

# 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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:693096>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-26**



prehrambeno  
biotehnološki  
fakultet

*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 MLIJEĆI 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 mlijec u prehrani**

**Petra Petek, 0058210364**

**Sažetak:** Matična mlijec 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 mlijec smatra se glavnim parametrom kvalitete, svježine i autentičnosti matične mlijec. Za proizvodnju matične mlijec 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 mlijec savršeno je izbalansirana hrana s visokovrijednim sastojcima , što ju čini pogodnim proizvodom za dodatak prehrani ljudi.

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

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

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i električnom 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 10<sup>th</sup> 2020.

**Sadržaj:**

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

## **1. UVOD**

Matična mlijec je sekret hipofaringealnih i mandibularnih žljezda 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 mlijec je homogena, neprozirna i kremasta tvar gusto konzistencije, mlijecno bijele do blijedožućkaste boje. Vodena otopina matične mlijeci je kisela, kiselo-slatkog je okusa te ima karakterističan oštri, kiselo-fenolni miris (Radić, 2004).

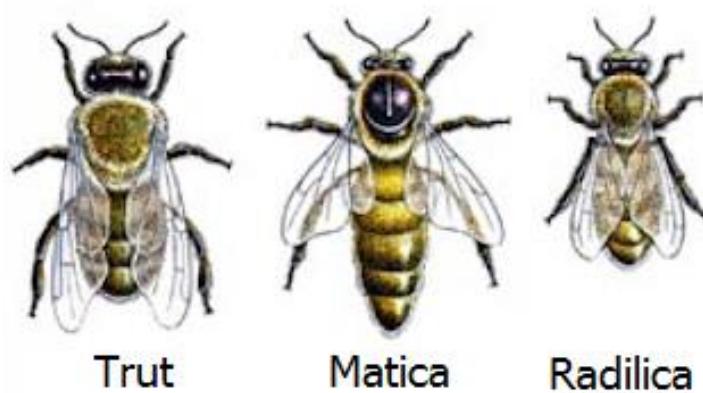
Matična mlijec predstavlja savršeno izbalansiranu hranu koja sadrži sve potrebne nutrijente za kvalitetan život matice, stoga je pčele radilice tijekom cijelog života isključivo hrane matičnom mlijeci. Osim ove namjene, matična mlijec zbog svojih bioloških svojstava ima sve značajniju komercijalnu primjenu pa se danas sve češće koristi u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. Izuzetna biološka aktivnost matične mlijeci 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 mlijec 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 MLJEĆ

#### 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 mlječe, kao pčelinjeg „mljeka“ jest usmjeravanje razvoja ličinki. Prvih par dana mlade pčele radilice hrane sve ličinke s matičnom mlječi, no od trećeg dana ličinke iz kojih će se razviti matica nastavljaju se hraniti samo s mlječi, dok se ličinke budućih radilica i trutova počinju hraniti smjesom mlječi, 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 mlječ. 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 mlječ neposredno odgovorna za zapanjujuću reproduktivnu plodnost, vitalnost i dugovječnost matice. Ove fascinantne činjenice potiču čovjeka da i sam posegne za matičnom mlječi 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>)

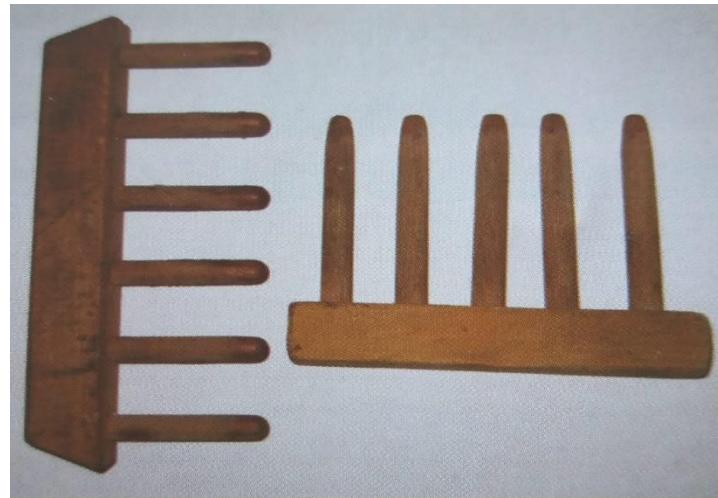
## **2.1.2. Proizvodnja matične mlijeci**

Za proizvodnju matične mlijeci 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 mlijec može se proizvoditi na dva načina, bez matice i uz prisutnost matice. Metoda kojom će pčelar proizvoditi matičnu mlijec 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 mlijeci 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 prihvati dodane matičnjake ovisno o jačini zajednice i pašnim prilikama. Kako bi ih prihvatile što više, dio košnice u kojem ih uzbajamo stalno se nadopunjava okvirima s mladim leglom i pčelama koje se na njemu nalaze jer će upravo one proizvoditi matičnu mlijec 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 ste 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 mlijeci.



**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 stavlju 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 mlijeci i na nju se presađuje ličinka. Osim matične mlijeci neki pčelari u matičnjake stavlju 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 prihvatići, početi hranići i nadograditiće 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 boćice koje se odmah zatvaraju gumenim čepom. Boćice 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 °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 MLJEĆI**

Matična mlječ 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 mlječi 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 mlječ 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 mlječi, posebice s obzirom na sezonu i zemljopisno podrijetlo, a smatra se da sastav matične mlječi ovisi i o vrsti pčela koje ju proizvode (Gobin, 2015).

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

	Svježa matična mlječ	Liofilizirana matična mlječ
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 mlječi (Bogdanov, 2017)

Vitamini	Udio ( µg/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 mlijeci (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 mlijeci čine oko polovinu suhe tvari i uglavnom su topljivi u vodi. Više od 80 % u vodi topljivih proteina, takozvani glavni proteini matične mlijeci (eng. Major Royal Jelly Protein, MRJP), glavni su čimbenici koji su odgovorni za specifičnu fiziološku aktivnost matične mlijeci. Iz mlijeci 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 mlijec sadrži i sve esencijalne aminokiseline za čovjeka – valin, leucin, izoleucin, metionin, fenilalanin, triptofan, treonin, lizin i histidin.

### Apimisin

Peptid apisimin, koji je pronađen u matičnoj mlijeci, 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 (Bärnuťu i sur., 2011).

### Rojalizin

Rojalizin je amfipatski protein koji ima snažan antibakterijski učinak protiv Gram-pozitivnih bakterija u niskim koncentracijama, ali i protiv Gram-negativnih bakterija. Inhibitorni 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)**

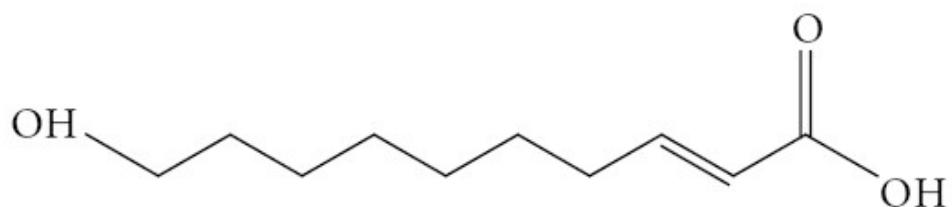
Jedan od najvažnijih sastojaka matične mlijeci svakako je 10-hidroksi-2-decenska kiselina (10-HDA), nezasićena masna kiselina koja do danas nije pronađena nigdje drugdje u prirodi, a sintetski ju nije moguće proizvesti. Najzastupljenija je od svih prisutnih masnih kiselina u matičnoj mlijeci. Sadržaj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

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

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

- 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 :** Struktorna 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\\_fiq1\\_230575195](https://www.researchgate.net/figure/The-structure-of-Trans-10-Hydroxy-2-Decenoic-acid-HDA-from-Royal-jelly_fiq1_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 cjeni 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 mlijec posjeduje antimikrobna svojstva koja se posebno pripisuju trans-10-hidroksi-2-decenskoj kiselini i rojalizinu koji imaju učinak na gram-pozitivne i gram-negativne bakterije. Proteini i peptidi iz mlijeci mogu sudjelovati u obrambenom mehanizmu pčela od mikroba izravnim inaktiviranjem patogenih mikroorganizama koji se pojavljuju u pčelinjim proizvodima. Peptidi matične mlijeci pokazuju potpunu inhibiciju rasta bakterija *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* i *Salmonella typhimurium*, no samo u vrlo visokim koncentracijama ( $\geq 200 \text{ }\mu\text{g/ml}$ ) (Bärnuťiu 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 mlijec pokazuje i neposredna antifungalna i antivirusna svojstva. Kada se unosi u organizam, povećava se otpornost na virusne infekcije.

## **Jačanje otpornosti organizma**

Zahvaljujući 10-hidroksi-2-decenskoj kiselini i gamaglobulinu matična mlijec 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 mlijeci smanjuje visoku razinu kolesterola u krvi te u konačnici poboljšava homeostazu organizma. Primjena hidrolizirane matične mlijeci smanjuje visoku razinu kolesterola i povećava razinu hemoglobina u ljudi te poboljšava homeostazu organizma. Primjena matične mlijeci dovodi do sniženja

razine kolesterola u pokusnih životinja i ateroskleroze u ljudi (Oršolić, 2013.) Dokazano je da intravenska primjena matične mlijec u životinja izaziva širenje krvnih žila i sniženje krvnog tlaka, što se pripisuje sadržaju acetilkolina. U eksperimentima na životnjama dokazano je da matična mlijec 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 mlijec 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 mlijec sadrži sastavnice funkcionalno i strukturno slične inzulinu. Potvrđeno je da matična mlijec može potaknuti usmjeravanje preadipocita u adipocite, kao posljedicu adipogenih signala sadržanih u matičnoj mlijeci. Također je uočeno da matična mlijec 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 mlijec mogla biti efikasna u sprječavanju razvoja inzulinske otpornosti (Oršolić, 2013).

### **Učinak na moždane stanice**

Matična mlijec olakšava diferencijaciju svih tipova moždanih stanica (neurona, astrocita i oligodendrocyta). 10-HDA djeluje na neurogenезu neuralnih progenitorskih matičnih stanica "in vitro" te povećava proizvodnju neurona, a smanjuje proizvodnju astrocita (Oršolić, 2013). Razumijevanje biološke učinkovitosti matične mlijeci 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 mlijec i odgovornom se smatra 10-HDA te zasićene dikarboksilne kiseline (sukcinska, glutarna, adipinska, pimelinska, suberinska, azelainska, sebacinska kiselina). Dokazano je učinkovitost matične mlijec samo kod spororastućih tumora, a takva učinkovitost nije dokazana kod brzorastućih tumora.

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

## **Učinak na spolni sustav i estrogenski učinak**

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

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

## **Učinak protiv starenja**

Dokazano je da proteini matične mlijec mogu imati učinak u odgodi i sprječavanju starenja te da mlijec potiče proliferaciju stanica (Salazar-Olivo i sur., 2005 ). Smatra se da matična mlijec sadrži čimbenike rasta ili hormone koji pospješuju stanični rast. Druga istraživanja pokazuju da matična mlijec 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 mlijec 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 mlijec 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 mlijec koristi u različitim preparatima. Njen se učinak temelji na ubrzanju oksidativnoga metabolizma te kataboličkih i anaboličkih reakcija izmjene tvari (Oršolić, 2013).

## **Matična mlijec kao ergogeno sredstvo - suplement sportašima za bolje performanse**

Ergogena sredstva, kao širok pojam uključuju ne samo dodatke prehrani, neko 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 mlijec.

U istraživanju na miševima, koji su konzumirali svježu matičnu mlijec, 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 mlijeci može biti usko povezana sa takvim učinkom. Ovakvo istraživanje ukazuje da bi matična mlijec 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 боли za 53 % i povećanje pokretljivosti zglobova kod ljudi koji su konzumirali matičnu mlijec kroz 3 mjeseca u odnosu na placebo skupinu te se takvo terapeutsko svojstvo pripisuje visokom sadržaju 10-hidroksi-2-decenske kiseline i njenom protuuplanom svojstvu (Yang i sur., 2010.)

Matična mlijec 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 mlijeci**

Matična mlijec je jedina poznata tvar koja prodire kroz ovojnicu nadbubrežne žljezde 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 mlijeci 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 broju asmatičnih napadaja i znatnom poboljšanju plućnih funkcija. Mlijec je imala učinak i na dojilje, a u istraživanju na dojiljama s nedovoljnom količinom mlijeka davana je matična mlijec i kod 90% žena značajno je povećana količina mlijeka. Matična mlijec također pojačava lučenje endokrinih žljezda tj. žljezda koje proizvode i luče hormone, kao što su gušterića, štitnjača, nadbubrežna žljezda, 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 mlijec:

- snizuje visoki krvni tlak
- stimulira živčani sustav
- jača i prilagođava imunološki sustav
- povećava tjelesnu izdržljivost i smanjuje umor
- ima antitumorska svojstva
- spriječava 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 mlijec 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
- zaboravljenost, nesanicu, depresiju, napadaje panike, mentalnu iscrpljenost
- upalu gušterače, giht, bolesti bubrega i jetre (Radić, 2004.)

Znanstvene tvrdnje o učinkovitosti matične mlijecu 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 osteoporozu, 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 mlijecu u prehrani ljudi koje uključuju kvalitetniji život i liječenje lakših bolesti te je tako danas matična mlijec 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, topolini, 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 mlijec, odnosno 130 do 200 mg liofilizirane matične mlijec za odrasle osobe.

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

## **Rok trajanja matične mlijec**

Svježa matična mlijec:

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



**Slika 6:** Svježa matična mlijec

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



**Slika 7:** Svježa matična mlijec u hermetički zatvorenim posudicama

( Izvor: <https://www.almalaky.com> )

#### Liofilizirana matična mlijec

- 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 mlijec u medu

- Dvije godine, ako je ukupna vлага smjese meda i mlijeci manja od 18%.



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

### **2.3.3. Moguće nuspojave**

Matična mlijec 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 mlijec 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 mlijec, kao ni osobe koje su imale transplantaciju jer zbog imunostimulirajućeg djelovanja ovog pčelinjeg proizvoda može doći do zdravstvenih komplikacija (Begić, 2018).

### **3. ZAKLJUČAK**

Matična mlijec najviše je cijenjen pčelinji proizvod. Pomaže u očuvanju zdravlja, poticanju funkcija organizma i oporavku od brojnih tegoba i bolesti. Isto tako, matična mlijec 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 objašnjena 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 mlijeci. Kemijski sastav mlijeci vrlo je složene prirode te još u potpunosti nije do kraja identificiran. Svi sastojci u mlijeci nalaze se u idealnom omjeru i količini da čine dragocjen biostimulans ljudskog organizma. Zbog veoma zahtjevnog i složenog procesa dobivanja matične mlijeci, a i zbog uskog vremenskog razdoblja kada pčele mogu proizvesti mlijec, opravdana je njena visoka cijena na tržištu. Matična mlijec 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**

Bărnățiu, 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 mlijec- podrška plodnosti, *Hrvatska pčela* **137**: 305-306.

Bíliková, K., Hanes, J., Nordhoff, E., Saenger, W., Klaudiny, 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 Apiproduct 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](http://www.almalaky.com)> Pristupljeno 21. lipnja 2020.

<[www.beepollenfromspain.com](http://www.beepollenfromspain.com)> Pristupljeno 21. lipnja 2020.

<[www.madeindrumroe.blogspot.com/p/drumroe-honey-bees.html](http://www.madeindrumroe.blogspot.com/p/drumroe-honey-bees.html)> Pristupljeno 27. ožujka 2020.

<[www.maticnamljec.hr](http://www.maticnamljec.hr)> Pristupljeno 21. lipnja 2020.

<[www.researchgate.net/figure/The-structure-of-Trans-10-Hydroxy-2-Decenoic-acid-HDA-from-Royal-jelly\\_fig1\\_230575195](http://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