

Značaj matične mliječi u prehrani

Petek, Petra

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:693096>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2021-10-24**



Repository / Repozitorij:

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



**Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

**Preddiplomski studij
Nutricionizam**

Petra Petek

7353/N

ZNAČAJ MATIČNE MLIJEČI U PREHRANI

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Analitika hrane

Mentor: Prof. dr. sc. *Nada Vahčić*

Zagreb, 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda
Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Nutricionizam

Značaj matične mliječi u prehrani

Petra Petek, 0058210364

Sažetak: Matična mliječ predstavlja dragocjen pčelinji proizvod koji čuva zdravlje i vitalnost čovjeka. Poznata je po svojim mnogobrojnim blagodatnim djelovanjima na ljudski organizam kao i po složenom kemijskom sastavu iz kojeg se izdvaja nezasićena masna kiselina 10-hidroksi-2-decenska kiselina (10-HDA) koja do danas nije pronađena nigdje drugdje u prirodi, a sintetski ju nije moguće proizvesti. S obzirom da je 10-HDA specifična samo za matičnu mliječ smatra se glavnim parametrom kvalitete, svježine i autentičnosti matične mliječi. Za proizvodnju matične mliječi potrebne su jake pčelinje zajednice te je potrebno dobro poznavati zahtjevan i složen proces proizvodnje. Posjeduje visoku nutritivnu vrijednost i iznimnu biološku aktivnost zbog čega popularnost konzumacije ovog korisnog pčelinjeg proizvoda sve više raste. Njezino redovito konzumiranje doprinosi zdravlju, vitalnosti i dugovječnosti čovjeka i pomaže u liječenju brojnih zdravstvenih tegoba. Matična mliječ savršeno je izbalansirana hrana s visokovrijednim sastojcima, što ju čini pogodnim proizvodom za dodatak prehrani ljudi.

Ključne riječi: 10-hidroksi-2-decenska kiselina, matična mliječ, pčelinji proizvod, zdravlje

Rad sadrži: 25 stranica, 8 slika, 3 tablice, 28 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici

**Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23,
10 000 Zagreb**

Mentor: prof.dr.sc. Nada Vahčić

Datum obrane: 10. srpnja 2020.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

**University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology**

**University undergraduate study Nutrition
Department of Food Quality Control Laboratory for Food Quality Control**

**Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Nutrition**

The significance of royal jelly in nutrition

Petra Petek, 0058210364

Abstract: Royal jelly is a valuable bee product that preserves human health and vitality. It is known for its many beneficial effects on the human body as well as for the complex chemical composition from which the unsaturated fatty acid 10-hydroxy-2-decenoic acid (10-HDA) is extracted, which has not been found anywhere else in nature and cannot be produced synthetically. Since 10-HDA is specific only for royal jelly, it is considered to be the main parameter of quality, freshness, and authenticity of royal jelly. The production of royal jelly requires strong bee communities and it is necessary to know well the demanding and complex production process. It has a high nutritional value and exceptional biological activity which is why the popularity of consuming this useful bee product is growing. Its regular consumption contributes to the health, vitality and longevity of a person and helps in the treatment of many health problems. Royal jelly is a perfectly balanced food with high-quality ingredients, which makes it a suitable product for supplementing human nutrition.

Keywords: 10-hydroxy-2-decenoic acid, bee product, health, royal jelly

Thesis contains: 25 pages, 8 figures, 3 tables, 28 references

Original in: Croatian

Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: Ph. D. Nada Vahčić, Full professor

Defence date: July 10th 2020.

Sadržaj:

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1 Kako nastaje matična mliječ	2
2.1.1. Diferencijacija pčelinjih ličinki	2
2.1.2. Proizvodnja matične mliječi	3
2.2. Kemijski sastav matične mliječi	6
2.2.1. Proteini	7
2.2.2. Važnost trans-10-hidroksi-2-decenske kiseline (10-HDA)	8
2.3. Matična mliječ u prehrani	10
2.3.1. Utjecaj matične mliječi na ljudsko zdravlje	10
2.3.2. Uporaba i čuvanje matične mliječi	18
2.3.3. Moguće nuspojave	21
3. ZAKLJUČAK	22
4. LITERATURA	23

1. UVOD

Matična mliječ je sekret hipofaringealnih i mandibularnih žlijezda mladih pčela radilica (*Apis mellifera*) starih osam do dvanaest dana života. Ona je pčelinje „mlijeko“ za ličinke pčela, neophodna hrana za larve radilica i trutova u prvim danima razvoja, a također služi kao cjeloživotna hrana za pčele matice. Matična mliječ je homogena, neprozirna i kremasta tvar guste konzistencije, mliječno bijele do blijedožućkaste boje. Vodena otopina matične mliječi je kisela, kisel-slatkog je okusa te ima karakterističan oštri, kisel-fenolni miris (Radić, 2004).

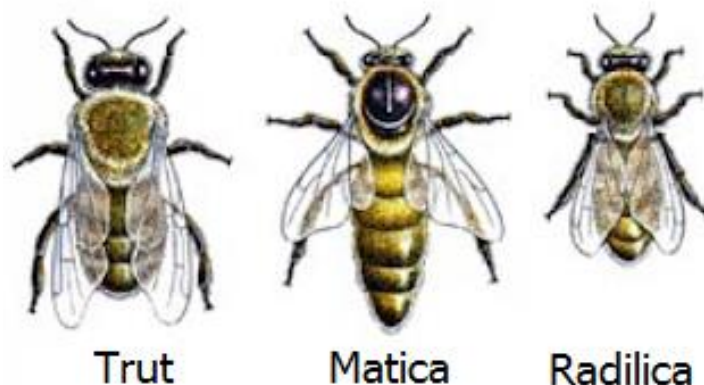
Matična mliječ predstavlja savršeno izbalansiranu hranu koja sadrži sve potrebne nutrijente za kvalitetan život matice, stoga je pčele radilice tijekom cijelog života isključivo hrane matičnom mliječi. Osim ove namjene, matična mliječ zbog svojih bioloških svojstava ima sve značajniju komercijalnu primjenu pa se danas sve češće koristi u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. Izuzetna biološka aktivnost matične mliječi pripisuje se proteinima, masnim kiselinama, vitaminima, mineralima te fenolnim i drugim spojevima, te je rezultat sinergističkog djelovanja svih tih komponenti čiji je broj, raznolikost, aktivnost i specifičnost zaista fascinantna, a takav učinak nije moguće sintetski oponašati. Matična mliječ ima jedinstven kemijski sastav, visoku nutritivnu vrijednost i iznimnu biološku aktivnost zbog čega popularnost konzumacije ovog vrijednog i intrigantnog pčelinjeg proizvoda sve više raste. Smatra se da njezino redovito konzumiranje znatno doprinosi zdravlju, vitalnosti i dugovječnosti čovjeka te da pomaže u liječenju brojnih zdravstvenih tegoba.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. KAKO NASTAJE MATIČNA MLIJEČ

2.1.1. Diferencijacija pčelinjih ličinki

Svaku pčelinju zajednicu čine pčele radilice, trutovi i matica. Sva tri oblika razlikuju se po morfološkim, anatomskim te funkcionalnim svojstvima. Za razliku od pčela radilica, matice su spolno razvijene ženke čiji je zadatak briga o pčelinjoj zajednici, nošenje jajašca, ali i zadržavanje zajednice u košnici putem feromona kojeg matica luči. Dok se iz neoplođenih jajašca razvijaju samo mužjaci (trutovi), iz oplođenih jajašca nastaju ličinke koje se razvijaju u ženke (radilice ili matice). Najvažnije svojstvo matične mliječi kao pčelinjeg „mlijeka“ jest usmjeravanje razvoja ličinki. Prvih par dana mlade pčele radilice hrane sve ličinke s matičnom mliječi, no od trećeg dana ličinke iz kojih će se razviti matica nastavljaju se hraniti samo s mliječi, dok se ličinke budućih radilica i trutova počinju hraniti smjesom mliječi, meda i peluda. Ličinke su na početku razvoja istog genotipa, no po završetku razvoja različitog su fenotipa te je upravo ta diferencijacija povezana s prehranom u kojoj ključnu ulogu ima matična mliječ. Za razliku od drugih jedinki matica je 40 % duža, 60 % teža, dok joj je životni vijek 40 do 50 puta duži od pčele radilice. Matica dnevno može položiti i do 2000 jajašca čija je masa dva puta teža od njene težine što za nju predstavlja veliki fizički napor (Kostanjevečki, 2012; Radić, 2004). Očigledno je da je matična mliječ neposredno odgovorna za zapanjujuću reproduktivnu plodnost, vitalnost i dugovječnost matice. Ove fascinantne činjenice potiču čovjeka da i sam posegne za matičnom mliječi te da se uvjeri u njenu moć, djelotvornost i ljekovitost.



Slika 1: Pčelinja zajednica – trut, matica i radilica

(Izvor: <http://www.madeindrumroe.blogspot.com/p/drumroe-honey-bees.html>)

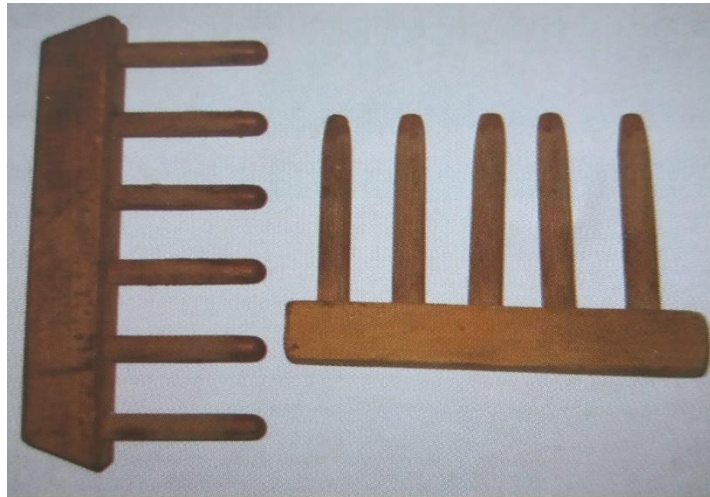
2.1.2. Proizvodnja matične mliječi

Za proizvodnju matične mliječi mora se osigurati jaka i kvalitetna pčelinja zajednica, velike zalihe nepoklopljenog meda u saću i peluda u košnici te optimalni uvjeti u prostoriji za proizvodnju.

Matična mliječ može se proizvoditi na dva načina, bez matice i uz prisutnost matice. Metoda kojom će pčelar proizvoditi matičnu mliječ isključivo je njegov izbor, a ovisi o njegovim mogućnostima i iskustvu, no prema razmijenjenim iskustvima profesionalnih pčelara boljom metodom pokazala se proizvodnja uz prisutnost matice. Ovakva se proizvodnja najčešće temelji na modificiranoj Doolittle metodi za proizvodnju matica uz presađivanje ličinki iz radiličkih stanica jakih i kvalitetnih pčelinjih zajednica u prethodno pripremljene matične osnove. Metoda se izvodi kroz nekoliko faza.

Za proizvodnju matične mliječi uz prisutnost matice LR košnica se ne mora posebno prilagođavati. Matica se ostavlja u plodištu, a veći dio legla zajedno sa pčelama odvoji se u medište. Plodište i medište pregradi se matičnom rešetkom tako da pčele iz plodišta mogu prolaziti u manjem broju, ali ne i matica. Najpoznatija rešetka koja se koristi je Hanemanova rešetka. Jaku pčelinju zajednicu i nekoliko okvira s otvorenim leglom iz plodišta potrebno je prebaciti u medište. Takvo će otvoreno leglo privući mlade pčele i između njih kasnije će se umetnuti okvir sa presađenim ličinkama. Pčele će prihvatiti dodane matičnjake ovisno o jačini zajednice i pašnim prilikama. Kako bi ih prihvatile što više, dio košnice u kojem ih uzgajamo stalno se nadopunjava okvirima s mladim leglom i pčelama koje se na njemu nalaze jer će upravo one proizvoditi matičnu mliječ te nadopunjavati matičnjake.

Prvo se izrađuju matične osnove tj. matičnjaci pomoću drvenih, plastičnih ili gumenih kalupa (Slika 2). Drveni kalup, koji nalikuje na grabljice, potopi se u vodu pa u rastopljeni vosak i zatim ponovno u vodu te se taj postupak ponovi više puta kako bi se bazni dio matičnjaka zadebljao. Nakon što se matične osnove stvrdnu, skidaju se s vrhova kalupa te se s rastopljenim voskom fiksiraju za letvice (Slika 3). Letvice se zatim postavljaju u drvene okvire, najčešće tri letvice u jedan okvir, a koriste se standardni okviri za LR košnicu. Na jedan okvir stane od 30 do 40 matičnih osnova. Okviri mogu biti raznih varijacija s fiksnim ili pomičnim letvicama, a letvice koje se mogu vaditi iz okvira znatno olakšavaju kasnije vađenje matične mliječi.



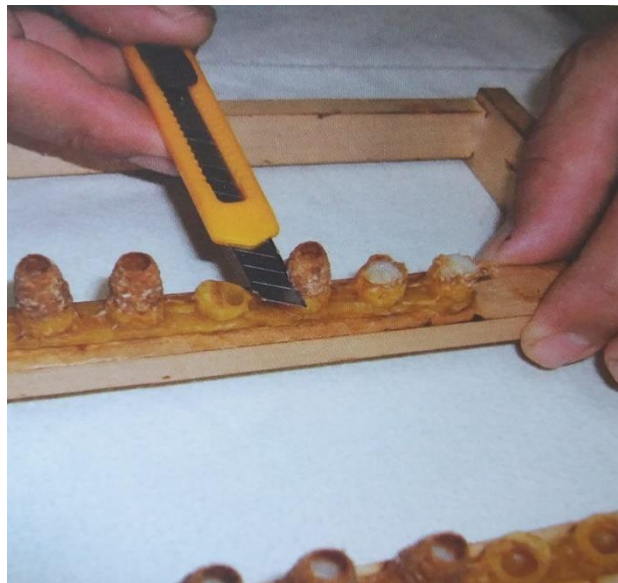
Slika 2 : Drveni kalupi za izradu matičnih osnova
(Izvor: Kostanjevečki, 2012)



Slika 3: Fiksiranje matičnih osnova na letvice
(Izvor: Radivojac, 2014)

Drveni okviri s ugrađenim matičnim osnovama stavljaju se u pčelinju zajednicu da ih pčele ispoliraju. Postupak poliranja matičnjaka moguće je i preskočiti, ali je tada prijem ličinki u prvom ciklusu dosta lošiji (Radivojac, 2014). Nakon nekoliko sati okvir se vadi te se u svaku matičnu osnovu stavi mala kapljica matične mliječi i na nju se presađuje ličinka. Osim matične mliječi neki pčelari u matičnjake stavljaju fiziološku otopinu ili kapljicu meda, dok pojedini presađuju ličinke na suhu matičnu osnovu. Od pomoćnih pčelinjih zajednica uzima se okvir sa što mlađim leglom i takve se ličinke, starosti od nekoliko sati, presađuju u ispolirane matične osnove. Ličinke su jako osjetljive i svaki ih dodir može oštetiti, stoga se za presađivanje ličinki koriste specijalizirane kineske igle. Kod postupka presađivanja ličinki bitno je da se one ne izlažu direktnoj sunčevoj svjetlosti te da se presađivanje obavlja u toploj i vlažnoj prostoriji.

Okvir sa presađenim ličinkama stavlja se u medište, iznad matične rešetke, između dva okvira s leglom. Mlade pčele odmah će ih prihvatiti, početi hraniti i nadograditi će matičnjake. Nakon 60 do 72 sata, ovisno o starosti ličinke koje su presađene, drveni okvir vadi se iz košnice. Skalpelom ili žiletom odreže se gornji, suženi dio matičnjaka koji su pčele nadogradile (Slika 4). Ličinke koje plivaju na površini mliječi odstrane se pomoću plastične igle za presađivanje ličinki pri čemu se mora dobro paziti da se ličinka ne ošteti jer ako se ona razlije u matičnjaku, takva mliječ nije za ljudsku upotrebu.



Slika 4: Rezanje gornjeg dijela nadograđenog matičnjaka
(Izvor: Radivojac, 2014)

Matična mliječ vadi se pomoću drvene ili plastične žličice ili usisnom pumpicom te se stavlja u staklene bočice koje se odmah zatvaraju gumenim čepom. Bočice u kojima se čuva matična mliječ moraju biti od nereaktivnog stakla sa gumenim čepom te se moraju moći hermetički zatvoriti. Prije upotrebe moraju se dobro oprati i sterilizirati. Mliječ se također može čuvati i u matičnjacima, a u tom se slučaju matičnjaci odvajaju od letvice i vrhovi matičnjaka stisnu se prstima. Matična mliječ čuva se u zamrzivaču na $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, a za ljudsku upotrebu može se i liofilizirati.

Nakon vađenja mliječi ponovno se presađuju ličinke i postupak se ponavlja svakih 72 sata, odnosno svaki treći dan, sve dok u medištu ima legla (Kostanjevečki, 2012; Križ, 2013; Radivojac, 2014).

2.2. KEMIJSKI SASTAV MATIČNE MLIJEČI

Matična mliječ jedinstvenog je kemijskog sastava. Sadrži vodu (50-70 %), proteine (albumini, α , β , γ globulini, glikoproteini, lipoproteini, 23 aminokiseline), ugljikohidrate (glukoza, fruktoza, neznatne količine riboze, maltoze, izomaltoze, gentiobloze, turanoze, trehaloze, neotrehaloze), lipide (fenoli, steroli i gliceroli, vosak, neutralne masti, fosfolipidi, slobodne organske kiseline) i 0,7-1,5 % vitamina i minerala. U mliječi se nalaze još i različiti enzimi (amilaza, invertaza, katalaza, kisela fosfataza i dr.), neuroprijenosnici (acetilkolin i kolin) i spolni hormoni kao što su testosteron, progesteron i estradiol (Oršolić, 2013). Zanimljivo je spomenuti kako je matična mliječ jedini prirodni izvor acetilkolina u čistom obliku, supstance koja širi krvne žile i zato dobro djeluje kod povećanog krvnog tlaka. Postoje razlike u kakvoći neprerađene matične mliječi, posebice s obzirom na sezonu i zemljopisno podrijetlo, a smatra se da sastav matične mliječi ovisi i o vrsti pčela koje ju proizvode (Gobin, 2015).

Tablica 1. Osnovni sastav svježe i liofilizirane matične mliječi (Oršolić, 2013)

	Svježa matična mliječ	Liofilizirana matična mliječ
Voda	50-70 %	< 5 %
Ugljikohidrati	7-18 %	22-31 %
Proteini	9-18 %	27-41 %
Lipidi	3-8 %	15-30%
Vitamini i minerali	0,7-1,5 %	

Tablica 2. Udio vitamina u matičnoj mliječi (Bogdanov, 2017)

Vitamini	Udio ($\mu\text{g/g}$)
Niacin (B3)	48 – 88
Tiamin (B1)	1,44 -6,70
Riboflavin (B2)	5,0 – 25
Piridoksin (B6)	1,0 –48,0
Pantotentska kiselina (B5)	159 – 265
Folna kiselina (B9)	0,130 – 0,530

Tablica 3. Udio minerala u matičnoj mliječi (Bogdanov, 2017)

Minerali	Udio (mg/100 g)
Kalij (K)	200-1000
Kalcij (Ca)	25-85
Magnezij (Mg)	20-100
Cink (Zn)	0,7-8
Željezo (Fe)	1-11
Bakar (Cu)	0,33-1,6

2.2.1. Proteini

Proteini matične mliječi čine oko polovinu suhe tvari i uglavnom su topljivi u vodi. Više od 80 % u vodi topljivih proteina, takozvani glavni proteini matične mliječi (eng. Major Royal Jelly Protein, MRJP), glavni su čimbenici koji su odgovorni za specifičnu fiziološku aktivnost matične mliječi. Iz mliječi su također izolirana četiri antibakterijska proteina (eng. Jelleine-I-IV) koji nastaju iz MRJP-a te je ustanovljeno da je njihovo baktericidno djelovanje izraženije kod gram-pozitivnih bakterija, dok je njihov baktericidni učinak nešto slabiji kod gram-negativnih bakterija (Gobin, 2015). Matična mliječ sadrži i sve esencijalne aminokiseline za čovjeka – valin, leucin, izoleucin, metionin, fenilalanin, triptofan, treonin, lizin i histidin.

Apimisin

Peptid apimisin, koji je pronađen u matičnoj mliječi, stimulira proliferaciju ljudskih monocita, a naziv mu potječe od imena *Apis mellifera*. Bogat je aminokiselinama valinom (18,5%) i serinom (16,7%) te sadrži samo jednu aromatsku aminokiselinu, fenilalanin (Bärnuțiu i sur., 2011).

Rojalizin

Royalizin je amfipatski protein koji ima snažan antibakterijski učinak protiv Gram-pozitivnih bakterija u niskim koncentracijama, ali i protiv Gram-negativnih bakterija. Inhibitorski učinak rojalizina dokazan je i kod bakterija i kod gljivica (Fujiwara i sur., 1990).

Jelleini

Jelleini su peptidi s antimikrobnim aktivnosti. Jelleini su vrlo kratki peptidi i ne predstavljaju sličnost s bilo kojim drugim poznatim antimikrobnim peptidima (Fontana i sur., 2004).

2.2.2. Važnost trans-10-hidroksi-2-decenske kiseline (10-HDA)

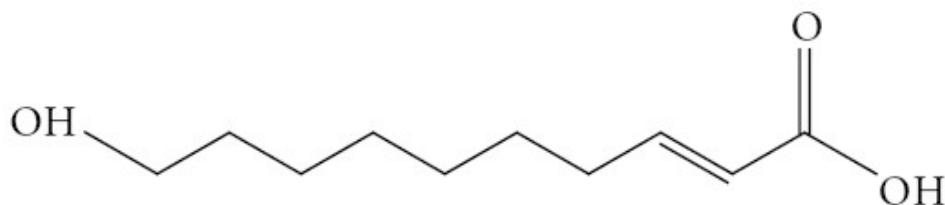
Jedan od najvažnijih sastojaka matične mliječi svakako je 10-hidroksi-2-decenska kiselina (10-HDA), nezasićena masna kiselina koja do danas nije pronađena nigdje drugdje u prirodi, a sintetski ju nije moguće proizvesti. Najzastupljenija je od svih prisutnih masnih kiselina u matičnoj mliječi. Sadržaj 10-HDA u matičnoj mliječi ovisi o njezinom porijeklu i karakteristikama pčela koje proizvode matičnu mliječ pa tako svježa matična mliječ sadrži >1,4%, a liofilizirana matična mliječ >3,5% 10 HDA.

S obzirom da je 10-HDA specifična samo za matičnu mliječ smatra se glavnim parametrom kvalitete, svježine i autentičnosti matične mliječi. Dokazivanje prisutnosti i određivanje 10 HDA u matičnoj mliječi i proizvodima s matičnom mliječi metodom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC) postao je standardni postupak ocjene kvalitete matične mliječi. Mnogi biološki i terapijski učinci matične mliječi već su znanstveno potvrđeni, a najveća biološka aktivnost matične mliječi pripisuje se upravo toj kiselini. Najviše istraživanja danas provodi se na ispitivanju antitumorskog djelovanja matične mliječi i 10-HDA kao najodgovornije tvari za takvo djelovanje.

Brojna istraživanja potvrdila su različita pozitivna djelovanja 10 HDA iz matične mliječi:

- antibakterijsko djelovanje
- imunomodulatorno djelovanje kojim se povećava otpornost organizma
- poticanje proizvodnje moždanih stanica
- antitumorska aktivnost
- antidijabetičko djelovanje
- antiulkusno djelovanje
- antireumatsko djelovanje
- poticanje proizvodnje kolagena, važnog za mladenački izgled kože, zaštita kože

Prerada matične mliječi je dugotrajna i skupa, zbog čega dolazi i do njezinog krivotvorenja što je ozbiljna prijetnja kvaliteti. Za matičnu mliječ i proizvode s matičnom mliječi u kojoj nije dokazana 10 HDA ili se nalazi samo u tragovima može se sa sigurnošću reći da je zamijenjena nekom drugom jeftinijom sirovinom i nedjelotvornom supstancom kao npr. jogurt, bjelanjak jajeta, kukuruzni škrob, mlijeko u prahu ili nezrele banane (Bogdanov, 2017; Garcia-Amoedo i sur., 2007; Sabatini i sur., 2009).



Slika 5 : Strukturna formula trans-10-hidroksi-2-decenske kiseline

(Izvor https://www.researchgate.net/figure/The-structure-of-Trans-10-Hydroxy-2-Decenoic-acid-HDA-from-Royal-jelly_fig1_230575195)

2.3. MATIČNA MLIJEČ U PREHRANI

2.3.1. Utjecaj matične mliječi na ljudsko zdravlje

Matična mliječ se već tisućama godina u različitim kulturama cijeni kao jedinstveni prirodni izvor za očuvanje mladolikosti i energije. Tradicionalna iskustva ukazuju da matična mliječ ublažava uznemirenost i nesanicu, poboljšava raspoloženje i pamćenje, povećava izdržljivost i snagu te jača imunološki sustav (Radić, 2004). Istraživanja o matičnoj mliječi u svrhu humane terapije započela su još 1922. godine u Francuskoj, no još uvijek zdravstvene tvrdnje nisu usuglašene pa su stoga potrebna daljnja istraživanja (Oršolić, 2013). Mnoge biološki aktivne supstance matične mliječi uzrokuju povoljne fiziološke učinke u ljudskom organizmu.

Provedena su različita "in vivo" i "in vitro" istraživanja koja pokazuju kako matična mliječ ima povoljne učinke na zdravlje ljudi upravo zbog prisustva bioaktivnih tvari. Najznačajnija bioaktivna tvar matične mliječi svakako je 10-hidroksi-2-decenska kiselina, te antibakterijski proteini i protein apimisin koji potiče proliferaciju monocita ljudskog organizma. Na sisavcima su ispitani brojni fiziološki i farmakološki učinci, a neki od njih uključuju vazodilataciju i sniženje krvnog tlaka, sniženje vrijednosti kolesterola, antioksidativnu aktivnost, protuupalni, imunomodulacijski, antimikrobni, antiosteoporozni i protutumorski učinak kao i usporavanje procesa starenja. S obzirom na kompleksnost sastava matične mliječi, u novijim se istraživanjima provodi pročišćivanje i proučavanje biološke učinkovitosti pojedinih bioaktivnih molekula koje ona sadrži kako bi se dokazale brojne potencijalne zdravstvene tvrdnje (Oršolić, 2013).

Antimikrobna aktivnost

Mikrobiološki testovi pokazali su da matična mliječ posjeduje antimikrobna svojstva koja se posebno pripisuju trans-10-hidroksi-2-decenskoj kiselini i rojalzinu koji imaju učinak na gram-pozitivne i gram-negativne bakterije. Proteini i peptidi iz mliječi mogu sudjelovati u obrambenom mehanizmu pčela od mikroba izravnim inaktiviranjem patogenih mikroorganizama koji se pojavljuju u pčelinjim proizvodima. Peptidi matične mliječi pokazuju potpunu inhibiciju rasta bakterija *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* i *Salmonella typhimurium*, no samo u vrlo visokim koncentracijama ($\geq 200 \mu\text{g/ml}$) (Bärnuțiu i sur., 2011).

Dokazana su i antibakterijska i baktericidna svojstva (na vrste *Bacillus alvei*, *Streptococcus haemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris*, *Micrococcus*, *Listeria monocytogenes*). Baktericidno djelovanje izraženije je kod gram pozitivnih mikroorganizama, a učinak je malo slabiji kod gram negativnih mikroorganizama i može se okarakterizirati kao bakteriostatski (*Escherichia coli*). Antibakterijska učinkovitost pripisuje se slobodnim masnim kiselinama (Oršolić, 2013). Isto tako, matična mliječ pokazuje i neposredna antifungalna i antivirska svojstva. Kada se unosi u organizam, povećava se otpornost na virusne infekcije.

Jačanje otpornosti organizma

Zahvaljujući 10-hidroksi-2-decenskoj kiselini i gamaglobulinu matična mliječ jača imunološki sustav povećavajući opću otpornost organizma (Radić, 2004). Gama globulin je odlučujući faktor u borbi protiv upala te snažan imunološki stimulans. Iz tog se razloga često primjenjuje i kod djece i kod odraslih osoba.

Učinak na krvožilni sustav

Visoka razina kolesterola u krvi rizični je čimbenik za bolesti srca i krvožilnog sustava kao što su ateroskleroza, visoki tlak, srčani udar, angina pektoris i druge srčane i krvožilne tegobe, čak za moždani udar i dijabetes. Smatra se da primjena hidrolizirane matične mliječi smanjuje visoku razinu kolesterola u krvi te u konačnici poboljšava homeostazu organizma. Primjena hidrolizirane matične mliječi smanjuje visoku razinu kolesterola i povećava razinu hemoglobina u ljudi te poboljšava homeostazu organizma. Primjena matične mliječi dovodi do sniženja

razine kolesterola u pokusnih životinja i ateroskleroze u ljudi (Oršolić, 2013.) Dokazano je da intravenska primjena matične mliječi u životinja izaziva širenje krvnih žila i sniženje krvnog tlaka, što se pripisuje sadržaju acetilkolina. U eksperimentim na životinjama dokazano je da matična mliječ statistički značajno smanjuje razinu štetnog kolesterola u jetri i krvi (LDL-kolesterol) te triglicerida u krvi, a povećava razinu „dobrog“ kolesterola (HDL-kolesterol) (Radić, 2004). Zbog prisutnosti acetilkolina i niacina koji imaju sposobnost širenja krvnih žila, matična mliječ se preporučuje osobama s povišenim krvnim tlakom, kao i osobama s trombozom i genetskom predispozicijom za trombozu (Lalić, 2013).

Učinak na dijabetes

Fujii i sur. (1990) dokazali su da matična mliječ sadrži sastavnice funkcionalno i strukturno slične inzulinu. Potvrđeno je da matična mliječ može potaknuti usmjeravanje preadipocita u adipocite, kao posljedicu adipogenih signala sadržanih u matičnoj mliječi. Također je uočeno da matična mliječ potiče regeneraciju stanica gušterače što je uz očuvanje razine inzulina jedan od glavnih čimbenika za pad razine šećera u krvi. Istraživanje provedeno na štakorima za dijabetes tipa 2 pokazalo je kako bi dugotrajna konzumacija matične mliječi mogla biti efikasna u sprječavanju razvoja inzulinske otpornosti (Oršolić, 2013).

Učinak na moždane stanice

Matična mliječ olakšava diferencijaciju svih tipova moždanih stanica (neurona, astrocita i oligodendrocita). 10-HDA djeluje na neurogenezu neuralnih progenitorskih matičnih stanica "in vitro" te povećava proizvodnju neurona, a smanjuje proizvodnju astrocita (Oršolić, 2013). Razumijevanje biološke učinkovitosti matične mliječi na molekularnoj razini zasigurno će pridonijeti učinkovitoj zaštiti moždanih stanica i terapiji nekih neuroloških bolesti poput Alzheimerove i Parkinsonove bolesti (Radić, 2004).

Protutumorski i antioksidativni učinak

Za protutumorski učinak matične mliječi odgovornom se smatra 10-HDA te zasićene dikarboksilne kiseline (sukcinska, glutarna, adipinska, pimelinska, suberinska, azelainska, sebacinska kiselina). Dokazano je učinkovitost matične mliječi samo kod spororastućih tumora, a takva učinkovitost nije dokazana kod brzorastućih tumora.

Matična mliječ potiče formiranje limfocita T odgovornih za imunski odgovor protiv virusa i tumorskih stanica. Antioksidativni učinak matične mliječi rezultat je aktivnosti mnogih komponenti, uključujući enzime, fenolne komponente te 10-HDA. Matična mliječ inhibira lipidnu peroksidaciju, sprječava gubitak fluidnosti bioloških membrana, promjene membranskoga potencijala i permeabilnosti prema H⁺ i drugim ionima, te tako održava cjelovitost stanica (Oršolić, 2013).

Učinak na spolni sustav i estrogenski učinak

Matična mliječ doprinosi kvalitetnijem seksualnom životu te je dokazano da pomaže kod impotencije i frigidnosti. Djelovanje matične mliječi pokazuje učinak na spolnim organima i kod žena i kod muškaraca pri čemu je uočeno povećanje prokrvljenosti (do čak 75 puta), stimulacija diobe stanice, mliječ omogućava njihovo normalno funkcioniranje te sprječava infekcije muških i ženskih spolnih organa. Kako je mliječ bogata cinkom koji je nužan za pravilno funkcioniranje spolnih organa, posebice prostate, dokazani su i zaštitni učinci mliječi na parametre sperme i proizvodnju muškog spolnog hormona testosterona.

Kombinacijom mliječi, propolisa i peluda mogu se znatno umanjiti menstrualni bolovi kod žena, a smanjenje bolova osjeti 50 od 60 žena. Također je dokazano da matična mliječ može djelovati pozitivno u menopauzi jer smanjuje simptome poput neugodnog osjećaja razdražljivosti, ublažava depresiju te smanjuje često znojenje. Matična mliječ pokazuje i estrogenski učinak koji je iznimno važan jer sprečava nastanak osteoporoze ili ju ublažava (Begić, 2018; Oršolić, 2013).

Učinak protiv starenja

Dokazano je da proteini matične mliječi mogu imati učinak u odgodi i sprječavanju starenja te da mliječ potiče proliferaciju stanica (Salazar-Olivo i sur., 2005). Smatra se da matična mliječ sadrži čimbenike rasta ili hormone koji pospješuju stanični rast. Druga istraživanja pokazuju da matična mliječ može povećati životni vijek miševa kroz mehanizam koji se temelji na redukciji oksidativnih oštećenja u organizmu, a poznato je da je starenje stanica i organizma posljedica nakupljanja povećane razine oksidativnih oštećenja jezgrine DNA. Endogena oštećenja DNA uzrok su starenja i degenerativnih bolesti povezani sa starošću.

Također je dokazano da matična mliječ ima učinak na proizvodnju kolagena u fibroblastima kože te su Koya-Miyata i sur. (2004) izdvojili aktivnu sastavnicu pod nazivom čimbenik proizvodnje i promicanja kolagena. Isto tako su potvrdili da su 10-hidroksi-2-decenska kiselina i 10-hidroksidecenska kiselina farmakološki aktivne sastavnice matične mliječi odgovorne za proizvodnju kolagena. Te kiseline u prisutnosti askorbinske kiseline potiču stvaranje transformirajućega čimbenika rasta koji povećava proizvodnju kolagena, ovisno o dozi. Danas se matična mliječ koristi u različitim preparatima. Njen se učinak temelji na ubrzanju oksidativnoga metabolizma te kataboličkih i anaboličkih reakcija izmjene tvari (Oršolić, 2013).

Matična mliječ kao ergogeno sredstvo - suplement sportašima za bolje performanse

Ergogena sredstva, kao širok pojam uključuju ne samo dodatke prehrani, nego i bilo kakva postupanja s ciljem poboljšanja sportske izvedbe. Prema člancima iz Britanskog časopisa Sportske medicine (British Journal of Sports Medicine) svega je par dokazano djelotvornih ergogenih sredstava među kojima se nalazi i matična mliječ.

U istraživanju na miševima, koji su konzumirali svježju matičnu mliječ, došlo je do povećanja tjelesne izdržljivosti kod plivanja te im je smanjeno nakupljanje laktata i amonijaka u krvi, a i veći je bio nivo mišićnog glikogena u eksperimentalnoj skupini u odnosu na kontrolnu skupinu. No, smatra se da svježina matične mliječi može biti usko povezana sa takvim učinkom. Ovakvo istraživanje ukazuje da bi matična mliječ trebala biti zastupljena kao dodatak prehrani kod

ljudi koji obavljaju težak tjelesni rad, a posebice kod sportaša u pripremnom i natjecateljskom periodu, ne samo radi veće izdržljivosti, već i zbog bržeg oporavka (Kamakura i sur., 2001).

U istraživanju u kojem je sudjelovalo 200 dobrovoljaca koji su patili od artritisa odnosno upale zglobova, dokazano je smanjenje boli za 53 % i povećanje pokretljivosti zglobova kod ljudi koji su konzumirali matičnu mliječ kroz 3 mjeseca u odnosu na placebo skupinu te se takvo terapijsko svojstvo pripisuje visokom sadržaju 10-hidroksi-2-decenske kiseline i njenom protuupalnom svojstvu (Yang i sur., 2010.)

Matična mliječ je izvrstan dodatak prehrani sportašima ne samo zbog proteina koje sadrži, već zato što potiče organizam na brži oporavak od ozljeda te povisuje razinu energije (Radić, 2004).

Ostali povoljni učinci matične mliječi

Matična mliječ je jedina poznata tvar koja prodire kroz ovojnicu nadbubrežne žlijezde i čisti je od toksina, kao i kroz ovojnicu mozga gdje regenerira stanice. U djece zaostale u rastu zbog neadekvatne prehrane te negativnih učinka dišnih i crijevnih infekcija došlo je do vidljivog napretka nakon konzumacije matične mliječi svega par dana. Uočeno je poboljšanje općeg stanja djece, povećanje tjelesne mase kao posljedica vraćanja i povećanja apetita te kvalitetniji san. Kod 75% osoba s astmom uočen je pozitivan učinak izražen u smanjenu broja astmatičnih napadaja i znatnom poboljšanju plućnih funkcija. Mliječ je imala učinak i na dojilje, a u istraživanju na dojiljama s nedovoljnom količinom mlijeka davana je matična mliječ i kod 90% žena značajno je povećana količina mlijeka. Matična mliječ također pojačava lučenje endokrinih žlijezda tj. žlijezda koje proizvode i luče hormone, kao što su gušterača, štitnjača, nadbubrežna žlijezda, hipofiza. Pomaže u održavanju i jačanju kose, kožnog tonusa i noktiju, omekšava kožu, čini je glatkom, osvježava i ublažava bore (Bogdanov, 2017; Oršolić, 2013; Radić, 2004).

Znanstvena istraživanja provedena na životinjama dokazala su da matična mliječ:

- snizuje visoki krvni tlak
- stimulira živčani sustav
- jača i prilagođava imunološki sustav
- povećava tjelesnu izdržljivost i smanjuje umor
- ima antitumorska svojstva
- sprječava trombozu
- potiče funkciju spolnog sustava
- ubrzava zarastanje kostiju
- pomaže bržem zacjeljivanju rana
- obnavlja i štiti stanice jetre

Prema tradicionalnom iskustvu i preporukama pojedinih proizvođača matična mliječ koristi se i za :

- usporavanje procesa starenja
- povećanje izdržljivosti i tjelesne snage
- jačanje otpornosti prema infekcijama, posebice gripi
- poticanje apetita i poremećaje prehrane (anoreksija)
- obnavljanje stanica kože, njenu elastičnost, glatkoću i napetost
- intelektualni razvoj i poboljšanje mentalnih funkcija kod djece
- impotenciju, neplodnost i frigidnost
- zaboravljivost, nesanicu, depresiju, napadaje panike, mentalnu iscrpljenost
- upalu gušterače, giht, bolesti bubrega i jetre (Radić, 2004.)

Znanstvene tvrdnje o učinkovitosti matične mliječi na zdravlje ljudi svrstane su u sedam tematskih područja prema PASSCLAIM (Process for the Assessment of Scientific Support for Claims on Foods) klasifikaciji te obuhvaćaju prehranu i krvožilne bolesti, zdravlje kostiju i osteoporozi, fizičku snagu i kondiciju, regulaciju tjelesne težine, osjetljivost na inzulin i rizik od dijabetesa, prehranu i rak, mentalno stanje i učinkovitost, zdravlje crijeva, probavu i imunost. Glavna je svrha PASSCLAIM-projekta definirati skup opće primjenjivih kriterija za znanstveno obrazloženje zdravstvenih tvrdnji o učinkovitosti pojedine hrane, a ti se kriteriji smatraju znanstveno snažnim pokazateljima za procjenu kvalitete podataka dostavljenih u prilog tvrdnji o učinku hrane na zdravlje (Oršolić, 2013.)

Danas postoji mnogo tvrdnji o dobrobiti matične mliječi u prehrani ljudi koje uključuju kvalitetniji život i liječenje lakših bolesti te je tako danas matična mliječ prihvaćena kao stimulativno i regenerativno sredstvo u obliku dodatka prehrani. Unatoč tome, mnoge od tih tvrdnji treba detaljnije klinički istražiti i znanstveno dokazati.

2.3.2. Uporaba i čuvanje matične mliječi

Svježa matična mliječ je nestabilna te lako mijenja izgled i svojstva. Matična mliječ izložena svjetlosti, toplini, kisiku iz zraka gubi ljekovita svojstva već nakon 48 sati. Zbog toga se mora čuvati u hermetički zatvorenim posudicama na temperaturi od -18 °C. Jedino se na taj način mogu sačuvati vrijedna svojstva mliječi i do godinu dana.

Matična mliječ koristi se i kao otopina u alkoholu, obično kao 50 %-tna otopina koja se mora čuvati u hladnjaku te se koristi oralno, kapanjem pod jezik. Matična mliječ može se miješati i sa medom u omjeru 9:1 (90 g meda na 10 g matične mliječi). S obzirom da med djeluje kao prirodni konzervans, sačuvat će korisne sastojke matične mliječi i očuvati organoleptička svojstva mliječi. Ovakvu smjesu najbolje je držati u hladnjaku na temperaturi do 4 °C jer se na taj način vijek trajanja ovog pripravka produžuje ili na sobnoj temperaturi na tamnom mjestu pa se rok trajanja produžuje do dvije godine.

Najsigurniji i najbolji način korištenja matične mliječi je svakako liofilizirana matična mliječ dobivena postupkom liofilizacije, gdje pri temperaturi od – 60 °C u vakuumu se matičnoj mliječi oduzima voda, a ona se pretvara u prah. Takav se postupak odvija u specijaliziranim laboratorijima, a omogućuje se očuvanje aktivnih tvari u njoj oko 2 godine. Postupkom liofilizacije udio vode smanjuje se na 5% te se dobiva stabilan proizvod pogodan za konzumaciju i duže skladištenje. Dobiva se čista supstanca, koja sadrži minimalno oko 2% nezasićene 10- HDA, čija je apsorpcija u organizam znatno bolja. Za dobivanje 1 g liofilizirane matične mliječi potrebno je otprilike 6 g svježe. Takva liofilizirana matična mliječ u prahu upotrebljava se na način da se sadržaj pakiranja istrese pod jezik, lagano se otapa i apsorbira te se tako postiže maksimalna iskoristivost svih vrijednih i aktivnih sastojaka iz nje (Bogdanov, 2017; Kapš, 2013).

Dnevna doza

Kompilacijom eksperimentalnih podataka zaključuje se da se povoljni biološki učinci mogu postići dnevnom dozom između 400 i 600 mg svježe matične mliječi, odnosno 130 do 200 mg liofilizirane matične mliječi za odrasle osobe.

Dnevni unos za odrasle osobe u istraživanjima varira između 10 - 500 mg svježe matične mliječi, a u slučaju apiterapije za djecu koriste se doze do 100 mg, a za odrasle do 500 mg dnevno (Bogdanov, 2016).

Rok trajanja matične mliječi

Svježa matična mliječ:

- 6 mjeseci, ako se čuva u hladnjaku (3 do 5 °C)
- 2 godine ako se čuvaju u zamrzivaču (- 18 °C)



Slika 6: Svježa matična mliječ

(Izvor: <http://www.beepollenfromspain.com>)



Slika 7: Svježa matična mliječ u hermetički zatvorenim posudicama
(Izvor: <https://www.almalaky.com>)

Liofilizirana matična mliječ

- Jedna godina ako se čuva u hladnjaku (3 do 5 °C)
- Barem 2 godine ako se čuvaju u zamrzivaču (- 18 °C)

Svježa ili liofilizirana matična mliječ u medu

- Dvije godine, ako je ukupna vlaga smjese meda i mliječi manja od 18%.



Slika 8: Liofilizirana matična mliječ
(Izvor: <http://www.maticnamlijec.hr>)

2.3.3. Moguće nuspojave

Matična mliječ kod pojedinih ljudi može izazvati kontaktni dermatitis i anafilaksiju zbog prisutnosti brojnih proteina, što zahtijeva oprez prilikom njene uporabe. Osobe alergične na pčele i njihove proizvode ne smiju konzumirati matičnu mliječ zbog alergijskih reakcija koje se mogu pojaviti u obliku manjih ili težih iritacija kože, poteškoća s disanjem ili čak u obliku anafilaktičkog šoka. Djeca mlađa od godine dana također ne smiju konzumirati matičnu mliječ, kao ni osobe koje su imale transplantaciju jer zbog imunostimulirajućeg djelovanja ovog pčelinjeg proizvoda može doći do zdravstvenih komplikacija (Begić, 2018).

3. ZAKLJUČAK

Matična mliječ najviše je cijenjen pčelinji proizvod. Pomaže u očuvanju zdravlja, poticanju funkcija organizma i oporavku od brojnih tegoba i bolesti. Isto tako, matična mliječ predstavlja savršeno izbalansiran dodatak prehrani za aktivne osobe koje žele zadržati i povećati snagu i izdržljivost u svakodnevnom životu.

Danas se intenzivno istražuje pa su mnoge pretpostavke njezine učinkovitosti i znanstveno potvrđene. Još nema dovoljno znanstvenih objašnjenja na koji način utječe na očuvanje i poboljšanje zdravstvenog stanja kod ljudi, no brojna biološka svojstva pripisuju se 10-hidroksi-2-decenskoj kiselini (10-HDA) koja je ujedno najobjektivniji parametar za određivanje kvalitete matične mliječi. Kemijski sastav mliječi vrlo je složene prirode te još u potpunosti nije do kraja identificiran. Svi sastojci u mliječi nalaze se u idealnom omjeru i količini da čine dragocjen biostimulans ljudskog organizma. Zbog veoma zahtjevnog i složenog procesa dobivanja matične mliječi, a i zbog uskog vremenskog razdoblja kada pčele mogu proizvesti mliječ, opravdana je njena visoka cijena na tržištu. Matična mliječ je jedinstvena prirodna supstanca koja se po biološkim svojstvima ne može uspoređivati s drugim izvorima iz prirode i s pravom joj se može pripisati uloga u očuvanju zdravlja te ima veliki značaj u prehrani ljudi, kako u prošlosti tako i u budućnosti.

4. LITERATURA

Bărnuțiu, L., Mărghitaș, L., Dezmirean, D. S., Mihai, C. M., Bobiș, O. (2011) Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Royal Jelly. *Journal of Animal Science and Biotechnologies* **44**: 67-72.

Begić, G. (2018) Matična mliječ- podrška plodnosti, *Hrvatska pčela* **137**: 305-306.

Bíliková, K., Hanes, J., Nordhoff, E., Saenger, W., Kludiny, J., Šimúth, J. (2002) Apisimin, a new serine-valine-rich peptide from honeybee (*Apis mellifera* L.) royal jelly: purification and molecular characterization. *FEBS Letters* **528**: 125–129.

Bogdanov, S. (2017) The Royal Jelly Book- Royal Jelly, Bee Brood: Composition, Nutrition, Health, Bee Product Science
<<http://www.bee-hexagon.net/>> Pristupljeno 14. ožujka 2020.

Burke, L. M., Castell, L. M., Stear, S. J. (2009) A–Z of supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 1. *British Journal of Sports Medicine* **43**: 728-729.

Fontana, R., Mendes, M. A., Souza, B. M., Konno, K., César, L. M. M., Malaspina, O., Palma, M. S. (2004) Jelleines: a family of antimicrobial peptides from the Royal Jelly of honeybees (*Apis mellifera*). *Peptides* **25**: 919–928.

Fujii, A., Kobayashi, S., Kuboyama, N., Furukawa, Y., Kaneko, Y., Ishihama, S., Yamamoto, H., Tamura, T. (1990) Augmentation of wound healing by royal jelly (RJ) in streptozotocin-diabetic rats. *The Japanese Journal of Pharmacology* **53**: 331-337.

Fujiwara, S., Imai, J., Fujiwara, M., Yaeshima, T., Kawashima, T., Kobayashit, K. (1990) A Potent Antibacterial Protein in Royal Jelly Purification and determination of the primary structure of royalisin. *Journal of Biological Chemistry* **265**: 11333-11337.

Garcia-Amoedo, L. H., Almeida-Muradian, L. B. (2007) Physicochemical composition of pure and adulterated royal jelly. *Química Nova* **30**: 257-259.

Gobin, I. (2015) Antimikrobna svojstva matične mliječi- kraljevskog nektara. *Hrvatska pčela* **134**: 197-198.

Liu, J.R., Yang, Y.C., Shi, L.S., Peng, C. C, Agric, J. (2008) Antioxidant Properties of Royal Jelly Associated with Larval Age and Time of Harvest. *Food Chemistry* **56**: 11447–11452.

Kamakura, M., Mitani, N., Fukuda, T., Fukushima, M. (2001) Antifatigue Effect of Fresh Royal Jelly in Mice. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* **47**: 394–401.

Kapš, P. (2013) Apiterapija, Liječenje pčelinjim proizvodima. Geromar d.o.o., Bestovje

Kostanjevečki, A. (2012) Matična mliječ- od proizvodnje do pohrane. *Hrvatska pčela* **131**: 152-155.

Križ, J. (2013.) Proizvodnja matične mliječi za uzgoj matica. *Hrvatska pčela* **132**: 82-83.

Koya-Miyata, S., Okamoto, I., Ushio, S., Iwaki, K., Ikeda, M., Kurimoto, M. (2004) Identification of a collagen productionpromoting factor from an extract of royal jelly and its possible mechanism. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* **68**: 767-773.

Lalić, M. (2013) Razvoj i validacija HPLC metode za određivanje sadržaja 10-hidroksi-2-decenske kiseline u proizvodima s matičnom mliječi. Rad za dodjelu Rektorove nagrade. Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Zagreb

Oršolić, N. (2013) Učinkovitost biološki aktivnih sastavnica matične mliječi: analiza i standardizacija. *Arhiv Za Higijenu Rada i Toksikologiju* **64**: 445-461.

Radić, S. (2004) Matična mliječ- Prirodni stimulans, Graf form, Split

Radivojac, R. (2014) Proizvodnja matične mliječi- najjednostavnija tehnologija. *Hrvatska pčela* **133**: 190-192.

Sabatini, A. G., Marcazzan, G. L., Caboni, M. F., Bogdanov, S., Almeida-Muradian, L. B. (2009) Quality and standardisation of royal jelly. *Journal of Apiprodukt and Apimedical Science* **1**: 1-6.

Salazar-Olivo, L. A., Paz-González, V. (2005) Screening of biological activities present in honeybee (*Apis mellifera*) royal jelly. *Toxicology in Vitro* **19**: 645–651.

Yang, X. Y., Yang, D., Wei-Zhang, Wang, J. M., Li, C. Y., Hui-Ye, Wang, J. G. (2010) 10-Hydroxy-2-decenoic acid from Royal jelly: A potential medicine for RA. *Journal of Ethnopharmacology* **128**: 314–321.

<www.almalaky.com> Pristupljeno 21. lipnja 2020.

<www.beepollenfromspain.com> Pristupljeno 21. lipnja 2020.

<www.madeindrumroe.blogspot.com/p/drumroe-honey-bees.html> Pristupljeno 27. ožujka 2020.

<www.maticnamlijec.hr> Pristupljeno 21. lipnja 2020.

<www.researchgate.net/figure/The-structure-of-Trans-10-Hydroxy-2-Decenoic-acid-HDA-from-Royal-jelly_fig1_230575195> Pristupljeno 19. travnja 2020.

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.

Petra Petek

ime i prezime studenta