Kemijski sastav meda od drače

Weiner Strugar, Ela

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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:159:084529

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

prehrambeno biotehnološki fakultet

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Nutricionizam

Ela Weiner Strugar
6651/N

Kemijski sastav meda od drače

Završni rad

Modul: Kemija i biokemija hrane

Mentor: prof. dr.sc. Ines Panjkota Krbavčić

Zagreb, 2017.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Nutricionizam
Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda
Laboratorij za kemiju i biokemiju hrane

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Nutricionizam

KEMIJSKI SASTAV MEDA OD DRAČE

Ela Weiner Strugar, 6651/N

Sažetak: Med i proizvodi na bazi meda odavno su poznati po svojim korisnim učincima. Med je visokovrijedna namirnica, gledajući kako nutritivno tako i energetski. Također, zbog svojih antibakterijskih i antioksidaijskih svojstava često se koristi kao baza za lijekove, te ublažavanje nekih simptoma. U istraživanju provedenom na 10 uzoraka meda od drače (Paliurus spina-christi Mill.) određivani su fizikalno-kemijski parametri koji utječu na kvalitetu meda. Provedena analiza uključivala je maseni udio vode, električnu provodnost, maseni udio reducirajućih šećera i saharoze, te udio hidroksimetifurfurala. Dobiveni rezultati uspoređivali su se sa zahtjevima Pravilnika o medu, a može se zaključiti da su svi fizikalno-kemijski parametri u ispitivanim uzorcima u skladu s Pravilnikom.

Ključne riječi: fizikalno-kemijski parametri, kvaliteta meda, med od drače, sastav meda

Rad sadrži: 26 stranice, 4 tablice, 26 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno.biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: prof. dr.sc. Ines Panjkota Krbavčić

Pomoć pri izradi: ing. Renata Petrović, viši tehnički suradnik

Datum obrane: 18.09.2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
Undergraduate studies Nutrition
Department of food quality control
Laboratory for food chemistry and biochemistry

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Nutrition

CHEMICAL COMPOSITION OF PALIURUS SPINA-CHRISTI MILL. UNIFLORAL HONEY

Ela Weiner Strugar, 6651/N

Abstract: Honey and honey based products have always been recognised for their beneficial affects. Honey is a high-value food, based on its nutritional and energy value. Because of its antibacterial and antioxidant characteristics, it is often use for medical purposes. In the study conducted on 10 samples of Paliurus spina-christi Mill. unifloral honey were determined physical-chemical parameters that have an effect on the quality of honey. Analysed parameters included water mass fraction, electrical conductivity, total reducing sugar mass fraction and surcose mass fraction and content of hydroxymethylfurfural. All of the obtained results met the requirements imposed by Croatian regulations.

Keywords: physical-chemical parameters, honey quality, bramble honey, honey composition

Thesis contains: 26 pages, 4 tables, 26 references

Original in: Croatian

Final work in printed and electronic (pdf format) version is deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: PhD. Ines Panjkota Krbavčić, Full Professor

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

Thesis delivered: 18.09.2017.

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Teorijski dio 2
   2.1. Definicija meda 2
   2.2. Obilježja meda 2
      2.2.1. Nektarni med 3
      2.2.2. Medljikovac 3
   2.3. Med od drače (Paliurus spina-christi Mill.) 4
   2.4. Kemijski sastav meda 5
      2.4.1. Ugljikohidrati 5
      2.4.2. Voda 6
      2.4.3. Proteini i aminokiseline 6
      2.4.4. Enzimi 7
      2.4.5. Vitamini 8
      2.4.6. Organske kiseline 8
      2.4.7. Mineralne tvari 8
      2.4.8. Fitokemikalije 9
      2.4.9. Hidroksimetilfurfural (HMF) 10
3. Materijal i metode 11
   3.1. Materijal 11
   3.2. Metode 11
      3.2.1. Priprema uzorka 11
      3.2.2. Određivanje udjela vode 12
      3.2.3. Određivanje električne provodnosti 12
      3.2.4. Određivanje reducirajućih šećera 13
      3.2.5. Određivanje udjela saharoze 16
      3.2.6. Određivanje udjela hidroksimetilfurfurala (HMF) 17
4. Rezultati i rasprava 20
5. Zaključak 23
6. Literatura 24

1. Uvod

U današnjem užurbanom životu, mnoštvu prerađene i konzervirane hrane, te obilju stresa vrlo je važna pravilna prehrana, te konzumiranje nutritivno bogatih namirnica. Također, izborom namirnica, važno je pokušati utjecati na neke od funkcija organizma poput imunosti. Upravo je med jedna takva, izrazito kvalitetna namirnica. Još u davna vremena poznata je kao ljekovita namirnica zbog svog sastava. Vjerovalo se da je med vrlo ljekovit te su se mnogi lijekovi radili upravo na bazi meda.

Med je visokovrijedna namirnica zbog svog nutritivnog ali i energetskog sastava. Za med možemo reći da je u potpunosti iskoristiva namirnica što je nama nutricionistima od posebne važnosti. Pripisuju mu se antibakterijska i antioksidacijska svojstva. Budući da je vrlo kvalitetna namirnica mogu je konzumirati gotovo svi, neovisno o dobi i stanju organizma.

Med od drače spada vrste meda karakteristične za područje Dalmacije, s kojima se ne susrećemo toliko često.

Cilj ovog rada je određivanje fizikalno-kemijskih svojstava meda od drače i usporedba dobivenih rezultata s propisanim zahtjevima Pravilnika o medu (2015).

2. Teorijski dio

2.1. Definicija meda

Prema Pravilniku o medu, med se definira kao prirodno sladak proizvod što ga medonosne pčele (Apis melifera) 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, izdvajaju vodu i odlažu u stanice saća do sazrijevanja (Pravilnik, 2015).

Prema Codex Alimentarius-u med se definira kao prirodno slatka tvar koju od nektara biljaka i izlučevina živih dijelova biljaka, odnosno izlučevina kukaca koji sišu sokove na živim dijelovima biljaka, proizvode pčele medarice na način da iste sakupljaju, preinačuju dodajući im vlastite specifične tvari, odlažu, isušuju, pohranjuju i ostavljaju u saću da sazru (Codex Alimentarius Commission, 2001).

2.2. Obilježja meda

Med kao namirnica ima dvostruko podrijetlo: biljno i životinjsko, te se prema tome može podijeliti u dvije osnovne skupine nektarni ili cvjetni med i medljikovac.
Nektarni ili cvjetni med potječe od nektara medonosnih biljaka - slatke tekućine koju izlučuju biljke. Nektarni med može biti monoflorni ili poliflorni. Monoflorni med se definira kao med koji ima najmanje 45% peludnih zrnaca iste vrste u netopljivom sedimentu.
Poliflorni med mješavina je različitih vrsta meda, a uz poliflorni med postoji i mješavina nektarnog meda i medljikovca koja se naziva miješani med.

Medljikovac se dobiva od medne rose, izlučevine insekata koji skupljaju sokove sa živih dijelova biljka ili njihovih izlučevina. Najčešće potječe od crnogoričnog (smreka, jela, bor) i bjelogoričnog (hrast, bukva) drveća, sadržaj peludi je mali kao i sadržaj mediljki (spora, gljivica i algi). Medljikovac je obojeniji, te sadrži više mineralnih tvari i oligosaharida od nektarnog meda. Slatkoća mu je u odnosu na nektarni med manja, ali ima viši pH (Sajko i sur., 1996).

2.2.1. Nektarni med

Prema svom sastavu nektar je vodena otopina raznovrsnih šećera, najvećim dijelom saharoze, glukoze i fruktoze. Osim šećera nektar sadrži i dušikove i fosforne spojeve, organske kiseline, vitamine, pigmente, aromatske spojeve, mineralne tvari, enzime i aminokiseline u određenim kiselinama (Škenderov i Ivanov, 1986).

Nektarni med proizvode pčele od nektara kojeg izlučuju biljne žlijezde nektarije. Nektarije mogu biti cvjetne i izvancvjetne, a na količinu nektara utječu vanjski i unutarnji čimbenici. Vanjske čimbenike čine temperatura, vlažnost zraka, količina vjetra, dužina dana te zemljišni uvjeti, dok u unutarnje čimbenike ubrajamo veličinu, uzrast i fazu razvitka cvijeta, veličinu površine nektarije, biljnu vrstu, položaj cvijeta na biljci i sortu.

Hrvatska je bogata medonosnim biljnim vrstama, postoji ih oko 100 vrsta koje su zanimljive pčelama. (Šimić, 1980.) Najznačajnije medonosne biljke od kojih se proizvodi nektarni med:

- Bagrem (Robinia pseudoacacia)
- Kadulja (Salvia officinalis)
- Kesten (Castanea sativa Mill.)
- Lipa (Tilia L.)
- Lavanda (Lavandula officinalis L.)
- Ružmarin (Rosmarinus officinalis L.)
- Suncokret (Helianthus annus L.)
- Amfora (Amphora fructicosa L.)
- Livadni med - od različitog livadnog cvijeća

2.2.2. Medljikovac

Medljika je slatka tvar koja se javlja na listovima i ostalim dijelovima crnogoričnog i bjelogoričnog drveća, a proizvod je izlučevina kukaca iz reda jednokrilaca (Homoptera), za pčelarstvo najznačajnije lisne i štitaste uši (Vahčić i Matković, 2009).
U usporedbi s nektarnim medom smatra se manje vrijednom vrstom meda.

Najznačajnije vrste medljikovca:

- Jelov medljikovac
- Smrekov medljikovac

- Hrastov medljikovac
- Medljikovac od medljike medećeg cvrčka

2.3. Med od drače (Paliurus spina-christi Mill.)

Drača (Paliurus spina-christi Mill.) je višegodišnja biljka koja raste na mediteranskom i azijskom tlu. U Hrvatskoj je najčešće susrećemo uz samo obalu Jadranskog mora, te na otocima. Često se koristi kao diuretic ili za liječenje dijareje i reumatizma (Brantener i Males, 1998).

Bodljikavi listopadni grm, čiji su cvijetovi sakupljeni u male zlatnožute grozdaste cvatove, smještene u pazušcima listova (Anonymous 1, 2013).

Drača ima povoljne antibakterijske učinke, uglavnom na Gram-pozitivne bakterije, a to svojstvo ovisi o količini polifenola koji se mogu naći u ekstraktu biljke (Brantner i sur., 1996).

Med od drače je žute ili zatvoreno žute boje, te bez mirisa. Okus mu je blag i malo opor. Med brzo kristalizira u krupne kristale, no to ne ujteče na kvalitetu samog meda. Zbog svojih antibakterijskih i antimikrobnih svojtava preporučuje se za jačanje imuniteta, prevenciju kardiovaskularnih bolesti i snižavanje kolesterola (Anonymous 1, 2013).

O medu o drači nema mnogo informacija. Godine 2009. Jerkovič i suradnici objavili su istraživanje hlapljivih komponenata meda od drače. Prema tom istraživanju, u kojem se analiziralo 5 uzoraka monoflornog meda od drače, plinskom kromatografijom te masenom spektrometrijom utvrđeno je da se u medu nalazi značajan udio polifenola. Također, kao biomarkerske komponente izolirani su četiri izomera lilac aldehida, metil nonanoat, heksanska kiselina i 2-etilheksanska kiselina (Jerkovič i sur., 2009).

2.4. Kemijski sastav meda

Složena smjesa meda sadrži više od 70 različitih komponenti, gdje neke od njih potječu od medonosne biljke, neke su dodatak koji dodaju pčele, a neke nastaju tijekom sazrijevanje meda u saću (Krell, 1996).

2.4.1. Ugljikohidrati

Kemijski gledano, ugljikohidrati su tvari građene od ugljika, vodika i kisika. Šećeri, koji se također nazivaju i saharidima, smatraju se tipičnim ugljikohidratima. Dijele se na jednostavne (monosaharide) i složene (oligosaharide i polisaharide).

Med je prezasićena šećerna otopina, dakle glavni sastojak meda su ugljikohidrati. Oni čine 95-99% suhe tvari što ovisi o vrsti meda. Ukupni udjel ugljikohidrata u medu je 73-83%. Najzastupljeniji je fruktoza , čiji je udjel prosječno 39,1% i glukoza s prosječnim udjelom 30,3%. Ovi monosaharidi najviše utječu na fizikalna svojstva meda kao što su gustoća, viskoznost, ljepljivost, higroskopnost te sklonost kristalizaciji (Barhate i sur., 2003).

U većini slučajeva omjer fruktoze i glukoze je veći od 1, ovisno o vrsti meda, a prosječno iznosi 1,2/1. Taj omjer, ali i omjer glukoze i vode bitni su za kako bi se pomoću njih u analizi meda određuje tendencija kristalizacije meda.
Glavni šećeri koji daju slatkoću medu su fruktoza, glukoza, saharoza i maltoza.
Budući da je fruktoza najzastupljeniji šećer u medu, slatkoća meda je 1,5 puta veća od konzumnog šećera.

Osim ova dva monosaharida u medu je identificirano i 11 disaharida: saharoza, maltoza, izomaltoza, nigeroza, turanoza, kobioza, laminoriboza, α- i β- trehaloza, maltuloza i izomaltuloza, te gentiobioza.
Također, identificirano je i 12 oligosaharida: erloza, melecitoza, α- i β- izomaltioziglukoza, maltotrioza, 1-kestoza, panoza, centoza, izopanoza, rafinoza, izomaltotrioza i izomaltopentoza (Sanz i sur., 2004).
Većina ovih ugljikohidrata se ne nalazi u nektaru već u medu nastaju djelovanjem pčelinjih enzima ili organskih kiselina na jednostavne šećere (Mateo i Bosch-Reig, 1997).

2.4.2. Voda

Udjel vode u medu je između 15 i 20%, što vodu čini drugim najzastupljenijim sastojkom meda. Na fizikalna svojstva poput kristalizacije, viskoznosti i specifične težine značajan utjecaj ima upravo udio vode u medu. Udio vode ovisi o klimatskim uvjetima, pasmini pčela, snazi pčelinje zajednice, vlažnosti i temperaturi zraka u košnici, uvjetima pri preradi i čuvanju, kao i botaničkom podrijetlu meda, no nema velike razlike između pojedinih vrsta (Škenderov i Ivanov, 1986).

Što je veći udio vode u medu, takav med će se sporije kristalizirati, međutim brže će dolaziti do kvarenja fermentacijom. Ukoliko je udio vode ispod 18% do fermentacije najvjerojatnije neće doći uopće.

Udio vode u medu najvažniji je parametar jer voda utječe na fizikalna svojstva meda (kristalizaciju i viskoznost), stabilnost meda i otpornost na mikrobiološko kvarenje tijekom čuvanja (Bogdanov i sur., 1999.; Zamora i Cherife, 2004).

Tablica 1. Prosječan udio vode u hrvatskim medovima (Šarić i sur., 2008)

VRSTA MEDA	UDIO VODE (%)
Bagrem	14,0 - 20,4
Kesten	13,9 - 20,9
Cvjetni	14,6 - 20,6
Livadni	14,1 - 21,2
Lipa	13,9 - 21,8
Medun	15,4 - 20,4
Suncokret	16,6 - 22,1

2.4.3. Proteini i aminokiseline

Aminokiseline su građevne jedinice proteina, a zajedničko obilježje svih aminokiselina je prisutnost jedne amino i jedne karboksilne skupine u njihovoj građi.
Proteini su građeni od α-aminokiselina u kojima je amino-skupina vezana na α-ugljikov atom karboksilne skupine.

Podrijetlo proteina i aminokiselina u medu može biti životinjsko (od pčela) ili biljno (iz peludi). Mogu biti u obliku prave otopine aminokiselina ili u obliku koloida, malih laganih čestica proteina koje lebde u medu a utječu na formiranje nekih svojstava meda poput stvaranja pjene i zračnih mjehurića, tamnjenje, zamućenje ili kristalizaciju meda (Belčić i sur., 1979.).

Udio proteina u medu kreće se između 0 i 1,7%. Medljikovac je bogatiji proteinima od nektarnog meda.

2.4.4. Enzimi

Prisustvo enzima je glavna karakteristika po kojoj se med razlikuje od ostalih zaslađivača.

Med sadrži invertazu, amilazu, glukoza oksidazu, katalazu, kiselu fosfatazu, peroksidazu, polifenoloksidazu, esterazu, inulazu i proteolitičke enzime (Škenderov i Ivanov, 1986).

Tablica 2. Enzimi u medu i reakcije koje kataliziraju (Anonymus 2, 2003)

NAZIV ENZIMA	KATALIZIRANA REAKCIJA
α- i β-amilaza	Razgradnja škroba na druge ugljikohidrate (dekstrine, di-, oligo- i monosaharide)
Invertaza	Razgradnja saharoze na glukozu i fruktozu (invertni šećer) uz nastajanje malih količina kompleksnih šećera
Glukoza oksidaza	U oksidativnoj reakciji prevodi glukozu u glukonolakton pri čemu nastaje nusprodukt - vodikov peroksid
Kisela fosfataza	Hidroliza estera fosfatne kiseline
Proteaze	Hidroliza proteina i polipeptida na manje peptide
Esteraza	Hidroliza esterske veze
β-glukozidaza	Prevođenje β-glukana u oligosaharide i glukozu

2.4.5. Vitamini

Med se ne smatra značajnim izvorom vitamina u prehrani ljudi, iako su vitamini prisutni u medu u malim količinama. Nektar i pelud najznačajniji su izvori vitamina u medu, pa stoga zastupljenost pojedinih vitamina najviše ovisi o botaničkom podrijetlu meda (Finke, 2005).
Med sadrži nešto veću količinu vitamina B skupine, C i K (Škenderov i Ivanov, 1986).
Najviše vitamina C ima pelud pelina, a vitamin C se najčešće nalazi u medu u saću jer se inače tijekom manipulacije meda gubi. U nekim vrstama meda mogu se pronaći određene količine vitamina E, te folne kiseline koja je važna za rast i razvoj (Balen, 2003).

2.4.6. Organske kiseline

Prvotno se mislilo da je glavna i gotovo jedina kiselina u medu mravlja kiselina, danas se zna da med sadrži više vrta organskih kiselina. Osim mravlje, prisutne su i oksalna, maslačna, octena, limunska, vinska, jabučna, piroglutaminska, mliječna, glukonska, jantarna, pirogrožđana, α-ketoglutarna, glikolna, te 2,3-fosfogliceratna (Vahčić i Matković, 2009).

Najzastupljenija u medu je glukonska kiselina, koja nastaje djelovanjem glukoza oksidaze u reakciji pretvorbe glukoze.
Udjel organskih kiselina u medu u rasponu je od 0,17 do 1,17%, što je u prosjeku 0,57%.

2.4.7. Mineralne tvari

U mineralne tvari ubrajamo natrij, kalij, kalcij, magnezij, fosfor, sumpor, klor, željezo, aluminij, te elemente u tragovima kao što su bakar, krom, selen, cink, arsen, olovo i sl. U medu nisu zastupljeni u velikim količinama, ali su prisutni.
Njihov udio je prosječno između 0,1 i 0,2% u nektarnom medu i najviše do 1,5% u medljikovcu. Udio mineralnih tvari izražava se kao udio pepela (Vahčić i Matković, 2009).

Ljudski organizam sam ne može proizvoditi mineralne tvari, a budući da su one esencijalne za normalno funkcioniranje procesa u organizmu, od izuzetne je važnosti unijeti ih prehranom. U medu, najzastupljeniji minerali su natrij, kalij, kalcij i fosfor.

Tablica 3. Prosječna masa mineralnih tvari u 100 g meda (Krell, 1996)

Mineralna tvar	Krell, 1996
Natrij	0,6-40 mg
Kalij	10-470 mg
Kalcij	4-30 mg
Fosfor	2-60 mg
Željezo	1-3,4 mg
Cink	0,2-0,5
Magnezij	0,7-13 mg
Bakar	0,01-0,1 mg

2.4.8. Fitokemikalije

Fitokemikalije su nehranjive tvari iz bilja, sekundarni biljni metaboliti, koji u ljudskom organizmu imaju važnu funkcionalnu ulogu u prevenciji bolesti. U medu su prisutni antioksidansi i flavonoidi.

Antioksidansi su tvari koje sprječavaju oksidaciju drugih tvari. U biološkim sustavima neutraliziraju slobodne radikale. Slobodni radikali su molekule s nesparenim elektronom, što ih čini izuzetno reaktivnima. Antioksidansi imaju sposobnost stabiliziranja ravnoteže upravo tih nesparenih elektrona iz slobodnih radikala, a pritom sami ostaju stabilni.
Mogu biti enzimske (enzimi - glukoza oksidaza, katalaza) i neenzimske (aminokiseline, proteini, organske kiseline i sl.) prirode, te endogeni ili egzogeni.

Flavonoidi su skupina polifenolnih spojeva koja ima antioksidacijsko, antimikrobno i antibakterijsko djelovanje. Pomažu u regeneraciji kože i sluznica, imaju antitumorsko djelovanje, te sprječavaju oksidaciju LDL-a.
Flavonoidi najčešći u medu su pinocembrin, apigenin, kamferol, kvercetin, galangin, krisin, pinobanksin, luteolin i hisperitin, a količina flavonoida u medu može iznositi i do 6000 µg/kg (Vahčić i Matkovič, 2009).

2.4.9. Hidroksimetilfurfural (HMF)

Hidroksimetilfurfural (HMF) je ciklički aldehid koji nastaje dehidracijom glukoze i fruktoze u kiselom mediju ili tijekom Maillardovih reakcija. Udio HMF-a mijenja se ovisno o temperaturi i uvjetima skladištenja. Zagrijavanjem i skladištenjem u nepovoljnim uvjetima udio HMF-a se povećava, pa se HMF koristi kao indikator zagrijavanja meda i njegovog neprikladnog skladištenja.

HMF je prirodno prisutan u medu, no njegov je udio u svježem medu vrlo mali , ispod 1 mg/kg. Taj udio brzo raste ukoliko je okolišna temperatura viša od 20^{o}C. Prema pravilniku o medu dozvoljen udio HMF-a u medu je najviše 40mg/kg, međutim kod medova podrijetlom iz tropske klime taj udio može biti i do 80 mg/kg, zbog izloženosti visokim temperaturama skladištenja i transporta zbog klimatskih uvjeta (Vahčić i Matković, 2009).

3. Materijal i metode

3.1. Materijal

Analiza je provedena na 10 uzoraka meda od drače s područja Repubilke Hrvatske.

3.2. Metode

Sve metode i principi analize usklađeni su s propisima Međunarodna komisije za med (International Honey Commission - IHC).

3.2.1. Priprema uzorka

Uzorci za analizu pripremaju se na različite načine, ovisno o konzistenciji.
Ukoliko je med u tekućem stanju, prije početka analize polako se izmiješa staklenim štapićem ili protese.

Granulirani med, priprema se za analizu tako da se zatvorena posuda s uzorkom stavi u vodenu kupelj i zagrijava na 60 ^{o}C pola sata (ukoliko je potrebno, može i na 65^{o}C). Prilikom zagrijavanja potrebno je miješati uzorak ili protresati i zatim brzo ohladiti.
Kod određivanja dijastaze(enzima) i hidroksimetilfurfurala med se ne zagrijava.

Ako je med u saću, saće se otvori i procijedi kroz žičano sito s kvadratnim otvorima dimenzija 0,5 mm x 0,5 mm. Ukoliko dio saća prijeđe uzorak, on se zagrijava na temperaturi 60 ^{o}C u vodenoj kupelji (ukoliko je potrebno i 65^{o}C). Tijekom zagrijavanja se kružno protresa ili miješa štapićem te brzo ohladi.

Ukoliko med sadrži strane primjese kao što su vosak, dijelovi pčela ili saća, uzorak se zagrijava u vodenoj kupelji pri temperaturi 40 ^{o}C, a zatim procjeđuje kroz tkaninu koja na sebi ima ljepilo zagrijano toplom vodom.
(IHC, 2009)

3.2.2. Određivanje udjela vode

Metoda se temelji na refraktometrijskom određivanju (IHC, 2009).

- APARATURA

Uz uobičajenu laboratorijsku opremu potreban je i refraktometar.

- PRIPREMA UZORKA

Uzorak se priprema na način utvrđen za metodu pripreme uzoraka za analizu, a zatim se indeks refrakcije uzorka odredi refraktometrom, pri stalnoj temperaturi od 20°C. Na temelju indeksa refrakcije izračuna se količina vode (% m/m), s pomoću tablice za proračun udjela vode u medu.
Ako se indeks ne odredi na temperaturi od 20°C, uzme se u obzir korekcija temperature i rezultati se svedu na temperaturu od 20°C.

- Pri temperaturama višim od 20°C dodaje se 0,00023 na vrijednost indeksa refrakcije za svaki °C.
- Pri temperaturama nižim od 20°C oduzima se 0,00023 od vrijednosti indeksa refrakcije za svaki °C.
  (IHC, 2009)

3.2.3. Određivanje električne provodnosti

Mjeri se električna provodnost 20%-tne otopine meda pomoću konduktometra na način da se mjeri električne otpornost koja je obrnuto proporcionalna električnoj provodnosti (IHC, 2009).

- STANDARDIZACIJA KONDUKTOMETRA

Konduktometar se standardizira pomoću otopine KCl pri temperaturi od 20°C.

- ODREĐIVANJE

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, te se očita električna provodnost pri postignutoj temperaturi 20°C.

- IZRAČUNAVANJE

Električna provodnost se izračunava prema sljedećoj formuli:

$S_H = K \times G$; gdje je:

S_H - električna otpornost meda u mS/cm

K - konstanta elektrode u cm^{-1}

G - provodnost u mS

Rezultati se prikazuju s točnošću 10^{-2} mS/cm.

3.2.4. Određivanje reducirajućih šećera

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

- REAGENSI:

1. Fehlingova otopina

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

Otopina B: Otopi se 346 g kalijnatrijeva tartarata ($C_4H_4KNaO_6 \times 4H_2O$) i 100 g natrijeva hidroksida (NaOH) u litri destilirane vode. Otopina se zatim filtrira.

2. Standardna otopina invertnog šećera (10 g/L vode):

Izvaže se 9,5 g čiste saharoze, doda 5 mL otopine klorovodične 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/1, a zatim se razrijedi do zahtijevane potrebne koncentracije (2 g/L) - standardna otopina.

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

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

4. Stipsa (alaun)
Otopina stipse: Pripremi se hladno zasićena otopina [$K_2SO_4Al_2$ $(SO_4)_3$ x $24H_2O$] u vodi. Zatim se uz stalno miješanje štapićem dodaje amonijev hidroksid dok otopina ne postane alkalna, što se utvrđuje lakmusom. Pusti se da se otopina slegne, provodi se ispiranje vodom, uz dekantiranje sve dok je voda slabo pozitivna pri testu na sulfate, što se utvrđuje otopinom barijeva klorida. Višak se vode odlije, a preostala pasta pohrani u boci s brušenim zatvaračem.

- PRIPREMA UZORKA

Postupak I. - primjenljiv na med s talogom:
a) Izvaže se 25 g homogeniziranoga meda i prenese u odmjerenu tikvicu volumena 100 mL, doda se 5 mL stipse i tikvica se dopuni vodom do oznake, pri temperaturi od 20°C, pa se otopina filtrira.

b) U odmjerenu tikvicu volumena 500 mL otpipetira se 10 mL uzorka pod a) i to se razrijedi destiliranom vodom do oznake na tikvici (razrijeđena otopina meda).

Postupak II. :
a) Izvaže se 2 g homogeniziranoga meda (W_2), prenese u odmjerenu tikvicu volumena 200 mL i otopi u vodi, a tikvica se dopuni vodom do oznake (otopina meda).
b) Odmjeri se 50 mL otopine meda pod a) i doda joj se destilirane vode do 100 mL (razrijeđena otopina meda).

- STANDARDIZACIJA FEHLINGOVE OTOPINE

Fehlingova se otopina standardizira tako što se otpipetira 5 mL Fehlingove otopine A i pomiješa sa 5 mL Fehlingove otopine B. Ta otopina mora potpuno reagirati s 0,050 g

invertnog šećera dodanoga u količini od 25 mL kao standardna otopina invertnog šećera (2 g/L).

- PRETHODNA TITRACIJA

Ukupni volumen tvari koja reagira na kraju redukcijske titracije mora biti 35 mL, a to se postiže dodavanjem određene količine vode prije početka titracije. S obzirom na to 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 dobiva se odbijanjem potrošenog obujma razrijeđene otopine meda u prethodnoj titraciji.

Pipetom se odmjeri 5 mL Fehlingove otopine A i prenese u stožastu Erlenmeyerovu tikvicu obujma 250 mL, doda se 5 mL Fehlingove otopine B, 7 mL destilirane vode, malo plovućca ili drugoga sličnog sredstva i 15 mL razrijeđene otopine meda iz birete. Medna se mješavina zagrijava do vrenja, pa dvije minute polako vrije, za koje se vrijeme doda 1 mL 0,2 %-tne otopine metilenskog modrog bojila. Titracija se završi ukupno 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

Pipetom se odmjeri 5 mL Fehlingove otopine A i prenese u stožastu Erlenmeyerovu tikvicu volumena 250 mL te se doda 5 mL Fehlingove otopine B. Zatim se doda (25 mL - "X mL") destilirane vode, malo kamena plovućca ili drugoga odgovarajućeg sredstva i iz birete razrijeđena otopina meda, tako da za kompletnu titraciju ostane oko 1,5 mL ("X mL" -1,5 mL). Zatim se hladna mješavina zagrijava do vrenja i dvije minute održava umjereno vrenje. Za vrijeme vrenja doda se 1,0 mL 0,2%-tne otopine metilenskoga modrog bojila. Titracija se, dodavanjem razrijeđene otopine meda do obezbojenja indikatora, mora završiti ukupno za tri minute. Potrošeni volumen razrijeđene otopine meda obilježava se s "Y mL".

- Izračunavanje

Invertni se šećer izražava u g/100 g (%)

Postupak I.

$C = 25/W_1 \times 1000/Y_1$

gdje je:

C - invertni šećer, u g

W_1 - masa uzetog uzorka, u g

Y_1 - volumen razrijeđene otopine meda potrošenoga za određivanje, u mL.

Postupak II.

$C = 2/W_2 \times 1000/Y_2$

gdje je:

C - invertni šećer, u g

W_2 - masa uzetog uzorka, u g

Y_2 - volumen razrijeđene otopine meda, potrošenoga za određivanje, u mL.

3.2.5. Određivanje udjela saharoze

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

- REAGENSI

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

- PRIPREMA UZORKA

Izvaže se 2 g homogeniziranog meda, prenese u odmjernu tikvicu i otopi u destiliranoj vodi pa se tikvica dopuni vodom do volumena 200 mL (otopina meda).

- HIDROLIZA UZORKA

Otopina meda (50 mL) prenese se u odmjernu tikvicu volumena 100 mL i doda se 25 mL destilirane vode. Toplomjer se zaroni u pripremljeni uzorak, koji se zagrijava do temperature od 65°C u kipućoj vodenoj kupelji. Tikvica se zatim iznese iz kupelji i doda se 10 mL kolorovodične kiseline[c(HCl)= 5 mol/L]. Pusti se da se otopina hladi 15 minuta, zatim se temperatura ugodi na 20°C i otopina neutralizira 5 mol otopinom NaOH/1, uz upotrebu lakmusova papira kao indikatora. Ponovno se ohladi (20°C) te se tikvica dopuni vodom do volumena 100 mL (razrijeđena otopina meda).

- ODREĐIVANJE

Određivanje je istovjetno s određivanjem reduciranih šećera, a odnosi se na prethodnu titraciju i postupak određivanja količine invertnog šećera prije inverzije.

- IZRAČUNAVANJE

Prvo se obračunava postotak invertnog šećera nakon inverzije, pri čemu se primjenjuje formula za određivanje postotka invertnog šećera prije inverzije.
Saharoza se iskazuje u g/100 g meda i izračunava prema formuli:
masa saharoze, g/100 g = (količina invertnog šećera nakon inverzije - količina invertnog šećera prije inverzije) x 0,95.

3.2.6. Određivanje udjela hidroksimetilfurfurala (HMF)

Ova se metoda temelji se na originalnoj metodi po Winkleru. Metoda se temelji na reakciji hidroksimetilfurfurola s barbiturnom kiselinom i p-toluidinom, pri čemu nastaje ružičasta boja, koja se mora mjeriti na valnoj duljini od 550 nm i usporediti sa slijepom probom (IHC, 2009).

- Aparatura i pribor

Osim uobičajene laboratorijske opreme upotrebljava se:
1) odmjerna tikvica volumena 50 mL i 100 mL,
2) vodena kupelj
3) spektrofotometar (očitavanje na 550 nm).

- Reagensi

1. Otopina barbiturne kiseline:
Izvaže se 500 mg barbiturne kiseline i sa 70 mL vode prenese u odmjernu tikvicu volumena 100 mL. Stavi se u vodenu kupelj da se otopi, zatim se ohladi i tikvica dopuni vodom do oznake.
2. Otopina p-toluidina:
Izvaže se 10 g p-toluidina i postupnim zagrijavanjem u vodenoj kupelji otopi u približno 50 ml izopropanola. S izopropanolom se prenese u odmjernu tikvicu volumena 100 mL pa se doda 10 mL ledene octene kiseline. Otopina se ohladi i tikvica dopuni izopropanolom do oznake. Otopina se čuva na tamnom mjestu i ne upotrebljava najmanje 24 sata.
3. Destilirana voda bez kisika:
Kroz vruću vodu propušta se dušik. Voda se zatim ohladi.
4. Carrezova otopina I: 15 grama kalij heksacijanoferata (II) otopi se u 100 mL vode.
5. Carezzova otopina II: 30 grama cink acetata otopi se u 100 mL vode.

- PRIPREMA UZORKA

Uzorak se priprema na način utvrđen za metodu pripreme uzorka za analizu, bez zagrijavanja.

- ODREĐIVANJE

Izvaže se 10 g uzorka i bez zagrijavanja otopi u 20 mL destilirane vode bez kisika. Zatim se prenese u odmjernu tikvicu volumena 50 mL. Doda se 1 mL Carrezove I otopine i promiješa, te nakon toga još 1 mL Carrez II otopine uz ponovno miješanje. Zatim se tikvica dopuni

vodom do oznake. Kako bi se spriječilo stvaranje pjene, dodaje se kap etanola. Otopina se profiltrira kroz filter papir, a prvih 10 ml filtra se baca. Dobiveni filtrat je bezbojan.
Odmah nakon pripreme nastavi se određivanje.

Od pripremljenog uzorka odmjeri se pipetom 2 mL, prenese se u dvije epruvete, pa se doda 5 mL p-toluidina. U jednu se epruvetu otpipetira 1 mL vode(slijepa proba), a u drugu 1 mL otopine barbiturne kiseline, pa se sadržaj dobro promiješa. Reagens se treba dodavati bez prekida, a sve se mora završiti za 1-2 minute. Kad intenzitet boje dostigne maksimum (3-4 minute) očita se apsorbancija na 550 mm u kiveti od 10 mm.

- IZRAČUNAVANJE

Količina hidroksimetilfurfurola izražava se u mg/kg meda, i se izračunava prema formuli
mg HMF/kg meda = A x 10/m x 192
A - apsorbancija
192 - faktor razrjeđivanja i koeficijent ekstinkcije
m - masa meda (g)

4.Rezultati i rasprava

Analizirano je 10 uzoraka meda od drače, karakterističnog za Dalmaciju, budući da drače ondje najviše ima. Sve metode za provedbu analize i obradu rezultata u skladu sa zahtjevima Međunarodne komisije za med (International Honey Commissiono - IHC).

Tablica 4. Rezultati kemijske analize meda od drače (Paliurus spina-christi Mill.)

Broj uzorka	Maseni udio vode (%)	Električna provodnost (mS/cm)	Maseni udio ukupnih šećera (%)	Maseni udio reducirajućih šećera (%)	Maseni udio saharoze (%)	Maseni udio HMF-a (mg/kg)
1	16,40	0,833	66,57	65,69	1,90	0,02
2	17,40	0,949	66,42	65,53	2,89	0,00
3	18,04	0,767	67,59	65,74	1,85	0,00
4	17,88	0,722	71,09	68,26	2,83	0,00
5	19,00	0,704	68,80	67,02	1,78	0,02
6	15,57	1,154	67,47	63,49	3,98	0,00
7	16,24	0,724	68,78	65,81	2,97	0,00
8	18,24	1,009	64,33	62,65	1,68	0,00
9	16,40	0,420	70,58	68,37	2,21	0,11
10	16,72	1,122	64,97	61,82	3,15	0,00
Prosječna vrijednost	17,19	0,85	67,76	65,24	2,52	0,02
Standardna devijacija	1,03	0,21	2,06	2,17	0,72	0,03
Koeficjent varijabilnosti (%)	5,99	24,71	3,16	3,33	28,57	150
Zahtjev Pravilnika o medu	<20	>0,8	>65	>60	<8	<40mg/kg

U tablici 4. prikazane su vrijednosti kemijskih parametara dobivene prilikom kemijske analize meda od drače. Analiza je uključivala analizu udjela vode, električnu provodljivost, udio ukupnih šećera, od toga udio reducirajućih šećera i udio saharoze, te udio hidroksimetilfurfurala. Prikazani su također i prosječna vrijednost, standardna devijacija te koeficijent varijabilnosti za pojedine parametre, kao i usporedba sa zahtjevom Pravilnika o medu. (Pravilnik, 2015)

Maseni udio vode u analiziranim uzorcima kretao se između 15,57 i 19 %, što je sve u skladu s Pravilnikom o medu koji nalaže udio vode <20%. Prosječna vrijednost za maseni udio vode iznosi 17,19%. Budući da se u petogodišnjem istraživanju različitih hrvatskih medova od Hrvatskog pčelarskog saveza, uzimajući uzorke Međunarodnog natjecanja pčelara u kvaliteti meda koje se održava svake godine, dobiveni rezultati za med od drače između 14,2 i 16,7 % možemo zaključiti da je udio vode nešto viši nego prijašnjih godina. (Šarić i sur.,2008)

Električna provodnost 10 uzoraka meda od drače kretala se između 0,420 i 1,154 mS/cm, a prosječno 0,85 mS/cm. U petogodišnjem istraživanju med od drače imao je električnu provodnost između 0,84 i 1,36 mS/cm (Šarić i sur, 2008). Svi rezultati zadovoljavaju zahtjeve Pravilnika o medu (Pravilnik, 2015).

U ispitivanim uzorcima meda od drače udio reducirajućih šećera bio je u rasponu od 61,82 do 68,37 %, a prosječna vrijednost bila je 65,24%. Za medove iz petogodišnjeg istraživanja raspon reducirajućih šećera bio je znatno veći 23,4 - 71,1% (Šarić i sur.,2008). Pravilnik o medu nalaže da udio reducirajućih šećera mora biti veći od 60%, pa su vrijednosti ispod 60% neprihvatljive (Pravilnik, 2015).

Vrijednost masenog udjela saharoze u ispitivanim uzorcima meda od drače iznosi 1,68 - 3,98%, dok je prosječna vrijednost iznosila 2,52%. U petogodišnjem istraživanju dobiveni su rezultati od 3,4 do 23,2%.(Šarić i sur., 2008) Možemo zaključiti da postoje razlike u udjelu saharoze ovisno o godini provođenja istraživanja. Med od drače, iznimka je u Pravilniku o medu, dok je za druge vrste meda propisan najviši udio saharoze 5%, za med od drače on je nešto viši i iznosi 8%. Udio saharoze viši od 8% smatra se nepoželjnim (Pravilik,2015).

Maseni udio HMF-a u uzorcima meda od drače iznosi 0,00 - 0,02 mg/kg meda, Prosječna vrijednost je 0,02mg/kg meda. U istraživanju temeljenom na uzorcima s međunarodnog natjecanja u kvaliteti meda taj udio bio viši, od 0,6 do 6,2 mg/kg (Šarić i sur.,2008).

5.Zaključak

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti sljedeće:

- Prema Pravilniku o medu, maseni udio vode ne smije prelaziti 20%, te svih 10 ispitivanih uzoraka meda od drače zadovoljavaju ovaj zahtjev.

- Električna provodnost, prema zahtjevima Pravilnika o medu mora biti najmanje 0,8 mS/cm, svih 10 uzoraka zadovoljavaju propisani zahtjev.

- Svih 10 ispitivanih uzoraka meda od drače ima više od 60 grama reducirajućih šećera na 100 grama meda, dakle svi uzorci zadovoljavaju propisane zahtjeve Pravilnika o medu.

- Med od drače, treba sadržavati manje od 8% saharoze, propisano Pravilnikom o medu. Svi ispitivani uzorci sadrže manje od 8% saharoze.

- Maseni udio HMF-a trebao bi biti manji od 40 mg/kg, također svi uzorci zadovoljavaju propise Pravilnika o medu.

Možemo zaključiti da su svi uzorci meda od drače analizirani u ovom istraživanju, kvalitetni te zadovoljavaju sve zahtjeve Pravilnika o medu.

6.Literatura

Anonymous 1 (2013) O medu, <www.beepromoted.eu>. Pristupljeno, rujan 2017.

Anonymous 2 (2003) Honey enzymes, <www.airborne.co.nz>.Pristupljeno, travanj 2017.

Assil, H., Sterling, R., Sporns, P. (1991) Crystal control in processed liquid honey. Journal of Food Science 56: 1034-1041.

Balen, A. (2003) Pčelarstvo u Petrinji: 1952-2002. Pčećarska udruga, Petrinja.

Barhate, R.S., Subramanian, R., Nandini, K.E., Hebbar, H.U. (2003) Processing of honey using polymeric microfiltration and ultrafiltration membranes. Journal of Food Engeneering. 60: 49-54.

Bauer, J. (2005) Nutricionizam (prevela Bosanas, V.) Hena Com, Zagreb, str.45.-53.

Bogdanov, S., Lullmnn, C., Martin, P. (1999) Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: Review of the work of the International Commission. Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene 90: 108-125.

Brantner, A., Maleš, Ž., Pepeljnjak, S., Antolić, A. (1996) Antimicrobal activity of Paliurus spina-christi Mill. Journal of ethnopharmacology 52: 119-122.

Brantner, A, Maleš, Ž. (1998) Quality assessment of Paliurus spina-christi extracts. Journal of ethnopharmacology 66: 175.-179.

Codex Alimentarius Commission (2001). Revised Codex Standars for Honey, Codex STAN 12-1981, Rev. 1(1987), Rev 2.(2001)

Corbet, S.A., (2003) Nectar sugar content: Estimating standing crop and secretion rate in the field. Apidologie, 34: 1-10.

Finke, M.D. (2005) Nutrient composition of bee brood and its potential as human food. Ecology of food and Nutrition 44: 257-270.

International Honey Commission (2009) Harmonised methods of the International Honey Commission, < www.ihc-platform.net>. Pristupljeno svibanj, 2017.

Jerković, I., Tuberoso, C.I.G., Marijanović, Z., Jelić, M., Kasum, A. (2009) Headspace, volatile and semi-volatile patterns of Paliurus spina-christi unifloral honey as markers of botanical origin. Food technology 112: 239-245.

Krell, R. (1996) Value-added products from bee keeping. Ch. 2. FAO Agricultural Services Bulletin No. 124.

Mateo, R., Bosch-Reig, F. (1997) Sugar profiles of Spanish unifloral honeys. Food Chemistry 60: 33-41

Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, L., Nacoulma, O.G. (2005) Determinationof total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radicals cavenging activity. Food Chemistry 91: 571-577.

Pine, S.H. (1994) Organska kemija, 3. izdanje (preveli Bregovec, I., Rapić. V.), Školska knjiga, Zagreb, 812.,840., 758.-764.

Pravilnik o medu (2015) Narodne novine, broj 53, Zagreb (NN 53/2015)

Sajko, K., Odak, M., Bubalo, D., Dražić, M., Kezić, N. (1996) Razvrstavanje meda prema biljnom podrijetlu uz pomoć peludne analize i električne provodljivosti. Hrvatska pčela. 10: 193-196.

Sanz, M.L., Sanz, J., Martínez-Castro, I. (2004) Gas chromatographic-mass spectrometric method for the qualitative and quantitative determination of disacharides and trisaccharides in honey, Journal of Chromatography A, 1059: 143-148

Šarić, G., Matković, D., Hruškar, M., Vahčić, N. (2008) Characterization and Classification of Croatian Honey by Physicochemical Parameters. Food Technology and Biotechnology 46: 355-367.

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

Ultrasonic Honey Processing (2007), < www.hielscher.com>. Pristupljeno kolovoz 2017.

Vahčić, N., Matković, D. (2009) Kemijske, fizikalne i senzorske značajke meda, <www.pcelinjak.hr>. Pristupljeno travanj, 2017.

Zamora, M.C., Chirife, J. (2004) Determination of water activity change due to crystallization in honey from Argentina. Food Control 38: 342-347.

Izjava o izvornosti

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

Ela Weiner Strugar

ime i prezime studenta