

Analiza fizikalno - kemijskih parametara raznih vrsta medova - sezona 2022.

Planinić, Ivo Marijan

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:159:439072>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2024.

Ivo Marijan Planinić

**ANALIZA FIZIKALNO – KEMIJSKIH
PARAMETARA RAZNIH VRSTA MEDOVA
– sezona 2022.**

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

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

Diplomski sveučilišni studij: Upravljanje sigurnošću hrane

ANALIZA FIZIKALNO – KEMIJSKIH PARAMETARA RAZNIH VRSTA MEDOVA – sezona 2022.

Ivo Marijan Planinić, univ. bacc. ing. techn. aliment. /0058222799

Sažetak: Med je pčelinji proizvod koji se zbog svojih istaknutih nutritivnih i ljekovitih svojstava smatra jako kvalitetnom namirnicom. Cilj ovog rada bio je odrediti fizikalno – kemijske parametre 53 uzorka raznih vrsta medova prikupljenih u svrhu natjecanja „Zzzagimed 2022“, na temelju kojih se ocjenjuje kvaliteta meda. Uz senzorska svojstva određivali su se fizikalno – kemijski parametri: maseni udio vode, maseni udio hidroksimetilfurfurala, maseni udio reducirajućih šećera, saharoza, kiselost i električna vodljivost. Analize su pokazale da svi uzorci zadovoljavaju kriterije propisane Pravilnikom o medu (NN 53/2015).

Ključne riječi: med, fizikalno – kemijski parametri, analiza, kontrola

Rad sadrži: 47 stranica, 6 tablica, 39 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološkoga fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: prof. dr. sc. Marina Krpan

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. prof. dr. sc. Nada Vahčić (predsjednik)
2. prof. dr. sc. Marina Krpan (mentor)
3. prof. dr. sc. Ines Panjkota Krbavčić (član)
4. izv. prof. dr. sc. Ivana Rumora Samarin (zamjenski član)

Datum obrane: 30. rujna 2024.

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

Graduate university study programme: Food Safety Management

PHYSICOCHEMICAL – CHARACTERISTICS VARIOUS TYPES OF HONEY – season 2022.

Ivo Marijan Planinić, univ. bacc. ing. techn. aliment./ 0058222799

Abstract: Honey is a bee product that is considered a high-quality food due to its outstanding nutritional and healing properties. The aim of this work was to determine the physico chemical parameters of 53 samples various types of honey collected for the purpose of the „Zzzagimed 2022“, competition, on the basis of which honey quality is evaluated. In addition to sensor properties, the following physicochemical parameters were determined: mass fractions of water, mass fractions of hydroxymethylfurfural, mass fractions of reducing sugars, sucrose, acidity and electrical conductivity. The analyzes showed that all samples of the various types of honey meet the criteria prescribed by the Ordinance on Honey (Official Gazette 53/2015).

Keywords: honey, physical and chemical parameters, analysis, control

Thesis contains: 47 pages, 6 tables, 39 references

Original in: Croatian

Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) form is deposited in the Library of the University of Zagreb Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: Marina Krpan, PhD, Full professor

Reviewers:

1. Nada Vahčić, PhD, Full professor (president)
2. Marina Krpan, PhD, Full professor (mentor)
3. Ines Panjkota Krbavčić, PhD, Full professor (member)
4. Ivana Rumora Samarin, PhD, Associate professor (substitute)

Thesis defended: September 30th, 2024

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. DEFINICIJA I PODJELA MEDA	2
2.2. KEMIJSKI SASTAV MEDA	4
2.2.1. Voda	5
2.2.2. Ugljikohidrati	5
2.2.3. Proteini i aminokiseline	6
2.2.4. Organske kiseline	6
2.2.5. Enzimi	6
2.2.6. Vitamini, mineralne tvari i fitokemikalije	7
2.2.7. Hidroksimetilfurfural (HMF)	7
2.3. FIZIKALNA SVOJSTVA MEDA	8
2.3.1. Kristalizacija meda	8
2.3.2. Higroskopnost meda	8
2.3.3. Električna provodnost meda	8
2.3.4. Optička aktivnost meda	9
2.3.5. Specifična masa meda	9
2.4. SENZORSKA SVOJSTVA MEDA	9
2.4.1. Boja meda	9
2.4.2. Miris meda	10
2.4.3. Okus meda	10
2.5. NUTRITIVNA I LJEKOVITA SVOJSTVA MEDA	10
3. EKSPERIMENTALNI DIO	13
3.1. MATERIJALI	13
3.2. METODE RADA	13
3.2.1. Priprema uzoraka meda za analizu	13
3.2.2. Određivanje udjela vode u medu	13
3.2.3. Određivanje udjela saharoze u medu	14
3.2.5. Određivanje kiselosti u medu	19
3.2.6. Određivanje udjela hidroksimetilfurfurala u medu (HMF)	20
3.2.7. Određivanje električne provodnosti meda	22

4. REZULTATI I RASPRAVA.....	24
5. ZAKLJUČCI	42
6. LITERATURA	43

1. UVOD

Med je prirodan proizvod koji stvaraju medonosne pčele (*Apis mellifera*) prerađujući nektar iz različitih biljaka ili medne rose (Anklam, 1998). Ova slatka tvar se od davnina koristi kao zaslađivač i u medicinske svrhe koristi se za liječenje različitih bolesti. Glavni sastojci meda su monosaharidi fruktoza i glukoza, dok osim ugljikohidrata, med sadrži i razne organske i anorganske kiseline, aminokiseline, proteine, enzime, flavonoide te vitamine (Denžić Lugomer i sur., 2017). Neki od važnijih kriterija za određivanje kvalitete meda su: maseni udio šećera, maseni udio vode, udio organskih kiselina, udio vitamina i mineralnih tvari, električna provodnost, slobodne kiseline, aktivnost enzima i udio hidroksimetilfurfurala (Pravilnik, 2015). Senzorska analiza ima značajnu ulogu u procjeni kvalitete meda i neizostavan je dio tog procesa. Pomoću senzorske analize može se otkriti krivotvorenje meda, poput dodavanja šećera ili hranjenja pčela šećerom, kao i neispravno deklariranje botaničkog podrijetla. Fizikalna svojstva meda usko su povezana s kemijskim svojstvima meda. U fizikalna svojstva meda spadaju kristalizacija, higroskopnost, električna provodnost, optička aktivnost te specifična masa (Lazaridou i sur., 2004). Med, osim što ima antimikrobna svojstva, sadrži i razne elemente poput željeza, bakra, cinka, silicija, mangana, joda, fluora, kobalta i molibdena, koji su važni za razvoj organizma. Uz ove minerale, med sadrži i jednostavne šećere koji se brže metaboliziraju od saharoze, što ga čini korisnim za borbu protiv umora i iscrpljenosti, jer organizam bržom razgradnjom monosaharida dobiva potrebnu energiju (Adamič i sur., 1984). Zbog tog razloga, med ima nutritivno važnu ulogu u prehrani čovjeka.

Cilj ovog rada bio je provesti fizikalno-kemijsku analizu uzoraka meda prikupljenih u svrhu provođenja natjecanja "Zzagimed 2022" te odrediti odgovaraju li dobivene vrijednosti za pojedine uzorke vrijednostima određenim Pravilnikom o medu. Analizirana su 53 uzorka raznih vrsta medova, a osim fizikalno kemijske analize za potrebe natjecanja provedena je i senzorska analiza.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. DEFINICIJA I PODJELA MEDA

Prema Pravilniku o medu iz 2015. godine, med je definiran kao prirodno sladak proizvod proizveden od medonosnih pčela (*Apis mellifera*) iz nektara medonosnih biljaka ili sekreta živih dijelova biljaka ili izlučevina insekata koji se hrane biljkama. Medonosne pčele skupljaju ove tvari, dodaju svoje specifične supstance, uklanjaju vodu, i pohranjuju ih u stanice saća dok ne sazru. U med se ne smiju dodavati nikakvi konzervansi, prirodna ili umjetna boja, aromatizirajuće sredstvo ili bilo koji drugi lijek koji nije prirodno prisutan u medu; isto tako, nijedna prirodna komponenta meda ne smije se odstraniti (Codex Alimentarius Commission, 2001.). Drugim riječima, med se ne može proizvesti industrijskim putem: pčele ga proizvode.

Med možemo podijeliti prema podrijetlu te prema načinu proizvodnje ili načinu prezentiranja.

a) Prema podrijetlu ga možemo podijeliti na:

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

b) Prema načinu proizvodnje ili prezentiranja možemo ga podijeliti na:

- med u saću (pčele ga skladište u stanicama svježe izgrađenog saća bez legla ili u satnim osnovama izgrađenim isključivo od pčelinjeg voska),
- med sa saćem ili med s dijelovima saća (sadrži jedan ili više komada meda),
- vrcani med (dobiva se vrcanjem otklopljenog saća bez legla),

- cijeđeni med (dobiva se ocjeđivanjem otklopljenog saća bez legla),

- filtrirani med (dobiva se na način koji tijekom uklanjanja stranih anorganskih ili organskih tvari dovodi do značajnog uklanjanja peludi),

- prešani med (dobiva se prešanjem saća bez legla, sa ili bez korištenja umjerene temperature koja ne smije prijeći 45 °C)

c) pekarski med (koristi se u industriji ili kao sastojak hrane koja se potom prerađuje i može imati strani okus ili miris, biti u stanju vrenja ili prevrio, ili biti pregrijan. (Pravilnik, 2015)

Kestenov med - kesten (*Castanea sativa Mill.*) je najmedonosnija voćna vrsta i jedina koja spada u biljke glavne pčelinje paše. Raste u samoniklim šumama u Istri, okolici Petrinje, Zagreba i Hrvatske Kostajnice. Cvjeta u lipnju i daje velike količine nektara. Kestenov med je tamne boje i brzo kristalizira. Jako je prepoznatljiv je po svom mirisu te gorkom i trpkom okusu.

Med od amorfe - amorfa (*Amorfa fruticosa L.*) je grm visine do 2 metra s tamnocrvenim cvjetovima. Cvjeta početkom lipnja, a zanimljivo je da rijetko kad dobro zamedi. Amorfin med je karakteristično crvenkast, blagog mirisa i okusa.

Kaduljin med - kadulja (*Salvia officinalis*) je višegodišnji drvenasti grm. Najbolje raste u predjelima od Dubrovnika do Metkovića, na Biokovu te otocima Braču, Kornatima, Dugom otoku, Pagu. Kaduljin med je svjetložute do zelene boje i ima izraziti miris po cvijetu biljke. Sporo kristalizira u srednje krupne kristale i vrlo je ugodnog okusa (Šimić, 1980).

Medljikovac med ili medna rosa je slatka tvar koja se nalazi na listovima i ostalim dijelovima

crnogoričnog i bjelogoričnog drveća. To je izlučevina kukaca iz reda jednakokrilaca (Homoptera) od kojih su najvažniji za pčelarstvo lisne i štitaste uši.

Suncokretov med – suncokret (*Helianthus annuus L.*) je jednogodišnja biljka koja se uzgaja zbog proizvodnje ulja i najraširenija je u Slavoniji. Cvjeta početkom srpnja i medenju pogoduje lijepo, stabilno vrijeme s vlažnim zrakom. Med od suncokreta je jantarno žute boje, slabog mirisa po biljci, slatkog do malo trpkog okusa. Poslije vrcanja brzo kristalizira (Petrović Jojriš, 1979)

Heljdin med – heljda (*Polygonaceae*) je najtamniji među svim cvjetnim vrstama, vrlo oštrog mirisa i okusa. Karakterizira ga nepotpuna kristalizacija u kristale srednje krupnoće (Kovačević i Rastija, 2009.) Tradicionalno se uzgaja na malim površinama i to najviše u sjeverozapadnoj Hrvatskoj na području Zagorja, Međimurja i Podravine.

Med od drače – drača (*Paliurus spina-christi Mill.*) je žute ili zatvoreno žute boje, bez mirisa. Okus mu je blag i malo opor. Med brzo kristalizira u krupne kristale, no to ne utječe na kvalitetu samog meda. (Jerković i sur., 2009) U Hrvatskoj se najčešće uzgaja uz samu obalu Jadranskog mora, te na otocima.

Med od uljane repice – uljana repica (*Brassicaceae*) cvjeta u travnju u trajanju od 20 do 25 dana kada pčelama daje velike količine nektara i peludi, osobito ako su košnice unutar njezina uzgoja. (Bačić i Sabo, 2007.) Med od uljane repice je svjetložute boje. Karakterizira ga brza kristalizacija te se često dodaje u druge medove kako bi potaknuo bržu i bolju kristalizaciju (Persano Oddo i sur., 2004.) Većinom se uzgaja na područjima Slavonije, Baranje i Podravine.

2.2. KEMIJSKI SASTAV MEDA

Kemijska svojstva meda najinformativnija su radna svojstva za utvrđivanje kvalitete i podrijetla meda. Kemijski sastav, bilo koje boje, okusa i mirisa, vrlo je promjenjiv i ovisi o mnoštvu faktora, prije svega o klimatskim uvjetima, geografskom i biljnom podrijetlu, pasmini pčele, ali također i o praktičnom iskustvu proizvođača, vještinama obrade i skladištenja. (Escuredo i sur., 2014). Glavni

medni sastojci su ugljikohidrati, uglavnom fruktoza i glukoza i voda, koje čine više od 99% njegove mase, dok je manja od 1% bjelančevina (uključujući enzime), mineralne tvari, vitamini, organske kiseline, fenolni spojevi, aromatične tvari (hlapi) spojevi) i različiti derivati klorofila. Ta se tvarna količina čini vrlo malom, ali zadovoljava osnove za senzorna i nutritivna svojstva (Vahčić i Matković, 2009).

Neki od važnijih kriterija za određivanje kvalitete meda su: maseni udio šećera, maseni udio vode, udio organskih kiselina, udio vitamina i mineralnih tvari, električna provodnost, slobodne kiseline, aktivnost enzima i udio hidroksimetilfurfurala (Pravilnik, 2015).

2.2.1.Voda

Zastupljenost vode u medu kreće se između 15 i 23 %, pa je voda drugi najzastupljeniji sastojak u medu. Udio je važan jer predstavlja stabilnost meda na mikrobiološko kvarenje, te se smatra najvažnijim parametrom kvalitete. Brojni su faktori koji utječu na udio vode u medu: botaničko porijeklo, sezonska razdoblja i vremenski uvjeti, temperaturu zraka, relativnu vlažnost, jakost cvjetanja, intenzitet izlučivanja nektara, intervenciju pčelara, veličina zajednice i uvjete čuvanja. (Vahčić, Matković, 2009). Voda utječe na njegova fizikalna svojstva, kristalizaciju, viskoznost i specifičnu težinu, pa veći udio vode u medu znači sporiju kristalizaciju ali i veću lakoću fermentacije. (Škenderov i Ivanov, 1986; Vahčić i Matković, 2009) Budući da je med higroskopan, udio se tijekom vremena mijenja ovisno o vlažnosti zraka i postotku fermentacije meda. Ako je udio vode manji od 18 %, neće doći do fermentacije, ali uz udio manji od 17,1 % nije isključena obustava fermentacije čak i kod udjela manjeg od 17,1 %, pod uvjetom da fermentacijski proces neće biti potpomognut prisutnošću kvasaca, kod temperature meda te raspoloženju i dostupnosti vode nakon kristalizacije (Vahčić i Matković, 2009).

2.2.2. Ugljikohidrati

Ugljikohidrati čine 73-83 % sastava meda. Najčešće su prisutni među njima monosaharidi fruktoza (33,3 – 40,0 %) i glukoza (25,2 – 35,3 %). Pored ovih šećera med sadržava i disaharide i oligosaharide od kojih je saharoza najzastupljeniji disaharid (0,4 – 10,1 %), ali i maltoza i izomaltoza. Odnos prema različitim vrsta ugljikohidrata u medu obično ovisi o botaničkom porijeklu ili geografskom pitanju odakle pčele daju nektar, klimatskim uvjetima i izlučivanju, karakteristikama nektara koje se koriste za hranjenje pasmine pčela. Med dobiva slatkoću i kaloričnost od fruktoze

i glukoze, a to značajno utječe na fizikalne karakteristike meda, kao što su viskoznost, gustoća, ljepljivost, sklonost kristalizaciji, higroskopnost i mikrobiološka aktivnost. Ključna stvar za kristalizacijsku tendenciju meda je fruktoza- glukoza omjer te glukoza-voda omjer. Ako se čuva pravilno, istraživanja su pokazala da med s manje od 17,1 % vode i više od 83 % udjela šećera neće fermentirati. Mjerilo količine saharoze je važno jer ono pomaže u otkrivanju mogućeg krivotvorenja meda koja može biti primijenjena hranjenjem pčela šećerom (saharozom) ili izravnim dodavanjem šećera u med (Vahčić i Matković, 2009).

2.2.3. Proteini i aminokiseline

Proteini i aminokiseline u medu mogu biti životinjskog ili biljnog podrijetla, odnosno potječu ili iz peludi ili od pčele (Da Silva i sur., 2016). Udio proteina u medu se kreće od 0 – 1,7 %. Iako je udio ukupnih proteina u medu mali, on sadrži otprilike 18 esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina čiji omjeri variraju ovisno o biljnoj vrsti. Najzastupljenija aminokiselina je prolin. (Škenderov i Ivanov, 1986) Prolin čini 80 – 90 % svih aminokiselina u medu i dopijeva u med zahvaljujući pčelama, tijekom prerade nektara u med. Njegov udio uzima se kao indikator zrelosti (Vahčić i Matković, 2009).

2.2.4. Organske kiseline

Udio organskih kiselina u medu kreće se u rasponu od 0,17 – 1,17 %. One svojim fermentacijskim procesima utječu na okus i miris meda jer se veliki broj kiselina u medu nalazi u obliku estera. Organske kiseline utječu i na baktericidna svojstva meda te na fizikalna svojstva kao što je pH, kiselost i električna provodnost (Vahčić i Matković, 2009; Wang i Li, 2011).

Organske kiseline unose se nektarom, a neke nastaju tijekom procesa čuvanja meda. Od ukupnog udjela organskih kiselina u medu, u najvećoj mjeri se nalazi mravlja kiselina, ali prisutne su i oksalna, maslačna, octena, limunska i vinska kiselina (Vahčić i Matković, 2009).

2.2.5. Enzimi

Enzimi su vrlo važni sastojci meda jer omogućuju određivanje kvalitete, stupanj zagrijavanja i trajnosti te način čuvanja meda. (White i sur., 1964) Oni su prisutni u medu i uključuju invertazu, amilazu, glukoazu, oksidazu, katalazu, kiselu fosfatazu, peroksidazu, polifenol oksidazu, esterazu, inulazu i proteolitičke enzime. (Škenderov i Ivanov, 1986) Enzimi mogu dolaziti izravno od pčela,

koje ih dodaju tijekom prerade nektara ili od peludi, nektara, kvasaca i bakterija prisutnih u medu. (Vahčić i Matković, 2009) Med se razlikuje od ostalih zaslađivača po enzimima koji mu daju jedinstvena svojstva zajedno s proteinima koji se ne mogu umjetnim putem zamijeniti ili proizvesti. (Škenderov i Ivanov, 1986; Singhal i sur., 1997).

2.2.6. Vitamini, mineralne tvari i fitokemikalije

Vitamini uglavnom potječu iz peludi ili nektara, a najčešće i u najvećem udjelu se pojavljuju vitamini B skupine, vitamin C te vitamin K. (Vahčić i Matković, 2009) Najvažniji vitamin je vitamin C, koji ima antioksidativni učinak i ima ga u udjelu od 4-200 mg/100 g, nalazi se u saću, a gubi se tijekom manipulacije meda. U nekim vrstama meda mogu se detektirati i određeni udjeli vitamina E te folne kiseline (Machado De-Mello, 2017; Vahčić i Matković, 2009).

Mineralne tvari čine samo 0,1 – 0,2 % sastava nektarnog meda. U malim količinama prisutni su kalij, natrij, kalcij, fosfor, sumpor, klor, magnezij, željezo i aluminij, kao i elementi u tragovima poput bakra, kroma, selena, cinka, arsena i olova. Udio mineralnih tvari izražava se kao udio pepela, a povećani udio pepela može ukazivati na krivotvorenje meda melasom. (Vahčić i Matković, 2009) U medu su najzastupljenije mineralne tvari natrij, kalij, kalcij i fosfor. (Škenderov i Ivanov, 1986)

Fitokemikalije prisutne u medu potječu od medonosnih biljaka i imaju pozitivan utjecaj na ljudsko zdravlje. U ovu skupinu spadaju antioksidansi i flavonoidi. Antioksidansi smanjuju rizik od oksidativnih oštećenja stanica neutralizirajući slobodne radikale. Flavonoidi mogu spriječiti posmeđivanje, lipidnu oksidaciju i inhibirati rast patogena u hrani. (Bertoncelj i sur., 2007) Pored antioksidansa i flavonoida, fitokemikalije prisutne u medu uključuju i fenolne spojeve, poput fenolnih kiselina. Najzastupljenije fenolne kiseline u medu su galna, kumarinska, kafeinska i elaginska, kao i njihovi esteri (Vahčić i Matković, 2009).

2.2.7. Hidroksimetilfurfural (HMF)

Hidroksimetilfurfural ili HMF je ciklički aldehid koji nastaje dehidracijom fruktoze i glukoze u kiselom mediju, ali može nastati i kao posljedica Maillardovih reakcija (Vahčić i Matković, 2009). HMF je u analizama jako važan parametar jer pokazuje kvalitetu meda i njegovu nutritivnu vrijednost. U medu je prirodno prisutan u udjelima manjim od 1 mg kg⁻¹, a njegov udio ovisi o vrsti

meda, pH, izloženosti svjetlu te udjelu kiselina i vlage (Vahčić i Matković, 2009). HMF se koristi kao indikator krivotvorenja meda i kao pokazatelj neprikladnog procesiranja i skladištenja meda (Wang i Li, 2011; Vahčić i Matković, 2009) Prema Pravilniku o medu (2015) maksimalno dozvoljen udio hidroksimetilfurfurala iznosi 40 mg kg^{-1} , a iznimka su medovi s označenim podrijetlom iz regija tropske klime i mješavine takvih medova koji mogu imati 80 mg kg^{-1} .

2.3. FIZIKALNA SVOJSTVA MEDA

Fizikalna svojstva meda usko su povezana s kemijskim svojstvima meda. U fizikalna svojstva meda spadaju kristalizacija, higroskopnost, električna vodljivost, optička aktivnost te specifična masa (Lazaridou i sur., 2004).

2.3.1. Kristalizacija meda

Kristalizacija nema toliki utjecaj na kvalitetu meda niti na kemijska svojstva, ali utječe na boju i teksturu meda, a okus i sve ostale karakteristike ostaju očuvane. Kristalizacija meda ovisi o temperaturi, viskoznosti, udjelu vode, šećerima, količini dekstrina i prisutnosti čestica poput proteina, peludnih zrnaca, prašine, kvasaca, voska, propolisa i mjehurića zraka. Zagrijavanjem se kristalizirani med može vratiti u tekuće stanje, no neprikladno zagrijavanje može uzrokovati inaktivaciju enzima, gubitak okusa i arome, potamnjenje boje te stvaranje hidroksimetilfurfurala (HMF), što smanjuje kvalitetu meda (Machado De-Melo, 2017).

2.3.2. Higroskopnost meda

Med je izrazito higroskopan prehrambeni proizvod koji, zbog visokog udjela šećera (uglavnom fruktoze), lako apsorbira i zadržava vodu iz okoline. Ovo svojstvo higroskopnosti mora se uzeti u obzir prilikom pakiranja, skladištenja i industrijske uporabe meda. Ako med apsorbira previše vode, postaje sklon fermentaciji i kvarenju. S druge strane, higroskopnost može biti korisna kada se med koristi kao dodatak drugim proizvodima, jer pomaže u održavanju njihove mekoće i vlažnosti (Machado De-Melo, 2017).

2.3.3. Električna vodljivost meda

Električna vodljivost meda povezana je s njegovim botaničkim porijeklom i udjelom mineralnih

tvari, kao i s prisutnošću anorganskih spojeva. Djelomično je povezana i s organskim kiselinama, proteinima te drugim tvarima poput šećera, šećernih alkohola i peludnih zrnaca, koji mogu djelovati kao elektroliti i provoditi električnu struju. (Machado De-Melo, 2017) Mjera za električnu vodljivost je milisimens po centimetru (mS cm^{-1}) (Petričko, 2015).

2.3.4. Optička aktivnost meda

Ukupna vrijednost optičke aktivnosti meda ovisi o koncentraciji različitih šećera. Cvjetni med obično sadrži veći udio fruktoze, što rezultira negativnom optičkom aktivnošću, dok medljikovac, s većim udjelom glukoze i oligosaharida (uglavnom melezitose i erloze), ima pozitivnu optičku aktivnost. Dodavanje saharoze u med uzrokuje zakretanje ravnine polarizirane svjetlosti udesno, što može biti pokazatelj krivotvorenja meda (Škenderov i Ivanov, 1986; Machado De-Melo, 2017).

2.3.5. Specifična masa meda

Specifična masa meda predstavlja omjer mase meda prema masi iste količine vode i ovisi prvenstveno o udjelu vode u medu. Specifična masa kvalitetnih vrsta meda veća je od 1,42 (National Honey Board, 2005).

2.4. SENZORSKA SVOJSTVA MEDA

Boja, okus i miris meda su najvažnija senzorska svojstva koja prvenstveno ovise o njegovom biljnom podrijetlu te uvjetima prerade i čuvanja. Senzorska analiza ima značajnu ulogu u procjeni kvalitete meda i neizostavan je dio tog procesa. Pomoću senzorske analize može se otkriti krivotvorenje meda, poput dodavanja šećera ili hranjenja pčela šećerom, kao i neispravno deklariranje botaničkog podrijetla. Osim toga, senzorska analiza može identificirati kontaminaciju stranim tvarima, poput sredstava protiv moljaca te miris i okus dima (Vahčić i Matković, 2009).

2.4.1. Boja meda

Boja meda je nešto po čemu potrošači odmah mogu skužiti o kakvom medu je riječ. Boja govori dosta toga. Boja ovisi o godišnjem dobu kada je vrcan, vrsti nektara i medne rose, kvaliteti tla, periodu sazrijevanja te pčelarskoj praksi prilikom obrade. (Ball, 2007) Boja meda ovisno o botaničkom porijeklu može varirati od bezbojne ili svijetlo žute, do tamno žute, gotovo crne boje,

ponekad sa zelenkastim ili crvenkastim odsjajem. Također, na boju meda utječe i jačina pigmenta, pelud, karotenoidi, ksantofili, antocijani, mineralne tvari, aminokiseline, polifenoli te flavonoidi. Na boju meda utječe i kristalizacija. Kristalizirani med uglavnom je svjetliji nego kada je u svom izvornom tekućem obliku. Koliko će med biti taman, ovisi o početnoj boji, kemijskom sastavu, zagrijavanju te uvjetima skladištenja (Machado De-Melo, 2017).

2.4.2. Miris meda

Miris meda ovisi najviše o biljci i prirodni biljke koja je dala med. S obzirom na to da su mirisne tvari lako hlapljive, miris meda vremenom slabi, posebno stajanjem i zagrijavanjem. Neke vrste meda nemaju specifičan miris i aromu, dok druge, poput kestena i lavande, imaju karakterističan miris i aromu specifičnu za medonosnu biljku. Med sadrži preko 50 spojeva koji su odgovorni za miris, a u mirisne spojeve spada i hidrosimetilfurfural (HMF) (Vahčić i Matković, 2009; Škenderov i Ivanov, 1986).

2.4.3. Okus meda

Okus meda povezan je s njegovim mirisom i aromom. Slatkoća meda ovisi o udjelu i omjeru glukoze, fruktoze, aminokiselina, eteričnih ulja i organskih kiselina, što mu daje prepoznatljiv okus i punoću. Kestenov med ima karakterističan gorak okus, dok med od kadulje i mente ima oštar okus. Nakon fermentacije, med poprima kiseli okus (Škenderov i Ivanov, 1986).

2.5. NUTRITIVNA I LJEKOVITA SVOJSTVA MEDA

Prvi zabilježeni tragovi uporabe meda stari su više od 8000 godina, a pronađeni su u pećinama Araña u Španjolskoj gdje su crtežima prikazani ljudi kako skupljaju med iz divljih pčelinjih košnica. Još od davnina, mnogi narodi su koristili med za svoje potrebe. Stari Egipćani i stanovnici Mezopotamije medom su balzamirali pokojnike, bogu Minu nudili med u zamjenu za njegovu milost prema usjevima. Stari Grci su otkrili ljekovita svojstva meda te ga koristili kao balzam za opekline i osipe.

Med djeluje kao snažan antioksidans, a njegova antioksidacijska svojstva povezivana su s količinom fenola i bojom. Tamniji medovi često sadrže veće količine fenola i to im daje izraženija antioksidacijska svojstva (Arawwawala i Hewageegana, 2017). Med može smanjiti oksidativni stres, što mu daje i neuroprotektivno djelovanje (Schramm i sur., 2003). Iako to još nije u potpunosti istraženo, mnogi fenoli prisutni u medu mogu povoljno djelovati na liječenje kardiovaskularnih bolesti (Arawwawala i Hewageegana, 2017). Med se koristi i u liječenju različitih gastrointestinalnih tegoba i infekcija, poput gastritisa i čira na želucu. Budući da bakterije često uzrokuju ove probleme, istraživani su različiti mehanizmi djelovanja meda na bakterije u probavnom sustavu. Med može inhibirati rast bakterija stvaranjem zaštitnog sloja, a također može utjecati na hidrofobnost bakterija, što je ključno za njihovu interakciju sa stanicama domaćina. Osim toga, antibakterijska svojstva meda mogu dovesti do uništavanja mikroorganizama, čime se sprječavaju daljnje bakterijske infekcije i komplikacije (Arawwawala i Hewageegana, 2017).

Med, osim što ima antimikrobna svojstva, sadrži i razne elemente poput željeza, bakra, cinka, silicija, mangana, joda, fluora, kobalta i molibdena, koji su važni za razvoj organizma. Uz ove minerale, med sadrži i jednostavne šećere koji se brže metaboliziraju od saharoze, što ga čini korisnim za borbu protiv umora i iscrpljenosti, jer organizam bržom razgradnjom monosaharida dobiva potrebnu energiju (Adamič i sur., 1984). Med se smatra jednim od najučinkovitijih alternativa antibioticima za liječenje infekcija uzrokovanih bakterijama otpornim na antibiotike. Zbog svog snažnog osmotskog djelovanja, med stvara okruženje u kojem bakterije ne mogu preživjeti, što onemogućava razvoj otpornosti na njega (Gobin i sur., 2014).

Kestenov med - Najvažnija karakteristika kestenovog meda je njegova sposobnost jačanja imunološkog sustava. Konzumacija ovog meda potiče tijelo da se bolje odupre infekcijama i bolestima. Vjeruje se i da kestenov med blagotvorno djeluje na cirkulaciju krvi i zdravlju srca. Med

od kestena obiluje vitaminom C, ključnim za poticanje imunološkog sustava i zdravlje kože. Osim toga, ovaj med sadrži vitamin B6, koji podržava normalno funkcioniranje mozga i živčanog sustava. Tu su i važni minerali kao što su kalij i mangan, koji imaju ključnu ulogu u održavanju ravnoteže elektrolita i normalnom funkcioniranju tijela.

Med od amorge - Posebno je bogat mineralima i cvjetnim prahom te se preporučuje za jačanje imunološkog sustava, popravak krvne slike, jača srce. Radi svog bogatog sastava posebno se preporučuje školskoj djeci, studentima, sportašima i starim te iznemoglim osobama. Jako je dobar kod iscrpljenosti organizma. Amorfin je med koji je jako bogat željezom.

Medljikovac med - Zbog bogatog ljekovitog sastava i osebujnog mirisa, medljikovac je ranije bio daleko cjenjeniji nego danas, a najčešće se koristio za liječenje bolesti dišnih puteva. Oligosaharidi prisutni u mednoj rosi ponašaju se kao probiotici koji potiču rast korisnih bakterija prisutnih u crijevima. Veoma je učinkovit ako se konzumira nakon uzimanja antibiotika za liječenje bakterijskih infekcija. Medljikovac svoja impresivna antibakterijska svojstva duguje visokoj razini pH, niskom sadržaju vlage i vodikovom peroksidu – snažnom sredstvu za dezinfekciju koje se prirodno pojavljuje kao rezultat reakcije između glukoze, šećera i enzima koje luče pčele. Iz tog se razloga, šumski med preporučuje za grlobolju, za ublažavanje kašlja te za brži oporavak nakon teških bolesti i bolesti dišnih puteva, a posebno kod upale pluća.

Med od kadulje – jedan od vrsta meda koji ima snažan učinak na zdravlje čovjeka. Najviše od svega, koristi se kod bolesti dišnih organa (suhi kašalj, prehlada, bronhitis). Jako olakšava iskašljavanje te pospješuje izbacivanje sluzi iz organa za disanje. Čisti krv, smanjuje šećer, pomaže kod glavobolje, pospješuje mokrenje, opušta pri stresu i nervozni. Međutim, treba biti oprezan s konzumacijom ovog meda jer sadrži eterična ulja koja povisuju tlak.

Med od drače - Med od drače u kombinaciji s kaduljom daje vrlo kvalitetan med. Ovaj med je bogat acetikolinom, aktivnom tvari izvrsnom za cirkulaciju, krvožilni sustav i srce. Med se preporučuje za jačanje imuniteta, snižavanje kolesterola i prevenciju bolesti kardiovaskularnog sustava.

Med od heljde - je najtamniji među svim cvjetnim vrstama meda, a prepun je hranjivih sastojaka, minerala i vitamina. Sadrži betain koji pomaže u funkcioniranju rada jetre i može da pomogne u smanjenju rizika od oboljenja srca. Djeluje povoljno na rad crijeva. Jača imunitet i otpornost organizma. Otklanja prisutnost grčeva u stomaku. Med od heljde je jako dobar prirodni zaslađivač za deserte i pića poput čaja ili kave.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. MATERIJALI

Za potrebe ovog diplomskog rada, analizirana su 53 uzorka raznih vrsta medova poznatog podrijetla s područja republike Hrvatske iz 2022. godine, prikupljenih za natjecanje „Zzzagimed 2022“. Cilj ovog eksperimentalnog dijela rada bio je odrediti fizikalno – kemijska svojstva unutar ta 53 uzorka meda.

Svi uzorci ovih raznih vrsta medova podvrgnuti su analizi fizikalno – kemijskih parametara, uključujući maseni udio vode, saharoze i reducirajućih šećera, maseni udio hidroksimetilfurfurala (HMF), kiselost i električnu vodljivost.

3.2. METODE RADA

3.2.1. Priprema uzoraka meda za analizu

Priprema uzoraka za analizu ovisi o konzistenciji meda. Ako je med tekući, prije analize se lagano miješa štapićem i protrese. Ako je med granuliran i nije tekući, stavljamo ga u zatvorenu posudu s uzorkom te u vodenu kupelj i zagrijavamo 30 minuta na 60 °C, a prema potrebi i do 65 °C. Med možemo miješati štapićem tijekom zagrijavanja ili protresti, a zatim ohladiti. U slučaju da određujemo HMF, med se ne zagrijava.

3.2.2. Određivanje udjela vode u medu

Metoda određivanja udjela vode u medu temelji se na refraktometrijskoj analizi. Uzorak se priprema prema ranije opisanom postupku pripreme za analizu. Na stalnoj temperaturi od 20 °C, refraktometrom se mjeri indeks loma svjetlosti. Dobiveni indeks refrakcije koristi se za izračun udjela vode (% m/m) uz pomoć odgovarajuće tablice za proračun.

Ako indeks refrakcije mjerimo na temperaturi različitoj od 20 °C, primjenjujemo temperaturnu korekciju: ako je temperatura iznad 20 °C, za svaki stupanj dodaje se 0,00023, a ako je temperatura ispod 20 °C, za svaki stupanj oduzima se 0,00023 (IHC, 2009).

Aparatura i pribor:

- stakleni štapić,
- boca s destiliranom vodom,
- refraktometar Model 1, Carl Zeiss (Jena, Njemačka)

Reagensi:

- etanol, 96 %, Gram – mol d.o.o. (Zagreb, Hrvatska)

3.2.3. Određivanje udjela saharoze u medu

Metoda za određivanje udjela saharoze temelji se na hidrolizi saharoze, nakon čega slijedi titracija reducirajućeg šećera iz hidrolizata meda s Fehlingovom otopinom, uz dodatak metilenskog modrog bojila kao indikatora (IHC, 2009).

Reagensi:

- otopina natrijeva hidroksida C (NaOH) = 5 mol L⁻¹
- klorovodična (solna) kiselina C (HCl) = 6,34 mol L⁻¹
- 2 %-tna otopina metilenskog modrog bojila 2 g L⁻¹
- Fehlingova otopina (A i B), utvrđena metodom određivanja reduciranih šećera
- standardna otopina invertnog šećera, utvrđena metodom određivanja reduciranih šećera

Priprema uzorka:

Izvaže se 2 g homogeniziranog meda i prenese u odmjernu tikvicu, zatim se otopi u destiliranoj vodi i nadopuni vodom do ukupnog volumena od 200 mL. Otopina meda (50 mL) se prelije u odmjernu tikvicu od 100 mL, zatim se doda 25 mL destilirane vode. Uzorak se zagrijava u kipućoj vodenoj kupelji do 65 °C, što se prati toplomjerom. Nakon zagrijavanja, tikvica se izvadi iz kupelji i doda se 10 mL klorovodične kiseline [C(HCl) = 6 mol L⁻¹]. Nakon hlađenja otopine 15 minuta,

temperatura se smanjuje na 20 °C. Otopina se zatim neutralizira s 5 mol L⁻¹ otopinom NaOH, koristeći lakmus papir kao indikator. Ponovno se hladi na 20 °C, a zatim se tikvica dopunjava vodom do volumena od 100 mL, čime se dobiva razrijeđena otopina meda.

Određivanje:

Određujemo na način da prethodno obavimo titraciju i količinu invertnog šećera prije inverzije. Kada obračunamo postupak invertnog šećera nakon inverzije uvrstimo u formulu za određivanje postotka invertnog šećera prije inverzije.

Saharozu računamo prema formuli:

$m \text{ saharoze (g/100g)} = (\text{udio invertnog šećera nakon inverzije} - \text{udio invertnog šećera prije inverzije}) \times 0,95$

3.2.4. Određivanje udjela reducirajućih šećera u medu

Udio reducirajućih šećera u medu određujemo titracijom reducirajućih šećera iz meda s Fehlingovom otopinom, uz metilensko modro bojilo koje služi kao indikator reakcije. (IHC, 2009)

Reagensi:

- barijev klorid, Gram-mol d.o.o. (Zagreb, Hrvatska)
- natrijev hidroksid, Gram-mol d.o.o. (Zagreb, Hrvatska)
- metilensko modriilo, Kemika d.d. (Zagreb, Hrvatska)
- klorovodična kiselina, CARLO ERBA Reagents S.A.S. (Val-de-Reuil, Francuska)
- kalijev natrijev tartarat, Gram-mol d.o.o. (Zagreb, Hrvatska)
- bakrov (II) sulfat pentahidrat, Gram-mol d.o.o. (Zagreb, Hrvatska)

Aparatura i pribor:

- bireta,
- eksikator,

- plamenik,
- boca štrcaljka,
- vodena kupelj,
- stakleni filter,
- stakleni lijevci,
- stakleni štapići,
- menzura, 100 mL,
- porculanski filter,
- azbestna mrežica,
- zračna sušnica, tip ST – 01/02 Instrumentaria Zagreb
- odmjerne tikvice, 100 mL i 300 mL,
- laboratorijske čaše, 100 mL i 250 mL,
- Erlenmeyerove tikvice, 100 mL i 200 mL,
- analitička vaga, osjetljivost $\pm 0,0001$ g, tip Shimadzu AX200

Postupak:

1 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 1 litri destilirane vode. Otopina se potom filtrira.

2 Standardna otopina invertnog šećera, 10 g L^{-1}

Izvažemo 9,5 g čiste saharoze te dodamo 5 mL otopine solne kiseline (oko 36,5 %) i destilirane vode do 100 mL. Pripremljenoj otopini dodamo vode do jedne litre. Neposredno prije upotrebe

odgovarajuća udio otopine se neutralizira 1 mol L⁻¹ otopinom NaOH, a potom se razrijedi do potrebne koncentracije 2 g L⁻¹ što je standardna otopina.

3 Otopina metilenskog modrog bojila

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

4 Otopina stipse

Prvo pripremimo hladno zasićenu otopinu [K₂SO₄Al₂(SO₄)₃ x 24H₂O] u vodi. Uz stalno miješanje štapićem dodajemo amonijev hidroksid sve dok otopina ne postane alkalna, a to se utvrđuje lakmus papirom. Kada se otopina slegne, provodi se ispiranje vodom uz dekantiranje sve dok je voda slabo pozitivna pri testu na sulfate. Koristeći otopinu barijeva klorida dobivamo potvrdu dobrog procesa. Odlijemo višak vode, a preostali dio pohranimo u bocu s brušenim zatvaračem.

Priprema uzorka:

Imamo 2 moguća načina pripreme uzorka.

Postupak I. - primjenjiv na med s talogom

Izvaže se 25 g (W1) homogeniziranoga meda i prenese u odmjernu tikvicu od 100 mL, zatim se doda 5 mL stipse i tikvica se nadopuni vodom do oznake, pri temperaturi od 20 °C. Nakon toga se otopina filtrira. U odmjernu tikvicu od 500 mL otpipetira se 10 mL uzorka pod te se razrijedi destiliranom vodom do oznake na tikvici i to predstavlja razrijeđenu otopinu meda.

Postupak II.

Izvaže se 2 g (W2) homogeniziranoga meda, prenese u odmjernu tikvicu od 200 mL i otopi u vodi, a tikvica se nadopuni vodom do oznake. Odmjerimo 50 mL otopine meda i dodamo joj destilirane vode do 100 mL. Na taj način dobijemo razrijeđenu otopinu meda.

Za standardizaciju Fehlingove otopine, otpipetira se po 5 mL Fehlingove otopine A i 5 mL otopine B te se one zatim pomiješaju. Pripremljena otopina treba potpuno reagirati s 0,050 g invertnog šećera, koji je dodan u 25 mL standardne otopine invertnog šećera 2 g L^{-1}

Prethodna titracija:

Na kraju redukcijske titracije, ukupni volumen reakcijske smjese mora biti 35 mL, što se postiže dodavanjem određene količine vode prije početka titracije. Prema pravilniku o medu, potrebno je više od 60% reduciranih šećera (izraženo kao invertni šećer). Da bi se osigurala točna redukcija pri konstantnom volumenu, prvo se provodi titracija kako bi se odredio točan volumen vode koji treba dodati. Volumen potrebne količine vode određuje se odbijanjem volumena potrošenog razrijeđenog otopina meda u prethodnoj titraciji. U stožastu Erlenmeyerovu tikvicu od 50 mL dodaje se 5 mL Fehlingove otopine A, 5 mL Fehlingove otopine B, 7 mL destilirane vode, mala količina plovuća, te 15 mL razrijeđene otopine meda iz birete. Mješavina se zagrijava do vrenja i ostavi da polako vrije dvije minute, tijekom kojih se doda 1 mL 0,2 %-tne otopine metilenskog modrog bojila. Titracija se završava u roku od tri minute, dodatnim dodavanjem razrijeđene otopine meda sve dok indikator ne izgubi boju. Volumen razrijeđene otopine meda koji je potpuno reduciran bilježi se kao "X mL".

Određivanje:

U stožastu Erlenmeyerovu tikvicu volumena 250 mL dodaje se 5 mL Fehlingove otopine A i 5 mL Fehlingove otopine B. Zatim se dodaje (25 mL - "X mL") destilirane vode, malo plovuća i razrijeđena otopina meda iz birete, ostavljajući oko 1,5 mL za završetak titracije ("X mL" - 1,5 mL). Hladna mješavina se zagrijava do vrenja i održava na umjerenom vrenju dvije minute. Tijekom vrenja, dodaje se 1 mL 0,2 %-tne otopine metilenskog modrog bojila. Titracija se mora završiti unutar tri minute, dodavanjem razrijeđene otopine meda dok indikator ne postane bezbojan. Potrošeni volumen razrijeđene otopine meda označava se kao "Y mL".

Izračun:

Postupak I.

$$C = 25/W1 \times 100/Y1$$

Postupak II.

$$C = 25/W2 \times 100 Y2$$

oznake:

C - invertni šećer/ g

$W_{1,2}$ - masa uzorka/ g

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

3.2.5. Određivanje kiselosti u medu

Uzorak meda priprema se prema postupku opisanim za analizu. Za izvođenje titracije, odvagane se 10 g uzorka meda i otopi u 75 mL deionizirane vode, nakon čega slijedi titracija. Metoda za određivanje kiselosti meda temelji se na titraciji, pri čemu se uzorak titrira s otopinom koncentracije $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ uz dodatak fenolftaleina, sve dok se ne pojavi svijetlo ružičasta boja (IHC, 2009).

Aparatura i pribor:

- bireta,
- staklena čaša,
- stakleni štapić,
- staklena menzura, 100 mL,
- Erlenmayerove tikvice, 100 mL,
- boca štrcaljka s destiliranom vodom,
- tehnička vaga, tip ET 1111, Tehnica, Zelezniki

Reagensi:

- destilirana voda bez CO_2 ,

- 1 %-tna otopina fenolftaleina u etanolu, neutralizirana,
- otopina natrijevog hidroksida $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ bez karbonata

Kiselost iskazujemo u milimolima kiseline/kg i računamo prema formuli

$$\text{Kiselost} = 10 \times V$$

V - broj potrošenih mL $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ (NaOH) za neutralizaciju 10 g meda

3.2.6. Određivanje udjela hidroksimetilfurfurala u medu (HMF)

Određivanje udjela hidroksimetilfurfurala (HMF) u medu provodi se prema originalnoj Winklerovoj metodi. Alikvoti medne otopine, otopine p-toluidina i barbiturne kiseline se pomiješaju, a zatim se nastala boja mjeri u odnosu na slijepu probu. Mjerenje se provodi u kivetama promjera 1 cm pri valnoj duljini od 550 nm. (IHC, 2009)

Aparatura i pribor:

- filter papiri,
- stakleni štapići,
- stakleni lijevci,
- staklene epruvete,
- kivete, promjer 1 cm,
- automatske pipete,
- stalak za epruvete,
- Erlenmyerove tikvice,
- boca štrcaljka s destiliranom vodom,
- odmjerne tikvice, 50 i 100 mL,
- staklene laboratorijske čaše, 50 mL,

- analitička vaga, osjetljivost $\pm 0,0001$ g, tip Shimadzu AX200 (Kyoto, Japan)
- spektrofotometar za mjerenje apsorbancije na 550 nm UV-1280, Shimadzu (Kyoto, Japan)

Reagensi:

2-propanol, Lach – Ner s.r.o. (Neratovice, Češka)

octena kiselina, CARLO ERBA Reagents S.A.S. (Val-de-Reuil, Francuska)

barbiturna kiselina, Gram – mol d.o.o. (Zagreb, Hrvatska)

otopina p-toluidina, 99 %, crystalline molten mass (Njemačka)

cinkov acetat, $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$, Fisher Scientific UK Ltd (Loughborough, Ujedinjeno Kraljevstvo)

kalij-heksacijanoferrat (II), $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$, Gram – mol d.o.o. (Zagreb, Hrvatska)

1 Priprema otopine p-toluidina

U vodenoj kupelji, laganim grijanjem, otopi se 10,0 grama p-toluidina u 50 mL 2-propanola. Dobivena otopina prenosi se s nekoliko mL 2-propanola u odmjernu tikvicu od 100 mL, gdje se pomiješa s 10 mL ledene octene kiseline. Nakon što se otopina ohladi na sobnu temperaturu, tikvica se nadopuni 2-propanolom do oznake. Otopinu treba ostaviti najmanje 24 sata na tamnom mjestu prije upotrebe, a treba se odbaciti nakon tri dana ili ako dođe do pojave neprikladnog obojenja.

2 Priprema otopine barbiturne kiseline

U odmjernu tikvicu od 100 mL prenese se 500 mg barbiturne kiseline zajedno sa 70 mL vode. Tikvica se zatvori i lagano zagrijava u vodenoj kupelji kako bi se udio otopio. Nakon toga, tikvica se ohladi na sobnu temperaturu i dopuni vodom 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:

10,0 g meda izvaže se i otopi u 20 mL vode. Dobivena otopina kvantitativno se prenese u odmjernu tikvicu od 50 mL, nakon čega se doda 1 mL Carrezove otopine I i dobro promiješa. Zatim se doda 1 mL Carrezove otopine II i smjesa se ponovno promiješa. Tikvica se dopuni vodom do oznake, te se otopina još jednom promiješa. Kako bi se spriječilo pjenjenje, dodaje se kap etanola. Otopina se potom filtrira kroz filter papir; prvih 10 mL filtrata se odbaci, a ostatak se odmah koristi za daljnju analizu. Pročišćavanje Carrezovim otopinama nije potrebno provoditi kada su uzorci vrlo bistri.

Određivanje:

U dvije epruvete otpipetiraju se po 2 mL uzorka otopine, nakon čega se u svaku dodaje 5 mL otopine p-toluidina. Epruveta koja će poslužiti kao slijepa proba dobiva 1 mL vode, dok se u drugu epruvetu dodaje 1 mL otopine barbiturne kiseline, uz lagano miješanje. Reagensi se dodaju u kontinuitetu, a cijeli postupak treba biti završen unutar 1 do 2 minute. Nakon 3 do 4 minute, kada boja postigne maksimalni intenzitet, mjeri se apsorbancija na 550 nm u kiveti promjera 1 cm.

Udio hidrosimetilfurfurala dobijemo prema danoj formuli:

$$HMF = 192 \times A \times 10 / m$$

pri čemu je

A – apsorbancija,

m – masa meda/ g

192- čimbenik razrjeđivanja i koeficijent ekstinkcije

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

3.2.7. Određivanje električne provodnosti meda

Uzorak meda priprema se prema ranije opisanom postupku za analizu. Princip mjerenja se

zasniva na električnoj provodnosti, pri čemu se provodnost otopine meda određuje konduktometrom. Provodnost je obrnuto proporcionalna otpornosti otopine (IHC, 2009).

Aparatura i pribor:

- staklena čaša,
- stakleni štapić,
- staklena menzura, 100 mL,
- odmjerne tikvice, 100 mL,
- boce štrcaljke s destiliranom vodom,
- plastične čaše za odvagu uzorka,
- tehnička vaga tip ET 1111, Tehnica, Zelezniki
- konduktometar Mettler – Toledo 8603, Mettler – Toledo GmbH (Schwerzenbach, Švicarska)

Potrebna masa meda se odvagne i stavi u Erlenmeyerovu tikvicu od 100 mL, gdje se otopi miješanjem u deioniziranoj vodi. Nakon potpunog otapanja, tikvica se dopuni deioniziranom vodom do oznake od 100 mL. Zatim se sonda za mjerenje električne provodnosti uroni u otopinu i provodnost se izmjeri pri temperaturi od 20 °C. Za korekciju mjerenja, oduzima se 3,2% od očitane vrijednosti za svaki stupanj iznad 20 °C, a dodaje 3,2% za svaki stupanj ispod 20 °C.

Električna provodnost izračunamo prema formuli:

$$SH = K \times G$$

SH - električna otpornost meda

K – konstanta elektrode

G – provodnost

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

4. REZULTATI I RASPRAVA

U sklopu Međunarodnog natjecanja pčelara u kvaliteti meda "Zzzagimed 2022" provedena je fizikalno-kemijska te senzorska analiza meda s područja Hrvatske te Bosne i Hercegovine, a u ovome radu predstavljena su 53 analizirana uzorka raznih vrsta medova od kojih 22 uzorka meda kestena, 11 uzoraka meduna, 7 uzoraka medljikovca, 5 uzoraka amorfe, 4 uzorka meda suncokreta, te po 1 uzorak meda drače, heljde, kadulje i uljane repice. Fizikalno kemijska analiza uključivala je utvrđivanje masenog udjela vode, HMF-a, količinu slobodnih kiselina, maseni udio reducirajućih šećera i saharoze te mjerenje električne vodljivosti. Tablice prikazuju rezultate statističke obrade rezultata provedenih fizikalno-kemijskih analiza medova. Izračunate su srednja vrijednost, standardna devijacija, koeficijent varijabilnosti i varijanca.

Tablica 1. Rezultati kemijske analize meda kestena

Broj uzorka KESTEN	Maseni udio vode (%)	Maseni udio HMF-a (mg/kg)	Električna vodljivost (mS/cm)	Kiselost (mmol/kg)	Maseni udio reducirajućih šećera (%)	Maseni udio saharoze (%)
1.	15,40	1,98	1,22	33,13	67,74	1,84
2.	16,80	1,32	1,44	14,81	68,59	1,79
3.	17,44	2,08	1,31	25,53	67,22	1,55
4.	17,80	0,00	1,36	24,85	67,21	1,45
5.	16,16	0,86	1,00	9,99	61,29	2,24
6.	16,56	0,56	0,82	18,00	66,93	2,36
7.	17,24	0,00	0,78	15,84	67,00	1,63
8.	16,60	2,07	0,34	18,62	71,02	2,12
9.	17,32	1,54	0,68	22,72	67,66	1,92
10.	17,48	0,58	1,04	15,79	67,48	1,99
11.	16,72	4,75	1,18	21,65	66,92	1,52
12.	17,32	4,19	0,47	23,21	65,24	2,10
13.	17,24	0,76	1,32	11,98	67,02	1,72
14.	16,16	0,00	0,60	19,11	69,43	2,33
15.	17,48	3,78	1,38	15,71	62,68	1,98
16.	16,80	0,00	0,96	12,94	62,11	2,33
17.	17,60	0,00	0,64	16,95	65,61	1,97
18.	14,88	1,72	1,31	23,52	64,34	1,65
19.	17,40	2,65	1,09	24,34	63,25	1,58
20.	16,60	1,55	1,21	16,78	62,52	1,94
21.	16,04	2,07	0,90	28,88	60,80	1,96
22.	14,84	3,04	0,76	27,49	61,04	1,55
Srednja vrijednost	16,72	1,61	0,99	20,08	65,59	1,88
Standardna devijacija	0,85	1,40	0,31	5,35	2,90	0,28
Koeficijent varijabilnosti (%)	5,08	86,95	31,14	26,64	4,42	14,90
Varijanca	0,72	1,98	0,10	34,95	8,47	0,08

U 22 analizirana uzorka meda kestena (Tablica 1.) **maseni udio vode** kretao se u rasponu od 14,84 % do 17,80 %, sa srednjom vrijednosti od 16,72 %, što zadovoljava zahtjeve Pravilnika o medu koji nalaže da med smije sadržavati najviše 20 % udjela vode. (Pravilnik, 2015)

U analizi različitih uzoraka meda kestena s područja Republike Hrvatske iz 2003. godine koju su provodili Šarić i suradnici maseni udio vode meda kestena kretao se u rasponu od 15,4 % do 18,6 % s prosječnom vrijednošću od 16,9 %. Također, iste analize provedene su i 2004. te 2005. godine. Maseni udio vode 2004. godine kretao se u rasponu od 13,9 % do 19,4 % s prosječnom vrijednošću od 16,6 %. A 2005. godine maseni udio vode kretao se od 14,7 % do 19 % s prosječnom vrijednošću od 16,6 %. Na temelju ovih istraživanja vidljivo je da među medovima kestena iz ovih sezona nema gotovo nikakvih statističkih razlika u udjelu vode.

U razdoblju od 2012. do 2016. godine Denžić Lugomer i sur. (2017) su analizirali različite vrste meda s područja čitave Republike Hrvatske i dobili rezultate za maseni udio vode u 46 ispitana uzorka kestenovog meda koji se kretao u rasponu od 15,00 do 19,9 %, dok je srednja vrijednost iznosila 16,6 %. Primjećujemo također da nema velike razlike u ovim vrijednostima.

Maseni udio hidroksimetilfurfurala (HMF-a) u ova 22 analizirana uzorka meda kestena (Tablica 1.) iznosio je od 0,0 do 4,75 mg kg⁻¹ dok je srednja vrijednost iznosila 1,61 mg kg⁻¹. Sve vrijednosti masenog udjela HMF-a nalaze se unutar dopuštene granice uvjetovane Pravilnikom o medu (2015). Uzorci koji ne sadrže HMF smatraju se novim i svježim, budući da je HMF parametar, odnosno indikator starosti meda.

U analizi različitih uzoraka kestenovog meda s područja Republike Hrvatske iz 2003. godine koju su provodili Šarić i suradnici, maseni udio hidroksimetilfurfurala (HMF-a) iznosio je od 0,7 do 11,7 mg/kg, s prosječnom vrijednošću od 4,8 mg/kg. Također, iste analize provedene su i 2004. te 2005. godine. Prosječan maseni udio HMF-a 2004. godine iznosio je 3,5 mg/kg, a 2005. godine maseni udio hidroksimetilfurfurala iznosio je 29,5 mg/kg gdje uočavamo da je te godine HMF uzoraka meda kestena bio dosta viši u odnosu na ostale godine. Denžić Lugomer i sur. (2017) su u svom istraživanju za analizirane uzorke kestenovog medova dobili prosječni maseni udio HMF-a u iznosu od 1,8 mg/kg, a kretao se u rasponu od 0,1 do 34,5 mg/kg. Iz ovog možemo zaključiti da su neki uzorci meda kestena te godine imali malo veće vrijednosti HMF-a u odnosu na ovo istraživanje, ali nema razlike u prosječnoj vrijednosti HMF-a za ove dvije godine.

U 22 analizirana uzorka meda kestena (Tablica 1.), **električna vodljivost** kretala se od 0,34 mS cm⁻¹ do 1,38 mS cm⁻¹, a srednja vrijednost iznosila je 0,99 mS cm⁻¹. 16 uzoraka zadovoljava zahtjeve Pravilnika o medu (Pravilnik, 2015) koji nalaže da vrijednost električne vodljivosti meda kestena mora biti najmanje 0,8 mS cm⁻¹. Međutim, ostalih šest uzoraka imaju nižu vrijednost vodljivosti.

U analizi različitih uzoraka meda kestena s područja Republike Hrvatske iz 2003. godine koju su provodili Šarić i suradnici, električna vodljivost uzoraka meda 2003. godine kretala se u rasponu od 0,81 do 1,62 mS/cm s prosječnom vrijednošću od 1,27 mS/cm. Također, iste analize provedene su i 2004. i 2005. godine. 2004. godine električna vodljivost uzoraka meda kestena kretala se u rasponu od 0,58 do 1,38 mS/cm, s prosječnom vrijednošću od 1,04 mS/cm. Električna vodljivost uzoraka kestena iz 2005. godine kretala se u rasponu od 0,92 do 1,50 mS/cm s prosječnom vrijednošću od 1,18 mS/cm i time primjećujemo da nema velike razlike u vrijednostima rezultata u ovim istraživanjima. Denžić Lugomer i sur. (2017) su u svom istraživanju za analizirane uzorke kestenovog meda dobili prosječnu vrijednost električne vodljivosti u iznosu od 1,33 mS/cm, a kretala se u rasponu od 0,75 do 2,16 mS/cm.

Vrijednost kiselosti za analizirane uzorke meda kestena (Tablica 1.) iznosi između 9,99 i 33,13 mmol kg⁻¹ sa srednjom vrijednošću od 20,08 mmol kg⁻¹. Budući da prema Pravilniku vrijednosti kiselosti ne smiju prelaziti 50 mmol kg⁻¹, analizirani uzorci meda kestena zadovoljavaju te uvjete. (Pravilnik, 2015)

U analizi različitih uzoraka meda kestena s područja Republike Hrvatske iz 2003. godine koju su provodili Šarić i suradnici, vrijednost kiselosti iznosila je u rasponu od 8 do 21,7 mmol/kg, s prosječnom vrijednošću od 12,4 mmol/kg. Također, iste analize provedene su i 2004. te 2005. godine. Vrijednost kiselosti 2004. godine kretala se u rasponu od 6,1 do 18,1 mmol/kg s prosječnom vrijednošću od 11,6 mmol/kg, a 2005. godine vrijednost kiselosti kretala se u iznosu od 6 do 18 mmol/kg s prosječnom vrijednošću od 11,8 mmol/kg gdje primjećujemo da su uzorci meda iz 2022. godine imali malo veći raspon kiselosti u odnosu na ostale godine istraživanja. U istraživanju koje su proveli Čalopek i sur. (2016) za uzorke meda kestena dobili su prosječnu vrijednost kiselosti 20,8 mmol/kg, a kiselost se kretala u rasponu od 16,5 do 27 mmol/kg.

U 22 analizirana uzorka meda kestena (Tablica 1.) **maseni udio reducirajućih šećera** iznosio je od 60,80 do 71,02 %, sa srednjom vrijednošću 65,59 %. Možemo zaključiti da svi uzorci meda kestena zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika o medu (2015) koji nalaže da ta vrijednost mora iznositi najmanje 45 %.

U analizi različitih uzoraka meda kestena s područja Republike Hrvatske iz 2003. godine koju su provodili Šarić i suradnici, maseni udio reducirajućih šećera iznosio je u rasponu od 70,2 do 76,3 %, s prosječnom vrijednošću od 73,1 %. Također, iste analize provedene su i 2004. te 2005. godine. Vrijednosti 2004. godine kretale su se u rasponu od 66 do 77 % s prosječnom vrijednošću od 71,7 %, a 2005. godine vrijednosti su se kretale u iznosu od 66,5 do 71,5 % s prosječnom vrijednošću od 69,6 % te time možemo zaključiti da nema velikih odstupanja u vrijednostima. U istraživanju koje su proveli Čalopek i sur. (2016) vrijednosti masenog udjela reducirajućih šećera meda kestena kretale su se u rasponu od 66,5 do 80,1 % s prosječnom vrijednosti od 72,5 %.

Vrijednost **masenog udjela saharoze** za analizirane uzorke meda kestena (Tablica 1.) iznosila je od 1,45 do 2,36 %, sa srednjom vrijednošću 1,88 %. Može se zaključiti da svi uzorci meda kestena zadovoljavaju uvjete Pravilnika o medu koji nalaže da maseni udio saharoze u medu može iznositi najviše 5 %. (Pravilnik o medu, 2015)

U analizi različitih uzoraka meda kestena s područja Republike Hrvatske iz 2003. godine koju su provodili Šarić i suradnici, maseni udio saharoze kretao se u rasponu od 2,4 do 4,5 %, s prosječnom vrijednošću od 3,1 %. Također, iste analize provedene su i 2004. te 2005. godine. Vrijednosti 2004. godine kretale su se u rasponu od 1,6 do 5,5 % s prosječnom vrijednošću od 3,7 %, a 2005. godine vrijednosti masenog udjela saharoze kretale su se u iznosu od 0,1 do 4,7 % s prosječnom vrijednošću od 1,1 %. Iz ovog možemo zaključiti da su vrijednosti masenog udjela saharoze meda kestena za navedene godine nešto niže u odnosu na godinu 2022. U istraživanju koje su proveli Čalopek i sur. (2016) za uzorke meda kestena, maseni udio saharoze kretao se u rasponu od 0,5 do 3,68 % s prosjekom vrijednosti za uzorke od 2,49 %.

Tablica 2. Rezultati kemijske analize meda meduna

Broj uzorka MEDUN	Maseni udio vode (%)	Maseni udio HMF-a (mg/kg)	Električna vodljivost (mS/cm)	Kiselost (mmol/kg)	Maseni udio reducirajućih šećera (%)	Maseni udio saharoze (%)
1.	16,80	0,00	0,75	24,42	58,08	2,30
2.	16,28	0,00	0,76	15,02	60,78	2,31
3.	14,36	1,35	1,35	20,08	50,47	2,03
4.	14,68	5,40	1,25	13,78	47,98	1,24
5.	14,20	0,00	1,05	19,10	56,50	2,50
6.	16,76	5,45	0,91	25,43	55,75	1,41
7.	14,10	0,00	1,46	28,59	55,87	1,54
8.	14,00	0,00	1,67	30,45	57,36	2,26
9.	15,36	15,79	1,07	37,96	48,49	1,37
10.	14,36	0,00	1,06	29,00	48,17	1,62
11.	15,24	0,00	0,80	21,32	61,68	2,69
Srednja vrijednost	15,10	2,54	1,10	24,10	54,64	1,93
Standardna devijacija	1,06	4,88	0,30	7,18	5,04	0,51
Koeficijent varijabilnosti (%)	7,01	92,12	27,27	29,79	9,22	26,42
Varijanca	1,14	23,87	0,09	6,24	25,41	0,26

U 11 analiziranih uzoraka meda meduna (Tablica 2.) **maseni udio vode** kretao se u rasponu od 14 % do 16,8 %, sa srednjom vrijednosti od 15,10 %, što zadovoljava zahtjeve Pravilnika o medu koji nalaže da med smije sadržavati najviše 20 % udjela vode. (Pravilnik o medu, 2015)

Maseni udio hidrosimetilfurfurala (HMF-a) u ovih 11 analiziranih uzoraka meda meduna

(Tablica 2.) iznosio je od 0,0 do 15,79 mg kg⁻¹ dok je srednja vrijednost iznosila 2,54 mg kg⁻¹. Sve vrijednosti masenog udjela HMF-a nalaze se unutar dopuštene granice uvjetovane Pravilnikom o medu (2015). Uzorci koji ne sadrže HMF smatraju se novim i svježim, budući da je HMF parametar odnosno indikator starosti meda.

U 11 analiziranih uzoraka meda meduna (Tablica 2.), **električna vodljivost** kretala se od 0,75 mS cm⁻¹ do 1,67 mS cm⁻¹, a srednja vrijednost iznosila je 1,10 mS cm⁻¹. Devet uzoraka zadovoljava zahtjeve Pravilnika o medu koji nalaže da vrijednost električne vodljivosti meda meduna mora biti najmanje 0,8 mS cm⁻¹. Međutim, ostala dva uzorka imaju samo malo nižu vrijednost električne provodnosti što nije velika razlika i odstupanje.

Vrijednost kiselosti za analizirane uzorke meda meduna (Tablica 2.) iznosi između 13,78 i 37,96 mmol kg⁻¹ sa srednjom vrijednošću od 24,10 mmol kg⁻¹. Budući da prema Pravilniku vrijednosti kiselosti ne smiju prelaziti 50 mmol kg⁻¹, svi analizirani uzorci zadovoljavaju te uvjete.

U 11 analiziranih uzoraka meda meduna (Tablica 2.) **maseni udio reducirajućih šećera** iznosio je od 47,28 do 61,68 %, sa srednjom vrijednošću od 54,64 %. Možemo zaključiti da svi uzorci meda meduna zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika o medu (2015) koji nalaže da ta vrijednost mora iznositi najmanje 45 %.

Vrijednost **masenog udjela saharoze** za analizirane uzorke meda meduna (Tablica 2.) iznosila je od 1,24 do 2,69 %, sa srednjom vrijednošću od 1,93 %. Može se zaključiti da svi uzorci meda meduna zadovoljavaju uvjete Pravilnika o medu koji nalaže da maseni udio saharoze u medu može iznositi najviše 5 %. (Pravilnik o medu, 2015)

U svrhu izrade jednog završnog rada Čupić A (2021), analizirani su uzorci raznih vrsta medova od kojih i uzorci meda meduna. Maseni udjeli vode analiziranih uzoraka kretali su se u rasponu od 15,00 do 17,64 %, sa srednjom vrijednosti od 16,38 %, dok su se vrijednosti električne vodljivosti kretale u rasponu od 0,81 do 1,42 mS/cm sa srednjom vrijednosti od 1,12 mS/cm. Vrijednost kiselosti za date uzorke kretala se u rasponu od 19,34 do 39,64 mmol/kg sa srednjom vrijednosti od 29,78 mmol/kg dok su se vrijednosti masenog udjela HMF-a kretale u rasponu od

0,77 do 6,14 mg/kg pri čemu je srednja vrijednost uzoraka iznosila 3,20 mg/kg. Maseni udjeli reducirajućih šećera kretali su se u rasponu od 61,57 do 70,57 %, sa srednjom vrijednosti od 67,84 %, a maseni udjeli saharoze u rasponu između 0,00 i 2,33 %, pri čemu je srednja vrijednost iznosila 1,45 %. Možemo zaključiti da su uzorci meda meduna imali malo veću kiselost u odnosu na uzorke iz ovog istraživanja, dok su ostali parametri imali slične vrijednosti i zadovoljili su zahtjeve Pravilnika o medu (2015).

Tablica 3. Rezultati kemijske analize meda medljikovca

Broj uzorka MEDLJKOVAC	Maseni udio vode (%)	Maseni udio HMF-a (mg/kg)	Električna vodljivost (mS/cm)	Kiselost (mmol/kg)	Maseni udio reducirajućih šećera (%)	Maseni udio saharoze (%)
1.	16,60	2,09	1,01	17,78	58,99	1,99
2.	16,08	20,69	0,88	28,53	63,07	1,67
3.	16,08	4,85	1,15	20,60	55,45	1,63
4.	16,28	1,34	1,62	25,84	55,37	1,89
5.	15,76	2,28	1,32	34,71	57,28	1,69
6.	15,53	7,15	1,40	25,79	53,77	1,75
7.	14,13	2,10	0,85	18,17	57,67	2,04
Srednja vrijednost	15,78	5,78	1,18	24,48	57,37	1,80
Standardna devijacija	0,80	6,88	0,28	6,11	3,05	0,16
Koeficijent varijabilnosti (%)	5,06	11,90	23,70	24,90	5,30	8,80
Varijanca	0,64	47,36	0,08	37,40	9,30	0,02

U 7 analiziranih uzoraka meda medljikovca (Tablica 3.) **maseni udio vode** kretao se u rasponu od 14,13 % do 16,6 %, sa srednjom vrijednosti od 15,78 %, što zadovoljava zahtjeve Pravilnika o medu koji nalaže da med smije sadržavati najviše 20 % udjela vode.

Usporedbe radi, Denžić Lugomer i sur. (2017) su u svom istraživanju za analizirane uzorke medova medljikovca dobili prosječni maseni udio vode u iznosu od 16,8 %, a kretao se u rasponu od 15,3 do 18,7 %. U istraživanju koje su proveli Čalopek i sur. (2016) maseni udio vode meda medljikovca kretao se u rasponu od 16,5 do 17,4 % s prosjekom u vrijednosti od 17,0 %.

Maseni udio hidrosimetilfurfurala (HMF-a) u ovih 7 analiziranih uzoraka meda medljikovca (Tablica 3.) iznosio je od 2,1 do 20,69 mg kg⁻¹ dok je srednja vrijednost iznosila 5,78 mg kg⁻¹. Sve vrijednosti masenog udjela HMF-a nalaze se unutar dopuštene granice uvjetovane Pravilnikom o medu (2015).

Denžić Lugomer i sur. (2017) su u svom istraživanju za uzorke medova medljikovca dobili prosječnu vrijednost HMF-a u iznosu od 2,2 mg/kg, a HMF se kretao u rasponu od 0,1 do 16,0 mg/kg. Čalopek i sur. (2016) u svom istraživanju dobili su prosječnu vrijednost za HMF meda medljikovca 17,4 mg/kg, a kretao se u rasponu od 3,1 do 31,6 mg/kg.

U 7 analiziranih uzoraka meda medljikovca (Tablica 3.) **električna vodljivost** kretala se od 0,85 mS cm⁻¹ do 1,62 mS cm⁻¹, a srednja vrijednost iznosila je 1,18 mS cm⁻¹. Svi uzorci zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika o medu koji nalaže da vrijednost električne vodljivosti meda medljikovca mora biti najmanje 0,8 mS cm⁻¹.

Usporedbe radi, električna vodljivost uzoraka meda medljikovca koje su Denžić Lugomer i sur. (2017) analizirali kretala se u rasponu od 0,96 do 1,33 mS/cm, a prosječna vrijednost iznosila je 1,14 mS/cm. Za uzorke meda medljikovca koje su u svom istraživanju radili Čalopek i sur. (2016) dobili su prosječnu vrijednost od 0,97 mS/cm, a kretala se u rasponu od 0,84 do 1,10 mS/cm.

Vrijednost kiselosti za analizirane uzorke meda medljikovca (Tablica 3.) iznose između 17,78 i 34,71 mmol kg⁻¹ sa srednjom vrijednošću od 24,48 mmol kg⁻¹. Budući da prema Pravilniku vrijednosti kiselosti ne smiju prelaziti 50 mmol kg⁻¹, svi analizirani uzorci zadovoljavaju te uvjete.

Usporedbe radi, Čalopek i sur. (2016) u svom istraživanju koje su proveli za uzorke meda medljikovca dobili su prosječnu vrijednost kiselosti u iznosu od 26,0 mmol/kg, a kretala se u rasponu od 22,5 do 29,5 mmol/kg.

U 7 analiziranih uzoraka meda medljikovca (Tablica 3.) **maseni udio reducirajućih šećera** iznosio je od 53,77 do 63,07 %, sa srednjom vrijednošću 57,37 %. Možemo zaključiti da svi uzorci meda medljikovca zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika o medu (2015) koji nalaže da ta vrijednost za med medljikovac mora iznositi najmanje 45 %.

Usporedbe radi, Čalopek i sur. (2016) za svoje uzorke meda medljikovca izračunali su maseni udio reducirajućih šećera u prosječnoj vrijednosti od 60,3 %, a kretao se u rasponu od 58,7 do 61,9 %.

Vrijednost **masenog udjela saharoze** za analizirane uzorke meda medljikovca (Tablica 3.) iznosila je od 1,63 do 2,04 %, sa srednjom vrijednošću 1,8 %. Može se zaključiti da svi uzorci meda medljikovca zadovoljavaju uvjete Pravilnika o medu koji nalaže da maseni udio saharoze u medu može iznositi najviše 5 %. (Pravilnik o medu, 2015)

Usporedbe radi, maseni udio saharoze meda medljikovca u istraživanju koje su proveli Čalopek i sur. (2016) kretao se u rasponu od 3,8 do 4,4 %, a prosječna vrijednost za analizirane uzorke iznosila je 4,1 %.

Tablica 4. Rezultati kemijske analize meda amorfa

Broj uzorka AMORFA	Maseni udio vode (%)	Maseni udio HMF-a (mg/kg)	Električna vodljivost (mS/cm)	Kiselost (mmol/kg)	Maseni udio reducirajućih šećera (%)	Maseni udio saharoze (%)
1.	17,40	3,13	0,19	19,17	64,10	1,87
2.	17,36	1,93	0,21	14,07	67,58	2,80
3.	15,76	2,50	0,33	16,76	63,74	2,39
4.	16,00	4,26	0,21	13,30	64,78	2,46
5.	15,53	6,98	0,19	19,38	66,10	1,81
Srednja vrijednost	16,41	3,76	0,23	16,53	65,26	2,26
Standardna devijacija	0,90	1,99	0,06	2,81	1,58	0,42
Koeficijent varijabilnosti (%)	5,40	52,90	26,08	16,90	2,40	18,50
Varijanca	0,81	3,98	0,00	7,90	2,50	0,17

U 5 analiziranih uzoraka meda od amorfe (Tablica 4.) **maseni udio vode** kretao se u rasponu od 15,53 % do 17,4 %, sa srednjom vrijednosti od 16,41 %, što zadovoljava zahtjeve Pravilnika o medu koji nalaže da med smije sadržavati najviše 20 % udjela vode. (Pravilnik o medu, 2015)

Usporedbe radi, Denžić Lugomer i sur. (2017) u svom istraživanju uzoraka meda od amorfe dobili su prosječnu vrijednost masenog udjela vode od 16,2 %, a kretao se u rasponu od 15,8 do 16,3 %.

Maseni udio hidrosimetilfurfurala (HMF-a) u ovih 5 analiziranih uzoraka meda od amorfe (Tablica 4.) iznosio je od 1,93 do 6,98 mg kg⁻¹ dok je srednja vrijednost iznosila 3,76 mg kg⁻¹. Sve vrijednosti masenog udjela HMF-a nalaze se unutar dopuštene granice uvjetovane Pravilnikom o medu (2015).

Maseni udio HMF-a u istraživanju Denžić Lugomer i sur. (2017) uzoraka meda od amorfe kretao se u rasponu od 0,1 do 11,1 mg/kg s prosječnom vrijednošću od 4,2 mg/kg.

U 5 analiziranih uzoraka meda od amorfe (Tablica 4.) **električna vodljivost** kretala se od 0,19 mS cm⁻¹ do 0,33 mS cm⁻¹, a srednja vrijednost iznosila je 0,23 mS cm⁻¹. Svi uzorci zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika o medu koji nalaže da vrijednost električne vodljivosti meda od amorfe može najviše biti 0,8 mS cm⁻¹.

U istraživanju koje su proveli Denžić Lugomer i sur. (2017), električna vodljivost uzoraka meda od amorfe kretala se u rasponu od 0,18 do 0,28 mS/cm, a prosječna vrijednost iznosila je 0,23 mS/cm.

Vrijednost kiselosti za analizirane uzorke meda od amorfe (Tablica 4.) iznose između 13,3 i 19,38 mmol kg⁻¹ sa srednjom vrijednosti od 16,53 mmol kg⁻¹. Budući da prema Pravilniku vrijednosti kiselosti ne smiju prelaziti 50 mmol kg⁻¹, analizirani uzorci zadovoljavaju te uvjete.

U 5 analiziranih uzoraka meda od amorfe (Tablica 4.) **maseni udio reducirajućih šećera** iznosio je od 63,74 do 67,58 %, sa srednjom vrijednosti od 65,26 %. Možemo zaključiti da svi uzorci zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika o medu (2015) koji nalaže da ta vrijednost mora iznositi najmanje 60 %.

Vrijednost **masenog udjela saharoze** za analizirane uzorke meda od amorfe (Tablica 4.) iznosila je od 1,81 do 2,8 %, sa srednjom vrijednosti od 2,26 %. Može se zaključiti da svi uzorci meda amorfe zadovoljavaju uvjete Pravilnika o medu koji nalaže da maseni udio saharoze u medu može iznositi najviše 5 %.

Iz fizikalno – kemijske analize nekih vrsta medova za 2016. godinu u sklopu jednog završnog rada (Martić, 2017) maseni udio vode meda od amorfe iznosio je 16,9 %, što je slična vrijednost u odnosu na ovo istraživanje. Maseni udio HMF-a ovog meda za 2016. iznosio je 0,00 mg/kg dok je u ovom istraživanju iznosio 3,76 mg/kg što je veća vrijednost u odnosu na godinu 2016. Električna vodljivost meda od amorfe iz 2016. godine iznosila je 0,32 mS/cm što je povećana vrijednost u odnosu na ovo istraživanje. Kiselost meda od amorfe iz uzorka 2016. godine iznosila je 24,87 mmol/kg, a u ovom istraživanju iznosila je u prosjeku 16,53 mmol/kg što je veća vrijednost. Maseni

udio reducirajućih šećera za med od amorge godine 2016. iznosio je 66,64 % što i nije neka razlika u odnosu na ovo istraživanje. Maseni udio saharoze meda amorge iz godine 2016. iznosio je 1,01 % dok je u ovom istraživanju u prosjeku iznosio 2,26 % što je veća vrijednost.

Tablica 5. Rezultati kemijske analize suncokretovog meda

Broj uzorka SUNCOKRET	Maseni udio vode (%)	Maseni udio HMF-a (mg/kg)	Električna vodljivost (mS/cm)	Kiselost (mmol/kg)	Maseni udio reduciraju ćih šećera (%)	Maseni udio saharoze (%)
1.	17,48	0,75	0,38	20,90	73,88	0,39
2.	16,00	1,34	0,39	23,76	72,28	0,33
3.	16,80	3,11	0,46	27,38	74,52	0,42
4.	15,47	11,54	0,51	34,76	70,25	0,27
Srednja vrijednost	16,43	4,18	0,43	26,70	72,73	0,35
Standardna devijacija	0,88	5,00	0,06	5,60	1,90	0,06
Koeficijent varijabilnosti (%)	5,30	11,90	13,60	20,90	2,60	17,10
Varijanca	0,78	25,04	18,70	35,90	3,62	0,00

U 4 analizirana uzorka suncokretovog meda (Tablica 5.) **maseni udio vode** kretao se u rasponu od 15,47 % do 16,8 %, sa srednjom vrijednosti od 16,43 %, što zadovoljava zahtjeve Pravilnika o medu (2015) koji nalaže da med smije sadržavati najviše 20 % udjela vode.

Usporedbe radi, u istraživanju koje su proveli Denžić Lugomer i sur. (2017), maseni udio vode za uzorke meda od suncokreta kretao se u rasponu od 16,4 do 18,9 % s prosječnom vrijednosti od 17,4 %. U završnom radu i istraživanju koje je proveo Mitrić L (2017) analizirajući uzorke meda suncokreta, prosječna vrijednost masenog udjela vode uzoraka iznosila je 18,80 %.

Maseni udio hidrosimetilfurfurala (HMF-a) u ova 4 analizirana uzorka suncokretovog meda (Tablica 5.) iznosio je od 0,75 do 11,54 mg kg⁻¹ dok je srednja vrijednost iznosila 4,18 mg kg⁻¹. Sve vrijednosti masenog udjela HMF-a nalaze se unutar dopuštene granice uvjetovane Pravilnikom o medu (2015).

Usporedbe radi, u istraživanju Denžić Lugomer i sur. (2017) HMF uzoraka meda od suncokreta kretao se u rasponu od 1,8 do 12,0 mg/kg s prosječnom vrijednošću od 3,9 mg/kg. U radu i istraživanju koje je proveo Mitrić L (2017) prosječnu vrijednost HMF-a za uzorke suncokreta dobio je u iznosu od 0,25 mg/kg.

U 4 analizirana uzorka suncokretovog meda (Tablica 5.) **električna vodljivost** kretala se od 0,38 mS cm⁻¹ do 0,5 mS cm⁻¹, a srednja vrijednost iznosila je 0,43 mS cm⁻¹. Svi uzorci zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika o medu koji nalaže da vrijednost električne vodljivosti meda suncokreta može najviše biti 0,8 mS cm⁻¹.

Usporedbe radi, električna vodljivost uzoraka meda od suncokreta koje su analizirali u svom istraživanju Denžić Lugomer i sur. (2017) kretala se u rasponu od 0,49 do 0,68 mS/cm, a prosječna vrijednost iznosila je 0,57 mS/cm. Mitrić L (2017) u svom istraživanju i analizi uzoraka meda suncokreta dobio je prosječnu vrijednost električne vodljivosti za uzorke suncokreta u iznosu od 0,41 mS/cm.

Vrijednost kiselosti za analizirane uzorke suncokretovog meda (Tablica 5.) iznose između 20,9 i 34,76 mmol kg⁻¹ sa srednjom vrijednosti od 26,7 mmol kg⁻¹. Budući da prema Pravilniku vrijednosti kiselosti ne smiju prelaziti 50 mmol kg⁻¹, analizirani uzorci zadovoljavaju te uvjete.

Usporedbe radi, u svom istraživanju i radu Mitrić L (2017) za uzorke meda suncokreta izračunao je prosječnu vrijednost kiselosti u iznosu od 24,46 mmol/kg. Primjećujemo da nije velika razlika u vrijednostima za ova dva istraživanja.

U 4 analizirana uzorka suncokretovog meda (Tablica 5.) **maseni udio reducirajućih šećera** iznosio je od 70,25 do 74,52 %, sa srednjom vrijednosti od 72,73 %. Možemo zaključiti da svi uzorci zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika o medu (2015) koji nalaže da ta vrijednost mora iznositi najmanje 60 %.

Usporedbe radi, u svom istraživanju i radu Mitrić L (2017) za uzorke meda suncokreta izračunao je prosječnu vrijednost masenog udjela reducirajućih šećera u iznosu od 70,40 %.

Vrijednost **masenog udjela saharoze** za analizirane uzorke suncokretovog meda (Tablica 5.) iznosila je od 0,27 do 0,42 %, sa srednjom vrijednosti od 0,35 %. Može se zaključiti da svi uzorci suncokretovog meda zadovoljavaju uvjete Pravilnika o medu koji nalaže da maseni udio saharoze u medu može iznositi najviše 5 %.

Usporedbe radi, u svom istraživanju i radu Mitrić L (2017) za uzorke meda suncokreta izračunao je prosječnu vrijednost masenog udjela saharoze koja je iznosila 0,28 %. Iz fizikalno – kemijske analize nekih vrsta medova za 2016. godinu koja je rađena u sklopu jednog završnog rada (Martić, 2017) maseni udio vode meda suncokreta iznosio je 18,80 %, što je malo veća vrijednost u odnosu na ovo istraživanje. Maseni udio HMF-a meda suncokreta za 2016. iznosio je 0,25 mg/kg dok je u ovom istraživanju iznosio u prosjeku 4,18 mg/kg što je jako približna vrijednost. Električna vodljivost meda suncokreta iz 2016. godine iznosila je 0,41 mS/cm i uočavamo da nema neke znatne promjene u odnosu na ovo istraživanje. Kiselost meda suncokreta iz uzorka 2016. godine iznosila je 24,46 mmol/kg, a u ovom istraživanju iznosila je u prosjeku 26,7 mmol/kg što je malo niža vrijednost. Maseni udio reducirajućih šećera za med suncokreta iz godine 2016. iznosio je 70,40 % što i nije neka velika razlika u odnosu na ovo istraživanje. Maseni udio saharoze za med suncokreta iz godine 2016. iznosio je 0,28 % dok je u ovom istraživanju u prosjeku iznosio 0,35 % što je blago veća vrijednost.

Tablica 6. Rezultati kemijske analize meda drače, heljde, kadulje i uljane repice

Uzorak	Maseni udio vode (%)	Maseni udio HMF-a (mg/kg)	Električna vodljivost (mS/cm)	Kiselost (mmol/kg)	Maseni udio reducirajućih šećera (%)	Maseni udio saharoze (%)
Drača	15,53	4,24	0,68	17,68	63,73	2,41
Heljda	15,43	2,84	0,34	28,00	68,57	1,01
Kadulja	15,50	2,10	0,30	15,15	64,38	2,55
Uljana repica	14,03	4,26	0,36	20,00	69,22	0,94

Svi uzorci meda (Tablica 6.) zadovoljavaju sve zahtjeve Pravilnika o medu (2015).

Iz fizikalno – kemijske analize nekih vrsta medova za 2016. godinu u sklopu jednog završnog rada (Martić, 2017) maseni udio vode uzorka meda drače iznosio je 17,76 %, što je malo veća vrijednost u odnosu na ovo istraživanje. Maseni udio HMF-a meda drače za 2016. godinu iznosio je 0,00 mg/kg dok je u ovom istraživanju iznosio 4,26 mg/kg što je malo veća vrijednost. Električna vodljivost meda drače iz 2016. godine iznosila je 0,69 mS/cm te uočavamo da nema neke razlike u ova dva istraživanja. Kiselost meda drače iz uzorka 2016. godine iznosila je 11,05 mmol/kg, a za ovo istraživanje iznosila je 17,68 mmol/kg što je blago viša vrijednost. Maseni udio reducirajućih šećera za med draču iz godine 2016. iznosio je 62,41 % što i nije neka razlika u odnosu na vrijednost u ovom istraživanju. Maseni udio saharoze za med draču iz 2016. godine iznosio je 2,23 % dok je u ovom istraživanju iznosio 2,41 % te možemo zaključiti da nema nekih velikih odstupanja vrijednosti u iznosima ovih uzoraka.

Iz fizikalno – kemijske analize raznih vrsta medova za 2016. godinu u sklopu jednog završnog rada (Martić, 2017) maseni udio vode heljdinog meda iznosio je 18,20 %, što je malo veća vrijednost u odnosu na ovo istraživanje. Maseni udio HMF-a heljdinog meda za 2016. iznosio je 0,61 mg/kg dok je za ovo istraživanje iznosio 2,84 mg/kg što je malo veća vrijednost. Električna vodljivost heljdinog meda za 2016. godinu iznosila je 0,71 mS/cm što je blago viša vrijednost u

odnosu na vrijednost iz ovog istraživanja. Kiselost heljdinog meda iz uzorka 2016. godine iznosila je 29,97 mmol/kg, a za ovo istraživanje iznosila je 28 mmol/kg te uočavamo i da nema neke velike razlike u ovim istraživanjima. Maseni udio reducirajućih šećera heljdinog meda za uzorak iz 2016. iznosio je 65,30 % što i nije znatna razlika u odnosu na ovo istraživanje. Maseni udio saharoze za heljdin med iz godine 2016. iznosio je 2,71 % dok je u ovom istraživanju iznosio 1,01 % što je blago viša vrijednost.

U analizi različitih uzoraka meda kadulje s područja Republike Hrvatske iz 2003. godine koju su provodili Šarić i suradnici maseni udio vode meda kadulje kretao se u rasponu od 14,6 % do 16,8 % s prosječnom vrijednošću od 15,8 %. Također, iste analize proveli su i 2004. te 2005. godine. Maseni udio vode 2004. godine kretao se u rasponu od 15,7 % do 17,2 % s prosječnom vrijednošću od 16,5 %. A 2005. godine maseni udio vode kretao se od 15,5 % do 19 % s prosječnom vrijednošću od 16,6 %. U istraživanju Denžić Lugomer i sur. (2017) maseni udio vode uzoraka meda kadulje kretao se u rasponu od 15,2 do 16,8 % s prosječnom vrijednošću od 16,0 %. Na temelju ovih istraživanja vidljivo je da među medovima kadulje iz ovih sezona nema gotovo nikakvih velikih statističkih razlika u udjelu vode. Maseni udio hidroksimetilfurfurala (HMF-a) iznosio je od 2,6 do 27,9 mg/kg, s prosječnom vrijednošću od 8,6 mg/kg. Također, iste analize provedene su i 2004. te 2005. godine. Prosječan maseni udio HMF-a 2004. godine iznosio je 5,6 mg/kg, a 2005. godine maseni udio hidroksimetilfurfurala iznosio je 27,6 mg/kg gdje uočavamo da je te godine HMF uzoraka meda kadulje bio dosta viši u odnosu na ostale godine. U istraživanju Denžić Lugomer i sur. (2017) HMF uzoraka meda od kadulje kretao se u rasponu od 0,3 do 6,0 mg/kg s prosječnom vrijednošću od 3,2 mg/kg. Električna vodljivost uzoraka meda 2003. godine kretala se u rasponu od 0,28 do 1,08 mS/cm s prosječnom vrijednošću od 0,58 mS/cm. Također, iste analize provedene su i 2004. i 2005. godine. 2004. godine električna vodljivost uzoraka meda kadulje kretala se u rasponu od 0,31 do 1,01 mS/cm, s prosječnom vrijednošću od 0,51 mS/cm. Električna vodljivost uzoraka meda kadulje iz 2005. godine kretala se u rasponu od 0,31 do 0,85 mS/cm s prosječnom vrijednošću od 0,47 mS/cm i time primjećujemo da nema velike razlike u ovim istraživanjima. Električna vodljivost uzoraka meda od kadulje koje su analizirali u svom istraživanju Denžić Lugomer i sur. (2017) kretala se u rasponu od 0,46 do 0,63 mS/cm, a prosječna vrijednost iznosila je 0,55 mS/cm. Vrijednost kiselosti iznosila je u rasponu od 11,1 do 25,5 mmol/kg, s prosječnom vrijednošću od 18,5 mmol/kg. Također, iste analize provedene su i 2004. te 2005. godine. Vrijednost kiselosti 2004. godine kretala se u rasponu od 10 do 19,2 mmol/kg s prosječnom vrijednošću od 15,6 mmol/kg, a 2005. godine vrijednost kiselosti kretala se u iznosu od 10 do 24,1 mmol/kg s prosječnom vrijednošću od 18,1 mmol/kg gdje primjećujemo da je uzorak

meda kadulje iz ovog istraživanja imao sličnu vrijednost kiselosti u odnosu na ostale godine istraživanja. Maseni udio reducirajućih šećera iznosio je u rasponu od 70,2 do 76,3 %, s prosječnom vrijednošću od 73,1 %. Također, iste analize provedene su i 2004. te 2005. godine. Vrijednosti 2004. godine kretale su se u rasponu od 66 do 77 % s prosječnom vrijednošću od 71,7 %, a 2005. godine vrijednosti su se kretale u iznosu od 66,5 do 71,5 % s prosječnom vrijednošću od 69,6 % te time možemo zaključiti da nema velikih odstupanja u vrijednostima. Maseni udio saharoze kretao se u rasponu od 0,7 do 5,0 %, s prosječnom vrijednošću od 2,1 %. Također, iste analize provedene su i 2004. te 2005. godine. Vrijednosti 2004. godine kretale su se u rasponu od 2,1 do 7,7 % s prosječnom vrijednošću od 4,2 %, a 2005. godine vrijednosti masenog udjela saharoze kretale su se u iznosu od 0,0 do 3,5 % s prosječnom vrijednošću od 1,8 %. Iz ovog možemo zaključiti da su vrijednosti masenog udjela saharoze meda kadulje za navedene godine slične u odnosu na ovo istraživanje.

Iz fizikalno – kemijske analize nekih vrsta medova za 2016. godinu u sklopu jednog završnog rada (Martić, 2017) maseni udio vode meda uljane repice iznosio je 16,72 %, što je blago veća vrijednost u odnosu na ovo istraživanje. Maseni udio HMF-a meda uljane repice za 2016. iznosio je 0,00 mg/kg dok je za ovo istraživanje iznosio 4,26 mg/kg što je blago veća vrijednost. Električna vodljivost meda uljane repice iz 2016. godine iznosila je 0,21 mS/cm što je blagi pad u odnosu na ovo istraživanje. Kiselost meda uljane repice iz uzorka 2016. godine iznosila je 15,03 mmol/kg, a u ovom istraživanju iznosila je 20 mmol/kg što je blago povećanje vrijednosti. Maseni udio reducirajućih šećera za med uljane repice godine 2016. iznosio je 70,03 % što i nije neka razlika vrijednosti u odnosu na ovo istraživanje. Maseni udio saharoze za med uljane repice godine 2016. iznosio je 0,68 % dok je u ovom istraživanju iznosio 0,94 % što je blago povećana vrijednost.

Također, u jednom istraživanju 2011. godine koje su proveli Čalopek i sur. (2016), analizirali su uzorke meda na području cijele Hrvatske i u svojim rezultatima za maseni udio vode meda uljane repice dobili su prosječnu vrijednost od 18,5 %, a kretao se u rasponu od 17,8 do 19,2 %. Maseni udio HMF-a za dati med kretao se u rasponu od 3,6 do 33,5 mg/kg, s prosječnom vrijednosti od 18,6 mg/kg. Električna vodljivost kretala se u rasponu od 0,18 do 0,19 mS/cm, a prosjek vrijednosti bio je 0,19. Kad je u pitanju kiselost meda uljane repice, dobili su prosječnu vrijednost za tu godinu 14 mmol/kg, a kretala se u rasponu od 13 do 15 mmol/kg. Maseni udio reducirajućih šećera kretao se u rasponu od 76,3 do 84,6 % s prosjekom od 80,5 %. Što se tiče masenog udjela saharoze meda uljane repice za tu godinu, kretala se u rasponu od 3,8 do 7,6 % s prosjekom od 5,7 %.

5. ZAKLJUČCI

Nakon provedene analize nekih fizikalno-kemijskih parametara 53 uzorka raznih vrsta medova s područja Republike Hrvatske i Bosne i Hercegovine za 2022. godinu, u svrhu natjecanja "Zzzagimed 2022", može se zaključiti sljedeće:

1. Maseni udio vode za sve uzorke raznih vrsta medova, u ovom istraživanju (kesten, medun, medljikovac, amorfa, suncokret, drača, heljda, kadulja, uljana repica) odgovara zahtjevima Pravilnika o medu (2015), koji propisuje da maseni udio vode u medu ne smije biti veći od 20 %.
2. Svi uzorci meda, u ovom istraživanju kesten, medun, medljikovac, amorfa, suncokret, drača, heljda, kadulja, uljana repica zadovoljavaju zahtjeve propisane Pravilnikom o medu (2015) jer imaju maseni udio HMF-a manji od 40 mg/kg.
3. Svi uzorci raznih vrsta medova u ovom istraživanju zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika o medu za električnu vodljivost prema kojem električna vodljivost za med kestena, medljikovca i meduna mora biti najmanje 0,8 mS/cm, a za ostale medove mora iznositi najviše 0,8 mS/cm. Šest uzoraka meda kestena i dva uzorka meda meduna imaju nižu vrijednost vodljivosti od granice propisane Pravilnikom o medu (2015), no s obzirom na malo odstupanje smatra se zanemarivo.
4. Kiselost za sve uzorke raznih vrsta medova u ovom istraživanju odgovara zahtjevima Pravilnika o medu (2015), a on propisuje da kiselost ne smije biti veća od 50 mmol/kg.
5. Svi uzorci raznih vrsta medova iz ovog istraživanja zadovoljavaju kriterije Pravilnika o medu (2015) koji nalaže da udio reducirajućih šećera za medove amorfu, suncokret, kadulju, uljanu repicu, heljdu i draču mora iznositi najmanje 60 %, dok medovi kesten, medljikovac, medun u udjelu reducirajućih šećera moraju imati najmanje 45 %.
6. Maseni udio saharoze za sve uzorke meda u ovom istraživanju zadovoljava zahtjeve Pravilnika o medu (2015) koji nalaže da maseni udio saharoze u medu može najviše iznositi 5 %.

6. LITERATURA

Adamič A O, Vukmirović V, Koch V (1984) Pčelinji proizvodi i njihova uporaba. U: Med-izvor zdravlja i ljepote, (Skrk-Kos N, ured), *Centralni zavod za napredak gospodinjstva, Ljubljana*, str. 85-114.

Anklam E (1998) A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chem.* **63**, 549-562. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00057-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00057-0)

Arawwawala M, Hewageegana S (2017) Health benefits and traditional uses of honey: A review. *J Apither* **2**, doi: 10.5455/ja.20170208043727

Bačić T, Sabo M: Najvažnije medonosne biljke u Hrvatskoj, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2007.

Ball DW (2007) The Chemical Composition of Honey. *J Chem Educ* 84: 10. <https://doi.org/10.1021/ed084p1643>

Batinić K, Palinić D (2014) Priručnik o medu, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru, Mostar.

Bertoncelj J, Doberšek U, Jamnik M, Golob T (2007) Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chem* 105, 822-828 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.060>

Bogdanov S (2009) The book of honey. *Bee Product Science* **46**, 269-275

Bogdanov S, Martin P (2002) Honey authenticity: a review. *Swiss Bee Research Centre*, 1-20.

Codex Alimentarius Commission: Revised Codex Standard for Honey, Codex Stan 12- 1981, Rev.1 (1987), Rev.2, 1-7, 2001.

Čalopek B, Marković K, Vahčić N, Bilandžić N (2016) Procjena kakvoće osam različitih vrsta meda. *Vet Stanica* **47**, 317 – 325

Čupić, Anita (2017) Određivanje parametara kvalitete odabranih vrsta meda iz sezone 2021. Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Zagreb, Završni rad

Da Silva PM, Gauche C, Gonzaga LV, Oliviera Costa AC, Fett R (2016) Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chem* **196**, 309-323.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>

Denžić Lugomer M, Pavliček D, Kiš M, Končurat A, Majnarić D (2017) Quality assessment of different types of Croatian honey between 2012 and 2016. *Vet Stanica* **48**, 93 – 99.

Gobin I, Vučković D, Lušić D (2014) Antibaterijska svojstva meda. *Medicina fluminensis* 150-157.

HAPIH (2023) Osnivanje, djelatnost i zakonski akti. HAPIH- Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, <https://www.hapih.hr/o-nama/osnivanje-zakonski-akti-djelatnost/> Pristupljeno 20. lipnja 2024.

HAPIH (2020) Med hrvatskih pčelinjaka: Saznajte podrijetlo meda putem aplikacije. HAPIH Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, <https://www.hapih.hr/saznajte-podrijetlo-meda-putem-aplikacije-za-med-oznaceni-oznakom-med-hrvatskih-pcelinjaka/> Pristupljeno 20. lipnja 2024.

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. <https://doi.org/10.1126/science.1215039>

International Honey Commission (2009) Harmonised methods of the International Honey Commission. <http://www.ihc-platform.net/> Pristupljeno 20. lipnja 2024.

Jeffrey AE, Echazarreta CM (1996) Medical uses of honey. *Rev Biomed* **7**, 43–49

Lazaridou A, Biliaderis CG, Bacandritsos N, Sabatini AG (2004) Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. *J Food Eng* **64**: 9-21, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.09.007>

IHC (2009) Harmonised methods of the International Honey Commission. IHC- International Honey Commission, www.ihc-platform.net Pristupljeno 12. lipnja 2024.

Machado De-Melo AA, Bicudo de Almeida-Muradian L, Sancho MT, Pascual-Maté A (2017) Composition and properties of *Apis mellifera* honey. *J of Apicult Research* 5-37. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1338444>

Mandal MD, Mandal S (2011) Honey: its medicinal property and antibacterial activity. *Asian Pac J Trop Biomed* 154-160. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60016-6](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60016-6)

Martić, Ivan (2017) Kemijska analiza kestenovog meda, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Zagreb, Završni rad

Mitrić, Luka (2017) Fizikalno-kemijska analiza meda (Završni rad). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet.

Mujić I, Alibabić V, Travljanin D (2014) Prerada meda i drugih pčelinjih proizvoda, Veleučilište u Rijeci, Rijeka.

National Honey Board (2005) A Reference Guide to Nature's Sweetener, Colorado, USA. www.honey.com, Pristupljeno 15. srpnja 2024.

Pavliček D, Furmeg S, Jaki Tkalec V, Denžić Lugomer M, Novosel T (2022) Ispitivanje kakvoće meda na hrvatskom tržištu u razdoblju 2019.-2021. godine. *Vet Stanica* **53**, 513-523. <https://doi.org/10.46419/vs.53.5.15>

Petrović Jorjiš, N. (1979) Pčele i medicina (preveo Đeranović, A.) Nolit, Beograd.

Poljanec, Andreja (2017) Kemijska analiza bagremovog i šumskog meda, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno - biotehnološki fakultet Zagreb, Završni rad

Pravilnik (2015) Pravilnik o medu. Narodne novine 53, Zagreb. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_05_53_1029.html Pristupljeno 15. svibnja 2024.

Pravilnik (2009) Pravilnik o kakvoći uniformnog meda. Narodne novine 122, Zagreb. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_122_3018.html Pristupljeno 10. srpnja 2024.

Šarić G, Matković D, Hruškar M, Vahčić N (2008) Characterisation and Classification of Croatian Honey by Physicochemical Parameters. *Food Technol Biotechnol* **46**, 355- 367.

Škenderov S, Ivanov C (1986) Pčelinji proizvodi i njihovo korišćenje, Nolit, Beograd

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, www.pcelinjak.hr.
Pristupljeno 24. svibnja 2024.

White JW, Subers MH, Schepartz AI (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. [https://doi.org/10.1016/0926-6569\(63\)90108-1](https://doi.org/10.1016/0926-6569(63)90108-1)

Živkov-Baloš M, Popov N, Vidaković S, Ljubojević Pelić, Pelić M, Mihaljev Ž, i sur. (2018) Electrical Conductivity And Acidity Of Honey. *Vet Arh* **11**, 91-101. <https://doi.org/10.46784/eavm.v11i1.20>

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja Ivo Marijan Planinić izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Vlastoručni potpis