajko i sur., 1996).

Najznačajnije vrste medljikovca su:

**Jelov medljikovac** je tamnosive do smeđe boje s tamnozelenom nijansom. Okus i miris je ugodan. Lisne uši, iz roda *Cinara*, ovisno o klimi i položaju, luče medljiku od lipnja pa do kasne jeseni. Jela je najzastupljenija u Gorskom kotaru i Velikoj i Maloj kapeli (Persano Oddo i Piro, 2004).

**Smrekov medljikovac** je tamne jantarne boje s crvenkastom nijansom. Miris mu je intenzivan po smoli. Štitaste uši iz roda *Physokermes* luče medljiku u svibnju i lipnju. Najveće šume smreke nalaze se u Gorskom kotaru (Šimić, 1980).

**Hrastov medljikovac** je tamno crvene boje. Karakterizira ga slab miris po hrastu i opori okus. Teško se vrca iz saća jer je gust i rastezljiv. Najveće šume hrasta nalaze se u Slavoniji, Turopolju i okolici Jasenovca i Siska (Persano Oddo i Piro, 2004).

**Medljikovac od medljike medećeg cvrčka** (*Metcalfa pruinosa* (Say)) je mutne smeđe boje, a ponekad i crn. Ima okus po suhom voću i melasi. Karakterističan je za područje Istre (Vahčić i Matković, 2009).

## 2.2. KEMIJSKI SASTAV MEDA

Med ima složeni kemijski sastav jer sadrži više od 70 različitih komponenti. Komponente mogu potjecati od pčela, medonosne biljke ili mogu nastati tijekom zrenja u saću.

Potpuna struktura meda nije razjašnjena pa tako industrijska proizvodnja nije moguća te je otežano patvorenje meda. Svaki med je unikatan proizvod te ne postoje dva uzorka koja su jednaka.

Ugljikohidrati, glukoza i fruktoza, i voda čine više od 99 % kemijskog sastava meda. Preostalih 1 % čine proteini (uključujući enzime), mineralne tvari, vitamini, organske kiseline, fenolni spojevi, tvari arome i razni derivati klorofila. Te tvari imaju veliki značaj za senzorska i nutritivna svojstva meda iako je njihov udio vrlo malen (Singhal, 1997). Aroma meda mora potjecati od izvornog bilja.

### 2.2.1. Ugljikohidrati

Glavni sastojak meda su ugljikohidrati. U medu mogu biti prisutni od 73 % do 83 %. Najzastupljeniji ugljikohidrati su monosaharidi - glukoza i fruktoza. Udio glukoze u medu je nešto manji i kreće se od 25,2 do 35,3 %, a udio fruktoze od 33,3 % do 40,0 %. Oni daju slatki okus meda, te su odgovorni za energetska vrijednost, ali utječu i na viskoznost, gustoću, ljepljivost, sklonost kristalizaciji te higroskopnost (Barhate i sur., 2003).

Prema Pravilniku o medu zajednički udio glukoze i fruktoze, u 100 grama meda, mora iznositi najmanje 60 grama za cvjetni med te 45 grama za medljikovac i mješavine mediljiovca i cvjetnog meda (Pravilnik, 2015). Omjer fruktoze i glukoze (F/G) varira ovisno o samoj vrsti meda. Najčešće je udio fruktoze veći od udjela glukoze, ali postoje izuzetci kao što su med uljane repice i med maslačka koji u svom kemijskom sastavu imaju veći udio glukoze nego fruktoze. Tendencija kristalizacije meda može se odrediti i predvidjeti pomoću tog omjera. Slatkoća D-fruktoze je 1,5 puta veća od saharoze, dok je za D-glukozu ona 0,7 puta manja. Fruktoza, koja je najzastupljeniji šećer u medu, je 1,5 puta slađa od konzumnog šećera (Vahčić i Matković, 2009). U kemijskom sastavu meda pronađeno je i 11 disaharida: saharoza, maltoza, izomaltoza, nigerzoza, turanoza, kobioza, laminoriboza,  $\alpha$ - i  $\beta$ - trehaloza, i gentiobioza maltuloza i izomaltuloza melibioza. Prisutno je i 12 oligosaharida: erloza, melecitoza,  $\alpha$ - i  $\beta$ -

izomaltozilglukoza, maltotrioza, 1-kestoza, panoza, centoza, izopanoza i rafinoza te izomaltotetroza i izomaltopentoza (Sanz i sur., 2004).

Količina i odnos između određenih ugljikohidrata u medu ovise o njegovom botaničkom i geografskom podrijetlu, ali i o sastavu i intenzitetu lučenja nektara, klimatskim uvjetima, fiziološkom stanju i pasmini pčela. Sastav ugljikohidrata nam omogućuje da utvrdimo patvorenje meda. Provodi se određivanjem udjela saharoze pa možemo vidjeti je li došlo do hranjenja pčela saharozom ili direktnog dodavanja saharoze u med. Udio saharoze koji je dozvoljen je 5 %. Postoje i iznimke, a tu su: med bagrema, lucerna, med biljaka *Banksia menziesii*, eukaliptusa, slatkovina *Hedysarum* i med citrusa koji smiju sadržavati do 10 % saharoze i med lavande i boražina koji ne smiju imati više od 15 % saharoze (Pravilnik, 2015).

### 2.2.2. Voda

Voda je drugi najzastupljeniji sastojak meda. Omjer vode u medu ovisi o vrsti, a iznosi od 15 % do 20 %. U ovom slučaju postoji izuzetak, kao što su vrijesak i pekarski med od vrijeska koji smiju sadržavati do 23 % i 25 % vode. Količina vode u medu ima važan utjecaj na fizikalna svojstva meda, a to su kristalizacija, viskoznost i specifična težina. Udio vode ovisi i o klimatskim uvjetima, pasmini pčela, snazi pčelinje zajednice, vlažnosti i temperaturi zraka u košnici, uvjetima pri preradi i čuvanju i o botaničkom podrijetlu meda (Škenderov i Ivanov, 1986).

O udjelu vode ovisi i stabilnost meda i mikrobiološko kvarenje. Kako povećavamo udio vode, tako raste i vjerojatnost da će osmofilni kvasci fermentirati med, čime bi nastao alkohol koji u kontaktu sa zrakom se razlaže na octenu kiselinu i vodu pa to medu daje kiseli okus (Zamora, 2004). Med je higroskopna namirnica pa količina vode u medu nije stalna. Otežana je proizvodnja kvalitetnog meda u mjestima s visokom koncentracijom vlage u zraku jer on lako apsorbira vodu iz zraka.

### 2.2.3. Proteini i aminokiseline

Proteini se u medu nalaze u obliku prave otopine aminokiselina ili u obliku koloida, a u med dolaze iz nektara i peludi. Koloidi su male lagane pahuljice proteina koje u medu lebde jer nisu dovoljno teške da se talože. Koloidi mogu utjecati na neka svojstva meda. Uzrokuju stvaranje pjene i zračnih mjehurića u medu pa od njih med može potamniti, zamutiti se i kristalizirati. Udio proteina u medu varira od 0 % do 1,7 %. Medljikovac u usporedbi s nektarnim medom sadrži veći udio proteina. Pri dugotrajnom skladištenju ili zagrijavanju dolazi do Maillardove reakcije, odnosno kondenzacije aminokiselina i šećera koja dovodi do



tamnjenja meda. Med sadrži 18 esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina, a to su: prolin, fenilalanin, histidin, izoleucin, leucin, lizin, metionin, treonin, triptofan, valin, arginin, asparaginska kiselina, serin, glutaminska kiselina, glicin, alanin, cistein i tirozin. Prolin je aminokiselina koja je najzastupljenija u medu, nju čini 80 – 90 % svih aminokiselina (Vahčić i Matković, 2009). Značajan udio slobodnih aminokiselina u medu potječe od pčela, zbog čega imamo velike razlike u aminokiselinskom sastavu unutar jedne vrste meda. Zbog toga je teško odrediti botaničko podrijetlo meda koristeći kvantitativnu i kvalitativnu analizu aminokiselinskog sastava (Hermosin, 2003).

#### 2.2.4. Organske kiseline

Organske kiseline se u medu nalaze u obliku estera i imaju utjecaj na miris i okus meda. Med u prosjeku sadrži 0,57 % organskih kiselina. Organske kiseline, koje se nalaze u medu, su mravlja, oksalna, maslačna, octena, limunska, vinska, jabučna, piroglutaminska, mliječna, benzojeva, maleinska, glukonska, valerijanska, jantarna, pirogroždana,  $\alpha$ -ketoglutarina, glikolna i 2,3-fosfogliceratna. Od organskih kiselina najzastupljenija je glukonska koja u medu nastaje djelovanjem enzima glukoza oksidaze iz monosaharida glukoze. Tamniji medovi imaju veću kiselost, a bagremov, kestenov i livadni med sadrže manju količinu organskih kiselina (Anupama i sur, 2003).

#### 2.2.5. Vitamini

Vitamini su važan sastojak meda, iako ih nalazimo u vrlo malim količinama koje ne mogu zadovoljiti potrebe ljudskog organizma. Njihova zastupljenost ovisi prvenstveno o botaničkom podrijetlu meda. U medu se mogu naći vitamini B skupine u nešto značajnijoj količini, vitamin C i vitamin K (Vahčić i Matković, 2009). U nekim vrstama meda možemo pronaći količine vitamina E kao što je to u livadi te folnu kiselinu koja je bitna za rast i razvoj (Balen, 2003).

#### 2.2.6. Enzimi

Enzimi su vrlo složene molekule koje karakterizira proteinska građa, a funkcija im je da ubrzavaju brojne kemijske reakcije u živim organizmima. Njihova aktivnost u medu je značajan pokazatelj kakvoće, stupnja zagrijavanja i trajnosti (White i sur., 1963). U medu se nalaze različiti enzimi: invertaza, amilaza, glukoza oksidaza, katalaza, kiselna fosfataza, peroksidaza, polifenol oksidaza, esteraza, inulaza i proteolitički enzimi (Škenderov i Ivanov, 1986). Podrijetlo enzima može biti direktno od pčela tako da ih pčele dodaju u med prilikom prerade nektara ili može potjecati iz peludi, nektara ili iz kvasaca i bakterija prisutnih u medu. Glukoza

oksidaza katalizira reakciju oksidacije glukoze u glukonsku kiselinu, a kao produkt u ovoj reakciji nastaje vodikov peroksid koji doprinosi antimikrobnim svojstvima meda. Invertaza ima važnu ulogu u preradi nektara i hidrolizira saharozu na fruktozu i glukozu. Njena aktivnost se smatra mjerilom svježine i stupnja zagrijavanja meda. Amilaza (dijastaza) je enzim koji razgrađuje škrob i proizvodi dekstrine i maltozu. Katalaza je enzim koji stvara kisik i vodu iz vodikovog peroksida, a u medu se nalazi u vrlo malim količinama (Vahčić i Matković, 2009).

#### 2.2.7. Mineralne tvari

Minerali se u medu nalaze u vrlo malim količinama, a najviše ima kalija koji zauzima 25 %- 50 % od ukupnih mineralnih tvari. Osim kalija, nalaze se i natrij, fosfor, klor, magnezij, željezo i aluminij, a u nešto manjim količinama moguće je pronaći i bakar, mangan, krom, cink, olovo, arsen, titan, selen. Udio mineralnih tvari u medu ovisi najviše o botaničkom podrijetlu, klimatskim uvjetima i sastavu tla na kojem je rasla medonosna biljka. Udjel i sastav mineralnih tvari u medu se često koristi u određivanju botaničkog i geografskog podrijetla meda. Također, udjel metala važan je kao pokazatelj stupnja onečišćenja okoliša (Crane, 1984).

Brojna istraživanja pokazala su da su tamne vrste meda bogatije mineralnim tvarima nego što su to svjetlije vrste meda. Npr. med kestena ima najviši udio mineralnih tvari, pretežito kalcija, mangana i kalija (Küçük i sur., 2005). No razlog povećanog udjela mineralnih tvari u medu može biti i metalna oprema koja se koristi pri proizvodnji meda (Fernandez-Torres i sur., 2005).

#### 2.2.8. Fitokemikalije

Med sadrži ljekovita svojstva jer u svom sastavu sadrži mnogobrojne tvari koje mu upravo daju ta ljekovita svojstva, a neke od njih su fitokemikalije. Fitokemikalije imaju pozitivan utjecaj na ljudski organizam te su vrlo važan sastojak meda. Njihovo podrijetlo potječe iz biljaka s kojih su pčele skupljale nektar ili mednu rosu.

U grupu fitokemikalija spadaju antioksidansi i flavanoidi. Antioksidansi su tvari koje štite stanice od oksidacijskog djelovanja slobodnih radikala. Slobodni radikali mijenjaju strukturu drugih molekula pri čemu izazivaju razne zdravstvene probleme, starenje organizma i oštećenja stanica. Antioksidansi mogu biti enzimске i neenzimске prirode. Bitnu ulogu imaju i kod očuvanja meda jer svojim djelovanjem sprječavaju kvarenja koja su uzrokovana oksidativnim promjenama koje nastaju zbog djelovanja svjetlosti, topline i nekih metala. Flavanoidi imaju antioksidativni učinak, nalaze se u biljkama i vezani su uz proces fotosinteze pa se tako nalaze u voću, povrću, sjemenkama, cvijeću, ali i u čaju, vinu, medu i propolisu.

Također, oni djeluju antimikrobno, što znači da inhibiraju razne enzime, imaju citotoksični antitumorni učinak te djeluju kao estrogini (Cushnie, 2005).

#### 2.2.9. Hidroksimetilfurfural (HMF)

Hidroksimetilfurfural je ciklički aldehid koji nastaje dehidracijom fruktoze i glukoze u kiselom mediju, a može nastati i u Maillardovim reakcijama. Njegov udio u medu ovisi o vrsti meda, o pH-vrijednosti meda, o udjelu kiselina i vlage i o izloženosti meda svjetlosti (Spano i sur, 2005). U medu se prirodno nalazi u malim količinama. U svježem medu se njegova količina kreće ispod  $1 \text{ mg kg}^{-1}$ , ona raste ako je temperatura okoliša iznad  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  i obično ne prelazi  $10 \text{ mg kg}^{-1}$ . Ako prelazi tu vrijednost to može biti znak prekomjernog zagrijavanja prilikom prerade. Med koji nije pravilno skladišten također može imati povećani udio hidroksimetilfurfurala. Općenito nam visok udio hidroksimetilfurfurala u medu može pokazati je li neki med bio krivotvoren (Vahčić i Matković, 2009). Prema hrvatskom pravilniku maksimalna dozvoljena količina hidroksimetilfurfurala je  $40 \text{ mg kg}^{-1}$ . Iznimka su medovi s označenim podrijetlom iz regija tropske klime i mješavine takvih medova koji mogu imati  $80 \text{ mg kg}^{-1}$  (Pravilnik, 2015).

Tablica 1. Prosječni kemijski sastav meda (Vahčić i Matković, 2009)

<b>Sastav</b>	<b>Prosječna količina g/100 g</b>
Voda	17,1
Ukupni šećeri	82,4
Fruktoza	38,5
Glukoza	31,0
Maltoza	7,2
Saharoza	1,5
Ostali šećeri	4,0
Dijetalna vlakna	0,2
Ukupne masti	0
Kolesterol	0
Ukupni proteini	0,3
Pepeo	0,2
<b>Vitamini</b>	Mg
B <sub>2</sub>	0,04
B <sub>3</sub>	0,12
B <sub>5</sub>	0,07
B <sub>6</sub>	0,02
Folat	0,002
Askorbinska kiselina	0,5
<b>Mineralne tvari</b>	Mg
Ca	6,00
P	4,00
Na	4,00
K	52,00
Fe	0,42
Zn	0,22
Mg	2,00
Se	0,80

#### 2.2.10. Kriteriji sastava meda

Kad se med stavlja na tržište ili ako se upotrebljava u bilo kojem proizvodu namijenjenom za konzumaciju, med u sebi ne smije sadržavati tvari arome, okusa i boje, dodane namjerno ili uklonjene slučajno kao čestice ambalaže tijekom prerade i skladištenja. Med ne smije sadržavati organske i anorganske tvari koje prirodno nisu prisutne u njegovom sastavu. Med ne smije imati strani okus i miris, biti fermentiran ili u početnom stanju fermentacije te imati umjetno izmijenjenu kiselost, osim pekarskog meda koji je u ovom slučaju iznimka. Također ne smije biti zagrijavan i procesiran jer bi došlo do značajne inaktivacije prirodnih enzima, odnosno njihovog uništenja. Pelud, kao i drugi sastavni dijelovi karakteristični za med ne smiju se uklanjati, uz iznimku za slučajeve kada je to neizbježno pri uklanjanju stranih anorganskih ili organskih tvari. Danas se pčelarstvo i proizvodnja meda suočava s brojnim izazovima među kojima je i sve češća uporaba antibiotika u svrhu spriječavanja infekcija pčela uzrokovanih patogenim mikroorganizmima. Najčešći antibiotici koji se koriste u kontroli bolesti pčela su tetraciklini, aminoglikozidi, sulfonamidi i makrolidi. Stoga se ostaci ovih antibiotika mogu naći u medu. Med ne smije imati prisutne teške metale u količinama koje mogu predstavljati opasnost za zdravlje ljudi. Moraju biti u skladu s najvišim razinama za teške metale. Također, propisana je i najveća dopuštena koncentracija za ostatke pesticida i veterinarskih lijekova. Dokazano je da tiametoksam, sistemski insekticid iz skupine neonicotinoidea, čija je upotreba raširena diljem svijeta, ima negativan utjecaj na pčelinje zajednice (Henry i sur., 2012; Arnold i sur., 2013). Kod pčela su kao posljedice izlaganja ovim pesticidom utvrđene negativne posljedice kao što je skraćen životni vijek, poteškoće u komunikaciji i orijentaciji, narušen imunitet te kolaps pčelinjih zajednica. Nakon procjene rizika od strane Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA-e), Europska komisija je 2013. godine uvela petogodišnji moratorij za korištenje neonicotinoidnih insekticida u EU, koji je 2018. godine produžen. Negativni učinci pesticida na pčele su i oskudnija proizvodnja meda, te oslabljeno oprašivanje biljaka. Ustanovljeno je da pčele oprašuju 70 – 80 % biljaka, a svi ostali kukci samo 20 – 30 % (Šimić, 1980), te je dokazano da je izravna korist od pčela kao oprašivača do 10 puta veća nego što je korist od proizvodnje pčelinjih proizvoda (Miljković, 1991). Pri stavljanju meda na tržište, odnosno pri upotrebi u bilo kojem proizvodu namijenjenom za konzumaciju, med mora udovoljavati kriterijima sastava koji su propisani Pravilnikom o medu (2015). Spomenuti kriteriji navedeni su u Tablici 2.

Tablica 2. Kriteriji sastava meda prema Pravilniku o medu (2015)

<b>1. količina šećera</b>	
<b>a) količina fruktoze i glukoze (zbroj)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• cvjetni med</li> <li>• medljikovac, mješavine medljikovca i cvjetnog meda</li> </ul>	<p>najmanje 60 g/100 g</p> <p>najmanje 45 g/100 g</p>
<b>b) količina saharoze</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• općenito</li> <li>• bagrem (<i>Robinia pseudoacacia</i>), lucerna (<i>Medicago sativa</i>), <i>Banksia menziesii</i>, slatkovina (<i>Hedysarum spp.</i>), eukaliptus (<i>Eucalyptus camadulensis</i>), <i>Eucryphia lucida</i>, <i>Eucryphia milliganii</i>, agrumi (<i>Citrus spp.</i>)</li> </ul>	<p>najviše 5 g/100 g</p> <p>najviše 10 g/100 g</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• lavanda (<i>Lavandula spp.</i>), boražina (<i>Borago officinalis</i>)</li> </ul>	najviše 15 g/100 g
<b>2. količina vode</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• općenito</li> </ul>	najviše 20 %
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vrijesak (<i>Calluna vulgaris</i>) i pekarski med općenito</li> </ul>	najviše 23 %
<ul style="list-style-type: none"> <li>• pekarski med od vrijeska (<i>Calluna vulgaris</i>)</li> </ul>	najviše 25 %
<b>3. količina tvari netopljivih u vodi</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• općenito</li> </ul>	najviše 0,1 g/100 g
<ul style="list-style-type: none"> <li>• prešani med</li> </ul>	najviše 0,5 g/100 g

Tablica 2. Kriteriji sastava meda prema Pravilniku o medu (2015) (nastavak)

<b>4. električna vodljivost</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>vrste meda koje nisu dolje navedene i mješavine tih vrsta</li> </ul>	najviše 0,8 mS cm <sup>-1</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>medljikovac i med od kestena i njihove mješavine, osim dolje navedenih vrsta</li> </ul>	najmanje 0,8 mS cm <sup>-1</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>iznimke: planika (<i>Arbutus unedo</i>), vrijes (<i>Erica spp.</i>), eukaliptus (<i>Eucalyptus spp.</i>), lipa (<i>Tilia spp.</i>), vrijesak (<i>Calluna vulgaris</i>), manuka (<i>Leptospermum scoparium</i>), čajevac (<i>Melaleuca spp.</i>)</li> </ul>	
<b>5. slobodne kiseline</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>općenito</li> </ul>	najviše 50 mEq kiseline na 1000 g
<ul style="list-style-type: none"> <li>pekarski med</li> </ul>	najviše 80 mEq kiseline na 1000 g
<b>6. aktivnost dijastaze i količina hidroksimetilfurfurala (HMF), određene nakon prerade i mješanja</b>	
<b>a) aktivnost dijastaze (po Schadeu)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>općenito, osim pekarskog meda</li> </ul>	najmanje 8
<ul style="list-style-type: none"> <li>vrste meda s niskom prirodnom količinom enzima (npr. medovi od citrusa) i količinom HMF ne većom od 15 mg/kg</li> </ul>	najmanje 3
<b>b) HMF</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>općenito, osim pekarskog meda</li> </ul>	najviše 40 mg kg <sup>-1</sup>

### 2.3. FIZIKALNA SVOJSTVA MEDA

Osim kemijskih svojstava med ima i brojna fizikalna svojstva koja su s kemijskim svojstvima usko povezana. U fizikalna svojstva meda ubrajamo kristalizaciju, higroskopnost, optička svojstva, električnu provodnost, indeks refrakcije, specifičnu masu i viskoznost. Svojstva ovise o vrsti biljke iz koje se dobiva med, temperaturi, udjelu vode i dr. Određeni sastojci meda također utječu na fizikalna svojstva ili čak istovremeno na nekoliko njih. Stoga je očekivano da će zbog različitog sastava meda, fizikalni parametri za pojedine vrste meda biti različiti i specifični (Škenderov i Ivanov, 1986).

#### 2.3.1. Viskoznost

Viskoznost je fizikalno svojstvo meda koje označava stupanj tekućeg stanja ili likvidnosti. Na viskoznost utječu različiti parametri kao što su kemijski sastav meda, medonosno bilje od kojeg nektar potječe, temperatura, broj i veličina kristala u medu. Udio vode utječe na način da čim je udio vode veći, viskoznost je manja. Temperatura također utječe na viskoznost. Kako temperatura raste, tako se viskoznost meda smanjuje i obrnuto. Isto tako, na viskoznost meda utječe količina i odnos monosaharida, oligosaharida, proteina i dr. Veći udio disaharida i trisaharida znači veću viskoznost meda te zbog toga dvije vrste meda mogu imati različitu viskoznost iako imaju isti udio vode (Vahčić i Matković, 2009).

#### 2.3.2. Kristalizacija

Kristalizacija je prirodno svojstvo svakog meda i ne utječe na njegovu kvalitetu. Svaki med će s vremenom prije ili kasnije kristalizirati. Med može kristalizirati za nekoliko tjedana do nekoliko godina, što ovisi o samoj vrsti meda. Kristalizacija se javlja u trenutku kad monosaharid glukoza prelazi iz tekućeg stanja u čvrstu tvar- kristale. Glukoza gubi vodu koja postaje slobodna te se povećava sadržaj vode u nekristaliziranim dijelovima meda. Takav med će biti skloniji fermentaciji i kvarenju. Drugi najzastupljeniji ugljikohidrat u medu je monosaharid fruktoza koja i dalje ostaje u tekućem stanju i tvori tanak sloj oko kristala glukoze. Kristalizacija ovisi o omjeru glukoze i fruktoze i o stupnju koncentracije šećera. Ako je u medu više glukoze, a manje fruktoze, kristalizacija je brža i obrnuto. Kristalizacija ovisi i o udjelu minerala, organskih kiselina, proteina, o temperaturi skladištenja i o vlažnosti zraka. Med, koji se sprema u hladnim prostorijama, prije kristalizira. Što je veći udio vode u medu, to je manja mogućnost da će med kristalizirati. Tijekom kristalizacije med mijenja okus i boju te postaje svjetliji. Iako med ne gubi na kvaliteti, kristalizacija se nastoji izbjeći iz razloga što je takav med neprivlačan potrošačima. Postoje i medovi gdje je kristalizacija namjerno izazvana kao što



je to kod kremastih medova. Medljikovac, suncokretov med i maslačkov med će najbrže kristalizirati (Vahčić i Matković, 2009).

### 2.3.3. Higroskopnost

Higroskopnost je svojstvo meda koji ima ulogu da upija vlagu iz zraka, pri čemu dolazi do povećanja količine vode u površinskom sloju meda. Budući da med ima veliku viskoznost, gibanje apsorbirane vode s površinskih slojeva u unutrašnjost je sporo i promjene koje nastaju zbog higroskopnosti očituju se uglavnom na površini. Proces je uvjetovan velikom količinom šećera. Voćni šećer (fruktoza) koji prevladava u medu je higroskopniji od grožđanog šećera. Visoki udio fruktoze, med čini higroskopnim (Vahčić i Matković, 2009). Maseni udio vode u medu raste ako ga čuvamo u vlažnom prostoru pa je tako higroskopnost važno fizikalno svojstvo za pčelare i potrošače meda. Posljedica toga je da je med podložniji fermentaciji i kvarenju (Škenderov i Ivanov, 1986).

### 2.3.4. Električna provodnost

Električna provodnost je fizikalno svojstvo neke tvari da provodi električnu struju. Mjerna jedinica je milisimens po centimetru ( $\text{mS cm}^{-1}$ ), a mjeri se konduktometrom. Električna provodnost u medu definira se kao provodnost 20 %-tne vodene otopine meda pri temperaturi od 20 °C gdje se 20 % odnosi na suhu tvar meda (White i sur., 1963). Ona u medu ovisi o udjelu mineralnih tvari i kiselina i što je udio veći, veća je i električna provodnost meda. S obzirom da med sadrži malu količinu mineralnih tvari, električna provodnost je u njemu prilično mala. U današnje vrijeme se u kontroli umjesto udjela pepela, provodi mjerenje električne provodnosti. Ono služi kao dobar kriterij za razlikovanje nektarnog meda od medljikovca (Vahčić i Matković, 2009). Pravilnikom o medu definirano je da nektarni i miješani med moraju imati električnu provodnost najviše  $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$ , a medljikovac i med kestena  $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$  najmanje. Iznimke su medovi eukaliptusa, vrijeska, planike, vrijesa, manuke, čajevca i lipe, zbog prirodno velikih varijacija u električnoj provodnosti (Pravilnik, 2015).

### 2.3.5. Indeks refrakcije

Udio vode u medu određuje se mjerenjem indeksa refrakcije. Mjeri se refraktometrom na principu loma svjetlosti koji prolazi kroz određenu otopinu. Mjerenje se najčešće provodi na temperaturi od 20 °C. Ako je temperatura viša ili niža od 20 °C, refrakcijski koeficijent se značajno mijenja (National Honey Board, 2005).

### 2.3.6. Optička aktivnost

Vodena otopina meda ima sposobnost zakretanja ravnine polarizirane svjetlosti što znači da je optički aktivna. Optička aktivnost je funkcija udjela pojedinih ugljikohidrata u medu. Fruktaza zakreće ravninu polarizirane svjetlosti ulijevo, a glukoza, svi disaharidi, trisaharidi i viši oligosaharidi udesno (Škenderov i Ivanov, 1986). Nektarni med pokazuje negativnu optičku aktivnost jer zakreće svjetlost ulijevo zbog većeg sadržaja fruktoze. Za razliku od njega, medljikovac pokazuje pozitivnu optičku aktivnost jer zbog većeg udjela oligosaharida zakreće svjetlost udesno (Vahčić i Matković, 2009).

### 2.3.7. Specifična masa meda

Specifična masa meda je omjer mase meda i mase iste količine vode. Ovisi o udjelu vode u medu, ali smatra se da i medonosno bilje od kojeg potječe nektar može utjecati na specifičnu masu meda. Kvalitetne vrste meda imaju specifičnu masu veću od 1,42 (National Honey Board, 2005).

## 2.4. SENZORSKA SVOJSTVA MEDA

U senzorska svojstva meda ubrajamo boju, miris i okus. Senzorska svojstva najviše ovise o biljnom podrijetlu te uvjetima prerade i čuvanja meda. U procjeni kakvoće meda senzorska analiza ima značajnu ulogu i čini njen neizostavan dio. Njome je moguće utvrditi patvorenje meda, kao što je dodavanje šećera u med ili dobivanje meda hranjenjem pčela šećerom. Također, može se utvrditi neispravno deklariranje s obzirom na botaničko podrijetlo. Isto tako, moguće je utvrditi i kontaminaciju stranim tvarima kao što su sredstva protiv moljaca, repelenti te miris i okus dima (Vahčić i Matković, 2009).

### 2.4.1. Boja meda

Boja meda se kreće od svijetložute, gotovo prozirne, pa do tamnosmeđe. Bagremov med se smatra najsvjetlijim medom, a u vrlo svijetle spadaju i med djeteline i livadni med, dok je najtamniji kestenov med. U tamnije medove pripadaju i heljdin med i medljikovac. Med od lipe ima crvenkastu boju. Kristalizirani med poprima svjetliju boju jer kristali glukoze daju bijelu boju. Med intenzivnije potamni ako se čuva pri višoj temperaturi (Škenderov i Ivanov, 1986).

### 2.4.2. Miris meda

Miris meda uglavnom je karakterističan biljnoj vrsti iz koje je dobiven. Tvari mirisa možemo svrstati na karbonilne spojeve kao što su aldehidi i ketoni te alkohole i estere. Med sadrži preko 50 spojeva koji su odgovorni za miris (Škenderov i Ivanov, 1986). S obzirom na

to da su mirisne tvari lako hlapljive, miris meda, nakon određenog vremena, stajanjem i zagrijavanjem slabi, odnosno nestaje. Neke vrste meda nemaju specifičan miris i aromu, dok neke vrste, kao što je med od kestena i lavande imaju karakterističan miris i aromu po medonosnoj biljci (Vahčić i Matković, 2009).

#### 2.4.3. Okus meda

Okus meda povezan je s mirisom i aromom. Slatkoća daje medu prepoznatljiv okus te punoću. Slatkoća ovisi o udjelu, ali i omjeru glukoze, fruktoze, aminokiselina, eteričnih ulja i organskih kiselina. Gorak okus karakterističan je za kestenov med. Med od kadulje i mente ima oštar okus. Poslije fermentacije med poprima kiseli okus (Škenderov i Ivanov, 1986).

### 2.5. NUTRITIVNA I LJEKOVITA SVOJSTVA MEDA

Med je namirnica koja ima pozitivan učinak na funkcioniranje ljudskog organizma i općenito na samo zdravlje čovjeka. Neki od pozitivnih učinaka su: poboljšava rad svih organa, povećava imunitet, daje snagu organizmu te osigurava fizičku izdržljivost i psihičku stabilnost. Karakterizira ga i antiseptičko djelovanje pa povećava otpornost organizma na infekcije. Čisti krv od toksina, pomaže kod slabokrvnosti i gotovo je neizbježan kod liječenja prehlade. Preporučuje se i istovremena konzumacija meda i lijekova jer poboljšava apsorpciju i čini lijek djelotvornijim. Jača otpornost organizma pa pomaže kod liječenja viroza.

Med je iznimno hranjiva namirnica, ali budući da sadrži vodu siromašnija je od saharoze. Smatra se dva puta slađim od saharoze. Saharoza je disaharid, što znači da se u organizmu mora razgraditi na jednostavnije šećere fruktozu i glukozu. S druge strane, med je prirodni invertni šećer pa ga ne treba rastavljati. Glukoza se iz meda lako apsorbira u organizam pri čemu ga ubrzano opskrbljuje energijom. Upravo zbog tog razloga je probavljiviji i pogodniji za ljudski organizam.

### 2.6. PATVORENJE MEDA

Patvorenje meda poznato je još od 80-ih godina 20. stoljeća. Med se patvorio visoko fruktoznim sirupom (Croft, 1987). Nakon maslinovog ulja (Downey i sur., 2002) i mlijeka (Moncayo i sur., 2017), med je namirnica koja se najviše krivotvori (Siddiqui i sur., 2017; Wang i sur., 2015; González i sur., 2018). Još jedan od mogućeg indikatora patvorenja meda je i niska zastupljenost prolina, koji je najzastupljenija aminokiselina u medu (80 – 90 % udjela aminokiselina), a u medu nastaje tijekom prerade nektara i to uglavnom iz pčela (Marušić, 2010). Fruktozni sirup je najčešće korišten jeftini zaslađivač kojim se patvori med, a osim njega

koriste se i šećer te invertni i maltozni sirup. Postoje mnoga istraživanja o utjecaju dodanih šećera na promjene u metabolizmu te povećan rizik od pretilosti, bolesti srca i dijabetesa. EFSA je 2018. godine iznijela da je prema dosadašnjim istraživanjima zaključeno da visoko fruktozni sirup ima utjecaj na povećan mortalitet od krvožilnih bolesti (Stanhope i sur., 2015), inzulinsku rezistenciju i usporen metabolizam (Lin i sur., 2016) te da su pretilosti i dijabetes u SAD-u vjerojatno povezani s rastućom konzumacijom ove tvari (Bray i sur., 2004).

Također, jedan od načina patvorenja meda je dodatak veće količine vode i šećera. Ako je količina vlage prevelika u medu dolazi do neželjenog vrenja i time kvarenja meda. Sadržaj vlage u medu ovisi o klimatskim uvjetima, godišnjem dobu i stupnju zrelosti meda. Visoki sadržaj vlage čini med podložnim fermentaciji, kvarenju i gubitku okusa što rezultira znatnim padom kvalitete (Downey i sur., 2005). Zbog visokog udjela šećera med je vrlo higroskopian te u kontaktu s vlažnim zrakom može apsorbirati određenu količinu vode, a veliki postotak vode u medu može stvarati probleme pri obradi, procesiranju i skladištenju.

## **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### **3.1. MATERIJALI**

U ovom radu analizirano je 10 uzoraka meda od bagrema, 13 uzoraka meda od lipe i 20 uzoraka meda od kestena poznatog podrijetla s područja Republike Hrvatske iz 2020. godine.

Kod svih uzoraka meda provedena je analiza sljedećih fizikalno – kemijskih parametara: maseni udio vode, kiselost, električna provodnost, maseni udio hidroksimetilfurfurala i maseni udio reducirajućih šećera.

### **3.2. METODE RADA**

#### **3.2.1. Priprema uzorka meda za analizu**

Uzorci za analizu pripremaju se na razne načine ovisno o samoj konzistenciji meda (IHC, 2009).

- Ako se med nalazi u tekućem stanju, prije početka analize polako se izmiješa štapićem ili se protrese.
- Ako je med granuliran, zatvorena posuda s uzorkom stavi se u vodenu kupelj i zagrijava 30 minuta na temperaturi od 60 °C, a prema potrebi i na temperaturi od 65 °C. U toku zagrijavanja može se promiješati štapićem ili kružno protresti, a zatim brzo ohladiti.
- Med se ne zagrijava ako se određuje dijastaza ili hidroksimetilfurfural (HMF)
- Ako med sadržava strane tvari, kao što su vosak, dijelovi pčela ili dijelovi saća, uzorak se zagrijava u vodenoj kupelji na temperaturi od 40 °C, a potom se procijedi kroz tkaninu koja se stavlja na ljepilo zagrijavano toplom vodom.
- Ako je med u saću, saće se otvori, procijedi kroz žičano sito s kvadratnim otvorima promjera 0,5 mm x 0,5 mm. Ako dio saća i voska prođe kroz sito, uzorak se zagrijava u vodenoj kupelji na temperaturi od 60 °C, a prema potrebi zagrijava se 30 minuta i na temperaturi od 65 °C. Za vrijeme zagrijavanja promiješa se štapićem ili protrese kružnim pokretima, a zatim brzo ohladi.
- Ako je med u saću granuliran, zagrijava se da bi se vosak otopio, promiješa se i ohladi. Nakon hlađenja vosak se odstrani

#### **3.2.2. Određivanje udjela vode u medu**

Uzorak pripremimo na način koji je opisan kod pripreme uzorka za analizu. Pri stalnoj temperaturi od 20 °C pomoću refraktometra odredimo indeks refrakcije. Na temelju izmjenjenog

indeksa refrakcije izračuna se količina vode (% m/m) uz pomoć tablice za proračun udjela vode u medu (IHC, 2009).

Kad indeks refrakcije određujemo na temperaturi koja nije jednaka 20 °C, u obzir moramo uzeti i korekciju temperature:

- temperatura viša od 20 °C – dodati 0,00023 za svaki °C
- temperatura do 20 °C – oduzeti 0,00023 za svaki °C

### 3.2.3. Određivanje električne provodnosti meda

Uzorak pripremimo na način koji je opisan kod pripreme uzorka za analizu. Pomoću konduktometra mjerimo električnu provodnost 20 %-tne otopine meda. Određivanje se bazira na mjerenju električne otpornosti koja je obrnuto proporcionalna električnoj provodnosti.

Pri temperaturi od 20 °C pomoću otopine KCl standardiziramo konduktometar. Otopi se 20 g meda u destiliranoj vodi, prebaci se u odmjernu tikvicu od 100 mL i nadopuni destiliranom vodom do oznake. Ulije se 40 mL pripremljene otopine u posudu i stavi u vodenu kupelj termostatiranu na 20 °C. Elektroda se ispere preostalim dijelom otopine, uroni u posudu s otopinom uzorka i očita se električna provodnost nakon što je postignuto 20 °C (IHC, 2009).

Električna provodnost se izračunava prema sljedećoj formuli [1]:

$$S_H = K \times G \quad [1]$$

gdje je:

$S_H$  - električna otpornost meda ( $mS\ cm^{-1}$ )

$K$  - konstanta elektrode ( $cm^{-1}$ )

$G$  – provodnost ( $mS$ )

Rezultati se prikazuju s točnošću  $10^{-2}\ mS\ cm^{-1}$ .

### 3.2.4. Određivanje kiselosti meda

Uzorak pripremimo na način koji je opisan kod pripreme uzorka za analizu. Pripremljeni uzorak se titrira, uz fenolftalein, otopinom 0,1 mol L<sup>-1</sup> NaOH do pojave svijetlo ružičaste boje (IHC, 2009).

Kiselost se iskazuje u milimolima kiseline/kg i računa se prema formuli [2]:

$$Kiselost = 10 \times V \quad [2]$$

gdje je:

$V$ - broj potrošenih mL 0,1 mol (NaOH) L<sup>-1</sup> za neutralizaciju 10 g meda

### 3.2.5. Određivanje udjela hidroksimetilfurfurala

Određivanje udjela hidroksimetilfurfurala u medu temelji se na originalnoj metodi po Winkleru. Alikvoti otopine meda, otopine p-toluidina i barbiturne kiseline se pomiješaju. Boja koja nastane mjeri se u odnosu na slijepu probu u kivetama promjera 1 cm na valnoj duljini od 550 nm (IHC, 2009).

Reagensi:

Otopina p-toluidina

Laganim grijanjem u vodenoj kupelji otopi se u 50 mL 2-propanola 10,0 grama p-toluidina. Otopina se s nekoliko mL 2-propanola prenese u odmjernu tikvicu od 100 mL i pomiješa se s 10 mL ledene octene kiseline. Tikvica se nadopuni 2-propanolom do oznake tek nakon što se ohladi na sobnu temperaturu. Prije upotrebe se ostavi da odstoji najmanje 24 sata na tamnom mjestu. Otopina se baca nakon 3 dana ili ako dođe do pojave neprikladnog obojenja.

Otopina barbiturne kiseline

500 mg barbiturne kiseline prenese se sa 70 mL vode u odmjernu tikvicu od 100 mL. Tikvicu začepimo i lagano otapamo sadržaj tikvice zagrijavanjem u vodenoj kupelji. Zatim se tikvica ohladi na sobnu temperaturu i nadopuni do oznake.

Carrezova otopina I: U 100 mL vode otopi se 15 grama kalijevog heksacijanoferata (II).

Carrezova otopina II: U 100 mL vode otopi se 30 grama cinkovog acetata.

Postupak:

10,0 grama meda se izvaže i otopi u 20 mL vode. Otopina se kvantitativno prenese u odmjernu tikvicu od 50 mL, doda se 1 mL Carrezove otopine I i sve se promiješa. Poslije toga se doda 1 mL Carrezove otopine II te se sadržaj tikvice ponovno promiješa. Tikvica se nadopuni vodom

do oznake i još jednom se sve promiješa. Kap etanola sprječava mogućnost pjenjenja. Otopina se filtrira kroz filter papir. Prvih 10 mL filtrata se baca, a ostatak analize treba odmah dovršiti. Pročišćavanje Carrezovim otopinama ne trebamo provoditi kad su uzorci vrlo bistri.

Određivanje:

U dvije epruvete se otpipetira po 2 mL otopine uzorka te se u obje doda 5 mL otopine p-toluidina. Zatim se doda 1 mL vode u jednu epruvetu i ta epruveta nam služi kao slijepa proba. Zatim se u drugu epruvetu doda 1 mL otopine barbiturne kiseline uz lagano miješanje. Reagensi se dodaju bez prekida. Cijeli postupak se mora završiti za 1 do 2 minute. Kada intenzitet boje dosegne svoj maksimum, nakon 3 do 4 minute, očita se apsorbancija na 550 nm u kiveti promjera 1 cm.

Udio hidroksimetilfurfurala (HMF-a) se računa prema sljedećoj formuli [3]:

$$HMF = 192 \times A \times 10 / m \quad [3]$$

pri čemu je:

*A*- apsorbancija

192- faktor razrjeđivanja i koeficijent ekstinkcije

*m*- masa meda (g)

Udio HMF-a se izražava u  $mg\ kg^{-1}$ .

### 3.2.6. Određivanje reducirajućih šećera

Metoda se temelji na redukciji Fehlingove otopine titracijom pomoću otopine reducirajućih šećera iz meda. Kao indikator se upotrebljava metilensko modro bojilo (IHC, 2009).

Reagensi:

#### 1. Fehlingova otopina

Otopina A: otopi se 69,28 g bakrenog sulfata ( $CuSO_4 \times 5H_2O$ ) i tome se doda destilirana voda do jedne litre. Otopina se pripremi 24 sata prije titracije.

Otopina B: otopi se 346 g kalijeva natrijeva tartarata ( $C_4H_4KNaO_6 \times 4H_2O$ ) i 100 g natrijeva hidroksida (NaOH) u 1 litri destilirane vode. Nakon toga otopina se filtrira.



## 2. Standardna otopina invertnog šećera ( $10 \text{ g L}^{-1}$ vode):

Izvaže se 9,5 g čiste saharoze, doda 5 mL otopine solne kiseline (oko 36,5 %) i destilirane vode do 100 mL. Otopina se može pohraniti nekoliko dana, ovisno o temperaturi: na temperaturi od  $12 \text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$  do sedam dana, a na temperaturi od  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$  tri dana. Pripremljenoj otopini doda se vode do jedne litre. Neposredno prije upotrebe odgovarajuća se količina otopine neutralizira 1 mol otopinom  $\text{NaOH L}^{-1}$ , a potom se razrijedi do zahtijevane potrebne koncentracije ( $2 \text{ g L}^{-1}$ ) - standardna otopina. Napomena: 1 %-tna zakiseljena otopina invertnog šećera stabilna je nekoliko mjeseci.

3. Otopina metilenskog modrog bojila: u destiliranoj vodi se otopi 2 g metilenskog modrog bojila. Nakon toga se razrijedi vodom do jedne litre.

## 4. Stipsa (otopina stipse):

Pripremi se hladno zasićena otopina  $[\text{K}_2\text{SO}_4\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 24\text{H}_2\text{O}]$  u vodi. Uz stalno miješanje štapićem dodaje se amonijev hidroksid tako dugo dok otopina ne postane alkalna, a to se utvrđuje lakmus papirom. Zatim se pusti da se otopina slegne, provodi se ispiranje vodom uz dekantiranje sve dok je voda slabo pozitivna pri testu na sulfate. To se utvrđuje otopinom barijeva klorida. Višak vode se odlije, a preostala pasta pohrani u boci s brušenim zatvaračem.

Priprema uzorka:

Postupak I. - primjenjiv na med s talogom:

a) Izvaže se 25 g ( $W_1$ ) homogeniziranoga meda i prenese u odmjernu tikvicu volumena 100 mL. Doda se 5 mL stipse i tikvica se nadopuni vodom do oznake, pri temperaturi od  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nakon toga se otopina filtrira.

b) Otpipetiramo 10 mL uzorka pod a) u odmjernu tikvicu od 500 mL i nadopunimo destiliranom vodom do oznake na tikvici (razrijeđena otopina meda).

Postupak II. :

a) Izvaže se 2 g ( $W_2$ ) homogeniziranoga meda, prenese u odmjernu tikvicu volumena 200 mL i otopi u vodi, a tikvica se nadopuni vodom do oznake (otopina meda).

b) Odmjeri se 50 mL otopine meda pod a) i njoj dodamo destilirane vode do 100 mL (razrijeđena otopina meda).

Standardizacija Fehlingove otopine:

Fehlingova otopina se standardizira tako da se otpipetira 5 mL Fehlingove otopine A i 5 mL Fehlingove otopine B, nakon čega se te otopine pomiješaju. Takva pripremljena otopina mora potpuno reagirati s 0,050 g invertnog šećera dodanoga u količini od 25 mL kao standardna otopina invertnog šećera ( $2 \text{ g L}^{-1}$ ).

Prethodna titracija:

Dodavanjem određene količine vode prije početka titracije postignuto je da je ukupni volumen tvari koja reagira na kraju redukcijske titracije 35 mL. Pravilnikom za med propisano je više od 60 % reduciranih šećera (računatih kao invertni šećer) zbog čega je potrebno prvo napraviti titraciju kako bi se utvrdio točan volumen vode koji se zatim dodaje da bi se u postupku analize osigurala redukcija pri stalnom volumenu. Volumen potrebne količine vode dobiva se odbijanjem potrošenog volumena razrijeđene otopine meda u prethodnoj titraciji.

5 mL Fehlingove otopine A prenese se u stožastu Erlenmeyerovu tikvicu od 50 mL te se doda 5 mL Fehlingove otopine B, 7 mL destilirane vode, malo plovučca i 15 mL razrijeđene otopine meda iz birete. Pripremljena mješavina zagrijava se do vrenja, zatim dvije minute polako vrije i za to vrijeme doda se 1 mL 0,2 %-tne otopine metilenskog modrog bojila. Titracija je završena za tri minute, ponovnim dodavanjem razrijeđene otopine meda sve dok ne iščezne boja indikatora. Potrošeni volumen razrijeđene otopine meda koji je potpuno reduciran obilježava se s "X mL".

Određivanje:

5 mL Fehlingove otopine A prenese se u stožastu Erlenmeyerovu tikvicu volumena 250 mL te se doda 5 mL Fehlingove otopine B. Zatim se doda ( $25 \text{ mL} - "X \text{ mL}"$ ) destilirane vode, malo kamena plovučca i iz birete razrijeđena otopina meda, tako da za kompletnu titraciju ostane oko 1,5 mL ( $"X \text{ mL}" - 1,5 \text{ mL}$ ). Hladna mješavina zagrijava se do vrenja i dvije minute se održava umjereno vrenje. Za vrijeme vrenja doda se 1 mL 0,2 %-tne otopine metilenskoga modrog bojila. Titracija se mora završiti za tri minute dodavanjem razrijeđene otopine meda do obezbojenja indikatora. Potrošena količina razrijeđene otopine meda obilježava se s "Y mL".

Izračunavanje:

Invertni šećer izražava se u g/100 g (%) i izračunava prema sljedećim formulama [4] i [5]:

- postupak I.

$$C = 25/W_1 \times 100/Y_1 \quad [4]$$

- postupak II.

$$C = 25/W_2 \times 100 Y_2 \quad [5]$$

pri čemu je:

$C$  - invertni šećer (g)

$W_{1,2}$  - masa uzorka (g)

$Y_{1,2}$  - volumen razrijeđene otopine meda potrošen za određivanje (mL)

### 3.2.7. Određivanje udjela saharoze

Princip

Metoda se temelji na hidrolizi saharoze, redukciji Fehlingove otopine titracijom reduciranim šećerom iz hidrolizata meda uz dodatak metilenskog modrog bojila (International Honey Commission, 2009).

Reagensi

1. Fehlingova otopina (A i B), utvrđena metodom određivanja reduciranih šećera
2. standardna otopina invertnog šećera, utvrđena metodom određivanja reduciranih šećera
3. kloridna kiselina C (HCl) = 6,34 mol L<sup>-1</sup>
4. otopina natrijeva hidroksida C (NaOH) = 5 mol L<sup>-1</sup>,
5. 2 %-tna otopina metilenskoga modrog bojila (2 g L<sup>-1</sup>)

Priprema uzorka

Izvaže se 2 g homogeniziranog meda te se prenese u odmjernu tikvicu i otopi u destiliranoj vodi, nakon čega se tikvica dopuni vodom do volumena 200 mL.

### Hidroliza uzorka

Otopina meda (50 mL) se prenese u odmjernu tikvicu volumena 100 mL te se doda 25 mL destilirane vode. Toplomjer se zaroni u pripremljeni uzorak, koji se zagrijava do temperature od 65 °C u kipućoj vodenoj kupelji. Tikvica se iznese iz kupelji i doda se 10 mL solne kiseline [ $C(\text{HCl}) = 6 \text{ mol L}^{-1}$ ]. Pusti se da se otopina ohladi 15 minuta, nakon čega se temperatura ohladi na 20 °C i otopina neutralizira 5 mol otopinom NaOH L<sup>-1</sup>, uz korištenje lakmus papira kao indikatora. Ponovno se ohladi (20 °C ) te se tikvica dopuni vodom do volumena 100 mL (razrijeđena otopina meda).

### Određivanje

Određivanje je isto kao određivanje reducirajućih šećera, a odnosi se na prethodnu titraciju i postupak određivanja količine invertnog šećera prije inverzije.

### Račun

Prvo se obračunava postotak invertnog šećera nakon inverzije te se koristi formula za određivanje postotka invertnog šećera prije inverzije.

Saharoza se iskazuje u g/100 g meda i izračunava prema formuli [6]:

masa saharoze, g/100 g = (količina invertnog šećera nakon inverzije - količina invertnog šećera prije inverzije) x 0,95 [6]

## **4. REZULTATI I RASPRAVA**

U tablici 3, 4 i 5 prikazane su dobivene vrijednosti pri određivanju fizikalno-kemijskih parametara meda od bagrema, lipe i kestena (maseni udio vode, električna provodnost, kiselost, maseni udio HMF-a, maseni udio reducirajućih šećera, maseni udio saharoze).

Tablica 3. Fizikalno-kemijski parametri u uzorcima meda od bagrema

br.uz	Maseni udio vode (%)	Električna provodnost (mS cm <sup>-1</sup> )	Kiselost(mmol kg <sup>-1</sup> )	Maseni udio HMF-a (mg kg <sup>-1</sup> )	Maseni udio reducirajućih šećera(%)	Maseni udio saharoze (%)
7	15,47	0,1617	12,62	8,64	67,76	0,47
11	16,32	0,256	26,21	4,416	71,06	0,94
17	17,2	0,1392	14,45	6,72	63,1	2,77
34	17,32	1,929	14,08	2,112	69,27	1,08
39	16	1,669	11,92	0	68,89	1,68
50	17,88	0,206	14,15	3,84	65,26	2,78
63	17	0,1975	39,51	2,688	64,75	2,56
77	15,08	0,1694	10,07	0	70,06	0,51
93	16,8	0,1583	10,03	11,712	65,61	2,43
94	16,64	0,1749	11,16	2,688	69,38	1,19
<b>Prosječna vrijednost</b>	16,57	0,51	16,42	4,28	67,51	1,64
<b>Standardna devijacija</b>	0,87	0,68	9,35	3,75	2,65	0,92
<b>Koeficijent varijabilnosti (%)</b>	5,25	98,92	56,94	87,62	3,93	56,10
<b>Zahtjevi pravilnika</b>	<20	<0,8	<50	<40	>60	<5

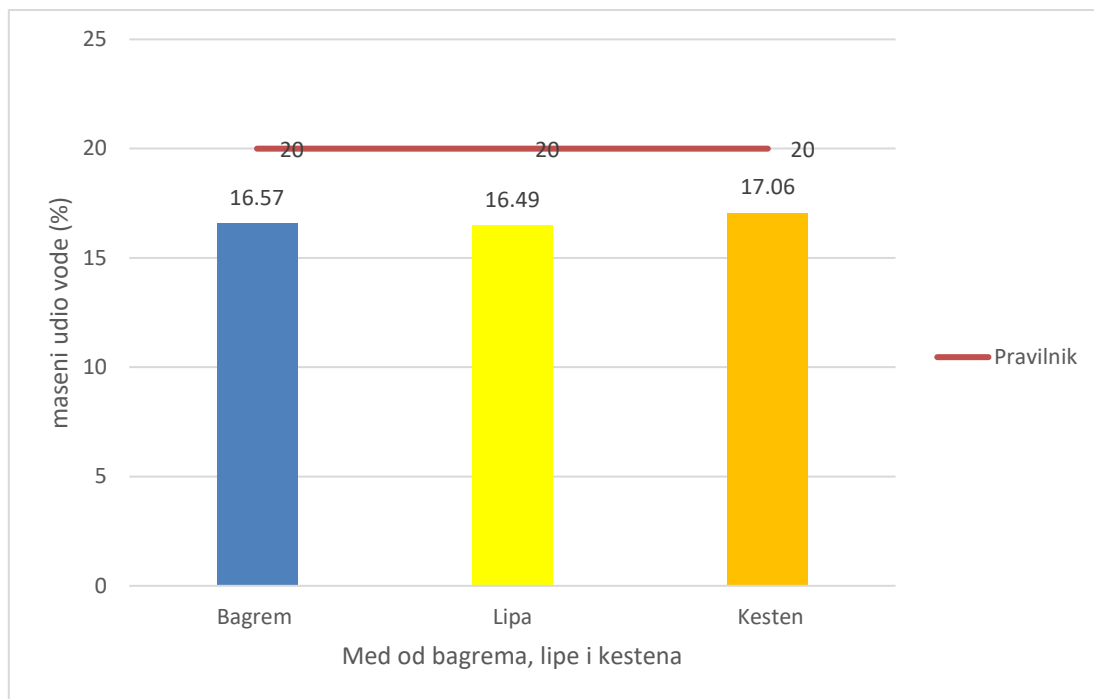
Tablica 4. Fizikalno-kemijski parametri u uzorcima meda od lipe

Br.uz	Maseni udio vode (%)	Električna provodnost (mS cm <sup>-1</sup> )	Kiselost(mmol kg <sup>-1</sup> )	Maseni udio HMF-a (mg kg <sup>-1</sup> )	Maseni udio reducirajućih šećera (%)	Maseni udio saharoze (%)
12	16,6	0,772	20,85	0	70,57	1
13	16,24	0,717	20,66	5,952	72,16	1,16
30	16,93	0,639	42,38	12,288	70,57	1,43
54	14,6	0,687	30,12	5,184	64,58	2
61	15,72	0,606	16,26	1,92	68,13	0,95
84	17,8	0,657	19,08	0	71,06	0,94
89	17,4	0,806	18,04	0,768	69,15	1,42
103	17	0,784	13,94	0	59,86	0,49
104	16,83	0,805	18,09	0	60,57	1,31
105	16,64	0,885	16,93	2,688	68,32	2,25
109	15,32	0,678	16,21	7,872	67,48	2,28
112	16,64	0,688	18,14	0	70,57	1,31
118	16,64	0,74	12,17	4,416	63,02	2,24
<b>Prosječna vrijednost</b>	16,49	0,73	20,22	3,16	67,39	1,44
<b>Standardna devijacija</b>	0,86	0,08	7,91	3,83	4,10	0,58
<b>Koeficijent varijabilnosti (%)</b>	5,22	10,96	39,12	100	6,08	40,28
<b>Zahtjevi pravilnika</b>	<20	<0,8	<50	<40	>60	<5

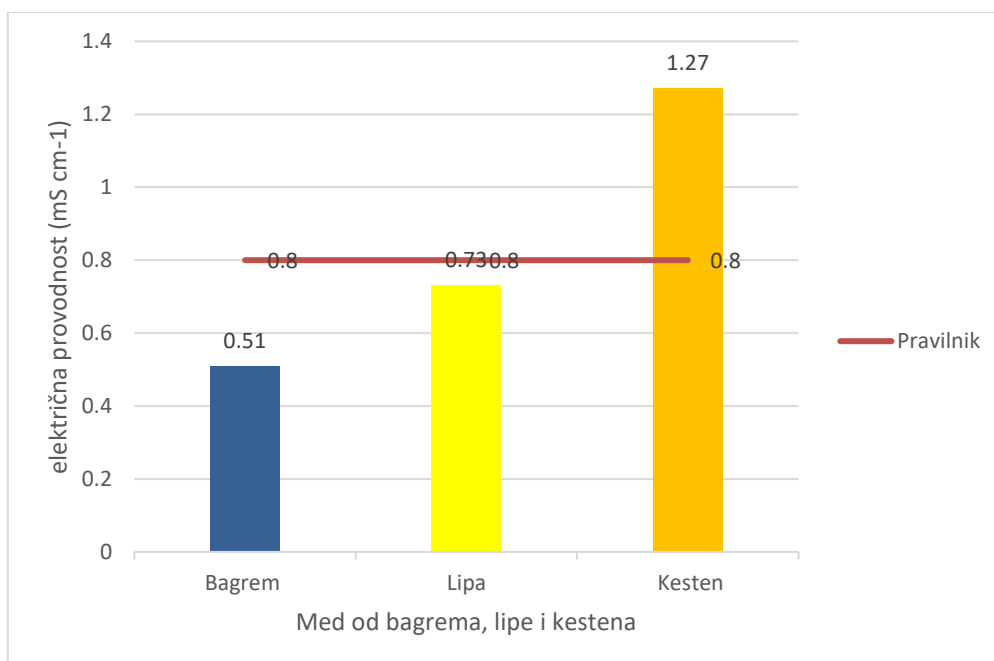
Tablica 5. Fizikalno-kemijski parametri u uzorcima meda od kestena

Br. uz	Maseni udio vode (%)	Električna provodnost (mS cm <sup>-1</sup> )	Kiselost (mmol kg <sup>-1</sup> )	Maseni udio HMF-a (mg kg <sup>-1</sup> )	Maseni udio reducirajućih šećera (%)	Maseni udio saharoze (%)
3	19	1,029	27,4	4,8	58,46	3,11
8	15,88	1,098	13,92	4,416	61,68	1,64
15	16,83	1,584	19,19	9,024	61,57	2,43
16	17,32	1,577	23,18	0	60,57	1,43
18	16,93	1,101	22,86	0	58,13	1,24
22	16,97	1,363	19,92	5,184	67,03	2,05
24	17	1,522	18,34	0,576	60,25	0,32
25	15,53	1,179	28,5	0	69,38	2,62
36	15,92	1,021	18,05	0,96	60,57	0
38	18,52	1,433	21,27	0	64,75	3,1
43	19,8	1,397	19,84	3,648	67,21	1,68
48	17,72	1,373	28,88	7,104	67,03	1,11
53	17,36	1,013	23,9	0	63,43	1,83
58	16,64	1,256	27,4	1,92	60,06	1,94
64	17,88	1,145	29,38	0	61,57	2,43
65	18,6	1,175	27,92	0	57,46	4,11
67	16,16	1,568	13,97	4,8	60,25	0,32
68	15,4	1,427	17,19	0	61,57	3,17
74	15,53	0,972	28,5	12,288	61,57	2,68
82	16,16	1,161	17,87	3,648	62,86	1,14
<b>Prosječna vrijednost</b>	17,06	1,27	22,37	2,92	62,27	1,92
<b>Standardna devijacija</b>	1,24	0,21	5,12	3,53	3,28	1,07
<b>Koeficijent varijabilnosti (%)</b>	7,27	16,54	22,89	100	5,27	55,73
<b>Zahtjev pravilnika</b>	<20	>0,8	<50	<40	>60	<5

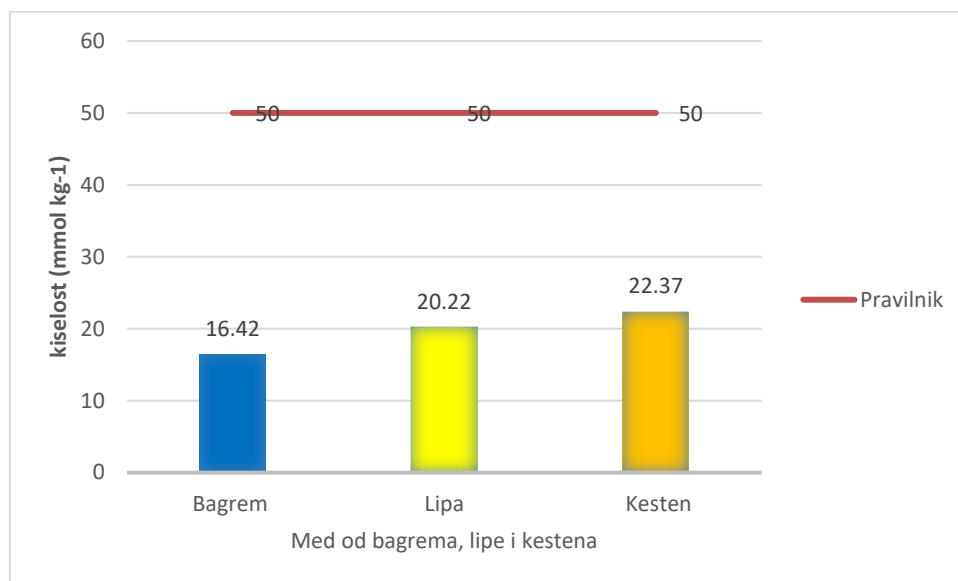




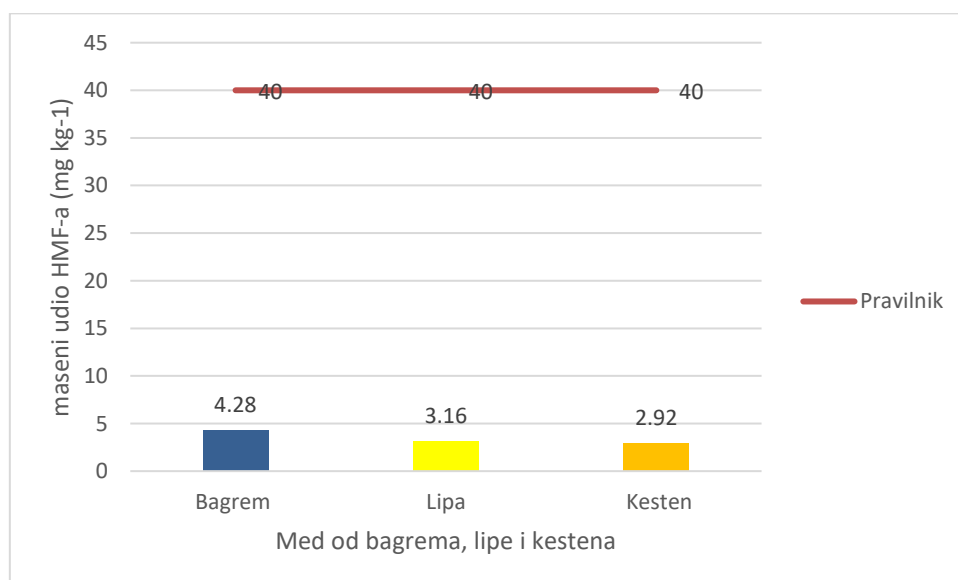
Slika 1. Usporedba zahtjeva Pravilnika o medu (2015) i prosječne vrijednosti masenih udjela vode meda od bagrema, lipa i kestena



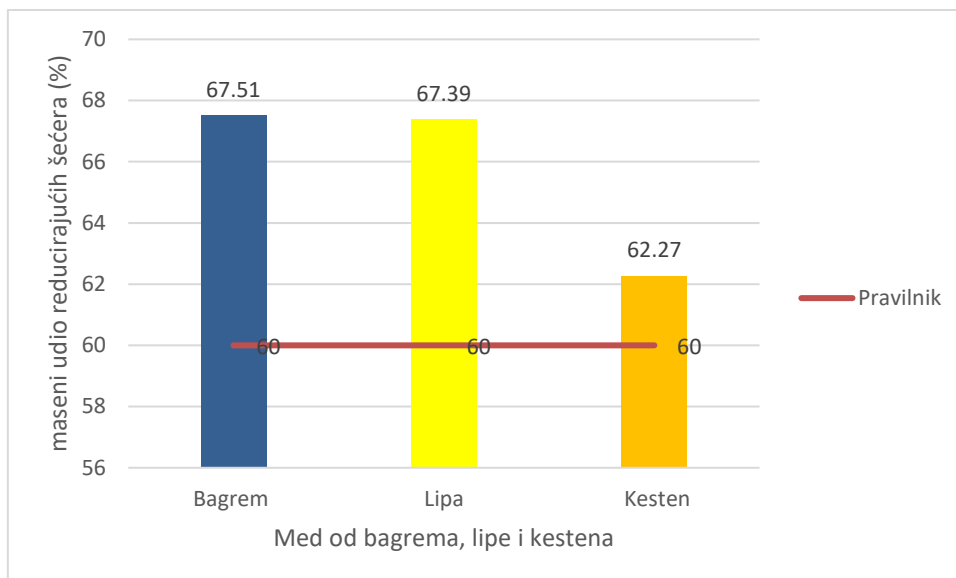
Slika 2. Usporedba zahtjeva Pravilnika o medu (2015) i prosječne vrijednosti električne provodnosti meda od bagrema, lipa i kestena



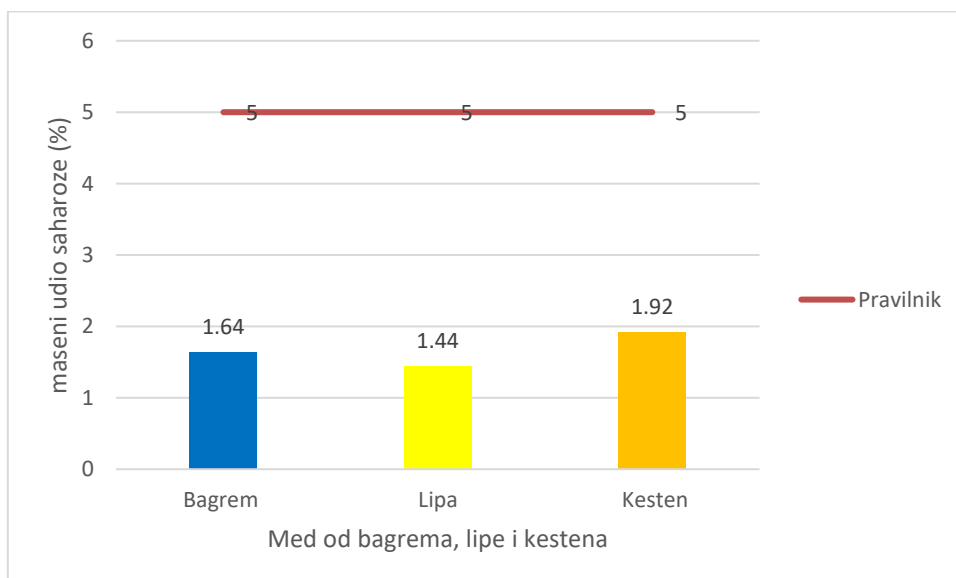
Slika 3. Usporedba zahtjeva Pravilnika o medu (2015) i prosječne vrijednosti kiselosti meda od bagrema, lipa i kestena



Slika 4. Usporedba zahtjeva Pravilnika o medu (2015) i prosječne vrijednosti masenih udjela HMF-a meda od bagrema, lipa i kestena



Slika 5. Usporedba zahtjeva Pravilnika o medu (2015) i prosječne vrijednosti masenih udjela reducirajućih šećera meda od bagrema, lipa i kestena



Slika 6. Usporedba zahtjeva Pravilnika o medu (2015) i prosječne vrijednosti masenih udjela saharoze meda od bagrema, lipa i kestena

Tablica 6. Značajnost između pojedinih fizikalno kemijskih parametara obzirom na vrstu meda (ANOVA)

Parametri	F izračunati	F granični	p-vrijednost
Maseni udio vode	1,379178	3,231727	0,263499
Električna provodnost	18,15027	3,231727	2,46E-06
Kiselost	2,322475	3,231727	0,11111
Maseni udio HMF-a	0,474158	3,231727	0,625862
Maseni udio reducirajućih šećera	12,21673	3,231727	7,23E-05
Maseni udio saharoze	1,092271	3,231727	0,34525

Tablice 3, 4 i 5 prikazuju dobivene vrijednosti fizikalno kemijskih parametara meda od bagrema, lipe i kestena iz 2020. godine, a to su: maseni udio vode, električna provodnost, kiselost, maseni udio HMF-a, maseni udio reducirajućih šećera, maseni udio saharoze. Također, u tablicama su izračunate prosječna vrijednost, standardna devijacija, koeficijent varijabilnosti i zahtjevi Pravilnika o medu (2015) za sve navedene parametre.

Tablica 6 prikazuje značajnost između pojedinih fizikalno kemijskih parametara obzirom na vrstu meda.

Slike 1, 2, 3, 4, 5 i 6 prikazuju usporedbu prosječnih vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara sa zahtjevima Pravilnika o medu (2015).

U tablici 3 prikazane su vrijednosti **masenih udjela vode** za ispitivane uzorke bagremovog meda koji je bio u rasponu od 15,08 % do 17,88 % što znači da ove vrijednosti zadovoljavaju zahtjeve postavljene Pravilnikom o medu (2015), koji ističe da med smije sadržavati najviše 20 % vode. Prosječna vrijednost za maseni udio vode iznosi 16,57 %. Na slici 1 prikazane su prosječne vrijednosti masenih udjela vode za medove od bagrema, lipe i kestena te je vidljivo da su vrijednosti vrlo slične. U istraživanju kojeg su proveli Šarić i suradnici 2008. godine za medove iz 2003., 2004. i 2005. godine, dobiveni su rezultati: za med iz 2003. godine 15,4 %, za med iz 2004. godine 16,3 % te za med iz 2005. godine 16,1 %. Može se zaključiti da medovi iz 2003. godine imaju nešto manji maseni udio vode. Uršulin – Trstenjak i suradnici (2017) su

ispitali masene udjele vode u 200 uzoraka bagremovih medova s područja Istre, sjeverozapadne i istočne Hrvatske tijekom 2009. i 2010. godine te su dobili vrlo slične rezultate. Maseni udio vode u uzorcima bagrema kretao se u rasponu od 16,78 % do 17,01 %, a srednja vrijednost iznosila je 16,91 %. Denžić Lugomer i suradnici (2017) u svome radu prikazali su rezultate koje su dobili u analizama različitih vrsta medova s područja cijele Republike Hrvatske u periodu od 2012. do 2016. godine. Maseni udio vode u 83 ispitana uzorka bagremovog meda kretao se u rasponu od 14,1 do 18,2 %, dok srednja vrijednost bila je 16,4 %. Čalopek i suradnici (2016) su 2011. godine analizirali ukupno 131 uzorak meda, od čega je bilo 24 uzoraka bagremovog meda. Srednja vrijednost masenog udjela vode u ispitivanim bagremovim medovima bila je 16,1 %. Tucak i suradnici (2007) proveli su fizikalno – kemijske analizu na ukupno 133 uzorka određenih vrsta meda, od čega je 41 uzorak meda bio od bagrema. Prosječni maseni udio vode u analiziranim bagremovim medovima iznosio je 16,76 %. Usporedbom rezultata ovog i ostalih navedenih istraživanja zaključuje se da srednje vrijednosti masenog udjela vode u bagremovim medovima tijekom godina se vrlo malo razlikuju.

U ispitivanim uzorcima meda od lipe **maseni udio vode** je u rasponu od 14,6 % do 17,8 % što znači da ove vrijednosti zadovoljavaju zahtjeve postavljene Pravilnikom o medu (2015), koji ističe da med smije sadržavati najviše 20 % vode. Prosječna vrijednost za maseni udio vode iznosi 16,49 %, što je vidljivo u tablici 4. Na slici 1 vidljivo je da je prosječna vrijednost masenog udjela vode za med od lipe nešto niža od ostalih vrsta medova. U istraživanju kojeg su proveli Korošec i suradnici za med od lipe dobili su rezultate za maseni udio vode u intervalu od 14,5 % do 17,8 % što također zadovoljava uvjete Pravilnika o medu (Korošec i sur., 2016). U istraživanju koje je proveo Herceg (2017), prosječna vrijednost za maseni udio vode u uzorcima meda od lipe je iznosila 17,26 %, a u istraživanju koje je provela Popović Ema (2020) prosječna vrijednost za maseni udio vode u analiziranim uzorcima bila je 17,075 %. Navedene vrijednosti se vrlo malo razlikuju od vrijednosti prosječnog masenog udjela vode u medovima od lipe dobivenom u ovome radu.

U ispitivanim uzorcima meda od kestena **maseni udio vode** je u rasponu od 15,4 % do 19,8 % što znači da ove vrijednosti zadovoljavaju zahtjeve postavljene Pravilnikom o medu (2015), koji ističe da med smije sadržavati najviše 20 % vode. Prosječna vrijednost za maseni udio vode iznosi 17,06 %, što je vidljivo u tablici 5. Na slici 1 prikazano je da je prosječna vrijednost masenog udjela vode za med od kestena veća od ostalih vrsta medova. Udjel vode iz analize kojeg su proveli Šarić i suradnici 2003. godine srednja vrijednost za kestenov med bila je 16,9 %. Denžić Lugomer i suradnici (2017) su proveli analizu različitih vrsta medova među

kojima je 46 uzorka meda od kestena. Maseni udio vode u 46 ispitana uzorka kestenovog meda bio je u rasponu od 15,0 do 19,9 %, a srednja vrijednost iznosila je 16,6 %. Čalopek i suradnici (2016) su 2011. godine analizirali ukupno 131 uzorak meda, od čega je bilo 40 uzoraka meda od kestena. Srednja vrijednost masenog udjela vode u analiziranim kestenovim medovima iznosila je 16,8 %. Navedene vrijednosti se vrlo malo razlikuju od vrijednosti masenih udjela vode u medovima od kestena dobivenom u ovome radu.

**Električna provodnost** bagremovih medova iz 2020. godine kretala se između 0,1392 i 1,929 mS cm<sup>-1</sup>, a prosječna vrijednost iznosi 0,51 mS cm<sup>-1</sup>, što je vidljivo u tablici 3. Na slici 3 prikazane su prosječne vrijednosti električne provodnosti za medove od bagrema, lipe i kestena te je vidljivo da med od bagrema ima najnižu prosječnu vrijednost električne provodnosti. Uzorci 34 i 39 ne zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika koji kaže da taj iznos mora biti manji od 0,8 mS cm<sup>-1</sup>. U istraživanju koje su proveli Šarić i suradnici 2008. godine medovi iz 2003. godine su imali prosječnu vrijednost električne provodnosti 0,20 mS cm<sup>-1</sup>, medovi iz 2004. godine 0,17 mS cm<sup>-1</sup>, a oni iz 2005. godine iznosi 0,15 mS cm<sup>-1</sup>. Iz rezultata je vidljivo da medovi iz 2003. godine pokazuju nešto višu vrijednost električne provodnosti. U provedenim istraživanjima, Denžić Lugomer i suradnici (2017) su za ispitivane uzorke bagremovih medova dobili prosječnu vrijednost električne vodljivosti od 0,22 mS cm<sup>-1</sup>. Uršulin – Trstenjak i suradnici (2017) su dobili vrijednosti od 0,16 mS cm<sup>-1</sup>, isto kao i Čalopek i suradnici (2016), dok Tucak i suradnici (2007) su dobili vrijednosti od 0,14 mS cm<sup>-1</sup>. Živkov Baloš i suradnici (2018) su za analizirane uzorke bagremovih medova s područja Srbije dobili prosječnu vrijednost električne vodljivosti od 0,18 mS cm<sup>-1</sup>. Može se zaključiti da su vrijednosti električne vodljivosti dobivene u ovome radu vrlo slične vrijednostima dobivenima u prikazanim istraživanjima iz prošlih godina s područja Hrvatske, kao i s vrijednostima dobivenima za bagremove medove s područja Srbije. Piazza i Oddo (2004) zaključili su kako čisti bagremovi medovi imaju maksimalnu vrijednost električne vodljivosti do 0,25 mS cm<sup>-1</sup> iako su prema Pravilniku o medu (2015) dozvoljene i više vrijednosti.

**Električna provodnost** medova od lipe iz 2020. godine kretala se između 0,606 i 0,885 mS cm<sup>-1</sup>, a prosječna vrijednost iznosi 0,73 mS cm<sup>-1</sup>, što je vidljivo u tablici 4. Na slici 3 vidljivo je da je prosječna vrijednost električne provodnosti za med od lipe nešto veća od prosječne vrijednosti električne provodnosti za med od bagrema, ali manja od prosječne vrijednosti električne provodnosti za med od kestena. Uzorci 89, 104 i 105 ne zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika koji kaže da taj iznos mora biti manji od 0,8 mS cm<sup>-1</sup>. Analiza Korošeca i suradnika

također pokazuje širok raspon električne provodnosti za med od lipe koji se kretao od 0,55 do 1,07 mS cm<sup>-1</sup> (Korošec i sur., 2016). U istraživanju koje je proveo Herceg (2017) prosječna vrijednost električne provodnosti za analizirane uzorke meda od lipe bila je 0,78 mS cm<sup>-1</sup>, a u istraživanju koje je provela Popović Ema (2020) iznosila je 0,662 mS cm<sup>-1</sup>. Navedene vrijednosti se vrlo malo razlikuju od vrijednosti električne provodnosti u medovima od lipe dobivenom u ovome radu.

**Električna provodnost** kestenovih medova iz 2020. godine kretala se između 0,972 i 1,584 mS cm<sup>-1</sup>, a prosječna vrijednost iznosi 1,27 mS cm<sup>-1</sup>, što je vidljivo u tablici 5. Na slici 3 prikazano je da je prosječna vrijednost električne provodnosti za med od kestena veća od ostalih vrsta medova jer tako nalaže Pravilnik o medu (2015). Svi uzorci zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika o medu (2015) koji kaže da električna provodnost za kestenov med mora biti veća od 0,8 mS cm<sup>-1</sup>. U istraživanju koji su proveli Šarić i suradnici srednja vrijednost za kestenov med iznosila je 1,27 mS cm<sup>-1</sup>. Denžić Lugomer i suradnici (2017) proveli su analizu električne provodnosti na kestenovim medovima. Prosječna vrijednost električne provodnosti iznosila je 1,33 mS cm<sup>-1</sup>. Čalopek i suradnici (2016) su dobili nešto veću vrijednost od 1,58 mS cm<sup>-1</sup>. Razlog viših vrijednosti električne provodnosti kod kestenovih medova u usporedbi s bagremovim medovima i medovima od lipe je ta što kestenovi medovi sadrže veći udio mineralnih tvari koje utječu na povišenje vrijednosti električne provodnosti.

Vrijednosti **kiselosti** prema Pravilniku o medu (2015) ne smiju prelaziti 50 mmol kg<sup>-1</sup>, što nijedan analizirani uzorak ne prelazi budući da je kiselost meda od bagrema bila u rasponu od 10,03 do 39,51 mmol kg<sup>-1</sup>. Prosječna vrijednost kiselosti medova iz 2020. godine iznosi 16,42 mmol kg<sup>-1</sup>, što je vidljivo u tablici 3. Na slici 2 prikazane su prosječne vrijednosti kiselosti za medove od bagrema, lipe i kestena te je vidljivo da je prosječna vrijednost kiselosti za med od bagrema niža od ostalih vrsta medova. Za uzorke medova koji su proveli Šarić i suradnici iz 2003. godine iznosi 8,4 mmol kg<sup>-1</sup>, za medove iz 2004. godine 7,3 mmol kg<sup>-1</sup>, a za one iz 2005. godine 7,6 mmol kg<sup>-1</sup>. Može se zaključiti da postoje statističke razlike u kiselosti medova ovisno o razdoblju u kojem su se provodila istraživanja. Uršulin – Trstenjak i suradnici (2017) dobili su prosječnu vrijednost kiselosti za bagremove medove od 10,65 mmol kg<sup>-1</sup>, a Čalopek i suradnici (2016) od 8,88 mmol kg<sup>-1</sup>. Tucak i suradnici (2007) su za bagremove medove izračunali prosječnu vrijednost kiselosti od 11,14 mmol kg<sup>-1</sup>. Također, istraživanje kojeg je provela Prica sa suradnicima (2014) na uzorcima bagremovih medova iz Vojvodine, Srbija, dobivena je prosječna vrijednost kiselosti od 12,08 mmol kg<sup>-1</sup>, a Živkov Baloš i suradnici (2018)

su za bagremove medove s područja Srbije izračunali prosječnu vrijednost kiselosti od 5,44 mmol kg<sup>-1</sup>. Iz različitih istraživanja može se vidjeti da su vrijednosti za kiselost različite. To može biti posljedica različitog porijekla peluda, različitog geografskog porijekla ili ovisi o samoj sezoni. Kiselost je važan parametar jer povišena kiselost može uzrokovati fermentacijske procese što može dovesti do kvarenje meda.

Vrijednosti **kiselosti** medova od lipe je bila u rasponu od 12,17 do 42,38 mmol kg<sup>-1</sup>. Prosječna vrijednost kiselosti medova od lipe iz 2020. godine iznosi 20,22 mmol kg<sup>-1</sup>, što je vidljivo u tablici 4. Na slici 2 prosječna vrijednost kiselosti za med od lipe je nešto veća od prosječne vrijednosti kiselosti za med od bagrema, ali manja od prosječne vrijednosti kiselosti za med od kestena. U istraživanju Korošeca i suradnika raspon kiselosti za med od lipe bio je od 6,1 do 21,4 mmol kg<sup>-1</sup>. Prosječna vrijednost za kiselost u analiziranim uzorcima meda od lipe koje proveo Herceg (2017) iznosila je 24,17 mmol kg<sup>-1</sup>, dok u istraživanju koje je provela Popovic Ema (2020) iznosila je 31,5 mmol kg<sup>-1</sup>. Iz različitih istraživanja može se vidjeti da su vrijednosti za kiselost različite.

Vrijednosti **kiselosti** medova od kestena je bila u rasponu od 13,92 do 29,38 mmol kg<sup>-1</sup>. Prosječna vrijednost kiselosti medova iz 2020. godine iznosi 22,37 mmol kg<sup>-1</sup>, što je vidljivo u tablici 5. Na slici 2 prikazano je da je prosječna vrijednost kiselosti za med od kestena nešto veća od ostalih vrsta medova. U istraživanju Šarića i suradnika raspon kiselosti za kestenov med bio je od 8,0 do 21,7 mmol kg<sup>-1</sup>. Čalopek i suradnici (2016) su analizirali kestenove medove te su dobili prosječnu vrijednost kiselosti u kestenovim medovima od 12,4 mmol kg<sup>-1</sup>. Iz različitih istraživanja može se vidjeti da su vrijednosti za kiselost različite.

**Maseni udio HMF- a** u uzorcima bagremovog meda iz 2020. godine je iznosio između 0,00 i 11,712 mg kg<sup>-1</sup>, dok prosječna vrijednost iznosi 4,28 %, što je vidljivo u tablici 3. Na slici 4 prikazane su prosječne vrijednosti masenih udjela HMF-a za medove od bagrema, lipe i kestena te je vidljivo da su vrijednosti vrlo slične. Za medove iz 2003. godine čije su analize proveli Šarić i suradnici 2008. godine, prosječna vrijednost iznosila je 7,2 %, za medove iz 2004. godine ta vrijednost iznosila je 4,7 %, a za medove iz 2005. godine iznosila je 36,5 %. Mogu se primijetiti značajne razlike u masenim udjelima. Denžić Lugomer i suradnici (2017) su u svom istraživanju za određene uzorke bagremovih medova dobili prosječni maseni udio HMF-a od 2,5 mg kg<sup>-1</sup>, a Tucak i suradnici (2007) od 3,91 mg kg<sup>-1</sup>, Uršulin – Trstenjak i suradnici (2017) od 4,34 mg kg<sup>-1</sup> te Čalopek i suradnici (2016) od 6,22 mg kg<sup>-1</sup>. Navedene vrijednosti se vrlo



malo razlikuju od vrijednosti prosječnog masenog udjela HMF-a u bagremovim medovima dobivenog u ovome radu.

**Maseni udio HMF- a** u uzorcima meda od lipe iz 2020. godine je iznosio između 0,00 i 12,288 mg kg<sup>-1</sup>, dok prosječna vrijednost iznosi 3,16 %, što je vidljivo u tablici 4. Na slici 4 vidljivo je da je prosječna vrijednost masenog udjela HMF-a nešto niža od prosječne vrijednosti masenog udjela HMF-a za med od bagrema, ali viša od prosječne vrijednosti masenog udjela HMF-a za med od kestena. Korošec i suradnici navode kako je preko 600 ispitivanih uzoraka meda s područja Slovenije tijekom 5 godina njih 75 % pokazalo vrijednosti udjela HMF-a 5 mg kg<sup>-1</sup> ili manje dok nijedan uzorak nije prešao zakonsku granicu od 40 mg kg<sup>-1</sup> prema Pravilniku o medu (Korošec i sur., 2016). U istraživanju koje je proveo Herceg (2017) prosječna vrijednost masenog udjela HMF-a za analizirane uzorke meda od lipe iznosila je 1,15 mg kg<sup>-1</sup>. Iz različitih istraživanja može se zaključiti da su vrijednosti za maseni udio HMF-a različite.

**Maseni udio HMF- a** u uzorcima kestenovog meda iz 2020. godine je iznosio između 0,00 i 12,288 mg kg<sup>-1</sup>, dok prosječna vrijednost iznosi 2,92 %, što je vidljivo u tablici 5. Na slici 4 prikazano je da je prosječna vrijednost masenog udjela HMF-a za med od kestena nešto niža od ostalih vrsta medova. Analiza različitih vrsta medova Šarića i suradnika iz 2003., 2004. i 2005. vezano na udjel HMF-a dobivene su srednje vrijednosti za iste godine redom 6,4 %, 7,0 % te 29,7 %. Denžić Lugomer i suradnici (2017) ispitivali su prosječnu vrijednost masenog udjela HMF-a na kestenovim medovima, a vrijednost je iznosila 1,80 mg kg<sup>-1</sup>. Vrijednost prosječnog masenog udjela HMF- dobili su Čalopek i suradnici (2016) i ona je iznosila 5,40 mg kg<sup>-1</sup>. Iz različitih istraživanja može se zaključiti da su vrijednosti za maseni udio HMF-a različite.

U ispitivanim uzorcima bagremovog meda iz 2020. godine **maseni udio reducirajućih šećera** iznosio je od 63,1 do 71,06 %, a prosječna vrijednost 67,51 %, što je vidljivo u tablici 3. Na slici 5 prikazane su prosječne vrijednosti reducirajućih šećera za medove od bagrema, lipe i kestena te je vidljivo da su vrijednosti vrlo slične. Za medove koji su analizirani 2003. godine prosječna vrijednost masenog udjela reducirajućih šećera iznosi 71,5 %, dok za medove iz 2004. godine 69,6 %, a za medove iz 2005. godine iznosi 67,4 %, te možemo zaključiti da medovi iz 2003. godine pokazuju nešto viši maseni udio reducirajućih šećera. Uršulin – Trstenjak i suradnici su za analizirane uzorke bagrema dobili prosječni maseni udio reducirajućih šećera od 69,33 g/100 g, dok Čalopek i suradnici od 71,10 g/100 g. U bagremovim medovima vrijednost prosječnog masenog udjela reducirajućih šećera dobivena u istraživanju koje su proveli Tucak i suradnici

(2007) iznosila je 75,26 g/100 g. Navedene vrijednosti se vrlo malo razlikuju od vrijednosti prosječnog masenog udjela reducirajućih šećera u bagremovim medovima dobivenog u ovome radu.

U ispitivanim uzorcima meda od lipe iz 2020. godine **maseni udio reducirajućih šećera** iznosio je od 60,57 do 72,16 %, a prosječna vrijednost 67,39 %, što je vidljivo u tablici 4. Na slici 5 vidljivo je da su prosječne vrijednosti masenih udjela reducirajućih šećera za sve vrste medova vrlo slične. U analizi kojeg su proveli Korošec i suradnici za različite vrste slovenskih medova srednja vrijednost reducirajućih šećera iznosila je 66,65 % što je slično vrijednostima iz ovog rada (Korošec i sur., 2016). Prosječna vrijednost masenog udjela reducirajućih šećera u analiziranim uzorcima meda od lipe, koje je proveo Herceg (2017), iznosila je 64,20 %. Navedene vrijednosti se vrlo malo razlikuju od vrijednosti masenih udjela reducirajućih šećera u medovima od lipe dobivenom u ovome radu.

U ispitivanim uzorcima kestenovog meda iz 2020. godine **maseni udio reducirajućih šećera** iznosio je od 57,46 do 69,38 %, a prosječna vrijednost 62,27 %, što je vidljivo u tablici 5. Na slici 5 prikazano je da je prosječna vrijednost reducirajućih šećera za med od kestena nešto niža od ostalih vrsta medova. Udio reducirajućih šećera iz analize koju je proveo Šarić za kestenov med srednja vrijednost iznosi 73,1 %. Čalopek i suradnici (2016) su za prosječni maseni udio reducirajućih šećera u analiziranim kestenovim medovima dobili vrijednost od 70,60 g/100 g. Navedene vrijednosti se vrlo malo razlikuju od vrijednosti masenih udjela reducirajućih šećera u medovima od kestena dobivenom u ovome radu.

U tablici 3 prikazane su vrijednosti **masenog udjela saharoze** za bagremove medove iz 2020. godine te je iznosila od 0,47 % do 2,78 %, a prosječni udio je iznosio 1,64 % što je u skladu s Pravilnikom o medu (2015). Na slici 6 prikazane su prosječne vrijednosti saharoze za medove od bagrema, lipe i kestena te je vidljivo da su vrijednosti vrlo slične. Analizirani medovi iz 2003. godine imali su prosječnu vrijednost masenog udjela saharoze 4,3 %, medovi iz 2004. godine 4,9 %, a medovi iz 2005. godine 2,4 %. Možemo zaključiti da postoje razlike u masenom udjelu medova ovisno o razdoblju provođenja istraživanja. Uršulin – Trstenjak i suradnici (2017) u svome radu dobili su za analizirane uzorke bagremovog meda prosječni maseni udio saharoze 0,55 g/100 g. Čalopek i suradnici (2016) su za prosječni maseni udio saharoze u analiziranim bagremovim medovima dobili vrijednost od 1,55 g/100 g, a Tucak i suradnici (2007) su za bagremove medove dobili vrijednost od 3,02 g/100 g. Visoke vrijednosti masenog

udjela saharoze mogu upućivati na patvorenje meda ili lošu praksu tijekom proizvodnje kao što je hranjenje pčela sa šećernim sirupom te bi zbog toga ove vrijednosti trebale biti unutar dozvoljene granice.

U tablici 4 prikazane su vrijednosti **masenih udjela saharoze** za medove od lipe iz 2020. godine te je iznosila od 0,49 % do 2,25 %, a prosječni udio je iznosio 1,44 % što je u skladu s Pravilnikom o medu (2015). Na slici 6 vidljivo je da su prosječne vrijednosti masenih udjela saharoze za sve vrste medova vrlo slične. Analiza udjela saharoze meda od lipe što su proveli Korošec i suradnici dobili su vrijednosti koje se kreću od 0,09 % do 3,51 % čime zadovoljavaju uvjete Pravilnika o medu (Korošec i sur., 2016). U istraživanju koje je proveo Herceg prosječna vrijednost masenog udjela saharoze u analiziranim uzorcima meda od lipe bila je 1,22 %. Navedene vrijednosti se vrlo malo razlikuju od vrijednosti masenih udjela saharoze u medovima od lipe dobivenom u ovome radu.

U tablici 5 prikazane su vrijednosti **masenih udjela saharoze** za kestenove medove iz 2020. godine te je iznosila od 0,00 % do 4,11 %, a prosječni udio je iznosio 1,92 % što je u skladu s Pravilnikom o medu (2015). Na slici 6 prikazano je da su vrijednosti masenih udjela saharoze za sve vrste medova vrlo slične. Vrijednosti koje su dobili Šarić i suradnici u svom istraživanju vezano za udjel saharoze kreću se u intervalu za kestenov med od 2,4 % do 4,5 %. Čalopek i suradnici (2016) su za prosječni maseni udio saharoze u kestenovim medovima dobili vrijednost od 1,39 g/100 g. Navedene vrijednosti se vrlo malo razlikuju od vrijednosti masenih udjela saharoze u medovima od kestena dobivenom u ovome radu.

Rezultati provedene analize varijance u tablici 6. prikazuju značajnost između pojedinih fizikalno kemijskih parametara obzirom na vrstu meda. P-vrijednost se definira kao empirijska razina značajnosti, a usporedbom empirijske razine značajnosti (p-vrijednost) i teorijske razine značajnosti ( $\alpha$ ) donosi se zaključak. Budući da je empirijska razina značajnosti veća od teorijske ( $0,263499 > 0,05$ ) nulta hipoteza se ne može odbaciti te se zaključuje da ne postoji statistički značajna razlika za parametar vode ispitivanih medova od bagrema, lipe i kestena na razini značajnosti  $\alpha = 0,05$ . F granični iznosi 3,231727, a u ovom slučaju F izračunati je 1,379178 koji također pokazuje da nema statistički značajne razlike između meda od bagrema, lipe i kestena. S druge strane, p-vrijednost za parametar električne provodnosti je znatno manji od teorijske razine značajnosti ( $2,46E-06 < 0,05$ ) te se zaključuje da postoji statistički značajna razlika za parametar električne provodnosti ispitivanih medova od bagrema, lipe i kestena. To potvrđuje i F izračunati koji iznosi 18,15027 te je znatno veći od F graničnog koji iznosi 3,231727.

Empirijska razina značajnosti za parametar kiselosti iznosi 0,11111 što pokazuje da je veća od teorijske razine značajnosti. Na temelju p-vrijednosti zaključuje se da nema statistički značajne razlike za parametar kiselosti ispitivanih medova od bagrema, lipe i kestena. To nam pokazuje i F izračunati koji iznosi 2,322475 te je manji od F graničnog koji je 3,231727. Kod parametra HMF-a također nema statistički značajne razlike između meda od bagrema, lipe i kestena, što nam pokazuje p-vrijednost koja iznosi 0,625862 i F izračunati koji je manji od F graničnog ( $0,474158 < 3,231727$ ). Statistički značajna razlika u medu od bagrema, lipe i kestena može se primijetiti kod parametra reducirajućih šećera jer je p-vrijednost mnogo manja od teorijske razine značajnosti  $\alpha$  ( $7,23E-05 < 0,05$ ). Također, F izračunati je značajno veći od F graničnog ( $12,21673 > 3,231727$ ). Empirijska razina značajnosti za parametar saharoze je 0,34525 što pokazuje da je veća od teorijske razine značajnosti. Na temelju toga, zaključuje se da nema statistički značajne razlike za parametar saharoze ispitivanih medova od bagrema, lipe i kestena. Također, F izračunati iznosi 1,092271 te je manji od F graničnog koji je 3,231727.

## 5. ZAKLJUČAK

Nakon provedene analize fizikalno-kemijskih parametara 10 uzorka meda od bagrema, 13 uzoraka meda od lipe i 20 uzoraka meda od kestena iz Republike Hrvatske za 2020. godinu može se zaključiti sljedeće:

1. Maseni udio vode za sve uzorke meda od bagrema, lipe i kestena odgovara Pravilniku, koji propisuje da maseni udio vode ne smije biti veći od 20 %.
2. Dva uzorka bagremovog meda ne zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika koji kaže da električna provodnost za bagremov med mora biti manja od  $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$ . Također, 3 uzorka meda od lipe ne zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika koji kaže da taj iznos za med od lipe mora biti manji od  $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$ . S druge strane, svi uzorci kestenovog meda zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika koji kaže da električna provodnost za kestenov med mora biti veća od  $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$ .
3. Kiselost je za sve uzorke meda od bagrema, lipe i kestena odgovarala zahtjevima Pravilnika, a on propisuje da kiselost ne smije biti veća od  $50 \text{ mmol kg}^{-1}$ .
4. Svi uzorci meda od bagrema, lipe i kestena zadovoljavaju uvjete propisane Pravilnikom o medu jer imaju maseni udio HMF-a manji od  $40 \text{ mg kg}^{-1}$ .
5. Udio reducirajućih šećera je za sve uzorke meda od bagrema, lipe i kestena bio veći od 60 grama na 100 grama meda te su time zadovoljeni zahtjevi Pravilnika.
6. Maseni udio saharoze za sve uzorke meda od bagrema, lipe i kestena odgovara Pravilniku jer imaju maseni udio manji od 5 %.
7. Dobiveni rezultati su u skladu s drugim istraživanjima.

## 6. LITERATURA

- Anupama, D., Bhat, K. K., Sapna, V. K. (2003) Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. *Food Res. Int.* **36**, 183-191.
- Arnold, G., Boesten, J., Clook, M., Luttik, R., Sgolastra, F., Wassenberg, J., Pistorius, J., Streissl, F., Arena, M., Szentes, C., Rortais, A., Mosbachbil-Schulz, O. (2013) Guidance on the risk assessment of plant protection products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus spp. and solitary bees*). *EFSA J.* **11**, 3295.
- Balen, A. (2003) Pčelarstvo u Petrinji: 1952-2002, Pčelarska udruga, Petrinja.
- Barhate, R. S., Subramanian, R., Nandini, K. E., Hebbar, H. U. (2003) Processing of honey using polymeric microfiltration and ultrafiltration membranes. *J. Food Eng.* **60**, 49-54.
- Bray, G. A., Nielsen, S. J., Popkin, B. M. (2004) Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. *Am. J. Clin. Nutr.* **79**, 537-543.
- Crane, E., (1984) Bee, honey and pollen as indicators of metals in the environmental. *Bee World* **65**, 47-49.
- Croft, L. R. (1987) Stable isotope mass spectrometry in honey analysis. *TrAC* **6**, 206-209.
- Cushnie, T. P. T., Lamb, A. J. (2005) Antimicrobial activity of flavonoids. *Int. J. Antimicrob. Agents* **26**, 343-356.
- Čalopek, B., Marković, K., Vahčić, N., Bilandžić, N. (2016) Procjena kakvoće osam različitih vrsta meda. *Veterinarska stanica* **47**, 317 – 325.
- Denžić Lugomer, M., Pavliček, D., Kiš, M., Končurat, A., Majnarić, D. (2017) Quality assessment of different types of Croatian honey between 2012 and 2016. *Veterinarska stanica* **48**, 93 – 99.
- Downey, G., McIntyre, P., Davies, A. N. (2002) Detecting and quantifying sunflower oil adulteration in extra virgin olive oil from the eastern mediterranean by visible and near-infrared spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.* **50**, 5520–5525.
- Downey, G., Hussey, K., Kelly, J. D., Walshe, T. F., Martin, P. G. (2005) Preliminary contribution to the characterization of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physico-chemical data. *Food Chem.* **91**, 347-354.

- EFSA (2018) Neonicotinoids: risks to bees confirmed. EFSA- European Food Safety Authority,  
<<https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/180228>>.  
Pristupljeno 8.2.2021.
- Fernandez-Torres, R., Perez-Bernal, J. L., Bello-Lopez, M. A., Callejon-Mochon, M., Jamenez-Sanchez, J., Guiraum-Perez, A. (2005) Mineral content and botanical origin of Spanish honeys. *Talanta* **65**, 686-691.
- González, F. M., Espada-Bellido, E., Guillén-Cueto, L., Palma, M., Barroso, C. G., Barbero, G. F. (2018) Rapid quantification of honey adulteration by visible-near infrared spectroscopy combined with chemometrics. *Talanta* **188**, 288–292.
- Henry, M., Beguin, M., Requier, F., Rollin, O., Odoux, J. F., Aupinel, P., Aptel, J., Tchamitchian, S., Decourtye, A. (2012) A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees. *Science* **336**, 348-350.
- Herceg, F. (2017) Fizikalno kemijska analiza meda kestena, lipe i livade (završni rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Hermosin, I., Chicon, R. M., Cabezudo, M. D. (2003) Free amino acid composition and botanical origin of honey. *Food Chem.* **83**, 263-268.
- IHC (2009) Harmonised methods of the International Honey Commission. IHC- International Honey Commission,  
<[www.ihc-platform.net](http://www.ihc-platform.net)>.  
Pristupljeno 6. veljače 2021.
- Janković, A. (1979) Pčelinji proizvodi- hrana i lek, 3. izd., Nolit, Beograd.
- Korošec, M., Kopf, U., Golob, T., Bertonec, J. (2016) Functional and Nutritional Properties of Different Types of Slovenian Honey. *Funct. Prop. Tradit. Foods* **23**, 323-338.
- Küçük, M., Kolayh, S., Karaoğlu, S., Ulusoy, E., Baltacı, C., Candon, F. (2005) Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chem.* **100**, 526-534.
- Lin, W. T., Chan, T. F., Huang, H. L., Lee, C. Y., Tsai, S., Wu, P. W., Yang, Y. C., Wang, T. N., Lee, C. H. (2016) Fructose-Rich Beverage Intake and Central Adiposity, Uric Acid, and Pediatric Insulin Resistance. *J. Pediatr.* **171**, 90-6.
- Marušić, J. (2010) Neki parametri kvalitete Hrvatskog meda (diplomski rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

- Miljković, I. (1991) *Suvremeno voćarstvo*, Nakladni zavod Znanje, Zagreb.
- Moncayo, S., Manzoor, S., Rosales, J. D., Anzano, J., Caceres, J. O. (2017) Qualitative and quantitative analysis of milk for the detection of adulteration by Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS). *Food Chem.* **232**, 322–328.
- NHB (2005) *A Reference Guide to Nature's Sweetener*, Colorado, USA. NHB-National Honey Board,  
<[www.honey.com](http://www.honey.com)>.  
Pristupljeno 3. veljače 2021.
- Persano Oddo, L., Piro, R. (2004) Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie* **35**, 38-81.
- Petrović Jojriš, N. (1979) *Pčele i medicina* (preveo Đeranović, A.) Nolit, Beograd.
- Piazza, M. G., Oddo, L. P. (2004) Bibliographical review of the main European unifloral honeys. *Apidologie* **35** (Suppl. 1), S94 – S111.
- Popović, E. (2020) *Parametri kvalitete različitih uzoraka meda (završni rad)*, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Pravilnik o medu (2015) *Narodne novine* **53**, Zagreb.
- Prica, N., Živkov - Baloš, M., Jakšić, S., Mihaljev, Ž., Kartalović, B., Babić, J., Savić, S. (2014) Moisture and acidity as indicators of the quality of honey originating from vojvodina region. *Arhiv veterinarske medicine* **7**, 99 - 109.
- Sajko, K., Odak, M., Bubalo, D., Dražić, M., Kezić, N. (1996) Razvrstavanje meda prema biljnom podrijetlu uz pomoć peludne analize i električne provodljivosti. *Hrvatska pčela* **10**, 193-196.
- Sanz, M. L., Sanz, J., Martínez-Castro, I. (2004) Gas chromatographic-mass spectrometric method for the qualitative and quantitative determination of disaccharides and trisaccharides in honey. *J. Chromatogr. A* **95**, 143-148.
- Siddiqui, A. J., Musharraf, S. G., Choudhary, M. I., Rahman, A. (2017) Application of analytical methods in authentication and adulteration of honey. *Food Chem.* **217**, 687–698.
- Singhal, R. S., Kulkarni, P. R., Rege, D. V. (1997): *Handbook of indices of food quality*. Woodhead Publishing Limited. *Cambridge* **45**, 358-379.
- Spano, N., Casula, L., Panzanelli, A., Pilo, M. I., Piu, P. C., Scanu, R., Tappararo, A., Sanna, G. (2005) An RP-HPLC determination of 5-hydroxymethylfurfural in honey. The case of strawberry tree honey. *Talanta* **68**, 1390-1395.



- Stanhope, K. L., Medici, V., Bremer, A. A., Lee, V., Lam, H. D., Nunez, V. N., Chen, G. X., Keim, N. L., Havel, P. J. (2016) A dose-response study of consuming high-fructose corn syrup-sweetened beverages on lipid/lipoprotein risk factors for cardiovascular disease in young adults. *Am. J. Clin. Nutr.* **101**, 1144-1154.
- Šimić, F. (1980) Naše medonosno bilje, Znanje, Zagreb.
- Škenderov, S., Ivanov, C. (1986) Pčelinji proizvodi i njihovo korišćenje, Nolit, Beograd.
- Tucak, Z., Periškić, M., Škrivanko, M., Konjarević, A. (2007) The influence of the botanic origin of honey plants on the quality of honey. *Poljoprivreda* **13**, 234 – 236.
- Uršulin - Trstenjak, N., Puntarić, D., Levanić, D., Gvozdić, V., Pavlek, Ž., Puntarić, A., Puntarić, E., Puntarić, I., Vidosavljević, D., Lasić, D., Vidosavljević, M. (2017) Pollen, Physicochemical, and Mineral Analysis of Croatian Acacia Honey Samples: Applicability for Identification of Botanical and Geographical Origin. *J. Food Quality*, 1 – 11.
- Vahčić, N., Matković, D. (2009) Kemijske, fizikalne i senzorske značajke meda, <<http://www.pcelinjak.hr>>.  
Pristupljeno 4. veljače 2021.
- Wang, S., Guo, Q., Wang, L., Lin, L., Shi, H., Cao, H., Cao, B. (2015) Detection of honey adulteration with starch syrup by high performance liquid chromatography. *Food Chem.* **172**, 669–674.
- White, J. W., Subers, M. H., Schepartz, A. I. (1963) The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in honey glucoseoxidase system. *Biochim. Biophys. Acta (BBA)* **73**, 57-70.
- Zamora, M. C., Chirife, J. (2004) Determination of water activity change due to crystallization in honey from Argentina. *Food Control.* **38**, 342-347.
- Živkov Baloš, M., Popov, N., Vidaković, S., Ljubojević Pelić, D., Pelić, M., Mihaljev, Ž., Jakšić, S. (2018) Electrical conductivity and acidity od honey. *Arhiv veterinarske medicine* **11**, 91 - 101.

---

## IZJAVA O IZVORNOSTI

Izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristila drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Klara Betavac