

Veleučilište Marko Marulić u Kninu
Poljoprivreda krša – Stočarstvo krša



Pčelinji proizvodi

Dr. sc. Iva Ljubičić, prof. struč. stud.



Knin, 2022.

Recenzenti:

1. Prof. dr. sc. Ivana Tlak Gajger, dr. med. vet., Zavod za biologiju i patologiju riba i pčela, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
2. Dr. sc. Andrijana Kegalj, prof. struč. stud., Veleučilište „Marko Marulić“ u Kninu

Objavljivanje skripte Pčelinji proizvodi odobrilo je Vijeće Veleučilišta „Marko Marulić“ u Kninu odlukom od 31. siječnja 2023. Klasa: 003-01/23-02/02, Ur. Broj: 104-01-23-6.

ISBN 978-953-7504-22-9

Predgovor

Skripta „Pčelinji proizvodi“ namijenjena je studentima preddiplomskog stručnog studija Poljoprivreda krša – Stočarstvo krša.

Sadržaj skripte prilagođen je nastavnom planu predmeta “Pčelinji proizvodi” koji je izborni predmet na trećoj godini preddiplomskog stručnog studija Poljoprivreda krša – Stočarstvo krša na Veleučilištu „Marko Marulić“ u Kninu.

Skripta je podijeljena na 7 poglavlja i sadrži sve relevantne činjenice o pčelinjim proizvodima, od meda, peluda, propolisa, pčelinjeg voska, pčelinjeg otrova i matične mliječi. Autor se nada da će skripta naći svoju primjenu i u praksi, za potrebe pčelara i zaljubljenika u pčelarstvo te potrošača pčelinjih proizvoda.

Autor zahvaljuje recenzentima prof. dr. sc. Ivani Tlak Gajger, dr. med. vet. i dr. sc. Andrijani Kegalj, prof. struč. stud., koje su pregledale rukopis ovog izdanja i dale korisne primjedbe i sugestije.

Knin, 2. prosinca 2022. godine

Autor

Sadržaj

Predgovor	3
1. PČELINJI PROIZVODI	5
1.1. Uvod	5
2. MED	6
2.1. Definicija meda	6
2.2. Podjela meda	8
2.3. Svojstva meda.....	11
2.3.1. Fizikalna svojstva meda	11
2.3.2. Senzorska svojstva meda	15
2.4. Kemijski sastav meda.....	17
2.4.1. Šećeri	18
2.4.2. Voda	18
2.4.3. Bjelančevine i aminokiseline.....	19
2.4.4. Enzimi	19
2.4.5. Vitamini i minerali	21
2.4.6. Organske kiseline	22
2.4.7. Hidroksimetilfurfural (HMF).....	22
2.4.8. Antioksidansi	22
2.5. Osnovni parametri kvalitete meda	23
2.5.1. Patvorenje meda.....	24
3. PELUD (polen, cvjetni prah)	26
4. PROPOLIS.....	29
5. PČELINJI VOSAK.....	32
6. PČELINJI OTROV	36
7. MATIČNA MLIJEČ	39
Literatura.....	43

1. PČELINJI PROIZVODI

1.1. Uvod

Pčelinji proizvodi su svi proizvodi koji nastaju aktivnošću medonosne pčele. Pčela proizvodi šest proizvoda: med, pelud, propolis, pčelinji vosak, pčelinji otrov i matičnu mliječ. Dok su pčelinji vosak, pčelinji otrov i matična mliječ izravni proizvodi pčelinjeg organizma, med, pelud i propolis pčela sakuplja s biljnih izvora i obogaćuju vlastitim specifičnim tvarima.

Najpoznatiji i najzastupljeniji pčelinji proizvod je med. Med je prirodna, zdrava namirnica izvrsne nutritivne vrijednosti, ugodnih senzorskih svojstava i blagotvornog djelovanja na čovjekovo zdravlje. Najčešće se koristi u prehrani kao zamjena za konzumni šećer. Uz med, na tržištu su sve zastupljeniji i ostali pčelinji proizvodi koji se zbog svojih izvanrednih nutritivnih svojstava i brojnih pozitivnih bioloških učinaka koriste kao dodatak prehrani ili u terapijske svrhe.

2. MED

2.1. Definicija meda

Med je prema Direktivi Vijeća 2001/110/EZ definiran kao prirodna slatka tvar koju medonosne pčele (*Apis mellifera*) proizvode od nektara medonosnih biljaka ili sekreta živih dijelova biljaka ili izlučevina kukaca koji sišu na živim dijelovima biljaka, koje pčele skupljaju, dodaju mu vlastite specifične tvari, pohranjuju, izdvajaju vodu i odlažu u stanice saća do sazrijevanja (Slika 1.). Prema Pravilniku o kakvoći meda i drugih pčelinjih proizvoda NN (20/2000) med je sladak, gust, viskozni, tekući ili kristaliziran proizvod medonosne pčele. Prema podrijetlu sirovine koju pčele koriste za njegovu proizvodnju razlikuju se nektarni med koji proizvode od nektara medonosnih biljaka kao monoflorni i poliflorni med te medljikovac koji proizvode od medne rose.

Med je po definiciji namirnica kojoj se ništa ne smije dodavati niti oduzimati kako bi zadržala svoja izvorna karakteristična svojstva. Ne smiju mu se dodavati nikakvi sastojci, uključujući prehrambene aditive. Nije dopušteno niti uklanjanje njegovih sastavnih komponenti, kao primjerice pelud, uz iznimku filtriranog meda.



Slika 1. Med u pčelinjem saću

Boja meda može varirati od gotovo bezbojne do tamnosmeđe (Slika 2.). **Konzistencija** može biti tekuća ili viskozna, odnosno med može biti djelomice ili potpuno kristaliziran. **Aroma** može varirati, ali mora potjecati od izvornog bilja. **Med ne smije imati strani okus ili miris, biti u stanju vrenja ili imati umjetno izmijenjenu kiselost. Ne smije biti zagrijavan** jer zagrijavanje meda uništava ili u znatnoj mjeri inaktivira enzime, uz iznimku pekarskog meda (koji se koristi za kuhanje i pečenje).



Slika 2. Varijacije u boji meda

Med se sastoji uglavnom od šećera koji čine 95 do 97% ukupne suhe tvari u medu. Glavni sastojci meda su jednostavni šećeri (monosaharidi) u prvom redu fruktoza (40%) i glukoza (34%), ali i disaharid saharoza (najviše 5%). Med sadrži i manju količinu vode (od 15 do 23%) te i do 200 različitih tvari, poput bjelančevina, aminokiselina, enzima, organskih kiselina, vitamina (A, B, C, D, K) i mineralnih tvari (Na, K, Ca, Mg, Co, Ni, Fe). Sastav i svojstva meda mijenjaju se ovisno o botaničkom i geografskom podrijetlu nektara, klimatskim uvjetima i svojstvima tla na kojima je biljka rasprostranjena te vještinama pčelara.

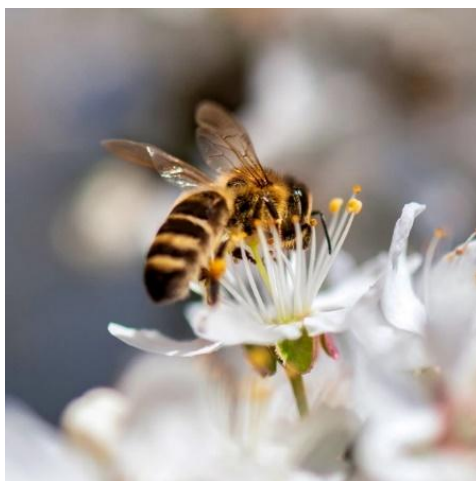
2.2. Podjela meda

Med se može podijeliti prema podrijetlu i prema načinu proizvodnje. Kad se govori o podrijetlu meda, prije svega se misli na njegovo botaničko podrijetlo, tj. na podrijetlo nektara medonosnih biljaka ili medne rose.

Prema podrijetlu med se razvrstava na:

- **cvjetni** ili **nektarni med** - med proizveden od nektara medonosnih biljaka,
- **medljikovac** ili **medun** (šumski med) - med proizveden od izlučevina kukaca (*Hemiptera*) ili od sekreta živih dijelova biljaka.

Cvjetni med proizvode pčele od nektara medonosnih biljaka različitih vrsta. Nektar je slatka tekućina koju izlučuje medonosno bilje iz posebnih žlijezda - nektarija. Izlučivanje nektara ovisi o razvoju biljke i vanjskim uvjetima, a najviše je tijekom sezone oprašivanja jer biljke izlučivanjem nektara privlače kukce oprašivače (Slika 3.).



Slika 3. Pčela sakuplja nektar

Pčele nektar sakupljen s cvjetova deponiraju u medni mjehur. U mednom mjehuru započinje pretvorba nektara u med. Pčelinji enzimi invertaza i diastaza u postupku hidrolize razlažu složeni šećer saharozu na jednostavne šećere glukozu i fruktozu. Pčelinja glukozaoksidaza oksidira glukozu u glukonsku kiselinu uz nastajanje vodikovog peroksida. Prerada sakupljenog nektara nastavlja se i u košnici. Nektar odložen u stanice saća prelazi u nezreli med koji sadrži veći udio vode. Pčele mahanjem krila smanjuju udio vode u nezrelom medu. Kad se udio vode smanji ispod

20%, a stanice saća popune, pčele ih zatvaraju (poklapaju) tankim slojem svježeg voska. Poklopljen med u stanicama saća zreli je med (Slika 4.).



Slika 4. Okvir s poklopljenim saćem (zreli med)

Cvjetni med može biti monoflorni i poliflorni. U monoflornom medu prevladava nektar jedne biljne vrste npr. bagremov med, kestenov med, lipov med, ružmarinov med. Poliflorni med sadrži nektar različitih biljnih vrsta.

Monoflorni med je onaj koji u netopljivom sedimentu sadrži najmanje 45% peludnih zrnaca iste biljne vrste s izuzecima pitomog kestena (*Castanea sativa*) gdje udjel peludnih zrnaca u netopivom sedimentu iznosi najmanje 85%, lucerne (*Medicago sp.*) 30%, ružmarina (*Rosmarinus officinalis*) 30%, lipe (*Tilia sp.*) 25%, kadulje (*Salvia sp.*) 20%, bagrema (*Robinia pseudacacia*) 20% i lavande (*Lavandula sp.*) 20%.

Medljikovac (medun) je med proizveden od medljike (medne rose), slatkog soka iz dubljih dijelova biljke (floem). Razne vrste biljnih uši uglavnom iz reda *Hemiptera* koje žive na biljkama i oštećuju listove i stabiljke iz kojih izlaze slatki biljni sokovi koje sišu. Za svoje potrebe iz biljnog soka iskorištavaju uglavnom bjelančevine dok višak koji ne mogu preraditi (šećere) izlučuju iz organizma kao mednu rosu. Dio medne rose izlazi i spontano kroz oštećenja biljnog tkiva. Mednu rosu pčele sakupljaju i prerađuju u med. Medljikovac, osim sakupljanjem medne rose može nastati i sakupljanjem sekreta izravno s živih dijelova biljaka (bez djelovanja kukaca).

Prema podrijetlu medljikovac najčešće potječe od crnogoričnih (jela, smreka, bor, ariš) i bjelogoričnih (hrast, vrba, bukva, lipa) biljnih vrsta (Slika 5.). Medljikovac se od cvjetnog meda razlučuje metodom električne vodljivosti, koja mora biti veća od 1,00 mS/cm.



Slika 5. Med medljikovac

Podjela meda prema načinu proizvodnje i/ili prezentiranja:

- **Med u saću** - med kojeg skladište pčele u stanicama svježe izgrađenog saća bez legla ili u satnim osnovama izgrađenim isključivo od pčelinjeg voska, koji se prodaje u poklopljenom saću ili u sekcijama takvog saća;
- **Med sa saćem ili med s dijelovima saća** - med koji sadrži jedan ili više komada saća;
- **Cijeđeni med** - med koji se dobiva ocjeđivanjem otklopljenog saća bez legla;
- **Vrcani med** - med dobiven vrcanjem (centrifugiranjem) otklopljenog saća bez legla;
- **Prešani med** - med dobiven prešanjem saća bez legla, sa ili bez korištenja umjerene temperature koja ne smije prijeći 45 °C;
- **Filtrirani med** - med dobiven na način koji tijekom uklanjanja stranih anorganskih ili organskih tvari dovodi do značajnog uklanjanja peluda;
- **Pekarski med** - med pogodan za korištenje u industriji ili kao sastojak u drugoj hrani koja se potom prerađuje. Nedostaje mu neko od karakterističnih svojstava meda ili može imati strani okus ili miris, ili biti u stanju vrenja ili prevrio, ili biti pregrijan.

2.3. Svojstva meda

Svojstva meda se mogu podijeliti na fizikalna i senzorska svojstva. U fizikalna svojstva meda ubrajaju se kristalizacija, viskoznost, higroskopnost, električna vodljivost, optička svojstva, indeks refrakcije i specifična masa. Najvažnija senzorska svojstva meda su boja, okus i miris.

2.3.1. Fizikalna svojstva meda

Fizikalna svojstva meda usko su povezana sa kemijskim sastavom meda. Najvažnija fizikalna svojstva meda pripisuju se njegovom sastavu šećera, dok su sporedni sastojci (npr. kiseline, minerali i sl.) odgovorni za razlike između pojedinih vrsti meda. Pojedini sastojci meda utječu na određeno svojstvo ili istovremeno na nekoliko njih. Dokazano je da o udjelu vode ovisi viskoznost, indeks refrakcije i specifična masa. Optička aktivnost je povezana sa sastavom i udjelom pojedinih šećera, dok električna vodljivost prije svega ovisi o udjelu mineralnih tvari.

2.3.1.1. Viskoznost

Med je gusta viskozna tekućina. Viskoznost je stupanj otpora tekućine prema tečenju (izlivanju). (Slika 6.). Na viskoznost meda utječe više čimbenika kao što su sastav (ponajviše udjel vode), vrsta meda, temperatura te broj i veličina kristala u medu. Što je veći udjel vode, manja je viskoznost, tj. med s malim udjelom vode teče polako. Uz udjel vode na viskoznost najviše utječe temperatura. Povećanjem temperature smanjuje se viskoznost meda. Veći udjel di- i trisaharida doprinosi većoj viskoznosti meda.



Slika 6. Viskoznost meda

2.3.1.2. Kristalizacija

Kristalizacija je prirodno svojstvo meda (Slika 7.). Naime, kad med kristalizira otklonjene su sve nedoumice oko njegove prirodnosti. Međutim, često potrošači pojavu kristalizacije interpretiraju pogrešno kao patvorenje ili razrjeđivanje meda.



Slika 7. Kristalizacija meda

Med predstavlja prezasićenu otopinu šećera u kojoj je relativno više šećera u odnosu na vodu. Kristalizacija meda je spontani proces prelaska prezasićene otopine u stanje ravnoteže pri kojem glukoza gubi vodu (postaje glukoza monohidrat) i prelazi u kristalni oblik, a voda, koja je prije bila vezana na glukozu, postaje slobodna. Istovremeno se sadržaj vode u nekristaliziranim dijelovima meda povećava, a time i sklonost meda fermentaciji i kvarenju. Fruktaza ostaje u tekućem stanju i čini tanak sloj oko kristala glukoze. Osim o udjelu šećera u medu, brzina kristalizacije ovisi i o omjeru glavnih šećera u medu: glukoze i fruktoze. U medu koji sadrži više glukoze u odnosu na fruktozu kristalizacija je brža, dok u medu s više fruktoze u odnosu na glukozu obrnuto, kristalizacija je sporija. Med bagrema, kadulje i kestenov med imaju veći udio fruktoze i vode i sporije kristaliziraju, za razliku od meda uljane repice i maslačka te medljikovca (puno melicitoze) koji sadrže više glukoze te kristaliziraju brže. Ukoliko je sadržaj glukoze u medu ispod 30% kristalizacija će vjerojatno izostati. Osim sastava, na brzinu kristalizacije utječu i uvjeti skladištenja (temperatura). Najpovoljnija temperatura za kristalizaciju meda je od 10 do 15 °C. Temperatura iznad 25 °C i ispod 10 °C usporava i zaustavlja kristalizaciju.

Med je moguće dekristalizirati tj. zagrijavanjem vratiti u tekuće stanje. Za dekristalizaciju meda mogu se koristiti grijači ili dekristalizatori (Slika 8.). Dekristalizacija meda počinje pri temperaturama višim od 30 °C, međutim važno je da temperatura zagrijavanja meda ne prelazi 40 °C.



Slika 8. Grijač i dekristalizator meda

Zagrijavanjem meda pri višim temperaturama od 40 °C gube se nutritivni sastojci i narušava kvaliteta meda (inaktivacija enzima, gubitak arome i dr.) te nastaju veće količine cikličkog aldehida hidroksimetilfurfurala (HMF) uz posljedično smanjenje kvalitete meda.

2.3.1.3. Higroskopnost

Higroskopnost je svojstvo apsorpiranja i zadržavanja vode iz okoline. Med je zbog visokog sadržaja šećera izrazito higroskopan, posebice med s visokim udjelom fruktoze jer je fruktoza higroskopnija od glukoze i drugih šećera. Obzirom na higroskopnost meda, sadržaj apsorbirane vode u medu nije konstantan nego se mijenja tijekom skladištenja i ovisi o klimatskim uvjetima, godišnjem dobu te stupnju zrelosti meda. Veći udio vode u medu otežava njegovu obradu, procesiranje i skladištenje, a med postaje podložniji fermentaciji i kvarenju. Promjene koje pritom nastaju uglavnom se očituju na površini jer je proces gibanja apsorbirane vode s površinskih slojeva u unutrašnjost vrlo spor zbog velike viskoznosti meda. Udio vode u medu najčešće se kreće između 14,5 i 18,5%. Neke vrste meda prirodno imaju veći udio vode (npr. med od kestena i med od vrijeska). Sukladno propisima, gornja granica udjela vode u medu iznosi 20%, osim za med vrijeska za koji je dopušteno do 23%.

2.3.1.4. Optička aktivnost

Med posjeduje svojstvo skretanja ravnine polarizirane svjetlosti zbog različitog sastava šećera. Svaki šećer ima svoju specifičnu optičku rotaciju. Fruktoza zakreće ravninu polarizirane svjetlosti u lijevo i ima negativnu optičku rotaciju, a glukoza zakreće u desno i ima pozitivnu optičku

aktivnost. Ukupna vrijednost optičke aktivnosti ovisi o udjelu pojedinih šećera u medu i koristi se u analitici za razlučivanje cvjetnog meda od medljikovca. Optička aktivnost kod cvjetnih vrsta meda zbog većeg udjela fruktoze je negativna jer zakreće svjetlost u lijevo. S druge strane, med medljikovac koji sadrži više glukoze i oligosaharida (uglavnom melicitoze i erloze) ima pozitivnu optičku aktivnost i zakreće svjetlost u desno. Dodatak konvencionalne saharoze u med dovodi zakretanja ravnine polarizirane svjetlosti u desno, što može biti pokazatelj patvorenja meda.

2.3.1.5. Indeks refrakcije

Indeksom refrakcije određuje se udio vode u medu. Koristi se refraktometar (Slika 9.) kojim se mjeri lom svjetlosti koja prolazi kroz otopinu pri stalnoj temperaturi od 20 °C. Na temelju indeksa refrakcije i proračunske tablice izračunava se količina vode u medu.



Slika 9. Refraktometar

2.3.1.6. Specifična masa

Specifična masa meda predstavlja omjer mase meda prema masi iste količine vode. Ovisi prvenstveno o udjelu vode u samom medu, a koji varira između 13 i 20% (s izuzetkom meda od vrijeska s udjelom vode do 23%).

Povećanjem udjela vode u medu smanjuje se specifična masa meda, obzirom da masa 1 cm³ vode iznosi 1 g, a masa 1 cm³ meda iznosi oko 1,42 g (Tablica 1).

Tablica 1 Odnos udjela vode u medu i specifične mase meda

Udio vode u medu	Specifična masa pri 20 °C
15%	1,4350
18%	1,4171
21%	1,397

2.3.1.7. Električna vodljivost

Električna vodljivost je svojstvo neke tvari da provodi električnu struju. Vodljivost meda uvelike ovisi o prisustvu iona mineralnih soli i organskih kiselina. Električna vodljivost je veća, što je ukupan sadržaj mineralnih tvari veći. S druge strane, električna vodljivost je u negativnoj korelaciji s količinom vlage u medu. Mjera za električnu vodljivost je milisimens po centimetru (mS/cm). Prema zakonskoj regulativi, za sve vrste meda (nektarni i miješani) određena je električna vodljivost od najviše 0,8 mS/cm, za medljikovac i med od kestena najmanje 0,8 mS/cm. Iznimke su med od planike, eukaliptusa, lipe, vrijeska, lipe i čajevca, zbog prirodno velikih varijacija u električnoj vodljivosti.



Slika 10. Određivanje električne vodljivosti

Električna vodljivost služi kao dobar kriterij za određivanje botaničkog podrijetla meda odnosno za razlikovanje nektarnog meda od medljikovca. Postupak određivanja električne vodljivosti pomoću konduktometra jednostavan je i brz postupak koji se koristi u rutinskoj kontroli kakvoće meda (Slika 10.).

2.3.2. Senzorska svojstva meda

2.3.2.1. Boja

Boja je svojstvo meda koje se uglavnom prvo opaža. Varira od gotovo bezbojne preko žute do tamno smeđe boje. Ponajviše ovisi o botaničkom podrijetlu meda. Svjetlije žute boje su bagremov, livadni med i med od djeteline, med lipe je crvenkaste boje, vrijesak je tamnožuti, dok je suncokretov med i med uljane repice jantarno žute boje. Kadulja je žućkasto smeđe, a medljikovci tamno smeđe boje (Slika 11.). Boja je uz okus i miris važan parametar kod senzorske analize meda.



Slika 11. Boja meda

Boja meda jedno je od najpromjenjivijih svojstava meda. Osim botaničkog podrijetla, na boju meda utječe kemijski sastav meda, uvjeti prerade i skladištenja. Procesiranje meda i skladištenje mijenja boju meda, a intenzitet promjene ovisi o uvjetima procesiranja i skladištenja. Izloženost meda utjecaju izravne svjetlosti i povišenim temperaturama dovodi do promjene svojstava meda, a tako i boje. Pri višim temperaturama skladištenja ili pri zagrijavanju meda nastaje smeđi pigment melanoidin kao produkt Maillardove reakcije u procesu reducirajućih šećera s bjelancevinama.

Nakon kristalizacije med postaje svjetliji. Boja je određena udjelom i sastavom mineralnih tvari, pigmenata, fenolnih komponenti te pepela (željezo, bakar i mangan). Određuje se spektrofotometrijski ili pomoću komparatora.

2.3.2.2. Okus

Okus meda određuju biljke od kojih je med nastao, odnosno od kojih je dobiven nektar. Okus i miris meda međusobno su povezani, a oblikuju ih aromatične tvari biljke. Monoflorni med ima karakterističan okus za vrstu biljke od koje je med proizveden, a okus poliflornog meda je neodređen. Med zbog sadržaja šećera, prije svega fruktoze, ima sladak okus. Okus svih vrsta meda nije jednako sladak, a pojedine vrste meda imaju gorak okus (npr. kestenov med). Medovi svjetlije boje imaju blaži okus nego medovi tamnije boje. Punoća i slatkoća ovise o udjelu šećera, aminokiselina, eteričnih ulja i organskih kiselina. Zagrijavanje meda djeluje nepovoljno na njegov okus. Dakle, ukoliko se med procesira i skladišti na nepravilan način on poprima tamniju boju, aroma i miris slabe te dolazi do pojave nepoželjnih okusa. Med može poprimiti i kiseo okus kao rezultat fermentacije meda.

2.3.2.3. Miris

Miris meda, kao i okus, svojstveni su izvornoj biljnoj vrsti od koje je med nastao. Miris potječe od aromatičnih spojeva iz biljke, a neki i od samih pčela. Aromatični spojevi po svom sastavu pripadaju ugljikovodicima, alkoholima, esterima, aldehidima i ketonima, karbonilnim spojevima, organskim i aromatskim kiselinama. Većinom su lako hlapljivi, pa skladištenjem ili zagrijavanjem, miris meda slabi ili nestaje. Kristalizacijom također miris slabi jer se mirisne tvari uklapaju u kristale meda. Neke vrste meda nemaju specifičan miris, dok neke poput kestena i lavande karakterizira miris po medonosnoj biljci. U mirisne spojeve ubraja se i hidroksimetilfurfural (HMF) koji nastaje razgradnjom glukoze i fruktoze.

2.4. Kemijski sastav meda

Med se uglavnom **sastoji** od različitih šećera, pretežno fruktoze i glukoze te vode. Ostatak čine bjelančevine (uglavnom enzimi), mineralne tvari (Na, K, Ca, Mg, Co, Ni, Fe), vitamini (A, B, C, D, K), organske kiseline, hlapljivi i drugi spojevi koji utječu na senzorska i nutritivna svojstva. Pojedine sastojke u med dodaju pčele, neki potječu od medonosne biljke ili nastaju tijekom zrenja meda u saću. Omjeri sastojaka mijenjaju se ovisno o geografskom i botaničkom podrijetlu meda, klimatskim uvjetima, pčelarskoj praksi i uvjetima skladištenja.

Glavni sastojci meda su šećer (76%) i voda (18%), a ostale tvari poput organske kiseline, enzima, vitamina, minerala i dr. presudni su za razlike između pojedinih vrsta meda.

2.4.1. Šećeri

Šećeri, odnosno ugljikohidrati, glavni su sastojak meda te čine 95 do 99% suhe tvari meda. Jednostavni šećeri (monosaharidi) fruktoza i glukoza najzastupljeniji su šećeri meda. Medu daju slatkast okus i određuju gustoću, viskoznost i sklonost kristalizaciji. Udio fruktoze iznosi oko 40%, a glukoze oko 34%. Uz monosaharide, med sadrži disaharid saharozu i manje količine polisaharida. Udio saharoze općenito u medu ne smije biti veći od 5%, s izuzetkom meda od bagrema (*Robinia pseudoacacia*), lucerne (*Medicago sativa*), *Banksia menziesii*, slatkovine (*Hedysarum spp.*), eukaliptusa (*Eucalyptus camadulensis*), *Eucryphia lucida*, *Eucryphia milliganii*, agruma (*Citrus spp.*) s najviše 10%, odnosno lavande (*Lavandula spp.*), boražine (*Borago officinalis*) s najviše 15% saharoze.

Sastav i omjer pojedinih šećera u medu nisu uvijek isti nego su određeni botaničkim podrijetlom meda i aktivnošću pčelinjeg enzima invertaze. Enzim invertaza sudjeluje u procesu prerade nektara u med, odnosno dozrijevanju meda razgrađujući saharozu na jednostavne šećere (glukozu i fruktozu). Aktivnost invertaze u medu ostaje sačuvana tijekom skladištenja meda te se smatra mjerilom svježine i stupnja zagrijavanja meda. Iako aktivnost invertaze ostaje sačuvana tijekom skladištenja meda, nikad sva saharoza u medu ne bude u potpunosti razgrađena. U medu zaostaje najviše 5% saharoze. Veći udio saharoze od 5% ukazuje na nezrelost meda (nepotpuna razgradnja saharoze enzimom pčelinja invertaza) ili patvorenje meda neprikladnim prihranjivanjem pčela šećerom (saharozom) ili izravnim dodavanjem šećera u med.

Sastav meda medljikovca razlikuje se od sastava cvjetnih (nektarnih) vrsta meda. Dok cvjetne vrste meda sadrže veći udio fruktoze u odnosu na glukozu, med medljikovac sadrži niže razine fruktoze, a više razine glukoze i oligosaharida (uglavnom melicitozu i erlozu). Trisaharid melicitozu sintetiziraju lisne uši koje proizvode mednu rosu. Melicitoza je slabo topiva, kristalizira vrlo brzo, ponekad već u saću što otežava vrcanje medljikovca. Pčele melicitozu ne mogu probaviti pa je zimovanje pčela na medljikovcu neprepporučljivo i loše za pčelinju zajednicu.

2.4.2. Voda

Voda je drugi najzastupljeniji sastojak meda poslije šećera s udjelom između 13 i 20% (s izuzetkom meda od vrijeska (*Calluna vulgaris*) s 25%). Udio vode u medu predstavlja glavni parametar stabilnosti meda i postojanosti na mikrobiološko kvarenje (fermentaciju). Kako je med u osnovi prezasićena otopina šećera s vrlo malom količinom slobodne vode dostupne za rast i razvoj bakterija i kvasaca, samo mali broj bakterijskih vrsti može rasti u takvim uvjetima. Iz tog razloga med spada u slabo kvarljive namirnice. Udio vode u medu ovisi o botaničkom podrijetlu meda, klimatskim uvjetima, stupnju zrelosti te uvjetima skladištenja. Povećanjem udjela vode

podložnost kristalizaciji i fermentaciji se povećava. Udio vode u medu može se povećati tijekom procesa obrade ili neadekvatnog skladištenja jer med zbog svoje higroskopnosti adsorbira vlagu iz atmosfere (visoka relativna vlažnost). Prerano vrcanje meda iz stanica saća koje nisu u potpunosti napunjene medom i poklopljene (nezreli med), povećava sadržaj vode u medu i podložnost fermentaciji. Fermentacijom dolazi do kemijskih promjena u medu i promjena u organoleptičkim svojstvima meda. Stoga se smatra, da ograničavanjem sadržaja vode u medu na najviše 20% teže dolazi do fermentacije i kvarenja meda. S druge strane, ograničavanjem sadržaja vode u medu mogućnost fermentacije se ne može u potpunosti isključiti jer proces fermentacija ovisi i o količini kvasaca u medu (izazivaju fermentaciju meda), temperaturi skladištenja meda i raspodjeli vode nakon kristalizacije meda.

2.4.3. Bjelančevine i aminokiseline

Med nije bogat bjelančevinama. Ukupni sadržaj bjelančevina u medu kreće se u rasponu od 0,1-0,5%. Osim aminokiselina vezanih u obliku bjelančevina, med sadrži i slobodne aminokiseline koje mogu biti pčelinjeg ili biljnog podrijetla (nektar, medna rosa i pelud). Med sadrži 26 različitih esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina, a najzastupljenija aminokiselina u medu je prolin. Prolin je uglavnom pčelinjeg podrijetla i dolazi u med tijekom pretvorbe nektara ili medne rose u med, stoga ona nije dobar pokazatelj botaničkog podrijetla. S druge strane, sadržaj prolina se smatra dobrim pokazateljem sadržaja enzima, poglavito invertaze jer je povezan s procesom pretvorbe nektara u med. Poželjni sadržaj prolina u medu trebao bi biti veći od 200 mg/kg, no dogovorena minimalna vrijednost je 180 mg/kg. Niže vrijednosti prolina od minimalno potrebnih ukazuju na lošiju kvalitetu meda. Osim aminokiseline prolina, u medu su zastupljeni i glutaminska kiselina, alanin, fenilalanin, tirozin, leucin, izoleucin, lizin, metionin, histidin, arginin i dr. Slobodne aminokiseline u medu odgovorne su za neka poželjna svojstva meda kao što je antioksidativno djelovanje.

S tehnološkog stajališta veći udio bjelančevina u medu je nepoželjan jer daje medu želatinoznu konzistenciju koja otežava ekstrakciju i obradu samog meda. Tamniji med uglavnom sadrži više bjelančevina od svjetlijeg meda. Što je viša razina bjelančevina, to je niža površinska napetost meda, čime se povećava sklonost pojavi pjene. Prezreli, pregrijani i dugo skladišteni med ima niži udio bjelančevina od uobičajenog.

2.4.4. Enzimi

Prirodni med sadrži male količine enzima, ali prisustvo enzima je značajna karakteristika koja razlikuje med od ostalih zaslađivača. U procjeni kvalitete meda enzimi su dobri pokazatelji trajanja skladištenja i stupnja zagrijavanja meda. Enzimi su termolabilni i njihova se aktivnost

vremenom skladištenja i pregrijavanjem smanjuje. Med sadrži različite enzime od kojih su najvažniji dijastaza (amilaza), invertaza i glukoza oksidaza (Tablica 2).

Dijastaza i invertaza su pokazatelji svježine meda jer njihova aktivnost opada dugotrajnim skladištenjem ili zagrijavanjem meda. Podrijetlo enzima u medu je raznoliko. Pčele dodaju enzime invertazu ili glukoza oksidazu kako bi završile proces pretvorbe nektara u med. Za razliku od invertaze i glukoza oksidaze, katalaza i kisela fosfataza su biljnog podrijetla (potječu iz nektara ili peluda), dok dijastaza potječe i od pčela i iz biljnih izvora. U manjim količinama med sadrži i enzime proteazu, lipazu, glukogenazu, kiselu fosfatazu, peroksidazu, reduktazu, askorbinotoksidazu, fosfolipazu i dr.

Tablica 2 Enzimi u medu

Enzim	Reakcija	Podrijetlo enzima	Indikator
Dijastaza (amilaza)	– razgradnja škroba na jednostavnije šećere	– pčele – biljni izvori (pelud)	– svježina meda – zagrijavanje meda
Invertaza	– razgradnja saharoze na glukozu i fruktozu (invertni šećer)	– pčele	– dozrijevanje meda – svježina meda (najbolji pokazatelj) – zagrijavanje meda
Glukoza oksidaza	– oksidacija glukoze u glukonsku kiselinu i vodikov peroksid	– pčele	– dozrijevanje meda
Katalaza	– razgradnja vodikovog peroksida na vodu i kisik	– biljni izvori (pelud i nektar)	– antibakterijski potencijal
Kisela fosfataza	– pretvorba anorganskog fosfata u organski	– biljni izvori (pelud i nektar)	– kvarenje meda (fermentacija)

Dijastaza (amilaza) je enzim meda koji razgrađuje škrob na jednostavnije šećere. Sastoji od α -amilaze (razgrađuje škrob na dekstrine) i β -amilaze (razgrađuje škrob na maltozu). Dijastaza je pokazatelj svježine i zagrijavanja meda. Prilikom zagrijavanja meda (neadekvatni temperaturni režim tijekom procesiranja, distribucije i skladištenja) aktivnost dijastaze se smanjuje. Aktivnost dijastaze se izražava dijastaznim brojem (DN). Dijastazni broj meda ne smije biti manji od 8. Izuzetak su medovi od citrusa i ružmarina te medovi koji su proizvedeni u toplijim klimatskim područjima kod kojih dijastazni broj ne smije biti manji od 3. Razlog tomu je dvojako podrijetlo enzima dijastaze u medu. Naime, dijastaza potječe od pčela i biljnih izvora. Tamnije vrste meda, poput medljikovca ili meda od kestena, imaju višestruko veću aktivnost dijastaze.

Invertaza ima važnu ulogu u pretvorbi nektara u med. Sudjeluje u procesu razgradnje saharoze na glukozu i fruktozu (invertni šećer). Osim u razgradnji sudjeluje i u sintezi saharoze te održavanju konačnog udjela saharoze u medu. Aktivnost invertaze se smanjuje prilikom zagrijavanja i tijekom skladištenja te se smatra boljim pokazateljem kvalitete meda od diastaze. Vrijednost invertaze izražava se invertaznim brojem (IN). Vrijednosti veće od 10 IN podrazumijevaju svježi med koji nije toplinski obrađen, a vrijednosti manje od 10 IN med s niskom aktivnosti enzima invertaze.

Glukoza oksidaza sudjeluje u razgradnji glukoze na glukonolakton. Glukolakton se zatim dalje razgrađuje na glukonsku kiselinu uz nastanak vodikovog peroksida. Glukonska kiselina povećava kiselost meda, a vodikov peroksid ima baktericidno djelovanje. Vodikov peroksid nezreli med štiti od bakterija dok on ne sazrije, odnosno dok se ne postigne dovoljna koncentracija šećera koja će zbog osmotskog tlaka dalje sprječavati rast mikroorganizama. Aktivnost glukoza oksidaze opada pod utjecajem svjetlosti i termičke obrade.

Katalaza je u medu zastupljena u manjim količinama. Sudjeluje u razgradnji vodikovog peroksida na vodu i kisik. Vodikov peroksid oslobađa se pri razgradnji glukolaktone (nastalog iz glukoze) na glukonsku kiselinu. Bilnog je podrijetla i potječe iz nektara ili peluda.

Kisela fosfataza sudjeluje u pretvorbi anorganskog fosfata u organski. Aktivnost kisele fosfataze povezuje se s kvarenjem meda uzrokovanim fermentacijom. Aktivnost kisele fosfataze ovisi o pH meda i povećava se s višim pH te smanjuje tijekom skladištenja.

2.4.5. Vitamini i minerali

Med sadrži male količine vitamina (vitamin C, neki vitamini B kompleksa te mala količina vitamina K i E vitamina). Zastupljenost vitamina u medu povezana je s botaničkim podrijetlom meda. Najveći izvor vitamina su peludna zrnca.

Mineralne tvari su prisutne u medu u malim količinama (u rasponu od 0,04% do 0,2%). Tamnije vrste meda i medljikovac sadrže više mineralnih tvari nego svijetlije vrste meda. Najzastupljeniji je kalij, a prisutni su još i natrij, kalcij, fosfor, magnezij, sumpor, željezo, cink, selen, bakar te mangan. Sastav meda i udjel mineralnih tvari u medu ponajviše ovisi o botaničkom podrijetlu meda, ali i geografskom podrijetlu, klimatskim uvjetima i sl. Sadržaj mineralnih tvari u medu, osim što može biti indikator geografskog i bilnog podrijetla može poslužiti kao pokazatelj stupnja onečišćenja okoliša iz kojeg med potječe.

2.4.6. Organske kiseline

Med sadrži niz organskih kiselina u relativno malom udjelu (manje od 0,5% suhe tvari meda). Unatoč malom udjelu, organske kiseline imaju značajan utjecaj na miris, okus i mikrobiološku stabilnost meda. Organske kiseline u medu zaslužne su za nizak pH meda i njegova antibakterijska svojstva jer nizak pH djeluje inhibicijski na veliki broj mikroorganizama. Organske kiseline nastaju djelovanjem enzima na šećere pri pretvorbi nektara u med. Najzastupljenija organska kiselina u medu je glukonska kiselina koja nastaje iz glukoze djelovanjem enzima glukoza oksidaze. Uz glukonsku kiselinu u medu se nalaze i druge organske kiseline: limunska, asparaginska, maslačna, octena, mravlja, jabučna, propionska i oksalna kiselina. Zastupljenost pojedinih organskih kiselina u medu ovisi o vrsti meda. Dok bagremov i livadni med sadrže male količine organskih kiselina, tamniji medovi imaju veću kiselost jer sadrže veće količine organskih kiselina. S druge strane, velike količine organskih kiselina u medu mogu nastati i djelovanjem mikroorganizama (kvasci) koji fermentiraju šećere iz kojih nastaju ugljični dioksid i alkohol te dalje organske kiseline i voda. Fermentacija meda se povezuje s neadekvatnim uvjetima skladištenja i temperaturne obrade meda.

2.4.7. Hidroksimetilfurfural (HMF)

Ciklički aldehid hidroksimetilfurfural (HMF) je prirodni sastojak meda koji nastaje razgradnjom glukoze i fruktoze u kiselom mediju. U svježem medu je udio HMF-a nizak, a u zagrijanom ili dugotrajno skladištenom medu povišen. Koncentracija HMF u medu se povećava proporcionalno s porastom temperature te se koristi kao pokazatelj gubitka svježine i patvorenja meda bilo naknadnim zagrijavanjem ili dodavanjem sirupa invertnog šećera. Iako zagrijavanjem meda nastaju povoljni uvjeti za stvaranje HMF-a, HMF se stvara i na nižim temperaturama, samo mnogo sporije. Duže vrijeme zagrijavanja također povoljno utječe na stvaranje HMF-a, ali i niža pH-vrijednost samog meda. Udio HMF-a veći je u medu s nižom pH-vrijednosti. Tijekom kontrole kvalitete određuje se sadržaj HMF-a u uzorcima meda. Sukladno propisima dopušten je maksimalni sadržaj HMF od 40 mg/kg.

2.4.8. Antioksidansi

Pored mnogih spojeva, med sadrži i antioksidanse tj. biološki aktivne tvari koje sprječavaju oksidativno djelovanje slobodnih radikala (reaktivni oblici kisika i dušika). Slobodni radikali su iznimno reaktivni i nisko specifični te u reakciji s biološkim molekulama, mijenjaju njihovu strukturu i dovode do oksidacijskih oštećenja stanica. Antioksidansi ulaze u reakcije sa slobodnim radikalima i neutraliziraju njihov štetan učinak na organizam. Antioksidansi meda mogu biti **enzimski antioksidansi**, poput katalaze i glukoza oksidaze te **neenzimski antioksidansi**, kao

što su organske kiseline, aminokiseline, flavonoidi, fenoli, vitamini E i C, karotenoidi i dr. Količina antioksidanata najvećim djelom ovisi o botaničkom podrijetlu meda. Tamnije vrste meda u pravilu sadrže veće količine antioksidanata od svjetlijih vrsta meda.

Polifenoli su heterogena skupina spojeva različite kemijske strukture podrijetlom iz biljaka (sekundarni biljni metaboliti). Osim antioksidativnog učinka posjeduju i snažan antibakterijski, antifungalni, antivirusni i antitumorski učinak. Klasifikacija polifenola je veoma kompleksna. Flavonoidi su najveća skupina polifenola koja se dijeli na šest podskupina: flavonoli, flavoni, flavononi, flavanoli, antocijani i izoflavoni. Flavonoidi koji se najčešće nalaze u medu su pinocembrin, apigenin, kamferol, kvercetin, galangin, krisin, pinobanksin, luteolin i hesperitin. Osim flavonoida, med sadrži i druge fenolne spojeve od kojih se najviše ističu fenolne kiseline i njihovi esteri. Udjel fenolnih tvari u medu ovisi prvenstveno o njegovom botaničkom podrijetlu.

2.5. Osnovni parametri kvalitete meda

Med ima status visokovrijedne hrane zbog specifičnog kemijskog i nutritivnog sastava. Sastav i svojstva meda mijenjaju se ovisno o botaničkom i geografskom podrijetlu, sezoni, okolišu, tretmanu pčela (od strane pčelara) te načinu skladištenja. Štoviše, sastav i svojstva meda mogu ugroziti neadekvatno skladištenje, pogreške tijekom prerade i prodaje, ali i patvorenje (krivotvorenje) sastojaka. Patvoreni med može naštetiti ljudskom zdravlju i dovesti potrošače u zabludu poradi njegove kvalitete.

Osnovnih parametri kvalitete meda su: kiselost, elektrovodljivost, aktivnost dijastaze i količina hidroksimetilfurfurala (HMF). Mijenjaju se s duljinom skladištenja, temperaturom i izloženošću meda svjetlosti.

Sukladno propisima, kad se med stavlja na tržište kao med ili upotrebljava u bilo kojem proizvodu namijenjenom za konzumaciju mora udovoljiti slijedećim kriterijima sastava:

1. Količina šećera

1.1. Količina fruktoze i glukoze (zbroy)

- Cvjetni med - najmanje 60 g/100 g
- Medljikovac, mješavine mediljkovca i cvjetnog meda - najmanje 45 g/100 g

1.2. Količina saharoze

- Općenito - najviše 5 g/100 g
- Bagrem (*Robinia pseudoacacia*), lucerna (*Medicago sativa*), *Banksia menziesii*, slatkovina (*Hedysarum*), eukaliptus (*Eucalyptus camadulensis*), *Eucryphia lucida*, *Eucryphia milliganii*, agrumi - najviše 10 g/100 g
- Lavanda (*Lavandula spp.*) boražina (*Borago officinalis*) - najviše 15 g/100 g

2. Količina vode

- Općenito - najviše 20%
- Vrijesak (*Calluna*) i pekarski med općenito - najviše 23%
- Pekarski med od vrijesa (*Calluna*) - najviše 25%

3. Količina tvari netopljivih u vodi

- Općenito - najviše 0,1 g/100 g
- Prešani med - najviše 0,5 g/100 g

4. Električna vodljivost

- Vrste meda koje nisu dolje navedene i mješavine tih vrsta - najviše 0,8 mS/cm
- Medljikovac i med od kestena i njihove mješavine, osim dolje navedenih vrsta - najmanje 0,8 mS/cm
- Iznimke: planika (*Arbutus unedo*), vrijes (*Erica*), eukaliptus, lipa (*Tilia spp.*), vrijesak (*Calluna vulgaris*), manuka (*Leptospermum*), čajevac (*Melaleuca spp.*)

5. Slobodne kiseline

- Općenito - najviše 50 mEq kiseline na 1 000 g
- Pekarski med - najviše 80 mEq kiseline na 1 000 g

6. Aktivnost dijastaze i količina hidroksimetilfurfurala (HMF) određene nakon prerade i miješanja

- Aktivnost dijastaze (po Schadeu)
 - Općenito, osim pekarskog meda - najmanje 8
 - Vrste meda s niskom prirodnom količinom enzima (npr. medovi od citrusa) i količinom HMF ne većom od 15 mg/kg - najmanje 3
- HMF
 - Općenito, osim pekarskog meda - najviše 40 mg/kg (uzevši u obzir vrste meda s niskom prirodnom količinom enzima (npr. medovi od citrusa) i količinom HMF ne većom od 15 mg/kg)
 - Medovi s označenim podrijetlom iz regija tropske klime i mješavine takvih medova - najviše 80 mg/kg.

2.5.1. Patvorenje meda

Med je po definiciji namirnica kojoj se ništa ne smije dodavati niti oduzimati kako bi zadržala svoja izvorna karakteristična svojstva. Fizikalna i senzorska svojstva meda te kemijski sastav i kvaliteta meda mogu se ugroziti neadekvatnim skladištenjem meda te pogreškama tijekom prerade i prodaje. Međutim, med sve češće podliježe patvorenju zbog relativno visoke cijene koju postiže na tržištu. Med se patvori izravno i neizravno dodavanjem sladila (šećernih sirupa različitog

podrijetla). Dodaju se kukuruzni sirup, visoko fruktozni kukuruzni sirup, invertni sirup i visoko fruktozni inulin sirup. Hranjenje pčela šećerom tijekom sezone ispaše (u vrijeme unosa nektara) ili vrcanje saća koje sadrži šećer predviđen za ishranu pčela također predstavlja patvorenje meda jer utječe na njegov sastav. Osim patvorenja dodatkom šećernih sirupa često se krivotvore podaci o botaničkom i zemljopisnom podrijetlu meda pri deklariranju meda. U cilju zaštite potrošača i njihova zdravlja u ovlaštenim laboratorijima se provode fizikalne i kemijske analize meda i drugih pčelinjih proizvoda udovoljavaju li temeljnim kriterijima kvalitete. Vrsta primijenjene tehnike zasniva se na procijenjenoj vrsti patvorenja. U sprječavanju patvorenja značajnu ulogu ima uspostava kontrole i monitoringa cjelokupnog lanca proizvodnje, od ispaše pčela do deklariranja i označavanja proizvoda.

3. PELUD (polen, cvjetni prah)

Pelud su muške spolne stanice biljaka koje nastaju u muškom organu cvijeta, prašniku tj. u njegovim peludnicama (anterama). Sastoji se od mnoštva sitnih peludnih zrnaca koja su nositelji genetskih svojstava biljne vrste. Zajedno s ženskim spolnim stanicama sudjeluje u mehanizmu oplodnje i razmnožavanju biljaka. Pčele peludna zrnca sakupljaju s cvjetova (Slika 12.), oblikuju u grudicu te dodaju nektar i svoje probavne enzime. Pelud slažu u „košarice“ na stražnjem paru nožica i prenose u košnice. U košnicama ga odlažu u stanice saća i istodobno mu dodaju nektar i svoje probavne enzime. Za pčelinju zajednicu pelud je glavni izvor bjelančevina za razvoj legla, ali i pravilan razvoj svih članova pčelinje zajednice.



Slika 12. Pčela sakuplja peludna zrnca s cvijeta

Osim za pčele, pelud je izuzetno vrijedan pčelinji proizvod i za čovjeka. Sadrži sastojke izvanrednih nutritivnih i ljekovitih svojstava koja utječu na poboljšanje i održavanje čovjekovog zdravlja. Osim što je vrlo bogat bjelančevinama i aminokiselinama, pelud obiluje šećerima, vitaminima, makro i mikroelementima te bioaktivnim tvarima. Bioaktivne tvari uključuju flavonoide koji su odgovorni za bakteriostatski/baktericidni, antivirusni, antifungalni, analgetski, protuupalni, antikancerogeni te imunomodulatorni i antioksidativni učinak.

Prema načinu dobivanja pelud se dijeli na pelud skupljen skidačem - skidani pelud i pelud dobiven vađenjem iz stanica saća - vađeni pelud (Slika 13.). Sukladno propisima, pelud se stavlja na tržište osušen u obliku grudica ili mljeven, odnosno pothlađen i mora udovoljavati određenim uvjetima. Osušen pelud mora sadržavati najmanje 92%, a pothlađen pelud 60% suhe tvari. Također, mora biti karakterističnog okusa, ne smije biti sušen na temperaturi višoj od 40°C, ne smije sadržavati kukce i njihove dijelove, leglo, izmet i skladišne štetnike te ne smije biti užegao. Svježiji pelud mora se čuvati pothlađen na -18°C, umiješan u med ili steriliziran sušenjem u tamnoj hermetički

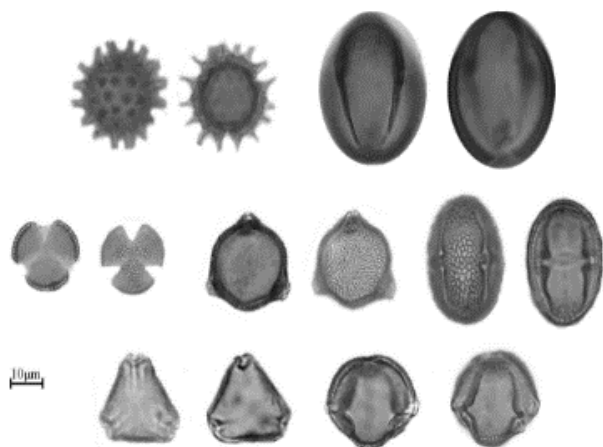
zatvorenoj ambalaži. Rok trajanja svježeg peluda iznosi jednu godinu, a umiješanog u med dvije godine.

Peludno zrnce se sastoji od unutarnjeg dijela (citoplazma, vegetativna stanica i generativna stanica) i vanjskog omotača. Vanjski omotač zrnca čine dva sloja: unutarnji (intina) i vanjski (eksina) sloj. Eksina ima zaštitnu ulogu jer je iznimno otporna na vanjske utjecaje, a oblici na njezinoj površini (brazde, pore ili izbočine) specifični su za svaku biljku ili biljnu skupinu, što se koristi u identifikaciji. Morfološke značajke peluda specifične su za biljnu vrstu što se koristi u njihovoj identifikaciji.



Slika 13. Pelud vađen iz pčelinjeg saća i pelud sakupljen skidačem

Naime **peludnom (melisopalinološkom) analizom meda** kvalitativno i kvantitativno se analizira pelud suspendirana u medu i određuje botaničko i zemljopisno podrijetlo te kvaliteta meda. Kod određivanja botaničkog i geografskog podrijetla meda rezultate peludne analize treba kombinirati s rezultatima organoleptičke i fizikalno-kemijske analize meda. Peludnom se analizom određuje prisutnost i brojnost pojedinih vrsta peludnih zrnaca u uzorku meda. Morfološke značajke koje se koriste u identifikaciji su veličina i oblik peludnih zrnaca, izgled vanjske ovojnice te vrste i broj otvora na njoj. Veličina peludnog zrnca varira od 2 do 250 μm , a boja od žute, narančaste, crveno-smeđe, plave, pa sve do crne boje (Slika 13.). Oblik ovisi o odnosu između polarne i ekvatorijalne osi peludnog zrnca, a može biti okruglast, loptast, jajast ili nepravilnog oblika (Slika 14.). Raspon vrsti peludnih zrnaca ukazuje na botaničko podrijetlo meda, a njihov sastav na geografsko podrijetlo meda (flora nekog područja je karakteristična upravo za to područje). Prema rezultatima peludne analize med se označava u skladu s cvjetnom ili biljnom vrstom, ako potječe u potpunosti ili uglavnom iz navedenog izvora te ako njegova organoleptička, fizikalno-kemijska svojstva odgovaraju podrijetlu.



Slika 14. Morfološke značajke peludnih zrnca različitog botaničkog podrijetla

Sukladno propisima, vrsta meda je monoflorna ako med u netopivom sedimentu sadrži najmanje 45% peludnih zrnaca iste biljne vrste. Iznimno ovome, postoje odstupanja za pojedine vrste meda (pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.) 85%, lucerka (*Maedicago sativa* L.) 30%, ružmarin (*Rosmarius officinale* L.) 30%, lipa (*Tilia* sp.) 25%, kadulja (*Salvia* sp.) 20%, bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.) 20%, lavanda (*Lavandula* sp.) 20%). S druge strane, poliflorni med predstavlja mješavinu monoflornih vrsta medova različitih biljaka.

Osim o botaničkom i geografskom podrijetlu meda, peludna analiza daje korisne informacije o vrcanju i filtriranju meda, fermentaciji, patvorenju i higijenskoj praksi.

4. PROPOLIS

Propolis je smolasta tvar biljnog podrijetla žute do tamnosmeđe boje (ovisno o vegetaciji, vremenu skupljanja i podneblju), ugodnog i aromatičnog mirisa te oporo-gorkog do gotovo slatkog okusa. Pčele propolis sakupljaju u kasnu jesen s pupova drveća (topola, joha, jasen, jablan, breza i dr.) ili oštećenih drvenastih dijelova biljaka. Donose ga u košnicu na stražnjem paru nožica (kao i pelud) i njime zatvaraju pukotine (otud naziv "pčelinje ljepilo") i smanjuju leto. Naziv „propolis“ potječe od grčke riječi „pro“ - pred i „polis“ - grad, odnosno pred gradom ili košnicom. Naime, lijepljenjem propolisa pčele sprječavaju ulazak neprijatelja u „grad“ tj. košnicu kroz smanjeno leto, a zatvaranjem pukotina sprječavaju gubitak topline (Slika 15.).



Slika 15. Propolisom smanjeno leto

Pored toga, propolis predstavlja prirodnu zaštitu koja omogućava zdrav razvoj i život pčelinje zajednice jer ograničava negativne utjecaje patogenih uzročnika bolesti (imunost zajednice). Propolis pčele nanose i na stanice (starog) saća jer sprječava rast i razvoj bakterija, gljivica i ostalih mikroorganizama. Pčele usmrćene neprijatelje koje ne mogu ukloniti iz košnice (zbog većih dimenzija) oblepljuju propolisom - balzamiraju jer propolis sprječavaju njihovo raspadanje i moguće širenje zaraze unutar košnice (Slika 16.).



Slika 16. Propolisom obloženi (balzamirani) ostaci miša u košnici

Konzistencija propolisa ovisi o temperaturi. Zagrijavanjem propolis postaje mekan i rastezljiv. Pri niskim temperaturama propolis je krhak i tvrd.

Pčelari propolis sakupljaju struganjem sa stjenki košnica i okvira odnosno pomoću sakupljača propolisa (Slika 17.). Smrzavanjem propolis postaje krhak i tad se lakše skida i odvaja od nečistoće (voska, drva i sl.).



Slika 17. Struganje propolisa sa sakupljača propolisa

Propolis se može koristiti u svojem prirodnom obliku ili se iz njega različitim postupcima ekstrakcije izdvajaju biološki aktivne tvari koje se koriste u farmaceutskim pripravcima. Najčešće se od propolisa pripremaju tinkture (Slika 18.), odnosno kapi, masti ili kreme. U vodi se propolis slabo otapa. Daleko veći dio propolisa otapa se u konzumnom 96%-tnom etilnom alkoholu koji se koristi za dobivanje tinktura.



Slika 18. Propolis u prirodnom obliku i tinktura propolisa

Kemijski sastav propolisa je promjenjiv jer ovisi o botaničkom i geografskom podrijetlu propolisa. Sadrži više od 200 biološki aktivnih tvari. Sadrži približno 55% smola, 30% pčelinjeg voska, 10% eteričnih ulja, 5% peluda te brojne vitamine (B i E), minerale (željezo, cink i dr.), enzime, organske kiseline, različite fenole i aromatske spojeve. Polifenoli su sekundarni biljni metaboliti koji nastaju kao odgovor biljke na stresne uvjete (suša, hladnoća, patogeni i sl.). Opisani su antioksidativni, antitumorski, antibakterijski, antivirusni, antifungalni i protuupalni učinci polifenola. Upravo su polifenoli u sastavu propolisa u najvećoj mjeri zaslužni za njegovo ljekovito djelovanje.

Sukladno propisima, propolis koji se stavlja na tržište mora sadržavati najmanje 35% tvari koje se ekstrahiraju alkoholom, ne smije sadržavati katran ni spojeve slične katranu odnosno katranske smole. Ne smije sadržavati više od 5% mehaničkih nečistoća ili dijelova pčela te više od 30% voska.

Zbog antiseptičkog, protuupalnog, antioksidativnog, antibakterijskog, antifungalnog, antitumorskog i antimetastatskog te imunomodulatornog učinka, propolis i njegov ekstrakti nalaze široku primjenu u prevenciji i liječenju brojnih bolesti (usne šupljine, dišnih putova, srednjeg uha, probavnoga sustava, spolno-mokraćnih organa i kože) te proizvodnji kozmetičkih proizvoda.

5. PČELINJI VOSAK

Pčelinji vosak je smjesa masti i ugljikovodika koju proizvode pčele i koriste kao građevni materijal za izgradnju saća. Sadrži više od 300 različitih spojeva. Glavninu čine esteri viših masnih kiselina (71%), ugljikovodici (15%) i slobodne kiseline (8%) uz razne druge spojeve (6%). Pčelinji vosak proizvode samo pčele radilice u dobi od 12 do 18 dana pomoću četiri para voštanih žlijezda smještenih na trbušnoj strani zatka (Slika 19.). Žlijezde izlučuju tekući vosak koji se na zraku skrutne u tanke listiće (ljuskice) koje pčele stražnjim, a zatim prednjim nogama prenose do čeljusti i koriste u gradnji stanica saća.



Slika 19. Proizvodnja pčelinjeg voska

Svježe proizveden vosak je bijele boje (djevičanski vosak). Stariji vosak poprima tamnožutu do smeđu boju (zbog izmeta ličinki, ostataka kukuljica i propolisa). Osim o starosti, boja pčelinjeg voska ovisi i o izvoru hrane koju pčele koriste (pelud i med) te geografskom podrijetlu i drugim značajkama. Miris pčelinjeg voska je ugodan, poput mirisa meda. Nema specifičan okus i nije ljepljiv. Na sobnoj temperaturi je tvrd, čvrst i lomljiv (Slika 20.). Prirodna specifična težina pčelinjeg voska iznosi 0.958–0.970 g/cm³ (pri temperaturi od 15°C).



Slika 20. Pčelinji vosak

Mehanička svojstva pčelinjeg voska su jako važna jer pčele vosak koriste kao građevni materijal za konstrukciju saća koje zahtjeva jakost gradnje (Slika 21.).



Slika 21. Izgradnja pčelinjeg saća

U intenzivnom pčelarstvu vosak se kontinuirano reciklira preradom u satne osnove. Svake godine staro saće iz košnica se uklanja odnosno zamjenjuje novim. Staro saće i voštani poklopci se prerađuju pretapanjem i koriste u proizvodnji satnih osnova. Satna osnova služi pčelama kao osnova koja olakšava bržu izgradnju saća (Slika 22.). U satnoj osnovi utisnuta su dna i počeci stjenki radiličkih stanica tako da pčele izvlače samo bočne stjenke stanica i tako grade saće.



Slika 22. Satna osnova u okviru

U proizvodnji satnih osnova ponekad se može otkriti patvorenje pčelinjeg voska korištenjem patvorina voska (najčešće parafina, mikrokristalnog voska, loja i stearinske kiseline). Korištenjem različitih patvorina voska umjesto autentičnog pčelinjeg voska u proizvodnji satnih osnova narušavaju se mehanička svojstva satnih osnova. Primjerice, točka topljenja pčelinjeg voska daleko je veća od točke topljenja parafinskog voska. Dok se pčelinji vosak topi pri temperaturi od 61 do 66°C, parafinski vosak se topi već na 30°C te nastaje deformitet izgrađenog saća (Slika 23.)



Slika 23. Deformitet izgrađenog saća (posljedica patvorenja)

Pčelinji vosak može sadržavati patvorine, pesticide odnosno nepoželjne rezidue lijekova koji se koriste u pčelarstvu te teške metale. Sadržaj teških metala u pčelinjem vosku može ukazivati na stupanj onečišćenja okoliša. Naime, onečišćenje pčelinjeg voska ovisi o intenzitetu industrijske ili poljoprivredne djelatnosti (stupanj onečišćenja zraka, vode, tla, peluda i nektara), načinima provedbe biološko-tehnoloških postupaka na pčelinjaku, stupnju implementacije dobre pčelarske - veterinarske - okolišne prakse, uvjetima pohrane voska kao i metodi prerade voska u satne osnove. Pčelarski vosak je materijal koji se u modernom pčelarstvu koristi u proizvodnji satnih osnova, a uobičajena pčelarska praksa je kontinuirano prerađivanje voska u satne osnove. Kontinuirana primjena voska (recikliranje) može dovesti do taloženja štetnih tvari u vosku. Vosak koji gradi stanice pčelinjeg saća u koje pčele spremaju med (prva prirodna ambalaža meda) u izravnom je kontaktu s medom te štetne tvari mogu lako prijeći iz pčelinjeg voska u med i biti opasne.

Osim štetnih tvari, pčelinji vosak može sadržavati i patogene spore (npr. uzročnika američke gnjiloće -*Paenibacillus larvae*). Obvezna mjera u procesu proizvodnji voska je uništavanje spora uzročnika američke gnjiloće zagrijavanjem pod tlakom (1400 hPa) na 120°C kroz 30 minuta.

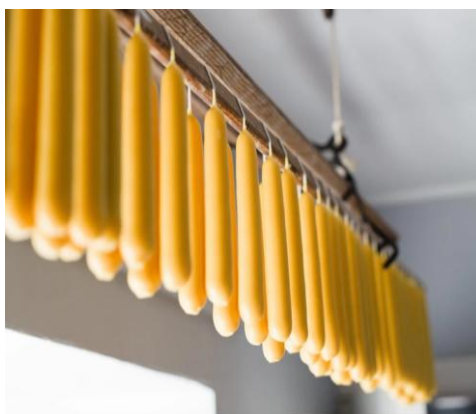
Pčelinje saće i satne osnove treba skladištiti u prikladnim spremištima na suhom i tamnom mjestu, izvan dohvata izravne sunčeve svjetlosti pri temperaturi od 10 do 23°C. Posebice je značajno

zaštititi pčelinje saće od ličinki najznačajnijeg štetnika - voskovog moljca. Ličinke voskovog moljca rade kanale, oštećuju i oblažu nitima pčelinje saće uglavnom kad se nalazi izvan košnice ili u košnicama sa slabijih pčelinjih zajednica (Slika 24.).



Slika 24. Ličinka velikog voskovog moljca

Prema propisima, pčelinji vosak stavlja se na tržište kao: nepročišćeni pčelinji vosak, pročišćeni pčelinji vosak (*Cera flava*), pročišćeni bijeli pčelinji vosak (*Cera alba*) i satne osnove. Pčelinji vosak nije topiv u vodi, ali je topiv u organskim otapalima (aceton, eter i sl.) i uljima što ima naročitu primjenu u farmaceutskoj, prehrambenoj i kozmetičkoj industriji te svijećarstvu (Slika 25.).



Slika 25. Proizvodnja svijeća

6. PČELINJI OTROV

Pčelinji otrov (apitoksin) je proizvod otrovne žlijezde pčele koji ima važnu ulogu u obrani pčelinje zajednice od neprijatelja. Proizvode ga pčele radilice i matica u dvije otrovne žlijezde, a skladište u otrovnom mjehuru koji je povezan sa žalčanim aparatom kojim ubadaju neprijatelje. Posve mlade pčele ne proizvode pčelinji otrov, kao ni pčele starije od 20 dana. Unatoč prestanku proizvodnje otrov ostaje sačuvan u otrovnom mjehuru.

Pčelinji otrov je prozirna gusta tekućina prodornog mirisa i jakog gorkoga okusa te kisele reakcije. Na zraku se brzo suši i postaje bezbojna tvar. Sastav pčelinjeg otrova je složen. Sadrži peptide, enzime i amine od kojih histamin, kateholamine, poliamine, melitin i fosfolipaze. Glavni sastojak otrova je polipeptid melitin koji na mjestu uboda izaziva bol, otok i crvenilo (Slika 26.) i remeti rad kardiovaskularnog sustava te ima jako hemolitičko djelovanje. Pad krvnog tlaka i povećanje propustljivosti krvnih žila posljedica je djelovanja histamina.



Slika 26. Ubod pčele

Opasnost za čovjeka ovisi o preosjetljivosti posebno obzirom na broj uboda i mjesto. Pčelinji otrov može uzrokovati dva osnovna tipa alergijskih reakcija: lokalnu reakciju (crvenilo koje se širi, bol) ili sistemsku reakciju (drhtanje, povraćanje, mučnina, nedostatak zraka, crvenilo, svrbež i jaki otok lica). U najtežim slučajevima može se razviti anafilaktički šok s naglim padom krvnog tlaka, zatajenjem krvotoka i prestankom rada srca. Iznimno je važno brzo pružanje liječničke pomoći (adrenalin). Pčela nakon uboda nije u stanju izvući svoj žalac iz kože sisavca (Slika 27.) i u pokušaju oslobađanja otkida žalac zajedno s cijelim žalčanim aparatom te ubrzo ugiba. Miris otrova privlači i mobilizira pčelinju zajednicu pa radilice dolaze u pomoć i agresivno se ponašaju.



Slika 27. Otkidanje žalca nakon uboda pčele u elastičnu kožu

Pčelinji otrov dobiva se pomoću uređaja za sakupljanje pčelinjeg otrova koji se postavlja na ulazu u košnicu (Slika 28.).



Slika 28. Sakupljanje pčelinjeg otrova

Pčele podražene električnom strujom (strujni udar) na staklenu pločicu izlučuju sitne kapljice otrova koje se osuše i kasnije sastružu (Slika 29.) te stavlja na tržište u obliku bijelog kristaličnog praha. Rok trajanja pčelinjeg otrova iznosi jednu godinu.



Slika 29. Struganje sasušenog pčelinjeg otrova

Osim nepovoljnog djelovanja na organizam pčelinji otrov očituje i terapijski učinak. Opisani su protuupalni, antiapoptozni, antifibrozni i antiarterosklerozni učinci kod primjene pčelinjeg otrova u terapijske svrhe. Pčelinji otrov se koristi u liječenju reumatskih bolesti (reumatoidni artritis), bolesti živčanog sustava (Parkinsonova bolest i Alzheimerova bolest), arteroskleroze, fibroze jetre, boli i sl. Utvrđeno je i protutumorsko te protumetastatsko djelovanje pčelinjeg otrova.

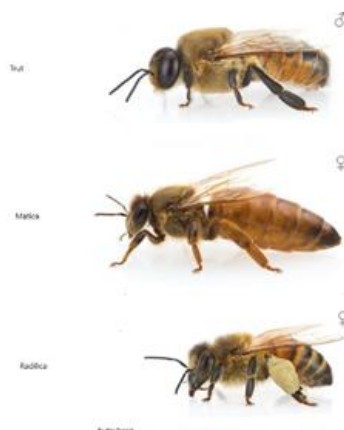
7. MATIČNA MLIJEČ

Matična mliječ je proizvod mliječnih žlijezda mladih pčela radilica u dobi od 5-12 dana (pčele hraniteljice) bogat hranjivim tvarima. Radilice hrane matičnom mliječi maticu tijekom njenog cijelog života, dok sve ličinke (radiličke i trutovske) hrane matičnom mliječi samo u prva tri dana njihovog života (Slika 30.), a nakon toga medom i peludom.



Slika 30. Ličinke hranjene matičnom mliječi

Razlika u dužini ishrane matičnom mliječi određuje hoće li se iz ličinke razviti matica ili radilica. Iako su matica i radilica genetski istovjetne međusobno se značajno razlikuju u fenotipskim, fiziološkim i funkcionalnim karakteristikama (Slika 31.).



Slika 31. Članovi pčelinje zajednice

Matica je dva puta veća i snažnija od radilice te jedina u potpunosti spolno razvijena ženka u reproduktivnoj funkciji. Razvoj matice traje kraće od razvoja radilice (matica 16 dana, a radilica 21 dan), a životni vijek matice (4 do 5 godina) je gotovo deset puta dulje od životnog vijeka radilice (6 tjedana). Uz sve navedeno, matica može dnevno snesti između 1500 i 3000 jaja, što je ekvivalent njezinoj vlastitoj težini. Iz svega navedenog evidentno je da razlika u dužini ishrane matičnom mliječi utječe na razlike između članova pčelinje zajednice u morfologiji, razvoju, životnom vijeku i ponašanju.

Matična mliječ je mliječno-bijele do svijetlo žute boje, viskozne i kremaste konzistencije, kiselo-trpkog okusa i specifičnog oštrog mirisa (Slika 32.). Vrlo je kisela s pH od 3,4 do 4,5 te gustoćom od 1,1 g/mL. Osjetljiva je na toplinu, svjetlost i zrak.



Slika 32. Matična mliječ u izvornom obliku

Matična mliječ spada među najvrijednije pčelinje proizvode. Složenog je kemijskog sastava, bogata raznim vitaminima, bjelančevinama i aminokiselinama. Sadrži 60-70 vode, 10-18% bjelančevina, 9-15% šećera, 1,5-7% masti, 0,7-1,5% anorganskih tvari i vitamina. Sadrži vitamine A (retinol), D (kalciferol), E (tokoferol), C (askorbinska kiselina), B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B3 (niacin), B5 (pantotenska kiselina), B6 (piridoksin), B9 (folna kiselina) i B12 (cijanokobalamin) te različite enzime i biološki aktivne tvari. Većina bioloških aktivnosti (protutumorski učinak) matične mliječi pripisuje se nezasićenoj masnoj kiselini (2E)-10-hidroksidec-2-enska kiselina (10-HDA). Rojalizin je glavna bjelančevina matične mliječi. Matična mliječ u izvornom obliku mora sadržavati najmanje 30% suhe tvari i najmanje 11% bjelančevina kad se stavlja na tržište.

Matična mliječ se proizvodi na dva načina: umjetnim presađivanjem ličinki i bez presađivanja ličinki. Umjetno presađivanje ličinki je metoda koja se češće koristi jer je jednostavnija i ne zahtijeva skupu opremu (Slika 33.). Međutim, dugotrajnija je i fizički zahtjevnija jer se provodi u potpunosti ručno te traži veliko strpljenje i iskustvo. U snažnim pčelinjim zajednicama koje su prethodno pripremljene za proizvodnju matične mliječi ličinke starosti od 6 do 12 sati presađuju

se specijalnom iglom u matične osnove na okvirima za presađivanje matičnjaka. Nakon od 48 do 50 sati ličinke se odstranjuju iz matičnjaka te se vadi matična mliječ pomoću vakuum pumpe ili plastičnom/drvenom žlicom.



Slika 33. Proizvodnja matične mliječi umjetnim presađivanjem ličinki

Promjene u fizikalnim i kemijskim svojstvima matične mliječi sprječavaju se pravilnim skladištenjem. Odmah nakon prikupljanja svježiu matičnu mliječ treba pohraniti u zatamnjene i hermetički zatvorene posude te čuvati na temperaturi od -18°C . Rok trajanja matične mliječi u izvornom obliku iznosi jednu godinu.

Za očuvanje poželjnih svojstava matične mliječi koristi se proces liofilizacije. Liofilizacija je postupak uklanjanja vode iz tvari u smrznutom stanju procesom sublimacije u vakuumu. Liofilizirana matična mliječ u prahu je stabilnija i manje osjetljiva na temperaturne promjene te se može se čuvati na sobnoj temperaturi uz rok trajanja od 2 godine (Slika 34.).



Slika 34. Liofilizirana matična mliječ u prahu

Zbog svog specifičnog sastava matična mliječ se koristi kao dodatak prehrani koji dodatno obogaćuje uobičajenu prehranu u cilju održavanja zdravlja te kao dodatak u medicinskim proizvodima. Matična mliječ se zbog bolje apsorpcije konzumira uz što duže zadržavanje ispod jezika. Opisani su pozitivni učinci matične mliječi na središnji živčani i kardiovaskularni sustav, antimikrobna aktivnost te protutumorski, antioksidativni, antialergijski, protuupalni i imunomodulatorni učinak na ljudsko zdravlje. Međutim, stav o farmakološkim učincima matične mliječi nije u potpunosti usuglašen te iziskuje daljnja znanstvena istraživanja.

Literatura

ALJINOVIĆ, D. (2015): Fitokemijske karakteristike i primjena meda u farmakognoziji. Diplomski rad. Sveučilište u Splitu. Kemijsko-tehnološki fakultet. Split. 1-77.

BALICKI, B. (2014): Antibakterijski učinak meda kestena i lipe na odabrane gram negativne bakterijske vrste. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Prehrambeno-tehnološki fakultet u Osijeku. 1-51.

BOGDANOV, S. (2016): Royal Jelly and Bee Brood: Harvest, Composition, Quality. The Royal Jelly Book. Chapter 1. Bee Product Science. 1-14. (Dostupno: www.bee-hexagon.net, pristupljeno 29.09.2021.)

BOGDANOV, S. (2016): Pollen: Collection, Harvest, Compostion, Quality. The Pollen Book. Chapter 1. Bee Product Science. 1-13. (Dostupno: www.bee-hexagon.net, pristupljeno 29.09.2021.)

BOGDANOV, S. (2016): Honey Composition. The Honey Book. Chapter 5. Bee Product Science. 1-10. (Dostupno: www.bee-hexagon.net, pristupljeno 29.09.2021.)

BOGDANOV, S. (2016): Propolis: biological properties and medical applications. The Propolis Book. Chapter 2. Bee Product Science. 1-41. (Dostupno: www.bee-hexagon.net, pristupljeno 29.09.2021.)

BOGDANOV, S. (2016): Royal Jelly, Bee Brood: Composition, Nutrition, Health. The Royal Jelly Book. Chapter 2. Bee Product Science. 1-35. (Dostupno: www.bee-hexagon.net, pristupljeno 29.09.2021.)

BOGDANOV, S. (2016): Biological and therapeutic properties of bee venom. The Bee Venom Book. Chapter 2. Bee Product Science. 1-23. (Dostupno: www.bee-hexagon.net, pristupljeno 29.09.2021.)

BOGDANOV, S. (2016): Beeswax: History, Uses and Trade. Online Beeswax Book. Chapter 2. Bee Product Science. 1-17. (Dostupno: www.bee-hexagon.net, pristupljeno 29.09.2021.)

BOGDANOV, S., BANKOVA, V. (2016): Propolis: Origin, Production, Compostion. The Propolis Book. Chapter 1. Bee Product Science. 1-20. (Dostupno: www.bee-hexagon.net, pristupljeno 29.09.2021.)

BOGDANOV, S., GALLMANN, P. (2008): Authenticity of honey and other bee products state of the art. Agroscope Liebefeld-Posieux. Swiss Federal Research Station for Animal Production and Dairy Product (ALP). Bern. Switzerland. 1-12.

CRNOJA, A.-M. (2018): Kemijska, fizikalna i antioksidativna svojstva meda. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. 1-67.

ČALOPEK, B., MARKOVIĆ, K., VAHČIĆ, N., BILANDŽIĆ, N. (2016): Procjena kakvoće osam različitih vrsta meda. Veterinarska stanica, 47, 317-325.

EU (2001): Direktiva Vijeća 2001/110/EZ od 20. prosinca 2001. o medu.

GOBIN, I., VUČKOVIĆ, D., LUŠIĆ, D. (2014): Antibakterijska svojstva meda. Medicina Fluminensis. 50, 150-157.

GUO, J., WANG, Z., CHEN, Y., CAO, J., TIAN, W., MA, B., DONG, Y. (2021): Active components and biological functions of royal jelly. *Journal of Functional Foods*, 82. 1-11. (Dostupno: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104514>.)

KARLOVIĆ, A. (2005): Matična mliječ. (Dostupno: <https://pcelarstvo.hr/proizvodi-pcela/maticna-mlijec/>, pristupljeno: 27.11.2021.)

KLARIĆ, I., DOMAĆINOVIĆ, M., SAMAC, D., STEINER, Z., RONTA, M., ĐIDARA, M. (2013): Pčelinja pelud kao mogući dodatak hrani životinja. *Krmiva*. 55, 103-110.

KOLIĆ, T. (2019): Procjena kvalitete meda na tržištu Republike Hrvatske određivanjem fizikalno-kemijskih parametara. Diplomski rad. Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet.

KOSANOVIĆ, M., Bilandžić, N., Sedak, M., Kos, S., Tlak Gajger, I. (2019): Koncentracije arsena, kadmija i žive u pčelinjem vosku (*Apis mellifera*) tijekom njegove prerade iz saća u satne osnove. *Veterinarska stanica* 50, 19-25.

KRELL, R. (1996): Value-added products from beekeeping. *FAO Agricultural Services Bulletin* No. 124. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. (Dostupno: <https://www.fao.org/3/w0076e/w0076e00.htm#con>)

KURTAGIĆ, H. (2017): Polifenoli i flavonoidi u medu. *Hrana u zdravlju i bolesti: znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku*, 6, 28-35.

LEDINSKI, G. (2021): Kakvoća pčelinjeg voska na međunarodnom tržištu. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. 1-48.

LEVAKOVIĆ, M. (2014): Pelud - ljekovita svojstva i primjena. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet.

MANDIĆ, M., SLIVA, P., KRKOVIĆ, J., PIEROBON, A., RALJEVIĆ, J., BOŠNIR, J., BRKIĆ, D., BUDEČ, M., LASIĆ, D. (2020). Praćenje promjena kemijskih parametara meda ovisno o načinu njegova skladištenja. *Journal of Applied Health Sciences* 6, 239-247.

MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE: Pravilnik o medu. NN 53/2015.

MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE I ŠUMARSTVA: Pravilnik o kakvoći meda i drugih pčelinjih proizvoda. NN 20/2000.

MINISTARSTVO ZDRAVLJA: Pravilnik o dodacima prehrani. NN 126/2013.

ORŠOLIĆ, N. (2010): A review of propolis antitumor action in vivo and in vitro. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science* 2, 1-20. (Dostupno: doi:10.3896/IBRA.4.02.1.01)

PASUPULETI, V. R., SAMMUGAM, L., RAMESH, N., GAN, S. H. (2017). Honey, Propolis, and Royal Jelly: A Comprehensive Review of Their Biological Actions and Health Benefits. *Oxidative medicine and cellular longevity*, Volume 2017, Article ID 1259510. 1-21. (Dostupno: <https://doi.org/10.1155/2017/1259510>)

RAMANATHAN, A. N. K. G., NAIR, A. J., SUGUNAN, V. S. (2018): A review on Royal Jelly proteins and peptides, *Journal of Functional Foods*, 44. 255-264.

SABO, M., GRADIČEK, S., BANJARI, I. (2010): Peludna analiza meda s područja Varaždinske županije. *Glasnik zaštite bilja*, 62-69.

SIMONE-FINSTROM, M., SPIVAK, M. (2010): Propolis and bee health: the natural history and significance of resin use by honey bees. *Apidologie* 41, 295-311. (Dostupno: DOI: 10.1051/apido/2010016)

SVEČNJAK, L., TLAK GAJGER, I. (2014): Patvorenje pčelinjeg voska - problem suvremenog pčelarstva. Zbornik radova 5. međunarodni pčelarski sajam "Dalmatina" 2014. Tlak Gajger, I., Tomljanović, Z. (ur.). Split: Savez pčelarskih udruga Splitsko-dalmatinske županije. 32-35.

SVEČNJAK, L., PRĐUN, S., BUBALO, D., VINCEKOVIĆ, M., TLAK GAJGER, I., BARANOVIĆ, G. (2015): Otkrivanje patvorenja pčelinjeg voska metodom infracrvene spektroskopije. Zbornik sažetaka Pete nacionalne konferencije o sigurnosti i kakvoći pčelinjih proizvoda - više od proizvodnje. Lušić, D., Pavičić Žeželj, S. (ur.). Rijeka: Biopčela, Rijeka. 11-12.

ŠURAN, J., CEPANEC, I., MAŠEK, T., RADIĆ, B., RADIĆ, S., TLAK GAJGER, I., VLAINIĆ, J. (2021): J. Propolis Extract and Its Bioactive Compounds—From Traditional to Modern Extraction Technologies. *Molecules* 26, 1-21. (Dostupno: <https://doi.org/10.3390/molecules26102930>)

THAKUR, M., NANDA, V. (2020): Composition and functionality of bee pollen: A review. *Trends in Food Science & Technology* 98, 82–106. (Dostupno: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.001>).

TINTO, W. F., ELUFIOYE, T. O., ROACH, J. (2017): Waxes. U: *Pharmacognosy. Fundamentals, Applications and Strategies*. (Badal, S., Delgoda, R., Ed.). Academic Press, London, United Kingdom, 443-455.

TOMIČIĆ, L. (2011): Citogenetički učinci pčelinjeg otrova na ljudske limfocite. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek.

VUKADIN, I. (2019): Fizikalno-kemijske karakteristike matične mliječi. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek. 1-38.

WEDMORE, E. B. (1955). The Accurate Determination of the Water Content of Honeys: Part I. Introduction and Results. *Bee World*, 36(11), 197–206. (Dostupno: doi:10.1080/0005772x.1955.11094904)

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) (2019): Codex Alimentarius. International food standards. Standard for honey. CXS 12-1981. Adopted in 1981. Revised in 1987, 2001. Amended in 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 1-8. (Dostupno: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012e.pdf)

ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO ISTARSKE ŽUPANIJE, ODJEL ZA ZAŠTITU I UNAPREĐENJE OKOLIŠA (2019): Koncentracija peludi alergogenih biljaka u zraku grada Labina u 2018. godini, Pula. 1-35. (Dostupno: <http://www.labin.hr/Files/201905/Izvj.%20pelud%20LABIN%202018.%20tekst%20.pdf>)

ZHANG, S., LIU, Y., YE, Y., WANG, X.-R., LIN, L.-T., XIAO, L.-Y., ZHOU, P., SHI, G.-X., LIU, C.-Z. (2018). Bee venom therapy: Potential mechanisms and therapeutic applications. *Toxicon*, 148, 64–73. (Dostupno: doi:10.1016/j.toxicon.2018.04.012)

Slike

Slika 1. Med u pčelinjem saću (Izvor: <https://www.lekkerhoning.nl/en/product/raw-honey/>)

Slika 2. Varijacije u boji meda (Izvor: <https://weynshoning.be/en/bees-and-honey/honey-classification/colour-and-taste/>)

Slika 3. Pčela skuplja nektar (Izvor: <https://www.edntech.com/blogs/news/the-perfect-relationship-flowers-bees>)

Slika 4. Okvir s poklopljenim saćem (Izvor: <https://mielgentil.ca/products/comb-honey>)

Slika 5. Med medljikovac (Izvor: <https://www.domaca-hrana.eu/proizvodi/>)

Slika 6. Viskoznost meda (Izvor: <https://www.agroportal.hr/uzgoj-pcela/36349>)

Slika 7. Kristalizacija meda (Izvor: <https://aureaapicola.com/8-cosas-que-probablemente-no-sabias-sobre-la-cristalizacion-de-la-miel/>)

Slika 8. Grijač i dekristalizator meda (Izvor: <https://apismarket.hr/rad-s-medom-i-voskom/dekristalizatori-grijaci/dekristalizator-meda-s-dvije-police>)

Slika 9. Refraktometar za med (Izvor: <https://www.joom.com/en/products/5dad1aff28fc710101b02525>)

Slika 10. Određivanje električne vodljivosti (Izvor: <http://blog.hannaservice.eu/hr/mjerenje-najvaznijih-parametara-za-odredivanje-kvalitete-meda/>)

Slika 11. Boja meda (Izvor: <https://www.domaca-hrana.eu/proizvodi>)

Slika 12. Pčela sakuplja peludna zrnca s cvijeta (Izvor: <https://www.naturalfrenchsoap.com/blog/why-saving-bees-now-is-important-for-our-future-survival>)

Slika 13. Pelud vađen iz pčelinjeg saća i pelud sakupljen skidačem (Izvor: <https://www.albeena.co.uk/blog/bee-bread-vs-bee-pollen-what-are-the-differences/>)

Slika 14. Morfološke značajke peludnih zrnca različitog botaničkog podrijetla (Izvor: DOI: 10.18387/polibotanica.50.11)

Slika 15. Propolisom smanjeno leto (Izvor: <https://backyardhive.com/blogs/managing-your-top-bar-hive/propolis-the-defender-of-the-hive>)

Slika 16. Propolisom obloženi (balzamirani) ostaci miša u košnici (Izvor: <https://www.honeybeesuite.com/mice-ate-our-bees/>)

Slika 17. Struganje propolisa sa sakupljača propolisa (Izvor: <http://toplou-honey.com/propolis-products/>)

Slika 18. Propolis u prirodnom obliku i tinktura propolisa (Izvor: <https://pcelarstvo-veber.hr/propolis-zdravlje-imunitet-upala-grla/>)

Slika 19. Proizvodnja pčelinjeg voska (Izvor: <https://beeuorganics.wordpress.com/2012/12/20/how-do-honey-bees-make-beeswax/wax-glands/>)

Slika 20. Pčelinji vosak (Izvor: <https://konicktrading.eu/beeswax/>)

Slika 21. Izgradnja pčelinjeg saća (Izvor:

<https://www.secretbeyondmatter.com/en/books/4193/The-Miracle-of-the-Honeybee/chapter/5020/The-Comb-A-Marvel-of-Engineering>)

Slika 22. Satna osnova u okviru (Izvor:

<https://www.beelinesupplies.co.nz/store/105/395/Full-Depth-Assembled-Wooden-Frame-with-Beeswax-Foundation>)

Slika 23. Deformitet izgrađenog saća (posljedica patvorenja) (Izvor:

https://ec.europa.eu/food/system/files/2019-04/food-fraud_succ-coop_beeswax.pdf)

Slika 24. Ličinka velikog voskovog moljca (Izvor: <https://www.ejbees.com/wax-moth-bee-aware/>)

Slika 25. Proizvodnja svijeća (Izvor: <https://www.brookfield.farm/products/hand-dipped-tapered-irish-beeswax-candles>)

Slika 26. Ubod pčele (Izvor: <https://beehivehero.com/bee-stings/page/2/>)

Slika 27. Otkidanje žalca nakon uboda pčele u elastičnu kožu (Izvor:

<https://60secnature.com/insects/why-do-bees-die-after-stinging/>)

Slika 28. Sakupljanje pčelinjeg otrova (Izvor: <https://beevee-collector.com/howto-html/>)

Slika 29. Struganje sasušenog pčelinjeg otrova sa stakla (Izvor: <https://beevee-collector.com/howto-html/>)

Slika 30. Ličinke hranjene matičnom mliječi (Izvor: <https://www.beeopic-beekeeping.com/non-classe/royal-jelly-makes-queen-bee/>)

Slika 31. Članovi pčelinje zajednice (Izvor:

<https://fortwaynenewbee.wordpress.com/2018/05/20/the-queen-drone-and-worker-bee/>)

Slika 32. Matična mliječ u izvornom obliku (Izvor: <http://www.royalbees.eu/products/royal-jelly>)

Slika 33. Proizvodnja matične mliječi umjetnim presađivanjem ličinki (Izvor: <https://www.miel-lerucherdelours.fr/en/royal-jelly/37-royal-jelly.html>)

Slika 34. Liofilizirana matična mliječ u prahu (Izvor: <https://www.holyart.com/monastery-products/natural-remedies/lyophilized-royal-jelly-finalpia-benedictine-herbalist>)

Tablice

Tablica 1 Odnos udjela vode u medu i specifične mase meda (prema Wedmore (1955.))

Tablica 2 Enzimi u medu (prilagođeno prema Mandić i sur. (2020.) i Kolić (2019.))