

# Parametri kvalitete cvjetnog meda- sezona 2020.

---

**Bekavac, Tea**

**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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:383554>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-11**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, svibanj, 2021.

Tea Bekavac

1420/USH

**PARAMETRI KVALITETE  
CVJETNOG MEDA\_ 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 CVJETNOG MEDA\_ SEZONA 2020.

*Tea Bekavac, 1420/USH*

**Sažetak:** U ovom radu cilj je bio odrediti parametre kvalitete 42 uzorka cvjetnog meda. Parametri kvalitete su određeni mjerenjem fizikalno-kemijskih parametara, kao što su: udio vode, kiselost, električna provodnost, udio hidroksimetilfurfurala, udio reducirajućih šećera i saharoze. Metode za određivanje pojedinih svojstava meda propisane su od strane Međunarodne komisije za med. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da su vrijednosti svih istraživanih parametara u skladu s Pravilnikom o medu.

**Ključne riječi:** cvjetni med, fizikalno-kemijska svojstva, kvaliteta

**Rad sadrži:** 43 stranice, 6 slika, 4 tablice, 49 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 FLORAL HONEY\_SEASON 2020.

*Tea Bekavac, 1420/USH*

**Abstract:** In this research, the aim was to determine the quality parameters of 42 samples of floral honey. Quality parameters were determined by measuring physico-chemical parameters: water content, acidity, electrical conductivity, hydroxymethylfurfural content, reducing sugars and sucrose content. Methods for determining the individual properties of honey are prescribed by the International Honey Commission. From the obtained results it can be concluded that the values of all investigated parameters are in accordance with the Ordinance on honey.

**Keywords:** floral honey, physico-chemical parameters, honey quality

**Thesis contains:** 43 pages, 6 figures, 4 tables, 49 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

1.	<b>UVOD</b> .....	<b>1</b>
2.	<b>TEORIJSKI DIO</b> .....	<b>2</b>
2.1.	<b>DEFINICIJA I PODJELA MEDA</b> .....	<b>2</b>
2.1.1.	Nektarni med .....	3
2.1.2.	Medljikovac .....	5
2.2.	<b>KEMIJSKI SASTAV MEDA</b> .....	<b>6</b>
2.2.1.	Ugljikohidrati .....	6
2.2.2.	Voda .....	7
2.2.3.	Proteini i aminokiseline .....	7
2.2.4.	Organske kiseline .....	7
2.2.5.	Vitamini .....	8
2.2.6.	Enzimi .....	8
2.2.7.	Mineralne tvari .....	9
2.2.8.	Fitokemikalije .....	10
2.2.9.	Hidroksimetilfurfural .....	10
2.3.	<b>FIZIKALNA SVOJSTVA MEDA</b> .....	<b>12</b>
2.3.1.	Viskoznost .....	13
2.3.2.	Kristalizacija .....	13
2.3.3.	Higroskopnost .....	13
2.3.4.	Električna provodnost .....	14
2.3.5.	Optička aktivnost .....	14
2.3.6.	Indeks refrakcije .....	14
2.3.7.	Specifična masa .....	14
2.4.	<b>SENZORSKA SVOJSTVA MEDA</b> .....	<b>15</b>
2.4.1.	Boja meda .....	15
2.4.2.	Okus meda .....	15
2.4.3.	Miris meda .....	15
2.5.	<b>LJEKOVITOST MEDA</b> .....	<b>16</b>
2.6.	<b>KONTROLA KVALITETE MEDA</b> .....	<b>17</b>
2.7.	<b>PATVORENJE MEDA</b> .....	<b>20</b>
2.8.	<b>SKLADIŠTENJE MEDA</b> .....	<b>20</b>



3.	<b>EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	<b>22</b>
3.1.	MATERIJALI.....	22
3.2.	METODE RADA.....	22
3.2.1.	Priprema uzorka meda za analizu .....	22
3.2.2.	Određivanje udjela vode u medu .....	22
3.2.3.	Određivanje električne provodnosti meda.....	23
3.2.4.	Određivanje kiselosti meda .....	23
3.2.5.	Određivanje udjela hidroksimetilfurfurala .....	24
3.2.6.	Određivanje reducirajućih šećera.....	25
3.2.7.	Određivanje udjela saharoze.....	28
4.	<b>REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	<b>30</b>
5.	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	<b>39</b>
6.	<b>LITERATURA</b> .....	<b>40</b>

# 1. UVOD

Med je prirodno, sladak proizvod složenog kemijskog sastava te je zbog toga najprobavljivija namirnica. Sve se više upotrebljava u prehrani zbog antioksidacijskog i antibakterijskog djelovanja. Koristi se u farmaceutskoj, prehrambenoj i kozmetičkoj industriji. Osim kao hrana, med se koristi i kao lijek jer pomaže u liječenju različitih upala.

Med sadrži veliki udio jednostavnih šećera (glukoza i fruktoza) te je zbog toga energetska namirnica i nekih drugih tvari poput enzima i organskih kiselina. Također, med je izvor vitamina i minerala. Od vitamina najviše nalazimo vitamin C i vitamine B skupine, dok količine minerala variraju ovisno o vrsti meda.

Zbog svojih fizikalno-kemijskih svojstava, ali i zbog visoke cijene u odnosu na druga sladila, podložan je istraživanjima.

Cilj ovog rada bio je odrediti fizikalno-kemijske parametre 42 uzorka cvjetnog meda iz 2020. godine. Dobivene vrijednosti za fizikalno-kemijske parametre uspoređene su s vrijednostima koje su propisane Pravilnikom o medu te sa sličnim istraživanjima.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. DEFINICIJA I PODJELA MEDA

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 (Pravilnik, 2015).

Med se dijeli na nekoliko osnovnih vrsta:

a) prema podrijetlu:

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

b) prema načinu proizvodnje i/ili prezentiranja:

- med u saću kojeg pčele u stanicama svježe izgrađenog saća bez legla ili u satnim osnovama izgrađenim isključivo od pčelinjeg voska, koji se prodaje u poklopljenom saću ili sekcijama takvog saća
- med sa saćem ili med s dijelovima saća- med koji sadrži jedan ili više komada meda u saću
- cijedeni med koji se dobiva cijedenjem otklopljenog saća bez legla
- vrcani med koji se dobiva vrcanjem (centrifugiranjem) otklopljenog saća bez legla
- prešani med dobiven prešanjem saća bez legla, sa ili bez korištenja umjerene temperature koja ne smije prijeći 45 °C
- filtrirani med- med dobiven postupkom odstranjivanja stranih anorganskih ili organskih tvari kao rezultat značajnog smanjenja udjela peludi u medu
- 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

Nektarni med proizvode pčele od nektara, odnosno slatke tekućine koju izlučuju biljne žlijezde nektarije. Ovisno o položaju gdje se nalaze, nektarije dijelimo na cvjetne i izvancvjetne. Na količinu izlučenog nektara utječu dvije vrste čimbenika, unutarnji i vanjski. Unutarnji čimbenici su povezani s biljkom, a to su: veličina, biljna vrsta, sorta, uzrast i faza razvitka cvijeta, veličina površine nektarije, položaj cvijeta na biljci, i dr. Vanjski čimbenici su temperatura i vlažnost zraka, količina vjetra, dužina dana, zemljišni uvjeti i dr. Nektar je otopina šećera, a od šećera najviše prevladavaju glukoza, fruktoza i saharoza, ali mogu se naći i oligosaharidi (rafinoza, melebioza, itd.). U sastavu nektara, osim šećera, mogu se naći i dušikovi i fosfori spojevi, vitamini, pigmenti, organske kiseline, mineralne tvari, aromatski spojevi, aminokiseline i enzimi. Nektarni med može biti monoflorni i poliflorni. Monoflorni med je med koji sadrži najmanje 45 % peludnih zrnaca iste biljne vrste u netopljivom sedimentu, dok poliflorni med je mješavina meda različitih vrsta. Razlikujemo i miješani med, odnosno mješavina nektarnog meda i medljikovca (Vahčić i Matković, 2009).

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

**Bagrem** (*Robinia pseudoacacia L.*) zauzima prvo mjesto po vrijednosti za pčelarstvo. Bagrem cvate u prvoj polovici svibnja. Cvatnja mu može trajati 10 do 12 dana na jednom mjestu. Bagrem medi kad rano procvjeta i kad cvate kasnije. Za uspješnu cvatnju bitno je da ne prozebe, da je vrijeme toplo i lijepo te da je bogat cvijetom. Isto tako, za medenje bagrema važna je klima, nadmorska visina i sastav tla. Bagremov med karakterizira svijetla boja, gotovo bezbojna te staklasto prozirna. Vrlo je blagog i ugodnog okusa te slabog mirisa. Bagremov med je gust te sadrži više fruktoze od glukoze, što mu omogućuje dugo tekuće stanje (Šimić, 1980).

**Kadulja** (*Salvia officinalis*) počinje cvasti krajem travnja ili početkom svibnja. Cvatnja mu traje oko 20 dana. Kadulja je nakon bagrema najvrjednija pčelinja paša te zbog toga vrlo medovita biljka. Za uspješno medenje važno je toplo vrijeme s dosta vlage u zraku. Zbog svojih ljekovitih svojstava, med od kadulje se smatra jednim od najvrjednijim. Boja kaduljinog meda je svijetložuta i malo zelenkasta. Okus je ugodan te pomalo gorkast. Ima izrazit miris po cvijetu biljke. Kaduljin med kristalizira u srednje krupne kristale (Persano Oddo i Piro, 2004; Šimić, 1980).

**Kesten** (*Castanea sativa Mill.*) cvate sredinom lipnja. Cvatnja kestena traje oko 10 dana. Kesten na početku cvatnje ne zamedu odmah jer najprije daje pelud, a nakon 5-6 dana daje i nektar. Za

uspješno medenje bitno je toplo vrijeme, bez vjetera, s dovoljno vlage u zraku. Kestenov med ima tamnu boju te jak miris po biljci. Okus mu je sladak i pomalo gorak (Šimić, 1980).

**Lipa** (*Tilia L.*) počinje cvasti od polovice lipnja do polovice srpnja. Za uspješno medenje lipa pogoduju zaštićena staništa u kotlinama gdje zrak stagnira. Također, potrebni su topli dani s dovoljno vlage u zraku. Med od lipa ima blago žutu do zelenkastu boju te jak miris po cvijetu. Ugodnog je, slatkog do oštrog okusa. Tvori sitne kristale, kristalizira se za 1 do 2 mjeseca (Šimić, 1980; Janković, 1979).

**Lavanda** (*Lavandula officinalis L.*) počinje cvasti u lipnju i srpnju, a cvatnja traje oko 30 dana. Cvatnju može skratiti nepovoljno vrijeme. Lavanda se ubraja među najmedonosnije biljke. Lavanda nema peluda, ali odlično medi. Lavandin med ima svijetložutu boju te je bistar i proziran, jak miris po biljci te ugodan i preoštar okus (Šimić, 1980).

**Ružmarin** (*Rosmarinus officinalis L.*) cvate veći dio godine, od rujna pa sve do svibnja te je zbog toga vrlo medonosna biljka. Ružmarinov med je svijetao, bistar i proziran. Okus mu je ugodan i blag te je bez mirisa. Brzo kristalizira u fine sitne kristale, a u čvrstom stanju je potpuno bijel (Šimić, 1980).

**Suncokret** (*Helianthus annuus L.*) je jednogodišnja biljka koja se uzgaja zbog proizvodnje ulja. U našoj zemlji najzastupljeniji je u Slavoniji. Cvjeta početkom srpnja, a medenju pogoduje vlažan zrak. Suncokretov med je jantarno žute boje, slatkog do blago trpkog okusa. Ima slab miris po biljci, a nakon vrcanja brzo kristalizira (Petrović Jojriš, 1979).

**Amorfa** (*Amorpha fruticosa L.*) je grm visine do 2 metra. Karakteriziraju je tamnocrveni do ljubičasti cvjetovi. Cvjetanje traje oko 15 dana, a započinje početkom lipnja, odmah nakon bagrema. Amorfa vrlo rijetko zamedi, otprilike svakih 10 godina. Amorfin med je tamno crvene boje, blagog mirisa i dobrog okusa (Šimić, 1980).

**Livadni med** se dobiva od različitih vrsta livadnog cvijeća. Sastav livadnog meda je medljika, lipa ili neke druge biljke koja cvatu u to vrijeme. Boja i okus meda ovise o podrijetlu nektara biljki prisutnih u medu. Med može kristalizirati brže ili sporije, a to ovisi o biljnoj vrsti koja je prisutna u livadnom medu. Livadni med je vrlo cijenjen zbog toga što prisutni nektar potječe od puno vrsti biljaka.

### 2.1.2. Medljikovac

Medna rosa ili medljika je slatka izlučevina, a nastaje kao proizvod kukaca iz reda jednakokrilaca (Homoptera). Za pčelarstvo od tih kukaca su najznačajnije lisne i štitaste uši. Prisutne se na listovima i ostalim dijelovima crnogoričnog i bjelogoričnog drveća. Moguće je predvidjeti pašu ili prinos medljike s njihovim intenzitetom jer je pojava medljike u izravnoj vezi s prisutnosti biljnih uši u šumi.

Medljikovac najčešće potječe od crnogoričnog (jela, smreka, bor, ariš) i bjelogoričnog (hrast, bukva, lipa) drveća. Med medljikovac karakterizira mali sadržaj peludi i elementi medljike (spore, gljivice i alge). U usporedbi s nektarnim medom, med medljikovac ima veću pH vrijednost jer ima više kiselina, zatim je manje sladak nego nektarni med, ima veću obojenost, sadrži više mineralnih tvari i veću količinu oligosaharida (Sajko i sur., 1996).

Najznačajnije vrste medljikovca su:

**Jelov medljikovac** je tamnosive do smeđe boje s tamnozelenom nijansom. Karakterizira ga ugodan okus i miris. Od lipnja do kasne jeseni lisne uši iz roda *Cinara* luče medljiku, ali to ovisi i o klimi i položaju jele. Stabla jele su najraširenija u Gorskom kotaru i Velikoj i Maloj kapeli (Persano Oddo i Piro, 2004).

**Smrekov medljikovac** je tamne jantarne boje s crvenkastom nijansom te izrazito intenzivnog mirisa po smoli. U svibnju i lipnju štitaste uši iz roda *Physokermes* luče medljiku. U Gorskom kotaru su smještene najveće šume smreke (Šimić, 1980).

**Hrastov medljikovac** je tamno crvene boje, slabog mirisa po hrastu, oporog okusa. Med je gust i rastezljiv, stoga se teško vrca iz saća. Najveće šume hrasta smještene su 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 nekad i crn. Ima okus po suhom voću i melasi koji se dugo zadržava u ustima. U našoj zemlji karakterističan je za područje Istre (Vahčić i Matković, 2009).

## 2.2. KEMIJSKI SASTAV MEDA

Med je složenog kemijskog sastava s više od 70 različitih komponenti koje mogu potjecati od pčela, od medonosne biljke ili mogu nastati tijekom zrenja u saću. Najzastupljeniji sastojci su ugljikohidrati, i to uglavnom fruktoza i glukoza, te voda koji zajedno čine više od 99 % meda. Ostali sastojci su proteini (uključujući enzime), mineralne tvari, vitamini, organske kiseline, fenolni spojevi, tvari arome (hlapljivi spojevi) i različiti derivati klorofila. Iako je udio tih tvari u medu vrlo mali (< 1 %) one su odgovorne za senzorska i nutritivna svojstva meda (Singhal i sur, 1997).

### 2.2.1. Ugljikohidrati

Ugljikohidrati su glavni sastojak meda, a zastupljeni su 73-83 %, što med čini prezasićenom otopinom šećera. Od ugljikohidrata najzastupljeniji su fruktoza, s udjelom od 33,3-40,0 % (prosječno 39,1 %) i glukoza s udjelom od 25,2-35,3 % (prosječno 30,3 %) (Škenderov i Ivanov, 1986).

Spomenuti monosaharidi čine prosječno 88-95 % ukupnih ugljikohidrata, stoga daju medu slatkoću, energetska vrijednost, ali najviše utječu na njegova fizikalna svojstva (viskoznost, gustoća, ljepljivost, sklonost kristalizaciji, higroskopnost te mikrobiološka aktivnost). Fruktoza, najzastupljeniji šećer u medu, je 1,5 puta slađa od konzumnog šećera (Vahčić i Matković, 2009).

U kemijskom sastavu meda identificirano je 11 disaharida: saharoza, maltoza, izomaltoza, nigerzoza, turanoza, kobioza, laminoriboza,  $\alpha$ - i  $\beta$ - trehaloza, i gentiobioza maltuloza i izomaltuloza melibioza. Također, identificirano 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 ugljikohidrata u medu ovise o botaničkom i geografskom podrijetlu, o sastavu i intenzitetu lučenja nektara, klimatskim uvjetima, fiziološkom stanju i pasmini pčela. Također, iz sastava ugljikohidrata može se utvrditi patvorenje meda. Iz udjela saharoze možemo vidjeti je li došlo do patvorenja meda, hranjenja pčela saharozom ili direktnog dodavanja saharoze u med. Dozvoljeni udio saharoze iznosi 5 %. Naravno postoje i iznimke, a tu su: med bagrema, lucerna, med biljaka *Banksia menziesii*, eukaliptusa, slatkovina *Hedysarum* i med citrusa koji smiju imati do 10 % saharoze i med lavande i boražina koji ne smiju imati više od 15 % saharoze (Vahčić i Matković, 2009).

### 2.2.2. Voda

Drugi najzastupljeniji sastojak meda je voda i njezin udio je između 15 % i 23 %. Udio vode može utjecati na neka fizikalna svojstva meda (kristalizaciju, viskoznost, specifičnu težinu), ali to ovisi o klimatskim uvjetima, pasmini pčela, snazi pčelinje zajednice, vlažnosti i temperaturi zraka u košnici, uvjetima pri preradi i čuvanju, ali i o botaničkom podrijetlu meda (Škenderov i Ivanov, 1986).

Količina vode se mijenja za vrijeme čuvanja u ovisnosti o vlažnosti zraka zbog higroskopnosti meda. Udio vode je najvažniji parametar kakvoće meda budući da određuje stabilnost meda i otpornost na mikrobiološko kvarenje (fermentaciju) tijekom čuvanja (Vahčić i Matković, 2009). Do kemijskih promjena u medu i promjena u organoleptičkim svojstvima meda dolazi fermentacijom. Pravilnikom o medu ograničava se sadržaj vode u medu na najviše 20 % jer se smatra da do fermentacije najvjerojatnije neće doći ukoliko je udjel vode ispod 18 %, ali ta mogućnost se ne može potpuno isključiti čak ni kod sadržaja vode ispod 17,1 %, jer na početak procesa fermentacije utječe i količina kvasaca u medu, temperatura čuvanja meda i raspodjela vode nakon kristalizacije meda (Pravilnik, 2015).

### 2.2.3. Proteini i aminokiseline

Proteini i aminokiseline u medu mogu biti biljnog (iz biljaka) i životinjskog (iz pčela) podrijetla. Također, proteini u medu se mogu nalaziti u obliku prave otopine aminokiselina ili u obliku koloida te mogu utjecati na neka fizikalna i kemijska svojstva (pjenjenje, stvaranje zračnih mjehurića, tamnjenje, zamućenje i kristalizacija meda) (Belčić i sur., 1979). Udio proteina u medu je od 0-1,7 %, a medljikovac sadrži više proteina od nektarnog (White i sur., 1978). U medu, osim proteina, se nalazi 18 esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina čiji omjeri variraju ovisno o vrsti meda. Prolin je najzastupljenija aminokiselina u medu. Određivanje botaničkog podrijetla na temelju aminokiselinskog profila otežava činjenica da značajan dio slobodnih aminokiselina u medu potječe od pčela što dovodi do velike različitosti u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu aminokiselina unutar jedne vrste meda. S Preporuka je da se analiza aminokiselinskog profila u svrhu određivanja botaničkog podrijetla kombinira s drugim metodama (Anklam, 1998).

### 2.2.4. Organske kiseline

U medu se organske kiseline nalaze u obliku estera te utječu na miris i okus meda. U početku se mislilo da se jedino mravlja kiselina nalazi u medu, no danas znamo čitav nizorganskih kiselina. Od kiselina prisutnih u medu u velikim količinama prisutne su: mravlja,



oksalna, maslačna, octena, limunska, vinska, jabučna, piroglutaminska, mliječna, benzojeva, maleinska, glukonska, valerijanska, jantarna, pirogroždana,  $\alpha$ -ketoglutaratna, glikolna i 2,3-fosfogliceratna. Najzastupljenija od njih je glukonska koja nastaje iz monosaharida glukoze djelovanjem enzima glukoza oksidaze. Tamniji medovi su kiseliji, a bagremov, livadni i kestenov med sadrže manju količinu organskih kiselina (Anupama i sur, 2003).

#### 2.2.5. Vitamini

Vitamini su prisutni u malim količinama te oni nisu dovoljni za svakodnevne potrebe ljudskog organizma. Nalazimo ih u različitim sastavima i količinama ovisno o podrijetlu. U najvećoj količini se nalaze vitamin B, vitamin K i vitamin C (Vahčić i Matković, 2009). Neke vrste meda mogu sadržavati vitamin E (livada) i folnu kiselinu koja je bitna za rast i razvoj (Balen, 2003).

#### 2.2.6. Enzimi

Med se razlikuje od ostalih zaslađivača po prisustvu enzima. Med sadrži invertazu, dijastazu (amilazu), glukoza oksidazu, katalazu, kiselu fosfatazu, peroksidazu, polifenoloksidazu, esterazu, inulazu i proteolitičke enzime (Škenderov i Ivanov, 1986). U tablici 1 prikazani su navedeni enzimi. Enzimi su vrlo značajne komponente jer njihova aktivnost se smatra pokazateljem kakvoće, stupnja zagrijavanja i trajnosti te čuvanja meda (White i sur., 1963). Također, enzimi zajedno s proteinima medu daju svojstva koja se umjetnim putem ne mogu proizvesti niti nadomjestiti (Singhal i sur, 1997).

Tablica 1. Enzimi prisutni u medu (National Honey Board, 2005)

Naziv enzima	Reakcija koju katalizira
dijastaza ( $\alpha$ - i $\beta$ -amilaza)	razgrađuje škrob na druge ugljikohidrate (dekstrine, oligo-, di- i monosaharide)
invertaza ( $\alpha$ -glukozidaza)	razgrađuje saharozu na glukozu i fruktozu (invertni šećer) uz nastajanje manjih količina kompleksnih šećera
glukoza oksidaza	u oksidativnoj reakciji prevodi glukozu u glukonolakton koji prelazi u glukonsku kiselinu i vodikov peroksid
katalaza	djeluje kada je med zreo, prevodeći vodikov peroksid u vodu i kisik
kisela fosfataza	hidrolizira fosfatne estere
proteaza	hidrolizira proteine i polipeptide na manje peptide
esteraza	hidrolizira esterske veze
$\beta$ -glukozidaza	prevodi $\beta$ -glukane u oligosaharide i glukozu

#### 2.2.7. Mineralne tvari

U medu mineralne tvari su prisutne u malim količinama, ali su bitni za zdravlje ljudskog organizma. U nektarnom medu udio mineralnih tvari iznosi od 0,1 % do 0,2 %, a u medljikovcu do 1,5 % izraženo kao udio pepela. Mineralne tvari prisutne u medu su: kalij, natrij, kalcij, fosfor, sumpor, klor, magnezij, željezo i aluminij, a u malim količinama prisutni su još i bakar, mangan, krom, cink, olovo, arsen, titan i selen. Najzastupljeniji mineral je kalij koji čini  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{2}$  od ukupnog udjela svih mineralnih tvari, a zajedno s natrijem, kalcijem i fosforom najmanje 50 % (Škenderov i Ivanov, 1986). Udio mineralnih tvari u medu ovisi o njegovom botaničkom podrijetlu, o sastavu tla i klimatskim uvjetima (Przybyłowski i Wilczyńska, 2001). Na medu proizvedenom u Španjolskoj utvrđeno je da ista vrsta meda, odnosno med dobiven od iste vrste biljke pokazuje sličnosti u količini određenih mineralnih tvari, stoga se udio i sastav mineralnih tvari koristi kao metoda određivanja botaničkog i geografskog podrijetla meda (Fernandez-Torres i sur. 2005).

### 2.2.8. Fitokemikalije

Ljekoviti utjecaj iz meda potječe iz tvari koje nazivamo fitokemikalije. Fitokemikalije potječu iz biljaka s kojih su pčele skupljale nektar ili mednu rosu. Jedna od grupa fitokemikalija su antioksidansi i flavanoidi. Antioksidansi nas štite od oksidativnog djelovanja slobodnih radikala (reaktivne molekule koje sadrže jedan nesparen elektron te lančanim reakcijama uzrokuju starenje i uništavanje stanica). Antioksidansi mogu biti enzimski ili neenzimski. U medu su cijenjeni jer sprječavaju njegovo kvarenje koje može biti posljedica svjetlosti, topline i nekih metala. Flavonoidi su grupa antioksidansa koji se nalaze u biljkama i vezani su uz fotosintezu pa ih nalazimo u voću, povrću, sjemenkama i medu. Njihova funkcija je privlačenje oprašivača te zaštita od patogenih mikroorganizma (Cushnie, 2005).

### 2.2.9. Hidroksimetilfurfural

Hidroksimetilfurfural je ciklički aldehid, a nastaje dehidracijom fruktoze i glukoze u kiselom mediju ili u Maillardovim reakcijama. Njegova pojava i udio u medu ovise o vrsti meda, o pH-vrijednosti meda, o udjelu kiselina i vlage i o izloženosti meda svjetlosti (Spano i sur, 2005). Udio hidroksimetilfurfurala se u početku koristio kao indikator patvorenja meda dodavanjem sirupa invertnog šećera, ali spoznalo se kako prirodno zagrijavani medovi imaju veće udjele HMF-a, stoga se udio ove tvari koristi kao pokazatelj zagrijavanja i nepravilnog skladištenja meda. Općenito je udio HMF-a u medu manji od  $1 \text{ mg kg}^{-1}$  te se može povećati do  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  ako je temperatura okoline iznad  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  (Vahčić i Matković, 2009). Dozvoljeni udio hidroksimetilfurfurala u hrvatskim medovima iznosi  $40 \text{ mg kg}^{-1}$  i identičan je udjelu kojeg dozvoljavaju Codex Alimentarius i Europska komisija (Pravilnik, 2015).

Tablica 2. Prosječni kemijski sastav meda (National Honey Board, 2005)

SASTOJAK	JEDNA ČAJNA ŽLICA MEDA (21g)	VRIJEDNOSTI NA 100g
<b>UKUPNA ENERGIJA</b>	255 kJ (64 kcal)	1273 kJ (304 kcal)
energija iz ugljikohidrata	253 kJ (63 kcal)	1269 kJ (303 kcal)
energija iz bjelančevina	1 kJ (0,2 kcal)	4,2 kJ (1 kcal)
energija iz masti	0 kJ (0 kcal)	0 kJ (0 kcal)
<b>UKUPNI UGLJIKOHIDRATI</b>	17,46 g	82,40 g
fruktoza	8,16 g	38,50 g
glukoza	6,57 g	31,00 g
maltoza	1,53 g	7,20 g
saharoza	0,32 g	1,50 g
galaktoza	0,62 g	3,1 g
ostali	0,21 g	0,9 g
<b>VITAMINI</b>		
vitamin C	0,11 mg	0,50 mg
riboflavin	0,01 mg	0,04 mg
niacin	0,03 mg	0,12 mg
pantotenska kiselina	0,01 mg	0,07 mg
vitamin B6	0,01 mg	0,02 mg
folat	0,42 µg	2,00 µg
<b>MINERALNE TVARI</b>		
kalcij	1,27 mg	6,00 mg
željezo	0,09 mg	0,42 mg
magnezij	0,42 mg	2,00 mg
fosfor	0,85 mg	4,00 mg
kalij	11,02 mg	52,00 mg
natrij	0,85 mg	4,00 mg
čink	0,05 mg	0,22 mg
bakar	0,01 mg	0,04 mg
mangan	0,02 mg	0,08 mg
selen	0,17 mg	0,80 mg

Tablica 2. Prosječni kemijski sastav meda (nastavak) (National Honey Board, 2005)

SASTOJAK	JEDNA ČAJNA ŽLICA MEDA (21 g)	VRIJEDNOSTI NA 100 g
<b>AMINOKISELINE</b>		
triptofan	0,001 g	0,004 g
treonin	0,001 g	0,004 g
leucin	0,002 g	0,010 g
lizin	0,002 g	0,008 g
metionin	0,0005 g	0,001 g
cistein	0,001 g	0,003 g
fenilalanin	0,002 g	0,011 g
tirozin	0,002 g	0,008 g
valin	0,002 g	0,009 g
arginin	0,001 g	0,005 g
histidin	0,0005 g	0,001 g
alanin	0,001 g	0,006 g
asparaginska kiselina	0,005 g	0,027 g
glutaminska kiselina	0,004 g	0,018 g
glicin	0,002 g	0,007 g
prolin	0,010 g	0,090 g
serin	0,001 g	0,006 g
<b>OSTALO</b>		
voda	3,62 g	17,15 g
dijetalna vlakna	0,04 g	0,20 g
ukupne masti	0,00 g	0,00 g
kolesterol	0,00 g	0,00 g
bjelančevine	0,06 g	0,30 g
pepeo	0,04 g	0,20 g

U tablici 2 prikazan je prosječni kemijski sastav meda u jednoj čajnoj žličici meda (21 g) te vrijednosti na 100 g.

### 2.3. FIZIKALNA SVOJSTVA MEDA

Fizikalna svojstva meda su: kristalizacija, viskoznost, higroskopnost, električna vodljivost, optička svojstva, indeks refrakcije te specifična masa i usko su povezana s kemijskim sastavom meda. Zbog razlika u sastavu meda vrijednosti ovih parametara pojedinih vrsta meda će biti različite (Škenderov i Ivanov, 1986). Pojedini sastojci meda utječu na određeno svojstvo ili istovremeno na nekoliko njih. Viskoznost, indeks refrakcije i specifična masa ovise o udjelu vode. Optička aktivnost je povezana sa sastavom i udjelom pojedinih ugljikohidrata, a električna vodljivost ovisi o udjelu mineralnih tvari (Lazaridou i sur, 2004).

### 2.3.1. Viskoznost

Viskoznost je jedno od glavnih fizikalnih svojstava meda, ono pokazuje njegov otpor tečenju, odnosno stupanj likvidnosti. Više čimbenika utječe na viskoznost, a to su: sastav meda, bilje od kojeg potječe nektar, temperatura i broj kristala u medu. Povećanjem udjela vode smanjuje se viskoznost, a udio nekih di- i trisaharida dovodi do veće viskoznosti. Uz udio vode, najveći utjecaj na viskoznost ima temperatura. Porastom temperature viskoznost meda se smanjuje zbog manjeg molekularnog trenja te hidrodinamičke sile su slabije. Taj utjecaj je najizraženiji kod temperature ispod 15 °C (Vahčić i Matković, 2009).

### 2.3.2. Kristalizacija

Med je prezasićena otopina glukoze, stoga spontano prelazi u stanje ravnoteže kristalizacijom suvišne količine glukoze u otopini. Tada glukoza gubi vodu (postaje glukoza monohidrat) i prelazi u kristalni oblik, a voda, koja je prije bila vezana na glukozu, postaje slobodna pa se stoga povećava sadržaj vode u nekristaliziranim dijelovima meda. Med postaje skloniji fermentaciji i kvarenju, mijenja boju, postaje svjetliji, više nije proziran te mijenja i okus. Brzina kristalizacije ovisi o omjeru glukoze i fruktoze. Medljikovac s više glukoze ima i veću sklonost kristalizaciji. Također, kristalizacija ovisi i o udjelu minerala, organskih kiselina, proteina, temperaturi skladištenja i vlažnosti zraka. Inicijatori kristalizacije su i pelud, prašina, vosak i potresanje meda. Najpovoljnija temperatura za kristalizaciju je od 10 do 20 °C, idealno 11-15 °C, a ispod 5 °C i iznad 27 °C nema kristalizacije. Kristalizacija meda se može spriječiti čuvanjem meda na temperaturi nižoj od 11 °C, dobro zatvoren da ne dođe do apsorpcije vode. Ako je omjer glukoze i vode manji od 1,7 med neće kristalizirati, a kad taj omjer prijeđe 2,1 med brzo kristalizira. Kristalizacijom se ne gube nikakva svojstva meda niti mu se smanjuje kvaliteta, ali se izbjegava jer izgleda odbojno potrošačima (Škenderov i Ivanov, 1986).

### 2.3.3. Higroskopnost

Higroskopnost je fizikalno svojstvo meda koje u ovisnosti o relativnoj vlažnosti zraka i udjelu vode na sebe veže ili otpušta. Na taj proces utječe velika količina šećera u medu, posebno fruktoze koja je higroskopnija od glukoze. Sve dok se ne uspostavi ravnoteža, proces se odvija, a promjene se većinom događaju na površini jer je zbog velike viskoznosti gibanje vode u unutrašnjost vrlo spora (Vahčić i Matković, 2009). Čuvanjem meda u vlažnim prostorijama dovodi do povećanja masenog udjela vode i do mogućnosti fermentacije i kvarenja (Škenderov i Ivanov, 1986).

#### 2.3.4. Električna provodnost

Električna vodljivost je fizikalno svojstvo koje ovisi o udjelu mineralnih tvari i kiselina u medu. Što je taj udio veći, veća je i sposobnost meda da provodi električnu struju. Električna provodnost u medu je definirana kao provodnost 20 %-tne vodene otopine meda pri temperaturi od 20 °C gdje se 20 % odnosi na suhu tvar meda (White i sur., 1963). Mjerna jedinica za električnu vodljivost je milisimens po centimetru ( $\text{mS cm}^{-1}$ ). U novije vrijeme električna vodljivost se koristi u određivanju kakvoće meda te se služi i kriterij određivanja botaničkog podrijetla meda, ali i za razlikovanje nektarnog meda od medljikovca. Prema zakonskoj regulativi nektarni i miješani med moraju imati električnu vodljivost manju od  $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$ , a medljikovac i med kestena veću od  $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$ . Iznimke su medovi eukaliptusa, vrijeska i lipe, zbog prirodno velikih varijacija u električnoj vodljivosti (Pravilnik, 2015).

#### 2.3.5. Optička aktivnost

Vodena otopina meda je optički aktivna. Vodena otopina meda zaokreće ravninu polarizirane svjetlosti. Optička aktivnost je funkcija udjela ugljikohidrata u medu. Fruktaza zakreće ravninu polarizirane svjetlosti ulijevo, a glukoza, svi disaharidi, trisaharidi i viši oligosaharidi udesno (Škenderov i Ivanov, 1986). Nektarni med zbog većeg udjela fruktoze zakreće svjetlost ulijevo (pokazuje negativnu optičku aktivnost), dok medljikovac zbog većeg udjela oligosaharida, najviše melecitoze i erloze, zakreće svjetlost udesno, tj. pokazuje pozitivnu optičku aktivnost (Vahčić i Matković, 2009).

#### 2.3.6. Indeks refrakcije

Udjel vode, odnosno topljive suhe tvari u medu se određuje mjerenjem indeksa refrakcije. Mjerenje se provodi refraktometrom. Refraktometar radi na principu loma svjetlosti pri prolasku kroz otopinu. Mjerenje se provodi u većini slučajeva pri 20 °C, a dobiveni rezultati se razlikuju ovisno o temperaturi mjerenja (Bogdanov i sur., 1999).

#### 2.3.7. Specifična masa

Specifična masa meda je omjer mase meda prema masi iste količine vode i ovisi o udjelu vode u medu. Specifična masa kvalitetnih vrsta meda veća je od 1,42. Medonosno bilje od kojeg potječe nektar može utjecati na specifičnu masu meda (National Honey Board, 2005).

## 2.4. SENZORSKA SVOJSTVA MEDA

Boja, okus i miris su najvažnija senzorska svojstva meda. Ona ovise o biljnom podrijetlu meda, o njegovoj preradi i skladištenju. Senzorska analiza je neizostavna u procjeni kakvoće meda jer rezultati senzorskog ispitivanja mogu uočiti i neka patvorenja meda, kao npr. patvorenje dodavanjem šećera, dobivanje meda hranjenjem pčela šećerom te deklariranje neodgovarajuće vrste meda s obzirom na botaničko podrijetlo. Također, moguće je i utvrditi kontaminaciju stranim tvarima kao što su sredstva protiv moljaca, repelenti, miris i okus dima (Škenderov i Ivanov, 1986).

### 2.4.1. Boja meda

Boja je meda svijetložuta, žuta, smeđa do tamnosmeđa, a to ovisi o botaničkom podrijetlu. Bagremov med ima izrazito svijetlu boju, dok kestenov med ima tamnosmeđu boju. Boja ostalih medova kreće se između te dvije krajnosti boja. Osim bagremovog meda, svijetlu boju ima i livadni med te med od djeteline, dok med od lipe ima crvenkastu boju. Tamnožutu boju ima med od vrijeska, jantarnožutu suncokretov med i med uljane repice, a kadulja ima žućkasto smeđu boju. Medljikovci i heljdin med su tamne boje. Nakon kristalizacije med postaje svjetliji jer su kristali glukoze bijeli, ali potamni tijekom skladištenja. Ako se čuva pri višoj temperaturi intenzivnije će potamniti (Škenderov i Ivanov, 1986).

### 2.4.2. Okus meda

Prepoznatljivi okus meda je slatkoća. Slatkoća ovisi o udjelu i omjeru glukoze, fruktoze, aminokiselina, eteričnih ulja i organskih kiselina. Okus meda kreće se od slatkog do gorkog. Gorak okus karakterističan je za kestenov med. Malo gorčine ima i med trešnje, višnje i heljde. Med od vrijeska je oporog okusa, dok med od repice ima okus po saću. Oštar okus ima med od kadulje i mente. Pri senzorskom ocjenjivanju okus je bitna značajka za određivanje vrste meda. Nakon fermentacije med poprima kiseo okus (Škenderov i Ivanov, 1986).

### 2.4.3. Miris meda

Miris meda ovisi o biljci od koje je dobiven. Čuvanjem ili zagrijavanjem miris slabi ili nestaje jer su mirisne tvari lakohlapljive. Kod nekih vrsta meda nema specifičnog mirisa, dok kod nekih vrsta, poput kestena i lavande, prisutan je karakteristični miris po medonosnoj biljci. Mirisne tvari mogu se svrstati u tri skupine: karbonilni spojevi (aldehidi i ketoni), alkoholi i esteri. Med sadrži preko 50 spojeva koji mu daju miris (Škenderov i Ivanov, 1986).



## 2.5. LJEKOVITOST MEDA

Med ima antimikrobna svojstva, a to proizlazi iz visoke osmolarnosti, kiselosti i udjela brojnih inhibirajućih tvari (vodikov peroksid, flavonoidi, fenolne kiseline). Također, med može inhibirati rast mikroorganizama i gljivica. Med ima bakteriostatski i baktericidni učinak kod patogenih vrsta bakterija kao npr. *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, itd. Nizak aktivitet vode i niska pH-vrijednost inhibiraju rast bakterija. Med ima i antioksidativno djelovanje jer sadrži glukoza-oksidazu, katalazu te askorbinsku kiselinu. U nekim istraživanjima dokazan je i protuupalan učinak meda koja pretpostavljaju da med sprječava formiranje radikala oslobođenih iz upalnih tkiva, uz činjenicu da antibakterijski učinci meda smanjuju upale. Također, neka istraživanja su pokazala da unos od 75 g meda dnevno snižava razinu ukupnog kolesterola, LDL-kolesterola i triglicerida, a blago povećava udio HDL-kolesterola. Isto tako, med značajno povećava frekvenciju srca i razinu glukoze u krvi tijekom vježbanja, stoga može biti i učinkovit izvor ugljikohidrata kod sportskih natjecanja.

Afrin i suradnici u istraživanju kojeg su proveli 2020. godine kažu da su se u velikom broju studija pokazali antikancerogeni učinci meda i njegovih fenolnih komponenti na *in vitro* i *in vivo* modelima. Zaključuju da je iz dostupnih izvora dokazano da med ima imunomodulatorne učinke te da posjeduje anti-proliferativna, apoptotska i antimetastazna svojstva kod različitih tipova malignih bolesti. U terapijama se pokazao sigurnim i bez nuspojava. Med također ima svojstvo ublažavanja simptoma kemoterapijskih lijekova, najvjerojatnije zbog svojih antioksidacijskih komponenata (Afrin i sur., 2020).

Gheldof i suradnici su 2002. godine u provedenom istraživanju pripisivali antioksidativna svojstva meda kombiniranom učinku širokog spektra tvari (fenola, peptida, organskih kiselina, enzima i produkata Maillardovih reakcija) (Gheldof i sur., 2002). Godine 2019. objavljeno je revijalno izvješće u kojem Waheed i suradnici iznose da su flavonoidi (kempferol, katehin i kvercetin) i fenolne kiseline (kofeinska kiselina i galna kiselina) tvari u medu sa antikancerogenim djelovanjem (Waheed i sur., 2019).

Glikemijski indeks meda ovisi o količini i omjeru glukoze i fruktoze, koji je relativno nizak u odnosu na ostale zaslađivače. Unatoč mnogim pozitivnim učincima koje med ima na zdravlje, utjecaj na parametar razine glukoze u krvi vrlo je upitan zbog visoke koncentracije jednostavnih ugljikohidrata koje med sadrži. Kod nekih istraživanja možemo vidjeti pozitivnu korelaciju konzumacije meda na razinu šećera u krvi, no s druge strane u nekim istraživanjima nije pronađena navedena poveznica. Istraživanja koja su provedena na životinjama uglavnom

pokazuju pozitivne učinke (Zamanian i Azizi-Soleiman, 2020). Ramli i suradnici nakon provedenog istraživanja su zaključili da med ima potencijalno zaštitnički utjecaj kod metaboličkog sindroma (Ramli i sur., 2018).

Med, prema nekim istraživanjima, je i bogat izvor inhibitora kolinesteraze, stoga ima potencijalan učinak u tretiranju Alzheimerove bolesti. Na ovu temu provode se daljnja istraživanja (Baranowska-Wójcik i sur., 2020).

Kod zacjeljivanja ozljeda med je pokazao veću učinkovitost od konvencionalnih tretmana, kao što su poliuretanski film, parafinska gaza, soframicin-impregnirana gaza, sterilno platno te brže zacjeljivanje inficiranih post-operativnih rana nego uz antiseptike i gazu. Zbog svojih fizikalno-kemijskih osobitosti med apliciran na ranu djeluje kao mehanička barijera što za posljedicu ima smanjeno stvaranje eksudata. Također, zbog visoke osmolarnosti i protuupalnog djelovanja, omogućava ubrzano cijeljenje (Jull i sur., 2015).

Primjena meda u terapijske svrhe je ograničena zbog toga što različite vrste meda imaju različite sastave. Važno je naglasiti da med ima jači učinak od svojih izoliranih komponenata, što je najvjerojatnije posljedica sinergističkog djelovanja. Nema mnogo provedenih istraživanja o učinku meda na zdravlje, ali taj učinak je poznat još od najstarijih vremena. Dokazano je da med u svom sastavu sadrži komponente koje imaju zaštitnički učinak na organizam u borbi protiv mnogih bolesti, a za uvođenje meda u terapijsku primjenu potrebna je proizvodnja standardiziranog meda s točno definiranom djelotvornošću.

## 2.6. KONTROLA KVALITETE MEDA

Pravilnikom o medu (2015) je određen kriterij sastava meda. Med koji se stavlja na tržište te med koji se upotrebljava u bilo kojem proizvodu namijenjenom za konzumaciju mora zadovoljavati te kriterije. Da bi kvaliteta meda bila u skladu sa zahtjevima potrebno je odrediti udio šećera, od koji su najznačajniji glukoza, fruktoza te saharoza, zatim količinu vode u medu, električnu vodljivost meda, kiselost, te aktivnost hidrosimetilfurfurala. Ostali parametri važni za kontrolu kvalitete meda koji se mogu određivati su aktivnost dijastaze, te količina tvari netopljivih u vodi.

Količina vode u medu je bitna za čuvanje i za određivanje zrelosti meda prije vađenja iz košnice. Prevelika količina vode u medu može dovesti do nepoželjnog vrenja i u konačnici do kvarenja meda. Prisutnost vlage u medu možemo sami bez instrumenta prepoznati tako što se

kap meda koji ima veći postotak vlage brže razlije na staklenoj površini, dok kap meda s manje ili idealnim omjerom vlage ostaje spljoštena.

Također, moramo uzeti u obzir da različite vrste meda posjeduju različita svojstva, pa tako i postotak vode nije identičan u svim vrstama. Idealni postoci kreću se kad je postotak od 13 do 20 %. Iskusni pčelari mogu vizualnim pogledom procijeniti sadržava li med veći ili manji udio vode te tako procijeniti je li med spreman za vađenje iz košnice. Kako bi bili sigurni koliko vlage sadrži med koristi se uređaj za određivanje vlage u medu, a to je refraktometar (Downey i sur., 2005). Prema Pravilniku o medu (2015), dozvoljeni udio vode u medu iznosi najviše 20 %.

Ukupna kiselost je važan pokazatelj kakvoće meda, a pH vrijednosti meda su u rasponu od 3,2 do 6,5 (Vahčić i Matković, 2009). Naime, udio kiselina u medu znatno utječe na fermentacijske procese, a zbog prisutnosti mnogih organskih kiselina u obliku estera dolazi do utjecaja na miris i okus. Visoka kiselost nastaje kao posljedica fermentacije meda, odnosno fermentacije alkohola u organske kiseline tijekom nekog vremena (Huidobro i sur., 2001.). Niski pH meda inhibira prisutnost i rast mikroorganizama i doprinosi kompatibilnosti meda s mnogim prehrambenim proizvodima u smislu pH i kiselosti (Gomes i sur., 2011.). Tako je kiselost od velike važnosti za vrijeme vrcanja i skladištenja meda, jer utječe na njegovu teksturu, stabilnost i trajnost (Downey i sur., 2005). Prema Pravilniku o medu (2015) određena je kiselost od najviše 50 mmol kg<sup>-1</sup>.

Također i količina šećera u medu je vrlo važna. Zbog visokog udjela šećera med je vrlo higroskopan, stoga u kontaktu s vlažnim zrakom može apsorbirati određenu količinu vode, a veliki postotak vode u medu može stvarati probleme pri obradi, procesiranju i skladištenju (Downey i sur., 2005). Prema Pravilniku o medu (2015), dozvoljeni udio šećera u medu iznosi najmanje 60 %.

Električna provodnost je svojstvo koje uvelike ovisi o prisustvu koncentracije mineralnih soli, organskih kiselina i proteina u uzorcima meda (Chua i sur., 2012.). Stoga, što je ukupan sadržaj mineralnih tvari veći, veća je i električna provodnost. S druge strane, električna provodnost je u negativnoj korelaciji s količinom vlage u uzorcima meda. Zbog jednostavnosti i brzine određivanja danas se sve više koristi u rutinskoj kontroli kakvoće meda, a umjesto određivanja udjela pepela. Ovaj pokazatelj pokazuje veliku varijabilnost u skladu s botaničkim podrijetlom meda te je važan pokazatelj razlikovanja vrsta meda s obzirom na botaničko podrijetlo (Chua i sur., 2012.). Prema Pravilniku o medu (2015) određena je električna

provodnost od ( $\text{mS cm}^{-1}$ ): najviše 0,8 za sve vrste meda; najmanje 0,8 za med medljikovac i med od kestena i njihove mješavine; iznimke su med od planike, vrijesa, eukaliptusa, lipe, vrijeska, manuke i čajevca (Pravilnik, 2015).

Na formiranje HMF-a utječu faktori kao što su temperatura i vrijeme zagrijavanja, izloženost svjetla, metalna ambalaža, uvjeti skladištenja te ostale kemijske karakteristike meda koje ovise o podrijetlu meda i drugim prirodnim faktorima. Povišenjem temperature i dužim zagrijavanjem nastaju povoljni uvjeti za stvaranje HMF-a, te je dokazano da se HMF stvara i pri skladištenju meda na nižim temperaturama, samo mnogo manjom brzinom. Osim povišenja temperature, na udio HMF-a u medu znatno djeluje i pH-vrijednost samog meda, jer je dokazano da vrste meda s nižom pH-vrijednošću imaju veći udio HMF-a, nego vrste meda s višom pH-vrijednošću.

Prema Pravilniku o medu (2015), dozvoljeni udio HMF-a u medu iznosi  $40 \text{ mg kg}^{-1}$  i jednak je količini koju dozvoljavaju Codex Alimentarius u Europskoj komisiji. Medovi čija je količina HMF-a veća od  $40 \text{ mg kg}^{-1}$  mogu se upotrebljavati kao industrijski medovi, odnosno kao sirovina za neke nove proizvode.

Tablica 3. Kriteriji sastava meda prema važećem Pravilniku o medu (2015) koji su određivani u ovom radu u svrhu kontrole kvalitete meda

<b>ANALIZIRANI SASTOJCI ILI FIZIKALNA SVOJSTVA MEDA</b>	<b>PROPISANE KOLIČINE ILI VRIJEDNOSTI</b>
Količina šećera a) količina fruktoze i glukoze (zbroj) • cvjetni med a) količina saharoze • općenito	najmanje $60 \text{ g/100 g}$    najviše $5 \text{ g/100 g}$
Količina vode • općenito	najviše $20 \%$
Električna provodnost • cvjetni med	najviše $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$
Slobodne kiseline • općenito	najviše $50 \text{ mEq kiseline na } 1000 \text{ g}$
Aktivnost hidrosimetilfurfurala (HMF)	najviše $40 \text{ mg kg}^{-1}$

## 2.7. PATVORENJE MEDA

Patvorenje meda visoko fruktoznim sirupom (high fructose corn syrup, HFCS) započelo je još 80-ih godina 20. stoljeća (Croft, 1987). Med je danas, nakon maslinovog ulja (Downey i sur., 2002) i mlijeka (Moncayo i sur., 2017), namirnica koja se najviše patvori (Siddiqui i sur., 2017; Wang i sur., 2015; González i sur., 2018). U istraživanju koje je provedeno 2018. godine, u različitim uzorcima meda detektirani su različiti udjeli fruktoznog sirupa od 10 do 90 % (González i sur., 2018). Analiza se provodila kombinacijom UV/Vis spektroskopije i kemometrijskih metoda (HCA, PCA, LDA). Također, može se provoditi i pomoću C-izotopa, plinske kromatografije (CG), tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC) te nuklearne magnetske rezonancije (NMR). Jedan od indikatora patvorenja meda je i niska zastupljenost prolina (najzastupljenija aminokiselina u medu), a u med dopijeva tijekom prerade nektara, većinom iz pčela (Marušić, 2010).

Fruktozni sirup je zbog svojih svojstava najčešće korišten jeftini zaslađivač kojim se patvori med. Osim njega koriste se i šećer te invertni i maltozni sirup. Postoje dokazi o utjecaju dodanih šećera na promjene u metabolizmu i povećan rizik od pretilosti, bolesti srca i dijabetesa. EFSA je 2018. godine iznijela da je prema dosadašnjim istraživanjima moguće zaključiti 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 se rastuća prevalencija pretilosti i dijabetesa u SAD-u može povezati s rastućom konzumacijom ove tvari (Bray i sur., 2004). Konzumacija HFCS je u SAD-u veća za 1/3 nego u Europi. Med je 100 % prirodna tvar te regulativa ne dozvoljava nikakvo dodavanje stranih tvari, stoga je analiza meda od neizmjerne važnosti za zaštitu i zdravlje potrošača.

## 2.8. SKLADIŠTENJE MEDA

Med skladišten u zatvorenoj posudi može ostati stabilan duže vrijeme. Najčešće preporučeni rok trajanja je 2 godine. Prerađeni med mora se skladištiti na temperaturi od 18 do 24 °C (White i sur., 1978). Visokim temperaturama med se smije izlagati samo na kratke periode da ne bi došlo do nepoželjnih posljedica. Tijekom pregrijavanja meda, heksoze poput glukoze i fruktoze otpuštaju tri molekule vode i formira se 5-hidroksi-2-furaldehid odnosno hidroksimetilfurfural (HMF). Visoki udio HMF-a može nastati kao posljedica dugog zagrijavanja tijekom prerade, dugog i nepravilnog skladištenja te patvorenja meda dodavanjem invertnog šećera (Šarić i sur., 2008). Maksimalna dozvoljena količina HMF-a u medu je 40 mg kg<sup>-1</sup>, a to je Europska komisija odredila u svrhu potvrde da med nije prestar, pregrijavan ili

falsificiran, odnosno HMF služi kao indikator starenja i kvalitete. Med se koristio kao konzervans tijekom povijesti, jer može usporiti lipidnu oksidaciju mesa, ali i enzimsko posmeđivanje i gubitak boje kod voća i povrća (zbog izlaganja zraku, svjetlosti i visokoj temperaturi ili metalima).

## 3. EKSPERIMENTALNI DIO

### 3.1. MATERIJALI

U ovom radu analizirana su ukupno 42 uzorka cvjetnog meda poznatog podrijetla s područja Republike Hrvatske iz 2020. godine. U svim uzorcima provedena je analiza sljedećih fizikalno – kemijskih parametara: maseni udio vode, kiselost, električna provodnost, maseni udio hidroksimetilfurfurala, maseni udio reducirajućih šećera.

### 3.2. METODE RADA

#### 3.2.1. Priprema uzorka meda za analizu

Ovisno o konzistenciji meda, uzorci za analizu pripremaju se na razne načine (IHC, 2009).

- Ako je med 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.
- Ako se određuje dijastaza ili hidroksimetilfurfural, med se ne zagrijava .
- 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 se priprema na način koji je utvrđen kod pripreme uzorka za analizu, a nakon toga se pri temperaturi od 20 °C odredi indeks refrakcije s refraktometrom. Na temelju izmjerenog

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

Pomoću konduktometra mjerimo električnu provodnost 20 %-tne otopine meda. Određivanje se bazira na mjerenju električne otpornosti koja je obrnuto proporcionalna električnoj provodnosti.

Pomoću otopine KCl, pri temperaturi od 20 °C, 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 ( $\text{mS cm}^{-1}$ )

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

$G$  – provodnost ( $\text{mS}$ )

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

### 3.2.4. Određivanje kiselosti meda

Pripremljeni uzorak se titrira, uz fenolftalein, otopinom  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  natrijeva hidroksida do pojave svijetlo ružičaste boje (IHC, 2009).

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

$$\text{Kiselost} = 10 \times V \quad [2]$$



gdje V označava broj potrošenih mL 0,1 mol (NaOH)/L 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:

#### 1. Otopina p-toluidina

U vodenoj kupelji, laganim zagrijavanjem, otopi se u 50 mL 2-propanola 10,0 grama p-toluidina. Nekoliko mL 2-propanola prenese u odmjernu tikvicu od 100 mL i pomiješa se s 10 mL ledene octene kiseline. Nakon što se ohladi na sobnu temperaturu, tikvica se nadopuni 2-propanolom do oznake. Prije upotrebe otopina mora odstajati barem 24 sata na tamnom mjestu te se mora baciti nakon 3 dana ili ako dođe do pojave neprikladnog obojenja.

#### 2. Otopina barbiturne kiseline

U odmjernu tikvicu od 100 ml prenese se 500 mg barbiturne kiseline sa 70 ml vode. Tikvica se začepi i lagano se otapa sadržaj tikvice zagrijavanjem u vodenoj kupelji. Zatim se tikvica ohladi na sobnu temperaturu i nadopuni do oznake.

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

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

Postupak:

U 20 ml vode otopimo izvaganih 10 g meda te u otopinu kvantitativno prenesemo u odmjernu tikvicu od 50 ml i dodamo 1 mL Carrezove otopine I. Poslije toga se doda 1 mL Carrezove otopine II te otopinu promiješamo. Tikvicu nadopunimo vodom do oznake te ponovo promiješamo. Kap etanola sprječava mogućnost pjenjenja. Otopina se filtrira kroz filter papir. Prvih 10 mL filtrata se baca, a ostatak analize odmah treba dovršiti. U slučaju da su uzorci vrlo bistri, pročišćavanje Carrezovim otopinama nije potrebno.

Određivanje:

2 mL otopine uzorka otpipetiramo u dvije epruvete. Nakon toga u obje epruvete dodamo 5 mL otopine p-toluidina. U jednu epruvetu se doda 1 mL vode i ona predstavlja slijepu probu, a u drugu epruvetu se doda 1 mL otopine barbiturne kiseline uz lagano miješanje. Reagensi se dodaju bez prekida. Sve se mora završiti za 1 do 2 minute. Nakon 3 – 4 minute, kada intenzitet boje dosegne maksimum, očita se apsorbancija na 550 nm u kiveti promjera 1 cm.

Udio hidroksimetilfurfurala se računa prema sljedećoj formuli [3]:

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

pri čemu je:

A - apsorbancija

192 - faktor razrjeđenja i koeficijent

m - masa meda (g)

### 3.2.6. Određivanje reducirajućih šećera

Metoda se temelji na redukciji Fehlingove otopine titracijom pomoću otopine reduciranih šećera iz meda uz upotrebu metilenskog modrog bojila kao indikatora (IHC, 2009).

Reagensi:

- Fehlingova otopina

Otopina A: otopi se 69,28 g bakrenog sulfata ( $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ) 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 ( $\text{C}_4\text{H}_4\text{KNaO}_6 \times 4\text{H}_2\text{O}$ ) i 100 g natrijeva hidroksida (NaOH) u litri destilirane vode. Otopina se zatim filtrira.

- 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 °C do 15 °C do sedam dana, a na temperaturi od 20 °C do 25 °C tri dana.

Pripremljenoj otopini doda se vode do jedne litre. Neposredno prije upotrebe odgovarajuća se

količina otopine neutralizira 1 mol otopinom NaOH L<sup>-1</sup>, a potom se razrijedi do zahtijevane potrebne koncentracije (2 g L<sup>-1</sup>) - standardna otopina.

Napomena: 1 %-tna zakiseljena otopina invertnog šećera stabilna je nekoliko mjeseci.

- Otopina metilenskog modrog bojila

Otopi se 2 g metilenskog modrog bojila u destiliranoj vodi, a zatim se razrijedi vodom do jedne litre.

- Stipsa (otopina stipse):

Pripremi se hladno zasićena otopina [K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> x 24H<sub>2</sub>O] u vodi. Zatim se uz stalno miješanje štapićem dodaje se amonijev hidroksid tako dugo dok otopina ne postane alkalna, što 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 utvrđujemo 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<sub>1</sub>) homogeniziranoga meda i prenese u tikvicu od 100 mL. Doda se 5 mL stipse i tikvica se nadopuni vodom do oznake, pri temperaturi od 20 °C. Zatim se otopina filtrira.

b) U odmjernu tikvicu od 500 mL otpipetiramo 10 mL uzorka pod a) i nadopunimo ju destiliranom vodom do oznake na tikvici.

Postupak II. :

a) U odmjernu tikvicu volumena od 200 mL kvantitativno prenesemo prethodno izvavano 2g (W<sub>2</sub>) homogeniziranog meda te tikvicu nadopunimo 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. 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:

Prije početka titracije dodaje se određena količina vode iz razloga što ukupni obujam tvari na kraju redukcijske titracije mora biti 35 mL. Budući da se pravilnikom za med propisuje više od 60 % reduciranih šećera (računatih kao invertni šećer), potrebno je najprije obaviti titraciju, da bi se utvrdio točan obujam vode što se dodaje da bi se u postupku analize osigurala redukcija pri stalnom volumenu. Volumen potrebne količine vode računa se odbijanjem potrošenog volumena razrijeđene otopine meda u prethodnoj titraciji. U stožastu Erlenmeyerovu tikvicu od 50 mL prenese se 5 mL Fehlingove otopine, nakon čega se doda 5 mL Fehlingove otopine B, 7 mL destilirane vode, malo plovučca i 15 mL razrijeđene otopine meda iz birete. Otopina se zagrijava do vrenja, zatim dvije minute polako vrije i za to vrijeme doda se 1 mL 0,2 %-tne otopine metilenskog modrog bojila. Titracija se završi 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:

U stožastu Erlenmeyerovu tikvicu volumena 250 mL odmjeri se 5 mL Fehlingove otopine A i doda se 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 otopina 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:  $C = 25/W_1 \times 1000/Y1$  [4]

□ postupak II:  $C = 2/W_2 \times 1000/Y2$  [5]

pri čemu je:

C- invertni šećer

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

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

### 3.2.7. Određivanje udjela saharoze

Princip

Metoda je temeljena na hidrolizi saharoze, redukciji Fehlingove otopine titracijom reduciranim šećerom iz hidrolizata meda uz metilensko modro bojilo (IHC, 2009).

Reagensi:

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

Priprema uzorka:

U odmjernu tikvicu od 200 mL kvantitativno prenesemo prethodno izvaganog 2 g homogeniziranog meda, nakon čega med otopimo u destiliranoj vodi te nadopunimo tikvicu do oznake.

Hidroliza uzorka:

Otopinu meda od 50 mL prenesemo u tikvicu od 100 mL te dodamo 25 mL destilirane vode. Potom se pripremljeni uzorak zagrijava do temperature od 65 °C u kipućoj vodenoj kupelji. Nakon toga se tikvica izvadi iz kupelji i doda joj se 10 mL solne kiseline. Otopinu hladimo 15 minuta. Zatim ohladimo otopinu na temperaturu 20 °C i neutraliziramo otopinu otopinom 5 mol NaOH L<sup>-1</sup> uz upotrebu lakmus papira kao indikatora. Ponovno ohladimo tikvicu na 20 °C, nakon čega se nadopuni vodom do volumena 100 mL (razrijeđena otopina meda).

Određivanje:

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

Izračunavanje:

Prvo se izračuna postotak invertnog šećera nakon inverzije. Kod računanja koristimo formulu 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 ovom poglavlju prikazane su dobivene vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara cvjetnog meda (maseni udio vode, električna provodnost, kiselost, maseni udio HMF-a, maseni udio reducirajućih šećera, maseni udio saharoze), što je navedeno u tablici 4. Također, fizikalno-kemijski parametri cvjetnog meda iz ovog istraživanja uspoređivani su s drugim istraživanjima, što je prikazano na slikama.

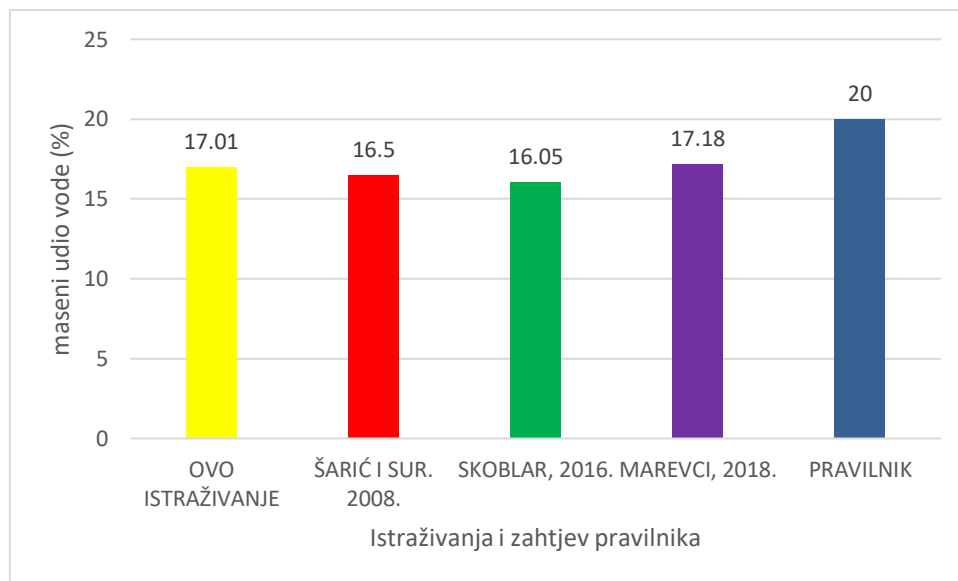
Tablica 4. Fizikalno-kemijski parametri u uzorcima cvjetnog meda

Broj uzorka	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 (%)
20	15,76	0,33	26,92	22,27	70,45	0,81
21	17,04	0,57	26,92	43,58	69,08	1,49
23	17,32	0,40	20,87	9,02	70,57	0
26	18,60	0,45	21,21	3,26	61,57	2,43
27	18,68	0,71	35,28	3,26	65,61	1,20
28	16,64	0,74	29,97	6,72	69,66	0,91
29	19,32	0,32	30,24	5,57	68,13	1,63
31	15,84	0,35	29,06	17,28	61,57	1,29
32	15,84	0,34	18,27	2,50	65,11	1,83
33	16,87	0,62	20,10	3,07	67,21	2,06
35	16,64	0,34	19,21	4,99	71,06	0,94
42	17,80	0,80	27,27	6,72	67,67	0,53
45	16,64	0,21	14,11	6,53	70,60	1,40
47	15,92	0,43	21,91	14,02	70,57	0
51	16,32	0,33	17,13	17,86	66,85	1,10
52	15,92	0,39	28,97	41,28	59,05	2,52
55	19,80	0,46	29,12	4,032	69,38	1,19
56	16,52	0,29	25,12	16,32	70,57	0
57	18,12	0,28	18,98	4,61	68,70	1,87
60	19,08	0,79	27,03	6,14	66,94	0,18
66	17,68	0,71	24,92	5,38	63,10	3,84
69	16,68	0,57	30,39	8,06	67,76	2,00
70	15,72	0,84	26,26	2,50	71,68	0,32
72	14,68	0,55	26,26	14,98	61,57	2,68

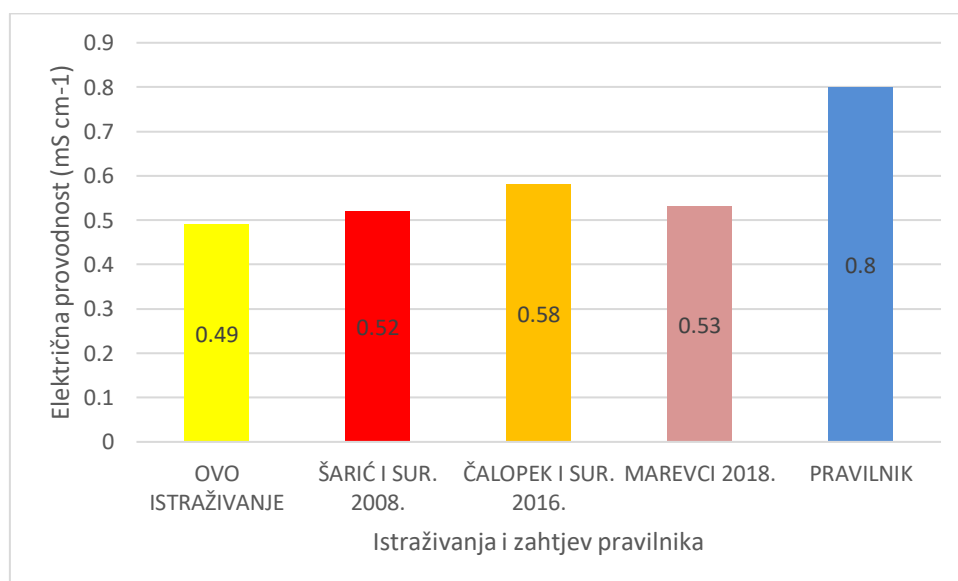


Tablica 4. Fizikalno-kemijski parametri u uzorcima cvjetnog meda (nastavak)

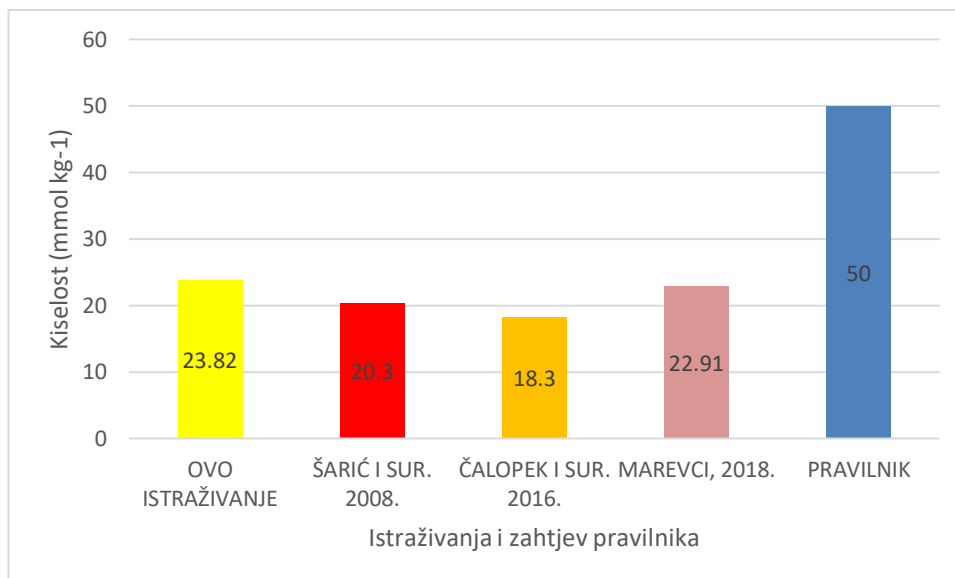
Broj uzorka	Maseni udio vode (%)	Električna provodnost (mS cm <sup>-1</sup> )	Kiselost (mmol kg <sup>-1</sup> )	Maseni udio HMF-a (mg kg <sup>-1</sup> )	Maseni udio reducirajućih šećera (%)	Maseni udio saharoze (%)
73	16,64	0,55	21,10	6,34	57,46	4,11
75	15,88	0,26	12,01	3,26	70,56	1,32
76	16,93	0,40	28,00	10,18	71,06	0,94
81	15,84	0,70	20,36	6,14	70,57	0,69
88	14,07	0,38	19,06	4,99	67,76	0,84
95	17,48	0,55	25,07	0	61,57	1,29
99	19,08	0,72	29,85	4,99	65,26	3,04
100	18,6	0,19	13,21	12,29	64,41	3,54
101	16,64	0,78	22,31	18,62	67,67	2,90
102	16,93	0,27	17,17	4,61	67,48	3,09
107	16,00	0,81	22,04	5,95	65,96	1,35
108	16,72	0,43	25,12	5,18	61,57	2,68
110	16,24	0,31	14,97	9,22	71,06	0,82
114	16,87	0,38	25,92	0	66,85	1,35
119	18,84	0,39	18,02	2,50	66,13	1,82
121	17,60	0,49	34,24	2,69	71,06	0,94
122	17,80	0,64	36,43	0	70,57	0
126	16,64	0,58	20,14	6,91	67,14	3,16
<b>Prosječna vrijednost</b>	17,01	0,49	23,82	8,90	67,12	1,57
<b>Standardna devijacija</b>	1,26	0,19	5,92	9,28	3,65	1,09
<b>Koeficijent varijabilnosti (%)</b>	7,40	37,88	24,86	98,71	5,44	69,02
<b>Zahtjevi pravilnika</b>	<20	<0,8	<50	<40	>60	<5



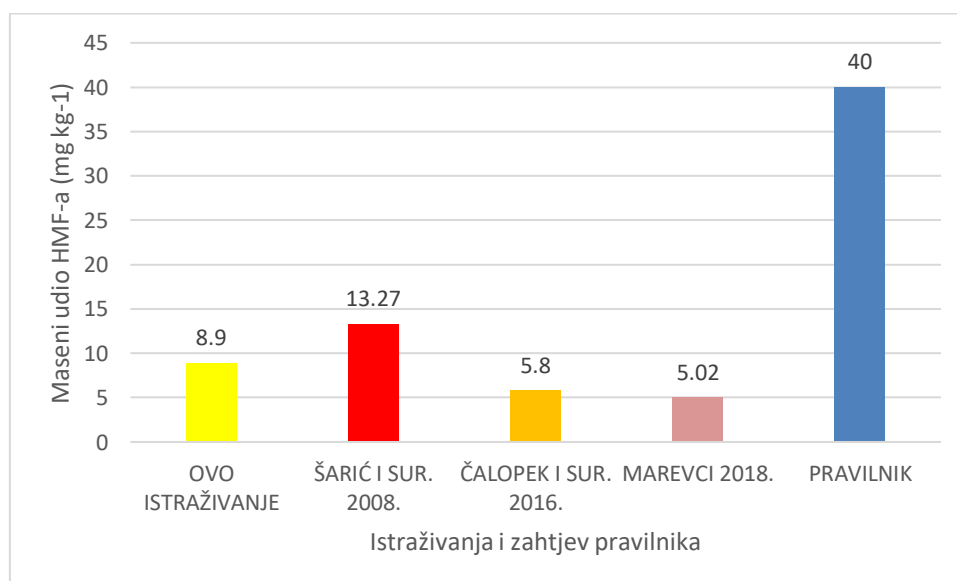
Slika 1. Usporedba zahtjeva Pravilnika o medu (2015.) i prosječnih vrijednosti masenih udjela vode uzoraka cvjetnog meda u ovom i sličnim istraživanjima



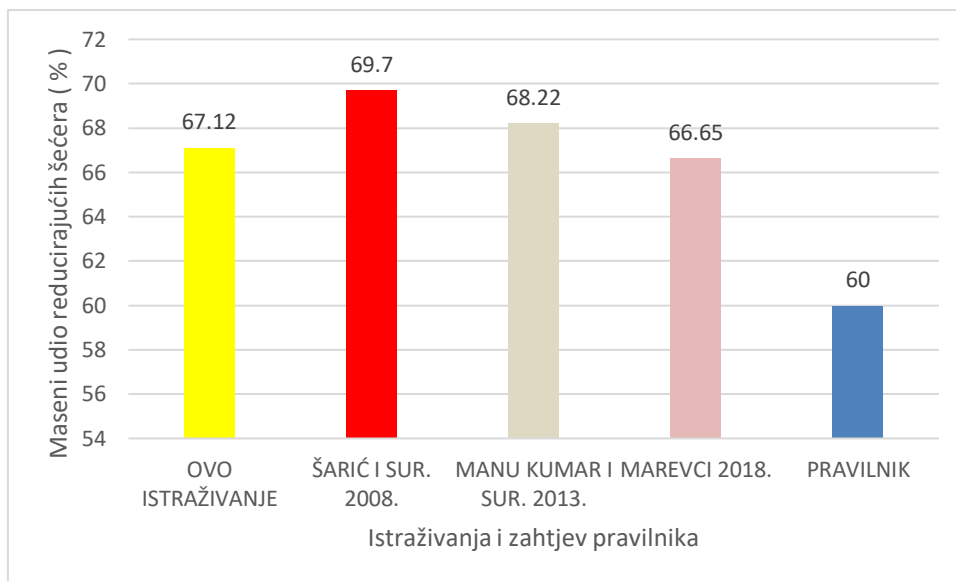
Slika 2. Usporedba zahtjeva Pravilnika o medu (2015.) i prosječnih vrijednosti električne provodnosti uzoraka cvjetnog meda u ovom i sličnim istraživanjima



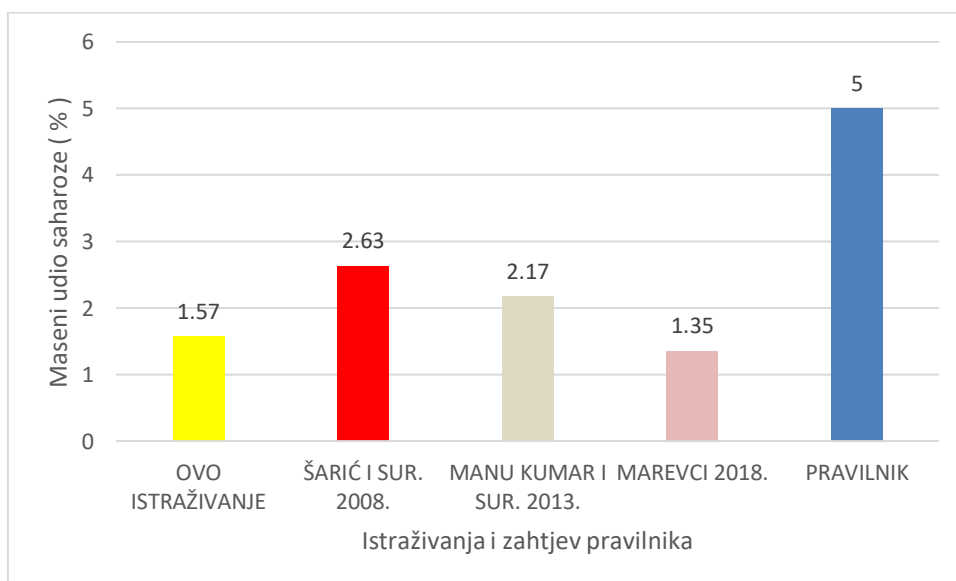
Slika 3. Usporedba zahtjeva Pravilnika o medu (2015) i prosječnih vrijednosti kiselosti uzoraka cvjetnog meda u ovom i sličnim istraživanjima



Slika 4. Usporedba zahtjeva Pravilnika o medu (2015) i prosječnih vrijednosti masenih udjela HMF-a uzoraka cvjetnog meda u ovom i sličnim istraživanjima



Slika 5. Usporedba zahtjeva Pravilnika o medu (2015) i prosječnih vrijednosti masenih udjela reducirajućih šećera uzoraka cvjetnog meda u ovom i sličnim istraživanjima



Slika 6. Usporedba zahtjeva Pravilnika o medu (2015) i prosječnih vrijednosti masenih udjela saharoze uzoraka cvjetnog meda u ovom i sličnim istraživanjima

U prikazanoj tablici nalaze se rezultati fizikalno-kemijskih parametara cvjetnog meda iz 2020. godine. Uz rezultate izračunate su i prosječna vrijednost, standardna devijacija, koeficijent varijabilnosti i zahtjevi Pravilnika za cvjetni med.

Slike 1, 2, 3, 4, 5 i 6 prikazuju usporedbu prosječnih vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara (maseni udio vode, električna provodnost, kiselost, maseni udio HMF-a, maseni udio reducirajućih šećera i maseni udio saharoze) cvjetnih medova u ovom istraživanju sa zahtjevima Pravilnika o medu (2015) i drugim istraživanjima.

Prosječna vrijednost za **maseni udio vode** iznosila je 17,01 %, s tim da je najmanja vrijednost iznosila 14,07 %, a najveća 19,32 %, što je prikazano u tablici 4. U ispitivanim cvjetnim medovima svi maseni udjeli vode zadovoljavaju kriterije Pravilnika o medu (2015). Pravilnik o medu (2015) propisuje da cvjetni med može sadržavati najviše 20 % vode. Šarić i suradnici (2008) proveli istraživanje u kojem možemo vidjeti da cvjetni medovi iz 2003., 2004. i 2005. godine imaju približno jednaku prosječnu vrijednost za udio vode. Dobiveni prosječni udjeli vode redom za ove spomenute godine iznose: 16 %, 16,8 %, 16,7 %. Također, u istraživanju koje je provela Skoblar (2016) na uzorcima cvjetnog meda, utvrđen je prosječni maseni udio vode od 16,05 %, dok u istraživanju koje je provela Marevci (2018) na uzorcima cvjetnog meda iz Hrvatske, prosječni maseni udio vode u uzorcima cvjetnog meda bio je 17,18 %. Usporedba prosječnih vrijednosti masenih udjela vode cvjetnih medova navedenih istraživanja, zajedno sa zahtjevom Pravilnika je prikazana na slici 1. Usporedbom rezultata ovog istraživanja s ostalim istraživanjima, zaključuje se da se vrijednosti masenih udjela vode cvjetnih medova značajno ne razlikuju.

Prosječna vrijednost za **električnu provodnost** cvjetnih medova iznosila je 0,49 mS cm<sup>-1</sup>. Najmanja vrijednost za električnu provodnost bila je 0,19 mS cm<sup>-1</sup>, a najveća 0,84 mS cm<sup>-1</sup>, što je prikazano u tablici 4. Prema Pravilniku za med, električna provodnost za cvjetni med mora biti manja od 0,8 mS cm<sup>-1</sup>. Prema rezultatima iz tablice 4 zaključujem da uzorak broj 70 i 107 nije zadovoljio taj zahtjev. Prosječna vrijednost električne provodnosti za cvjetne medove, kojeg su proveli Šarić i suradnici (2008) za 2003., 2004., 2005. godinu iznosile su: 0,61 mS cm<sup>-1</sup>, 0,47 mS cm<sup>-1</sup> te 0,47 mS cm<sup>-1</sup>. U analizi kakvoće koju su proveli Čalopek i suradnici (2016), kod cvjetnog meda je prosječna vrijednost električne vodljivosti za 21 uzorak meda iznosila 0,58 mS cm<sup>-1</sup>. U istraživanju kojeg je provela Marevci (2018), prosječna vrijednost električne vodljivosti iznosila je 0,53 mS cm<sup>-1</sup>. Usporedba prosječnih vrijednosti električne provodnosti cvjetnih medova navedenih istraživanja, zajedno sa zahtjevom Pravilnika je prikazana na slici

2. Usporedbom rezultata ovog istraživanja u odnosu na ostala istraživanja, zaključuje se da su prosječne vrijednosti električne provodnosti vrlo slične.

Prosječna vrijednost za **kiselost** u ispitivanim uzorcima iznosila je 23,82 mmol kg<sup>-1</sup>. Najmanja vrijednost kiselog meda iznosila je 12,01 mmol kg<sup>-1</sup>, dok je najveća iznosila 36,43 mmol kg<sup>-1</sup>, što je prikazano u tablici 4. Svi ispitivani uzorci cvjetnog meda zadovoljavaju Pravilnik o medu (2015) prema kojem vrijednost kiselosti za cvjetni med ne smije prelaziti 50 mmol kg<sup>-1</sup>. Šarić i suradnici (2008) proveli istraživanje u kojem možemo vidjeti da je prosječna vrijednost kiselosti za med iz 2003. godine iznosila 21,4 mmol kg<sup>-1</sup>, za med iz 2004. godine 18,5 mmol kg<sup>-1</sup> te za med iz 2005. godine 21 mmol kg<sup>-1</sup>. U procjeni kvalitete različitih vrsta meda koju je proveo Čalopek sa suradnicima (2016), prosječna vrijednost kiselosti kod uzoraka cvjetnog meda je iznosila 18,3 mmol kg<sup>-1</sup>. U istraživanju kojeg je provela Marevci (2018), prosječna vrijednost kiselosti iznosila je 22,91 mmol kg<sup>-1</sup>. Usporedba prosječnih vrijednosti kiselosti cvjetnih medova navedenih istraživanja, zajedno sa zahtjevom Pravilnika je prikazana na slici 3. Usporedbom rezultata ovog istraživanja u odnosu na rezultate istraživanja kojeg su proveli Šarić i sur. (2008) te rezultate istraživanja koje je provela Marevci (2018), zaključuje se da je prosječna vrijednost kiselosti u ovom istraživanju veća. S druge strane, prosječna vrijednost kiselosti u istraživanju kojeg su proveli Čalopek i sur. (2016) je manja u odnosu na ovo istraživanje.

Prosječna vrijednost za **maseni udio HMF- a** u uzorcima cvjetnog meda iznosila je 8,90 mg kg<sup>-1</sup>. Najmanja vrijednost masenog udjela HMF-a bila je 0 mg/kg, a najveća vrijednost bila je 43,58 mg kg<sup>-1</sup>. Koeficijent varijabilnosti, kao parametar veličine rasipanja, je 98,71 %, zbog velike razlike u rasponu masenih udjela HMF-a, što je prikazano u tablici 4. Šarić i suradnici proveli su istraživanje (2008) i prosječna vrijednost masenog udjela HMF-a za medove iz 2003. godine iznosila je 6,7 mg kg<sup>-1</sup>, dok za medove iz 2004. godine ta vrijednost iznosila je 6,6 mg kg<sup>-1</sup> te za medove iz 2005. godine iznosila je 26,5 mg kg<sup>-1</sup>. Prosječni udio HMF-a za cvjetne medove je najveći 2005., a razlog može biti nepravilna prerada meda ili nepravilno skladištenje. Također, vrijednost HMF-a je pokazatelj starosti meda. Prema rezultatima iz tablice 4 zaključuje se da uzorak broj 95, 114 i 122 ne sadrže HMF, što znači da su svježije cijedjeni medovi izravno poslani na analizu. Uzorci 21 i 52 ne zadovoljavaju uvjete Pravilnika o medu (2015) koji govori da maseni udio hidrosimetilfurfurala smije iznositi najviše 40 mg kg<sup>-1</sup>, dok ostali uzorci zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika. Prema istraživanju koje je proveo Čalopek sa suradnicima (2016), prosječna vrijednost kod uzoraka cvjetnog meda iznosila je 5,80 mg kg<sup>-1</sup>. U istraživanju kojeg je provela Marevci (2018), prosječna vrijednost za maseni udio HMF-a

iznosila je 5,02 mg kg<sup>-1</sup>. Usporedba prosječnih vrijednosti masenih udjela HMF-a cvjetnih medova navedenih istraživanja, zajedno sa zahtjevom Pravilnika je prikazana na slici 4. U ovom istraživanju prosječna vrijednost masenog udjela HMF-a je manja u odnosu na istraživanje kojeg su proveli Šarić i sur.(2008), a veća u odnosu na istraživanja koja su proveli Čalopek (2016) i sur. i Marevci (2018).

U ispitivanim uzorcima cvjetnog meda, prosječna vrijednost za **maseni udio reducirajućih šećera** iznosila je 67,12 %. Najmanja vrijednost za maseni udio reducirajućih šećera bila je 61,57 %, dok najveća vrijednost bila je 71,68 %, što je prikazano u tablici 4. Pravilnik o medu (2015) propisuje vrijednost veću od 60,00 %, stoga svi uzorci zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika. U istraživanjima koje su proveli Šarić i suradnici (2008), medovi iz 2003. godine imaju prosječnu vrijednost masenog udjela reducirajućih šećera 71,2 %, medovi iz 2004. godine 69,7 %, a oni iz 2005. godine 68,2 %. Prema istraživanju kojeg su proveli indijski znanstvenici (2013), udio reducirajućih šećera se kreće u rasponu od 62,2 % do 70,24 % (Manu Kumar i sur., 2013). U istraživanju kojeg je provela Marevci (2018), prosječna vrijednost za maseni udio reducirajućih šećera iznosila je 66,65 %. Usporedba prosječnih vrijednosti masenih udjela reducirajućih šećera cvjetnih medova navedenih istraživanja, zajedno sa zahtjevom Pravilnika je prikazana na slici 5. Usporedbom rezultata ovog istraživanja s ostalim istraživanjima, zaključuje se da nema značajnije razlike.

Prosječna vrijednost za **udio saharoze** u cvjetnom medu iznosila je 1,57 % Vrijednost za med s najmanjim udjelom saharoze bila je 0 %, a za med s najvećim 4,11 %, što je prikazano u tablici 4. Pravilnik o medu (2015) zahtjeva da vrijednost za udio saharoze iznosi manje od 5 %, stoga svi uzorci odgovaraju zahtjevu. Za cvjetne medove iz 2003., 2004., 2005., iz istraživanja koje su proveli Šarić i suradnici (2008), prosječna vrijednost udjela saharoze iznosi redom za godine: 2,4 %, 3,7 % i 1,8 %. U istraživanju koje su proveli Manu Kumar i suradnici (2013), udio saharoze u medovima iz različitih područja Indije se kreće između 1,76 % i 2,58 %. U istraživanju kojeg je provela Marevci (2018), prosječni udio saharoze u uzorcima cvjetnog meda je bio 1,35 %. Usporedba prosječnih vrijednosti masenih udjela saharoze cvjetnih medova navedenih istraživanja, zajedno sa zahtjevom Pravilnika je prikazana na slici 6. Usporedbom rezultata ovog istraživanja u odnosu na rezultate ostalih istraživanja, zaključuje se da se prosječne vrijednosti masenih udjela saharoze značajno ne razlikuju.

## 5. ZAKLJUČAK

Nakon provedenog eksperimentalnog dijela istraživanja fizikalno-kemijskih parametara u 42 uzorka cvjetnog meda iz Republike Hrvatske iz 2020. godine, zaključuje se:

1. Maseni udio vode za sve uzorke odgovara Pravilniku, koji ističe da maseni udio vode ne smije biti veći od 20 %.
2. Električna provodnost prema Pravilniku ne smije prelaziti  $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$ , no u 2 analizirana uzorka ta vrijednost je veća i ne odgovara zahtjevima. Za te uzorke može se reći da su mješavina cvjetnog i šumskog meda, gdje prisutnost medljike utječe na povećani udio mineralnih tvari te samim time i na električnu provodnost. Ostali analizirani uzorci zadovoljavaju kriterije Pravilnika.
3. Kiselost je za sve uzorke odgovarala zahtjevima Pravilnika koji propisuje da kiselost ne smije biti veća od  $50 \text{ mmol kg}^{-1}$ .
4. Tri uzorka cvjetnog meda ne sadrže HMF, što znači da su svježe cijedeći medovi izravno poslani na analizu. Dva uzorka cvjetnog meda ne zadovoljavaju uvjete propisane Pravilnikom o medu jer imaju maseni udio HMF-a veći od  $40 \text{ mg kg}^{-1}$ , dok ostali analizirani uzorci zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika.
5. Udio reducirajućih šećera je za sve uzorke bio veći od 60 grama na 100 grama meda te su time zadovoljeni zahtjevi Pravilnika.
6. Maseni udio saharoze za sve uzorke odgovara Pravilniku jer imaju maseni udio manji od 5 %.
7. Dobiveni rezultati su u skladu s drugim istraživanjima.



## 6. LITERATURA

- Afrin, S., Haneefa, S., Fernandez-Cabezudo, M., Giampieri, F., Al-Ramadi, B., Battino, M. (2020) Therapeutic and preventive properties of honey and its bioactive compounds in cancer: An evidence-based review. *Nutr. Res. Rev.* **33**, 50-76.
- Anklam, E. (1998) A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chem.* **63**, 549-562.
- 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.
- Balen, A. (2003) Pčelarstvo u Petrinji: 1952-2002, Pčelarska udruga, Petrinja.
- Baranowska-Wójcik, E., Sz wajgier, D., Winiarska-Mieczan, A. (2020) Honey as the Potential Natural Source of Cholinesterase Inhibitors in Alzheimer's Disease. *Plant Foods Hum. Nutr.* **75**, 30–32.
- Belčić, J., Katalinić, J., Loc, D., Lončarević, S., Peradin, L., Šimunić, F., Tomašec, I. (1979) Pčelarstvo, 4. izd., Nakladni zavod Znanje, Zagreb.
- Bogdanov, S., Rouff, K., Oddo, L. P. (2004) Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie* **35** (Suppl. 1), S4 – S17.
- 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.
- Chua, L. S., Abdul-Rahaman, N. L., Sarmidi, M. R., Aziz, R. (2012): Multi-elemental composition and physical properties of honey samples from Malaysia. *Food Chem.* **135**, 880-887.
- 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.
- 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.
- Gheldof, N., Wang, X. H., Engeseth, N. J. (2002) Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *J. Agric. Food Chem.* **50**, 5870-5877.
- Gomes, T., Feas, X., Iglesias, A., Estevinho, L. M., (2011) Study of organic honey from the Northeast of Portugal. *Molecules* **16**, 5374-5386.
- 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.
- Huidobro, J. F., Rea, M. E., Mato, I., Muniategui, S., Fernandez-Muino, M. A., Sancho, M. T. (2001) Variation of apparent ethanol content of unspoiled northwestern Spanish honeys during storage. *Food Chem.* **73**, 417-420.
- IHC (2009) Harmonised methods of the International Honey Commission. IHC- International Honey Commission, [www.ihc-platform.net](http://www.ihc-platform.net).  
Pristupljeno 4. veljače 2021.
- Janković, A. (1979) Pčelinji proizvodi- hrana i lek, 3. izd., Nolit, Beograd.
- Jull, A. B., Cullum, N., Dumville, J. C., Westby, M. J., Deshpande, S., Walker, N. (2015) Honey as a topical treatment for wounds. *Cochrane Database Syst. Rev.* **3**, 429-516.
- Lazaridou, A., Biliaderis, C. G., Bacandritsos, N., Sabatini, A. G. (2004) Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. *J. Food Eng.* **64**, 9-21.

- 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.
- Manu Kumar, H. M., Ananda, A. P., Vishwanathan, D., Siddagangaiah (2013) Study of Physicochemical parameters and Antioxidant in Honey collected from different locations of India. *Int. J. Of Pharm. & Life Sci.*[online] **4**, 3159-3165.  
<[https://www.researchgate.net/publication/299562808\\_Physicochemical\\_parameters\\_and\\_Antioxidant\\_in\\_Honey\\_Collected\\_from\\_Different\\_Locations\\_of\\_India](https://www.researchgate.net/publication/299562808_Physicochemical_parameters_and_Antioxidant_in_Honey_Collected_from_Different_Locations_of_India)>.  
Pristupljeno 18. veljače 2021.
- Marevci, A. (2018) Kemijski sastav cvjetnog i livadnog meda (završni rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Marušić, J. (2010) Neki parametri kvalitete Hrvatskog meda (diplomski rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 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 2. 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.
- Pravilnik o medu (2015) *Narodne novine* **53**, Zagreb.
- Ramli, N. Z., Chin, K. Y., Zarkasi, K. A., Ahmad, F. (2018) A Review on the Protective Effects of Honey against Metabolic Syndrome. *Nutrients* **10**, 1009.
- 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., González, M., de Lorenzo, C., Sanz, J., Martínez-Castro, I. (2004) Carbohydrate composition and physico chemical properties of artisanal honeys from Madrid (Spain): occurrence of *Echium* sp honey. *J. Sci. Food Agric.* **84**, 1577-1584.

- 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.
- Skoblar, M. (2016) Kemijski sastav cvjetnog meda (završni rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Spano, N., Casula, L., Panzanelli, A., Pilo, M. I., Piu, P. C., Scanu, R., Tapparo, 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. (2015) 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.
- Šarić, G., Matković, D., Hruškar, M., Vahčić, N. (2008) Characterisation and Classification of Croatian Honey by Physicochemical Parameters. *Food Technol. Biotechnol.* **46**, 355- 367.
- Šimić, F. (1980) Naše medonosno bilje, Znanje, Zagreb.
- Škenderov, S., Ivanov, C. (1986) Pčelinji proizvodi i njihovo korišćenje, Nolit, Beograd.
- Vahčić, N., Matković, D. (2009) Kemijske, fizikalne i senzorske značajke meda, <<http://www.pcelinjak.hr>>.  
Pristupljeno 16. veljače 2021.
- Waheed, M., Hussain, M. B., Javed, A., Mushtaq, Z., Hassan, S., Shariati, M. A., Usman, K. M., Majeed, M., Nigam, M., Mishra, A. P., Heydari, M. (2019) Honey and cancer: A mechanistic review. *Clin. Nutr.* **38**, 2499-2503.
- 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.
- White, W. J, Chichester, C. O., Mrak, E. M., Stewart, G. F. (1978) Honey. *Adv. Food Res.* **24**, 288- 374.
- Zamanian, M., Azizi-Soleiman, F. (2020) Honey and glycemic control: A systematic review. *Pharma Nutr.* **11**, 100-180.

## 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.

Tea Bekavac