



Univerza v Ljubljani
Pedagoška fakulteta



Študija fizikalno kemijskih parametrov in lastnosti različnih vrst medu z eksperimenti

TEORETIČNO – RAZISKOVALNA NALOGA

Zunanji mentor:
asist. dr. Miha SLAPNIČAR, prof. kem., biol.

Šolska mentorica:
Darja RIZMAL, prof. kem., biol.

Avtorice:
Lara FERJANČIČ
Zala LOBODA SKOČIR
Barbara KOVAČ

Ljubljana, april 2022

POVZETEK

Med je živilo živalskega proizvoda. V Republiki Sloveniji ga zakonsko definira Pravilnik o medu, ki ga je leta 1999 izdalo Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Pravilnik med drugim določa standarde kvalitete, ki jih mora izpolnjevati slovenski med, da ga lahko kot med sploh tržijo. Pravilnik ureja nadzor kvalitete in tudi klasificira posamezne vrste medu. Med je človeku kot živilo znan že vsaj 8000 let. Sčasoma je človek začel tudi sam gojiti čebele za med in ni le plenil divjih panjev, kar štejemo za začetek čebelarstva oz. apikulture. Čebelarstvo je tako znano že iz prazgodovine, vendar se je do danes tehnološko zelo izpopolnilo in spremenilo. Med in čebelarstvo igrata pomembno vlogo v slovenski kulturi, čebelarji iz slovenskih dežel, kot sta bila Anton Janša in Peter Pavel Glavar, pa so močno vplivali tudi na znanost čebelarstva. Veliko večino medu pridelava ena sama čebelja vrsta – medonosna čebela (*Apis mellifera* L.) – iz dveh osnovnih surovin: rastlinskega nektarja in lastnih izločkov. Podvrst medonosne čebele, ki jih široko rabijo za pridelavo medu in ostalih čebeljih produktov, je več, in tudi v svetovnem merilu je pomembna slovenska avtohtona različica kranjska sivka (*Apis mellifera carnica*). Glede na izvor nektarja oz. rastlin, na katerih so se čebele pasle, poznamo več vrst medu, ki se razlikujejo tako po senzoričnih lastnostih (okus, aroma, vonj, videz), kot tudi po kemijski sestavi. Fizikalno-kemijske lastnosti medu, kot so količina in aktivnost vode, razmerje različnih sladkorjev in vsebnost beljakovin, anorganskih snovi in organskih kislin, so torej prav tako pomembne za klasifikacijo medu. Njihovi parametri so strogo določeni glede na Pravilnik o medu. Zaradi nekaterih snovi v medu, predvsem polifenolov, ima le-ta tudi antioksidativno vlogo, kar pomeni, da veže proste radikale, še posebno vodikov peroksid. Tako polifenoli kot peroksid pa medu dodajo drugo značilno lastnost – antimikrobno delovanje.

Ključne besede: med, čebele, čebelarstvo, antioksidanti, polifenoli, eksperimenti

ABSTRACT

Honey is an edible product of animal origin. In the Republic of Slovenia, it has been legally defined by the Regulations on Honey (Pravilnik o medu). The Regulations were issued in 1999 by the Ministry of Agriculture, Forestry, and Food. They set the quality standards that Slovene honey must reach to be allowed to be marketed as honey, regulate quality control and define individual sorts of honey. Humankind has been consuming honey for at least 8000 years. When man switched from the mere looting of wild hives to actively keeping bees for honey, the foundations of apiculture were set. Thus, apiculture has been known since the Stone Age, but it has changed, and its technology has improved enormously. Honey and apiculture also play an important role in Slovene culture, and Slovene beekeepers like Anton Janša and Peter Pavel Glavar have made several important contributions to the science of apiculture. Honey is made from plant nectar and the bee's own excrements and almost all of it is produced by only one of the bee species – the western honeybee (*Apis mellifera*). There are many subspecies of the western honeybee that are used widely to produce honey and other bee products, among them the Slovene subspecies Carniolan honeybee (*Apis mellifera carnica*). Depending on the plant species from which the nectar comes from, there are many different sorts of honey that differ both in sensory properties (taste, aroma, smell, look) and chemical composition. The physical and chemical properties of honey such as the quantity and activity of water, the ratio of different sugars and the presence of different proteins, inorganic substances, and organic acids are also very important for the proper classification of honey. Their parameters are fixed by the Regulations on Honey. Due to some compounds in honey, especially polyphenols, honey also has an antioxidative function, which means that it binds free radicals like hydrogen peroxide. Both polyphenols and peroxide provide the honey with its other important characteristic, making it antimicrobial.

Key words: honey, bees, apiculture, antioxidants, polyphenols, experiments

KAZALO VSEBINE

	str.
POVZETEK	II
ABSTRACT	III
KAZALO VSEBINE	IV
KAZALO SLIK	VI
KAZALO PREGLEDNIC	IX
1 SPLOŠNO O MEDU	1
2 PRAVILNIK O MEDU	3
3 ZGODOVINA MEDU	11
3.1 Zgodovina slovenskega medu	12
4 ČEBELE IN MED	15
5 VRSTE MEDU	16
5.1 Najpogostejše vrste slovenskega medu	17
6 SENZORIČNE LASTNOSTI MEDU	18
6.1 Senzorične lastnosti vrstnega medu	19
7 LASTNOSTI MEDU	21
7.1 Električna prevodnost	21
7.2 Kristalizacija medu	21
7.3 Higroskopnost	21
8 FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI MEDU	22
8.1 Voda	22
8.1.1 Aktivnost vode	22
8.2 Ogljikovi hidrati	23
8.2.1 Monosaharidi	23
8.2.2 Disaharidi	24
8.2.3 Polisaharidi	24
8.3 Kisline in laktoni	24
8.3.1 Organske kisline	24
8.3.2 Laktoni	25
8.4 Aminokisline	25
8.5 Beljakovine	26
8.6 Anorganske snovi	27
8.6.1 Vitamini	27
9 ANTIOKSIDATIVNA VLOGA MEDU	28
10 ANTIMIKROBNE SNOVI V MEDU	29
10.1 Peroksidni sistem inhibinov	29
10.2 Neperoksidni sistem inhibinov	30
10.2.1 Flavonoidi	30
10.2.2 Pinocembrin	32
11 ENCIMI V MEDU	33

11.1	Invertaza	33
11.2	Diastaza	33
11.3	Glukoza-oksidaza	34
11.4	Katalaza	35
11.5	Kislinska fosfataza	35
12	FENOLI IN ANTIOKSIDANTI V MEDU	36
12.1	Fenoli	36
12.2	Antioksidanti	36
12.3	Polifenoli	37
12.3.1	Fenolne kisline	37
12.3.2	Flavonoidi	37
12.3.3	Stilbeni	38
12.3.4	Lignani	38
12.4	Polifenolni antioksidanti v medu	39
12.4.1	Fenolne kisline	39
12.4.2	Hidroksibenzojske kisline	39
12.4.3	Cimetova kislina	40
12.4.4	Hidroksicimetove kisline	41
12.4.5	Flavonoli	42
12.4.6	Flavoni	43
12.4.7	Flavanoni	44
13	EKSPERIMENTI V POVEZAVI Z MEDOM	45
14	LITERATURA	59
	ZAHVALA	

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Apis mellifera I. (Komunala Škofja Loka)	1
Slika 2: ušice (Pavlović, 2021)	2
Slika 3: kaparji (Kmečki glas, januar 2021)	2
Slika 4: sonda za jemanje vzorcev medu (Pravilnik o medu, 1999)	8
Slika 5: stenska poslikava iz jame v Španiji (Revolutionary War Journal, 2021)	11
Slika 6: glineni panji (Beekeeping naturally, 2017)	11
Slika 7: kranjič (Lunder)	12
Slika 8: čebelnjak s panji s panjskimi končnicami (Wikipedia, 2008)	12
Slika 9: panjska končnica (Pavlič, 1891)	13
Slika 10: Anton Janša ("javna last")	13
Slika 11: Peter Pavel Glavar (CZS, 2014)	14
Slika 12: satje (Semenske bombice, 2017)	15
Slika 13: cvetlični med (HoneyHouse)	16
Slika 14: gozdni med (HoneyHouse)	16
Slika 15: različne barve medu	18
Slika 16: kristaliziran med (Čebelarstvo Kozmus, 2020)	21
Slika 17: refraktometer (Zupan)	22
Slika 18: Skeletna formula molekule glukoze (a) in fruktoze (b) (Wikipedia, 2007)	24
Slika 19: Skeletna formula molekule glukono- δ -laktone (Wikipedia, 2006)	25
Slika 20: Skeletna formula molekule prolina (Wikipedia, 2007)	26
Slika 21: Struktura encima invertaze (Wikipedia, 2007)	26

Slika 22:	Struktura encima katalaza (a) in encima glukoza-oksidadaza (b) (Wikipedia, 2016)	27
Slika 23:	Skeletna formula molekule riboflavina (a) in niacina (b) (Wikipedia, 2007)	27
Slika 24:	Splošna zgradba molekule flavonoidov (Wikipedia, 2008)	31
Slika 25:	Skeletna formula molekule apigenina (Wikipedia, 2008)	31
Slika 26:	Skeletna formula molekule katehina (Wikipedia, 2009)	31
Slika 27:	Skeletna formula molekule kempferola (Wikipedia, 2008)	32
Slika 28:	Skeletna formula molekule pinocembrina (Wikipedia, 2017)	32
Slika 29:	reakcijska shema invertazne hidrolize saharoze na glukozo in fruktozo (Milovanović, 2011)	33
Slika 30:	reakcijska shema amilazne hidrolize škroba v disaharide	34
Slika 31:	reakcijska shema oksidativne razgradnje glukoze z encimom glukoza-oksidadaze	34
Slika 32:	reakcijska shema nastanka glukonske kisline iz glukolaktone in vode	34
Slika 33:	reakcijska shema hidrolize fosfatnega estra	35
Slika 34:	Slika krogličnega modela molekule fenola (Wikipedia)	36
Slika 35:	Skeletna formula hidroksicimetove kisline	37
Slika 36:	Skeletna formula hidroksibenzojske kisline	37
Slika 37:	Strukturna formula flavonolov in flavonov	38
Slika 38:	Strukturna formula izoflavonov in flavanonov	38
Slika 39:	Strukturna formula antocianov in flavanolov	38
Slika 40:	Trans resveratrol	38
Slika 41:	Cis resveratrol	38
Slika 42:	Sekoizolariciresinol (Wikipedia)	39

Slika 43: Matairesinol (Wikipedia)	39
Slika 44: zgradba benzojske kisline (Pubchem)	39
Slika 45: zgradba galne kisline (PubChem)	40
Slika 46: Zgradba elagične kisline (PubChem)	40
Slika 47: Zgradba siringične kisline (PubChem)	40
Slika 48: Zgradba cimetove kisline (PubChem)	40
Slika 49: zgradba ferulinske kisline (PubChem)	41
Slika 50: Zgradba klorogene kisline (PubChem)	41
Slika 51: Zgradba kavne kisline (PubChem)	41
Slika 52: zgradba kumarne kisline (PubChem)	41
Slika 53: zgradba kvercetina (PubChem)	42
Slika 54: zgradba galangina (PubChem)	42
Slika 55: zgradba kamferola (PubChem)	42
Slika 56: zgradba izoramnetina (PubChem)	42
Slika 57: zgradba miricetina (PubChem)	43
Slika 58: zgradba luteolina (PubChem)	43
Slika 59: Zgradba hrizina (PubChem)	43
Slika 60: zgradba hesperetina (PubChem)	44
Slika 61: zgradba pinocembrina (PubChem)	44
Slika 62: Zgradba naringenina (PubChem)	44

KAZALO TABEL

	str.
Tabela 1: Stopnje pridelave cvetličnega in gozdnega medu	2
Tabela 2: Določanje števila enot vzetega vzorca (Pravilnik o medu, 1999)	7
Tabela 3: Razlike med cvetličnim in maninim medom	16
Tabela 4: Sladkorji, identificirani v medu (Doner, 2003)	23
Tabela 5: Izguba vodikovega peroksida v posameznih vrstah medu (Dustman, 1972)	30

1 SPLOŠNO O MEDU

Med je živilo živalskega proizvoda. Pridelujejo ga medonosne čebele (lat. *Apis mellifera* L.) in je najstarejši čebelji proizvod, ki ga poznamo v tekočem ali kristaliziranem stanju. Med je pridelan iz dveh osnovnih surovin; to sta rastlinski nektar in čebelji izločki. Pridelan je lahko tudi iz izločkov žuželk, ki so na rastlinah. To imenujemo mana.

Poznamo okrog 20.000 različnih vrst čebel, izmed vseh pa je samo ena, (na sliki 1 *Apis mellifera* L.), širše uporabljena za komercialno proizvodnjo medu. Čebele so pomembne tudi za druga živila, saj oprahujejo do 170.000 različnih vrst rastlin, med drugim tudi sadno drevje in vrsto različne zelenjave. Ena sama čebela lahko v svojem življenju, ki ponavadi traja okrog enega meseca, pridelava relativno malo medu, za primerjavo je to le ena dvanajstina čajne žličke. Kot zanimivost velja izpostaviti, da morajo čebele za kilogram medu obleteti kar štiri milijone cvetov in preleteti do kar štiri dolžine ekvatorja. V pašni sezoni lahko čebela na dan zapusti panj do sedemnajstkrat, polet pa traja približno pol ure (Spletna agencija Si-TEAM, 2018).



Slika 1: *Apis mellifera* L. (Komunala Škofja Loka)

V enem poletu, ki ga čebela opravi, lahko nabere do 60 mg medicine, le-te pa je za 1 kg medu potrebno nabrati do 4 kg. Nektar ali medicina, je tekočina, ki jo izločajo žleze v cvetovih rastlin. Nektar s svojo hranljivostjo privablja različne živali, v večini so to žuželke. V nektarju je največ sadnega sladkorja (fruktoze) in grozdnega sladkorja (glukoze), v njem pa se nahajajo tudi primesi organskih kislin, cvetnega prahu in eteričnih olj, ki dodajo posebno aromo nadaljnjim proizvodom. Rastlinski sok je zelo redek, vsebuje le okoli 2 % sladkorjev. So tudi izjeme, na primer javorjev sirup, ki se uporablja za sladkanje palačink. Čebele lahko naredijo med tudi iz mane, a je za razliko od cvetličnega medu tu potreben še en organizem, ne samo čebela. Če rastlinski sok prehaja preko cvetnih medovnikov, se pretvori v nektar ali medicino, če pa so posredniki ušice ali kaparji, nastane mana ali sladka rosa (tabela 1).

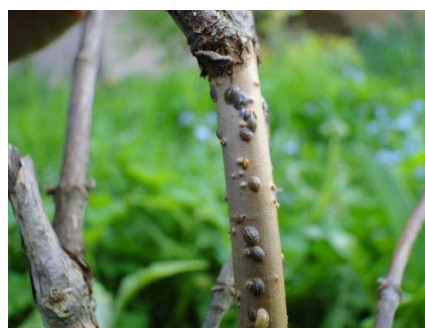
Tabela 1: Stopnje pridelave cvetličnega in gozdnega medu

Surovina	1. predelava	Vmesna stopnja	2. predelava	Končna stopnja
Drevesni sok	nektarji	nektar	čebela	cvetlični med
Drevesni sok	ušice in kaparji	mana	čebela	gozdni med

Ušice (slika 2) in kaparji (slika 3) so kljunate žuželke, ki se hranijo s floemskimi sokovi dreves. Te žuželke predelajo velike količine soka, a ga za svoje potrebe, kot je hrana, porabijo le majhen del. Tisti del, ki ga niso porabile pa izločijo v obliki sladkih kapljic, v katerih ni fekalij. To čebele naberejo in predelajo v med (Šivic, 2010).



Slika 2: ušice (Pavlović, 2021)



Slika 3: kaparji (Kmečki glas, januar 2021)

Čebele prinašajo nektar in mano v panj kot osnovni material za izdelavo medu. Osnovni surovini dodajo izločke svojih žlez, ga zgostijo in shranijo v satju, pokritim z voščenimi pokrovčki. Proces zgoščevanja in dozorevanja medu se začneta in tudi končata v panju. Čebelar pobere sate in jih odkrije. S centrifugiranjem med loči od satja, ga precedi in ustrezno skladišči. Medu se ničesar ne sme dodajati oziroma odvzemati (Pravilnik o medu, 2015).

Poleg medu poznamo tudi veliko drugih čebeljih pridelkov. Najpogostejši so: propolis, matični mleček in čebelji vosek. Omenjeni pridelki so znani po blagodejnem učinku na človekovo zdravje. Med je pomemben del zdrave prehrane. Je dobra preventiva, saj izboljša našo imunsko odpornost. Pomaga tudi pri ohranjanju moči in lajša prebolevanje lažjih zdravstvenih težav.

2 PRAVILNIK O MEDU

Leta 1999 je minister za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano izdal Pravilnik o medu. S tem so bile sprejete Splošne določbe, ki jih mora med zagotavljati.

V 1. členu je določeno, kaj določa ta pravilnik. In sicer, pravilnik določa minimalne pogoje kakovosti, ki jih mora pri proizvodnji in v prometu izpolnjevati med, ter postopke in metode za kontrolo medu.

V naslednjem členu, to je v 2. členu, je definicija medu in česa mu ni dovoljeno dodajati. Med je definiran kot živilo, ki ga izdelajo čebele iz nektarja cvetov, izločkov iz živih delov rastlin oziroma izločkov na živih delih rastlin, ki jih čebele zberejo, predelajo, pomešajo z določenimi lastnimi snovmi, ga shranijo in pustijo dozoreti v satju. Določeno je tudi, da mora biti med tekoč, viskozen ali kristaliziran. Medu, namenjenemu za promet, ni dovoljeno dodati nobene snovi, niti mu ni dovoljeno odvzeti sestavin, značilnih za med.

3. člen Pravilnika določa označbe medu. Ta pravi, da mora biti med označen v skladu s predpisom o splošnem označevanju živil in v skladu s tem pravilnikom. Ter, da je označbe vrste medu iz 6. člena tega pravilnika dovoljeno dopolniti z navedbo določenih cvetov in rastlin, vrstami izločkov (mane), če je med pretežno iz navedenega izvora, če ima njihove fizikalne, kemijske, mikroskopske in senzorične lastnosti. Določeno je tudi, da če se med daje v promet kot med v satju, med s kosi satja in pekovski ali industrijski med, je treba to dodatno označiti z navedbo »med v satju«, »med s kosi satja« in »pekovski ali industrijski med«. Pravilnik pravi, da se ožje geografsko poreklo medu, pridelanega v Sloveniji, lahko označi le, če med izpolnjuje pogoje po tem pravilniku in so izpolnjeni pogoji po predpisih o industrijski lastnini.

Četrty člen Pravilnika pravi, da kadar se med polni v navzočnosti potrošnika, morajo biti podatki iz prvega odstavka prejšnjega člena, navedeni v prodajnih objektih ali zunaj njih, če so za takšno obliko prodaje izpolnjeni pogoji po predpisih o trgovini.

Zadnji (5.) člen *Pravilnika* določa odstopanja dejanskih količin od označenih (deklariranih) količin pri posameznem predpakiranem medu. In sicer za pakiranje:

- do 50 g velja odstopanje do 6 %,
- za pakiranje večje od 50 g do 100 g do 3,5 %,
- za pakiranje večje od 100 g do 500 g velja odstopanje do 2,5 %,
- za pakiranje večje od 500 g pa do 1,5 %.

Predpisano je tudi, da mora povprečna neto količina 10 naključno izbranih predpakiranj ustrezati deklarirani masi izdelka, pri čemer lahko znaša mejna vrednost ± 2 .

Naslednji del *Pravilnika* sestavljajo *Posebne določbe*.

6. člen Pravilnika o medu določa, po čem se lahko razlikujejo vrste medu. Vrste se lahko med seboj razlikujejo po:

1. izvoru: ta je lahko ali cvetlični med (pridobljen predvsem iz nektarja cvetov) ali pa med iz mane (gozdni med, pridobljen predvsem iz izločkov od ali živih delov rastlin; njegova barva je svetla ali zelenkasto rjava do skoraj črna).

2. načinu pridobivanja:

- »med v satju« je med, ki ga čebele hranijo v novo zgrajenem satju brez zalege in se prodaja v celih pokritih satih ali kot deli teh satov;
- »med s satjem« je med, ki vsebuje enega ali več kosov satja v medu;
- »samotok« (odtočeni med) je med, pridobljen z iztekanjem medu iz odkritih satov brez zalege;
- »točeni med« je med, pridobljen s centrifugiranjem odkritih satov in brez zalege;
- »prešani med« je med, pridobljen s stiskanjem satov brez zalege z ali brez uporabe zmerne toplote;

3. kakovosti: ta je lahko »med«, »med vrhunske kakovosti« ali pa »pekovski/industrijski med«.

Naslednji člen (7. člen) določa, česa med ne sme imeti. Med ne sme:

- vsebovati organskih ali anorganskih tujih primesi kot so: zemlja, pesek, žuželke, deli žuželk in čebelja zalega;
- imeti tujega okusa ali vonja;
- vreti ali fermentirati;
- biti pregret do take mere, da se vsebnost encimov ne poškoduje ali uniči in
- imeti umetno spremenjene stopnje kislosti.

Omejitve iz druge, tretje in četrte alineje prejšnjega odstavka ne veljajo za pekovski ali industrijski med.

Z 8. členom *Pravilnika* je navedeno, da mora biti med zdravstveno ustrezen v skladu s predpisi o živilih.

Za zagotavljanje kakovosti je z 9. členom definiran ponarejen med. To je, če:

- je pridobljen s krmljenjem čebel s hrano za čebele, ki ni naravni med;
- ima umetno spremenjeno stopnjo kislosti oziroma
- so mu bili dodani encimi.

Deseti člen govori o sestavinah, ki jih mora med vsebovati. Torej:

1. vsebnost reducirajočih sladkorjev pred inverzijo, izračunana kot invertni sladkor, mora biti:

- za cvetlični med vsaj 65 %
- za gozdni med, čist ali v mešanici s cvetličnim najmanj 60 %;

2. vsebnost vode mora biti:

- največ 21 %;
- za med iz rese (*Calluna sp.*) in med detelj (*Trifolium sp.*) pa izjemoma do 23 %;

3. vsebnost saharoze:

- je lahko največ 5 %;
- za gozdni med, čist ali v mešanici s cvetličnim medom, akacijev in sivkin med pa največ 10 %;

4. vsebnost v vodi netopnih snovi je lahko:

- največ 0,1 %, le za prešani med je največ 0,5 %;

5. vsebnost mineralnih snovi (pepel):

- cvetlični med največ 0,6 %;
- gozdni med, čist ali mešan s cvetličnim največ 1,0 %;

6. dovoljenih je največ 40 miliekvivalentov prostih kislin na kg medu;

7. diastazno število in vsebnost hidroksimetilfurfurala (v nadaljnjem besedilu: HMF), ki sta določena po obdelavi in mešanju:

a) diastazno število:

- najmanj 8;
- med z majhno naravno vsebnostjo encimov (npr. limonin med) in z vsebnostjo HMF do 15 mg/kg: najmanj 3;

b) HMF največ 40 mg/kg medu v skladu z drugo alineo točke a) te točke.

11. člen *Pravilnika* določa pogoje za vrhunski med. Ti so, da mora poleg pogojev iz tega pravilnika izpolnjevati še dodatne naslednje pogoje, ki so:

- da vsebuje največ 18,6 % vode,
- da vsebuje največ do 10 mg HMF na kg medu,
- da elektrolitska prevodnost medu ne sme presegati 1,9 mS/cm, pri čemer je vrednost elektrolitske prevodnosti glede na določilo 1. točke 6. člena tega pravilnika, ki je:
 - za cvetlični med: elektrolitska prevodnost je enaka ali manjša od 0,7 mS/cm,
 - za gozdni med, mešanico cvetličnega medu in gozdnega medu ter kostanjev med: elektrolitska prevodnost je večja od 0,7 mS/cm.

Sledeči člen (to je 12. člen) zagotavlja pogoje za pekovski ali industrijski med. Ti so, da mora ta med imeti do 23 % vode in da mora vsebovati do 80 mg HMF/kg.

Trinajsti člen govori o kontroli kakovosti medu. To opravi proizvajalec po določbah tega pravilnika. V primeru inšpekcijskega nadzora oziroma spora opravijo analizo imenovane organizacije, ki jih imenuje minister, pristojen za prehrano.

Štirinajsti člen se navezuje na prejšnjega, saj govori o pogojih, ki jih morajo izpolnjevati imenovane organizacije. Ti pogoji so:

- da imajo akreditacijo nacionalne akreditacijske službe o usklajenosti s splošnimi kriteriji za delo preskusnih laboratorijev, določenih v standardu SIST EN 45001,
- da sodelujejo v najmanj dveh strokovnih mednarodnih med laboratorijskih primerjalnih preskusih,
- da izpolnjujejo pogoje za izvajanje kontrole kakovosti medu v skladu s tem pravilnikom.

Naslednji členi govorijo o postopkih in metodah za kontrolo medu.

V 15. členu so definirani postopki in metode, po katerih se kontrolira kakovost medu. In sicer: gre za postopke jemanja vzorcev, ki zajemajo tudi način jemanja vzorcev ter metode fizikalnih, kemijskih in mikroskopskih analiz.

Šestnajsti člen *Pravilnika* pravi, da se za analize, predpisane s tem pravilnikom, lahko uporabljajo tudi druge preskusne metode, če so rezultati validacij metod enaki metodam, predpisanim s tem pravilnikom.

Naslednji členi določajo postopke jemanja vzorcev. Sledeči člen določa, kje se jemljejo vzorci medu. Ti se jemljejo v proizvodnji (iz proizvodnih serij) in v prometu (iz embalažnih enot pošiljke).

Osemnajsti člen določa, da mora vzorce medu po tem pravilniku jemati strokovna oseba. Vzeti vzorec za analizo mora predstavljati povprečno sestavo celotne količine medu, od katerega je vzeti, kar pravi tudi 19. člen *Pravilnika*.

V 20. členu je zajeto, kaj se po tem pravilniku šteje za proizvodnjo serijo. To je ustrezna količina medu, proizvedena istega dne, ustrezne prostornine, z obvezno identifikacijsko oznako. Člen zajema tudi, kaj je embalažna enota. To je določena količina medu, predpakirana v posamična pakiranja ustrezne mase, z obvezno identifikacijsko oznako. Embalažne enote so lahko zapakirane v zbirna transportna pakiranja, za katera veljajo določbe tega pravilnika. Zajeta je tudi razlaga pošiljke. To je istočasno dobavljena količina medu v posamičnih in zbirnih pakiranjih, ki se dajejo v promet.

Enaindvajseti člen pravi, da vzorec za analizo medu sestavljajo najmanj tri enake embalažne enote skupaj vzetega vzorca, pri čemer morajo biti te enote enake po sestavi in po prostornini.

Naslednji člen določa, da mora biti pri jemanju vzorcev medu strokovna oseba, ki vzame vzorec za analizo in sestaviti zapisnik, v katerega vpiše podatke, pomembne za rezultate analize. Ti podatki so:

- kraj, datum in čas, ko je vzorec vzet,
- namen, za katerega je vzorec vzet,
- vrsto in količino medu, od katerega je vzet,
- število posamično vzetih vzorcev in količino skupaj vzetega vzorca,
- identifikacijske oznake,
- količino vzorca, ki se pošilja v analizo.

Zapisnik podpišeta strokovna oseba, ki vzame vzorec, in odgovorna oseba v proizvodnji ali v prometu.

Naslednji člen (23. člen) določa, kako je potrebno zapakirati odvzete vzorce. Pakirati jih je potrebno v posode, jih zapreti s čistimi in suhimi zapirali in označiti tako, da oznake ni mogoče odstraniti ali zbrisati. Odvzete vzorce se zapečati ali plombira. Če je med predpakiran v embalažne enote manjše prostornine ali mase, je vzeti vzorec lahko vsaka naključno vzeta posamična enota.

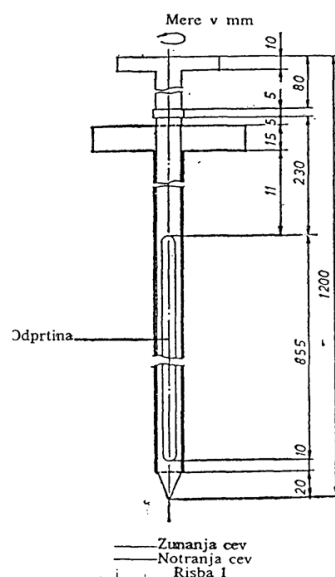
Štiriindvajseti člen določa število enot vzorca, vzetega v analizo. To je odvisno od velikosti proizvodne partije oziroma pošiljke. Število enot vzetega vzorca se določi po preglednici 2.

Tabela 2: določanje števila enot vzetega vzorca (Pravilnik o medu, 1999)

Vrste pakiranja	Količina, od katere se odvzame vzorec (v enotah)	Število embalažnih enot, ki se odvzamejo kot vzorec	Masa skupaj vzetega vzorca (v g)
Kangle ali sodi	1	1	500
	2-5	2	500
	6-60	3	1000
	61-80	4	1000
	81-100	5	1000
	Vsakih nadaljnjih 100 enot	+1	1000
Kozarci (do 1 kg)	1-100	1	500
	101-500	2	500
	501-1000	3	500
	1001-10000	4	500
	Vsakih nadaljnjih 2500 enot	+1	500
Druge vrste pakiranja (do 250 g)	Do 5000	3	-
	Vsakih nadaljnjih 2000 enot	1	-

Petindvajseti člen *Pravilnika* pravi, da če so v skupaj odvzetem vzorcu medu več kot tri embalažne enote, mora imeti vsaka od njih enako možnost, da bo vzeta za analizo.

Naslednji člen (26.) govori o sondi, s katero se vzame vzorec. Ta mora biti kovinska, ki ima oddelke in sestoji iz dveh koncentričnih cevi, ki sta druga v drugi. Spodnji del sonde je zašiljen. Notranja cev sonde ima ročico, ki jo obrnemo za 90° pri tem se sonda zapre. Sondo prikazuje slika 4 in je sestavni del tega pravilnika.



Slika 4: sonda za jemanje vzorcev medu (Pravilnik o medu, 1999)

Vzorec medu se vzame tako, da se čista in suha zaprta sonda pogrezne v med do konca skupne odprtine. V medu se sonda odpre in nato zapre ter z zajetim vzorcem potegne ven.

Naslednji členi določajo metode fizikalnih, kemijskih in mikroskopskih analiz.

Sedemindvajseti člen opisuje pripravo vzorcev za analizo glede na konsistenco medu, in sicer:

- če je med tekoč, se ga pred začetkom analize previdno premeša,
- če je med kristaliziran, se da zaprta posoda z vzorcem v vodno kopel in 30 minut segreva pri temperaturi 60 °C, če je treba, pa tudi pri 65 °C. Med segrevanjem se med lahko premeša. Medu se ne segreva, če se določa diastaza ali hidroksimetilfurfural.
- če vsebuje med tuje snovi (vosek, delce čebel, satje) se vzorec segreva v vodni kopeli pri temperaturi 40 °C, nato še toplo filtrira.
- če je med v satju, se mora satje odpreti in med precediti skozi sito z odprtinami velikosti 0,5 x 0,5 mm. Če je šel skozi sito del satja in voska, se vzorec segreje v vodni kopeli pri temperaturi 45 °C. Med segrevanjem se med večkrat premeša, nato pa ohladi.
- če je med v satju kristaliziran, se segreje na vodni kopeli pri temperaturi 65 °C, da se stali vosek, nato se ga premeša in hitro ohladi. Ko se ohladi, se vosek odstrani.

Osemindvajseti člen govori o ugotavljanju vsebnosti reducirajočih sladkorjev pred inverzijo, ki se ugotovi po metodi, ki je navedena v 2. prilogi *Pravilnika o medu* in je sestavni del tega *pravilnika*.

Devetindvajseti člen *Pravilnika* govori o ugotavljanju vsebnosti saharoze, ki je navedena v 3. prilogi *Pravilnika o medu* in je sestavni del tega *pravilnika*.

Naslednji člen (30.) se definira vsebnost vode v medu. Le-ta se ugotovi po metodi, ki je navedena v 4. prilogi *Pravilnika o medu* in je sestavni del tega *pravilnika*.

Enaintrideseti člen pravi, da se vsebnost v vodi netopnih snovi ugotovi po metodi, ki je navedena v 5. prilogi *Pravilnika o medu* in je sestavni del tega *pravilnika*.

Naslednji člen (32.) določa metodo o ugotavljanju vsebnosti pepela v medu. Ta se ugotovi po metodi, ki je navedena v 6. prilogi *Pravilnika o medu* in je sestavni del tega *pravilnika*.

Triintrideseti člen pravi, da se kislost medu ugotovi po metodi, ki je navedena v 7. prilogi *Pravilnika o medu* in je sestavni del tega *pravilnika*.

Sledeči člen (34.) govori o aktivnosti diastaze, ki se ugotovi po metodi, ki je navedena v 8. prilogi tega *pravilnika* in je sestavni del tega *pravilnika*.

Petintrideseti člen zajema ugotavljanje vsebnosti hidroksimetilfurfurala. Ta se ugotovi po metodi, ki je navedena v 9. prilogi tega *pravilnika* in je sestavni del tega *pravilnika*.

Naslednji člen (36.) pravi, da se pelodna analiza izvede po metodi, ki je navedena v 10. prilogi *Pravilnika o medu* in je sestavni del tega *pravilnika*.

Elektrolitska prevodnost medu se ugotovi po metodi, ki je navedena v 11. prilogi tega *pravilnika* in je sestavni del tega *pravilnika*, tako kot pravi 37. člen.

Sledeči členi spadajo pod prehodne in končne določbe.

Osemintrideseti člen pravi, da se z dnem uveljavitve tega *pravilnika* prenehajo uporabljati določbe *pravilnika* o kakovosti medu in drugih čebeljih pridelkov ter metodah za kontrolo njihove kakovosti (Uradni list SFRJ, št. 4/85), razen določb, ki se nanašajo na druge čebelje pridelke ter metode za kontrolo kakovosti čebeljih pridelkov.

Naslednji člen (39.) pravi, da morajo pravne in fizične osebe, ki proizvajajo oziroma dajejo v promet med, uskladiti svojo dejavnost v skladu s tem *pravilnikom* najpozneje v roku dveh let od uveljavitve tega *pravilnika*.

Štirideseti člen tega *pravilnika* je vezan na imenovanje organizacije iz 13. člena tega *pravilnika* ki ga izvede pristojni minister.

Predzadnji člen (41.) izraža, da se ta pravilnik začne uporabljati 1. oktobra 1999.

Zadnji člen (42.) pravi, da ta pravilnik začne veljati petnajsti dan po objavi v Uradnem listu Republike Slovenije (Pravilnik o medu, 1999).

3 ZGODOVINA MEDU

Raziskave arheologov in paleontologov kažejo, da so se divje čebele pojavljale že 56 milijonov let pred pojavom človeka po zadnji ledeni dobi pa so se začele pojavljati prve medonosne pasme. Takrat se je tudi začelo razvijati čebelarstvo. Dokaze o začetku čebelarstva so našli na stenskih poslikavah iz kamene dobe v Valenciji v Španiji, ki je stara vsaj 8000 let. Poslikava (slika 5) prikazuje človeka, ki nabira med iz gnezda divjih čebel s pomočjo lestev, vrvi in košar. (Cristofoli, 2011)



Slika 5: stenska poslikava iz jame v Španiji (Revolutionary War Journal, 2021)

Čebelarstvo se je začelo, ko je človek brez uničevanja čebel odvzel njihov med. Čebelje panje so si prinesli bliže svojim bivališčem, jih kasneje začeli tudi preurejati in tako so nastale prve oblike panjev, ki jih je ustvaril človek (slika 6). Ti panji so bili iz gline, blata, lahko pa so jih oblikovali tudi iz slame. Čebelarstvo se je razvijalo skupaj s civilizacijo, predvsem v mediteranskem svetu (Egipt, Rim, Grčija). Tako je čebela postala človekov spremljevalec in s tem se je tudi razširilo čebelarstvo. (Cristofoli, 2011)



Slika 6: glineni panji (Beekeeping naturally, 2017)

Med je bil za naše prednike bolj pomemben kot je danes za nas, saj je predstavljal edino sladilo, ki so ga poznali, prav tako tudi čebelji vosek, saj so ga uporabljali za razsvetljava. Najstarejše ostanke medu so arheologi našli v Gruziji, kjer je bil shranjen v glinenih posodah. Star naj bi bil okoli 5000 let. V Starem Egiptu so med uporabljali kot sladilo in za mazanje trupel, prav tako pa so posode medu priložili v grobnice kot darilo za v posmrtno življenje. V srednjem veku pa so fevdalci od svojih podložnikov zahtevali tudi dajatve v obliki medu in voska. (Senegačnik, 1985)

3.1 Zgodovina slovenskega medu

Slovani so do medu in čebelarstva imeli poseben odnos, kar pomeni, da jim je ta dejavnost pomenila več kot drugim narodom. Panji so bili bolj izdelani; v izdelavo so vložili več časa in truda, bili so kvalitetnejši in imeli estetsko vrednost. Začeli so tudi s ti. »pašnim čebelarstvom«, kar pomeni, da so čebele peljali na pašo na travnik ali gozd. V 13. stoletju so prevladali leseni panji, v 18. stoletju pa se je razvil tudi kranjič (slika 7), kar je omogočalo zlaganje panjev v skladovnice, namestitvev v čebelnjake (slika 8) in lažji prevoz do pašnega mesta.



Slika 7: kranjič (Lunder)



Slika 8: čebelnjak s panji s panjskimi končnicami (Wikipedia, 2008)

Na sprednjem delu kranjiča je pravokotna lesena deščica z majhno pravokotno odprtino na spodnji strani, ki čebelarom omogoča vstopno in izstopno mesto. Te deščice se imenujejo panjske končnice (slika 9), za njih pa so značilne poslikave z oljnimi barvami. Navadno so na njih naslikani prizori iz Svetopisemske Stare in Nove zaveze ter podobe svetnikov in svetnic. Velikokrat se pojavljajo tudi zgodovinski, vojaški in lovski motivi.



Slika 9: panjska končnica (Pavlič, 1891)

Slikanje na panjske končnice je izjema v evropski ljudski umetnosti, saj se je razvilo na majhnem območju, ki ga je poseljevalo le slovensko prebivalstvo. Najstarejša panjska končnica je iz leta 1758, na kateri je uprizorjena Devica Marija z novorojenim Jezusom. Hranjena je v čebelarstvu v Radovljici (Bulovec, 2019). Danes je v Sloveniji aktivnih okoli 8.000 čebelarjev. Za zgodovino slovenskega čebelarstva pa sta pomembna dva moža. To sta Anton Janša in Peter Pavel Glavar.



Slika 10: Anton Janša ("javna last")

Anton Janša (1734 – 1773), na sliki 10 upodobljen na jugoslovanski pisemski znamki, je bil začetnik modernega čebelarstva in prvi učitelj na čebelarški šoli na Dunaju. Bil je tudi akademski slikar, napisal pa je tudi knjigi z naslovoma *Razprava o rojenju* in *Popolni nauk o čebelarstvu*. Pri nas in v drugih deželah je uvedel prevoz na pašo in odkril, da je matica oplojena v zraku in ne v panju. Izpopolnil je tudi panje; spremenil je velikost in obliko, ki je omogočala skladanje kranjičev v blok. Ker je bil dober slikar je tudi sam poslikal panjske končnice. Njegov rojstni dan, 20. maj 1734 je bil izbran za svetovni dan čebel. (Zavod za razvoj čebelarstva, 2021)



Slika 11: Peter Pavel Glavar (CZS, 2014)

Peter Pavel Glavar, rojen leta 1721, je bil duhovnik, ki se je veliko ukvarjal tudi s kmetijstvom in čebelarstvom. Pri Kmetijski družbi v Ljubljani je zagovarjal čebelarsvo in podpiral čebelarje. V slovenščino je prevedel Janševo »Razpravo o rojenju« in jo tudi deloma dopolnil. Na lastno pobudo je na gradu Lanšprež, na dolenskem, kjer je imel tudi v lasti okoli 200 panjev, ustanovil čebelarsko šolo in organiziral prvo vaško zadrugo. Finančno je pomagal švilnim dijakom, v oporoki pa zapisal, da svoje premoženje zapusti siromašnim, bolnim in ostarelim.

4 ČEBELE IN MED

V čebelji družini živi do 60000 čebel delavk, do 1000 trotov in ena matica, ki na dan izleže do 2000 jajčec. Matica ima življenjsko dobo do štirih let, medtem ko ima čebela delavka v poletnem času samo do nekaj tednov. Čebele domujejo skoraj po vsem svetu. Panj si naredijo v tleh ali pa v panjih, ki so naravne strukture. Čebele so zelo »gospodaren in preudaren gradbenik« – stene satovja, ki jih izdelajo, imajo medsebojni kot 120° in tako tvorijo pravilni šestkotnik (slika 12). Panji, ki jih najpogosteje vidimo, je ustvaril človek; te pa najpogosteje vidimo sredi travnika, v gozdu, na vrtovih in celo balkonih.



Slika 12: satje (Semenske bombice, 2017)

Slovenska avtohtona pasma medonosne čebele, kranjska čebela, znana tudi pod imenom kranjska sivka, lat. *Apis mellifera carnica* spada med najpomembnejše medonosne čebele in drugo najbolj razširjeno čebelo na svetu.

5 VRSTE MEDU

Vrste medu med seboj razlikujemo po izvoru in načinu pridobivanja.

Po izvoru:

- Cvetlični (ali nektarni) med, pridobljen iz nektarja (sem uvrščamo akacijev, ajdov, cvetlični, regratov, repičin med,...),
- Gozdni (ali manin) med, pridobljen iz izločkov žuželk na rastlinah (sem uvrščamo smrekov, hojev, gozdni, lipov, kostanjev med, ...)

Značilnosti cvetličnega medu so, da ima aromo po cvetlicah, ki pa so vir nektarja, iz katerega je bil med narejen. Vsebuje tudi cvetni prah le-teh rastlin. Običajno je svetlejšje barve (slika 13) in je po okusu bolj sladek. Manin med je temnejši (slika 14) in motnejši. Ima višji pH in vsebuje več mineralnih snovi, ima več različnih sladkorjev, aminokislin, encimov.

Tabela 3: razlike med cvetličnim in maninim medom

	CVETLIČNI MED [%]	GOZDNI MED [%]
voda	17,0	16,0
fruktoza	38,0	32,0
glukoza	31,0	26,0
saharoza	0,7	0,5
skupaj vsi sladkorji	80,0	80,0
minerali	0,2	0,9
proteini	0,3	0,6
kislina	0,5	1,0
pH	4,0	5,0



Slika 13: cvetlični med (HoneyHouse)



Slika 14: gozdni med (HoneyHouse)

Sliki 13 in 14 prikazujeta razliko v barvi cvetličnega medu (levo) in gozdnega medu (desno)

5.1 Najpogostejše vrste slovenskega medu

Akacijev med: je tekoč, kristalizira zelo počasi in ima blago aromo. Vsebuje večji delež fruktoze kot glukoze, za to je udi po okusu bolj sladek. Je svetlo rumene barve in optimalno deluje na našo prebavo, saj zmanjšuje izločanje želodčne kisline, priporočljiv pa je tudi v stresnih situacijah, nespečnosti in pri prehladu.

Cvetlični med: ima močno aromo in je zlato rjave barve. Pogosto kristalizira v večje kristale. Je dobro zdravilo proti alergijam in pri izčrpanosti.

Smrekov med: je temno rjave barve z rdečim odsevom. Okus lahko spominja na zelišča. Kristalizira počasi ali zelo hitro, zaužitje je predvsem priporočljivo pri slabokrvnosti in kašlju.

Hojev med: je temno rjave barve z zelenim odsevom. Ima aromo po smoli in žganju, udi po mentolu. Kristalizira počasi, le-ta je svetlejši od tekočega. Zdravilno deluje pri slabokrvnosti in težavah s plučmi.

Gozdni med: je svetlo do temno rjave barve, ima močno aromo. Ne rad kristalizira. Priporočen je slabokrvnim ljudem in pri težavah z dihali.

Lipov med: je svetlo rumene barve z zelenim odsevom in ima značilno lipovo aromo, ima močan okus in je tudi rahlo pekoč. Hitro kristalizira, a kristali niso razporejeni enako. Deluje antibakterijsko, uživa naj se ga ob prehladih, kašlju, vnetnih procesih... Priporočajo ga pri boleznih želodca, jeter in ledvic, spodbuja metabolizem. Ni priporočljiv za srčne bolnike saj pospešuje potenje.

Kostanjev med: ima ostro aromo in je grenkega okusa. Grenkoba izvira iz cvetnega prahu, katerega je v em medu veliko. Kristalizira počasi. Priporočen je za bolnike z dihalno boleznijo kot je na primer astma, pri žilnih boleznih in prebavi.
(Jaklič, 2013)

6 SENZORIČNE LASTNOSTI MEDU

Senzorične lastnosti medu določamo s senzoričnimi analizami, pri katerih se zanašamo na dožemanje medu z vidika naših čutil. Ocenjujemo vonj, videz, aromo in okus medu, ki pa se zaradi razlik med vrstami medu lahko močno razlikujejo. (Novak, 2006)

Vonj medu je pri vrstnem medu podoben vonju rastline, na kateri so se čebele pasle, in je skupek vonja aromatskih spojin, ki se razlikujejo od vrste do vrste medu, aroma pa mu pogosto ustreza, vendar ta pojma nimata istega pomena, zato ju tudi ocenjujemo ločeno. Vonj je tako naša čutna zaznava predmeta, medtem ko aroma specifično označuje (večinoma prijetne) vonjave hrane. (eSSKJ, 2014)

Pri videzu medu je prav gotovo najočitnejša lastnost njegova barva, opazuje pa se lahko tudi motnost medu in podobo kristalov v kristalizirani obliki. *Barva medu* (slika 1) ima razpon od zelo svetle in prozorne rumene do oranžnih, rjavih in celo temno rjavih, skoraj črnih odtenkov, in je prav tako odvisna od izvora nektarja (Lilek, 2008). Za ocenjevanje medu po barvi se ponekod (predvsem v ZDA) uporablja Pfundova barvna lestvica, ki loči sedem barvnih kategorij medu: vodnato belo, posebno belo, belo, posebno svetlo jantarjevo, svetlo jantarjevo, jantarjevo in temno jantarjevo (Bodor idr., 2021).



Slika 15: različne barve medu

Okus medu je odvisen predvsem od deleža različnih sladkorjev v medu – fruktoza je namreč slajša od saharoze in glukoze, in pa seveda organskih spojin, prisotnih kot primesi (Lilek, 2008).

6.1 Senzorične lastnosti vrstnega medu

Kostanjev med (Novak, 2006)

Vonj: precej intenziven, značilen, oster, rezek, aromatičen, trpek, rastlinski, zeliščen, po lesu, taninu, fenolu, grenak, po kuhani čičeriki, po mokrem kartonu.

Aroma: skladna s tipičnim vonjem, močna, zelo značilna, trpka, ostra, rezka, aromatična, obstojna.

Videz: jantarne barve, tako temnejšega ali svetlejšega odtenka, v tekočem stanju ima lahko rahlo rdečkast ali zelenkast pridih, v kristalizirani obliki je med obarvan kostanjevo.

Okus: rahlo sladek, primerne kislosti, dokaj do zelo grenek, adstringenten in trpek.

Akacijev med (Novak, 2006)

Vonj: nežen, šibko sadežen, po akacijevem cvetju, razpoznavnost tega medu je dejansko odsotnost značilnega vonja.

Aroma: izredno neintenzivna.

Videz: skoraj brezbarven do svetlo rumen, redko kristalizira.

Okus: nežen, fin, sladek, po vanilijevih bonbonih, po sladkem sirupu, primerno kisel.

Cvetlični med (Novak, 2006)

Vonj: srednje do precej intenziven, sladkoben do kiselkast, zelo različen, prijeten, sadežen, po travniku, po detelji, zeliščen.

Aroma: srednje do dokaj izrazita, prijetna, sadna, aromatična, po travi, po cvetnem prahu rastlin, ki so ga nabrale čebele.

Videz: zelo raznolike barve, od rumene do rjave, odvisen od rastline in kontaminacije z mano.

Okus: srednje do precej intenziven, dokaj sladek, primerno do dokaj kisel, zelo različen, prijeten, sadežen, po travniku, po zeliščih.

Hojev med (Ahčin, 2015; Lilek, 2008)

Vonj: srednje do močno intenziven, značilen po mleku v prahu, smoli, dimu ...

Aroma: srednje do močno intenzivna, topla, aromatična, po smoli, po mleku v prahu, po karamelu. Manj intenzivne arome, ki se pojavljajo v hojevem medu so še rastlinska, sadna, kemična, cvetlična in animalna.

Videz: temnejše, rjavo-rdečkaste do sivorjave barve z zelenkastim podtonom, moten, poredko kristalizira.

Okus: srednje do močno sladek, šibko kisel, lahko tudi rahlo slan ali grenek.

Lipov med (Lilek, 2008)

Vonj: po lipovem cvetju, občasno po čistilih ali zdravilih, ob kristalizaciji nastanejo veliki, neenakomerni kristali.

Aroma: srednje do zelo močna, po lipovem cvetju in mentolu.

Videz: neintenzivne rumene barve z zelenim odsevom.

Okus: intenziven, rahlo pekoč.

Gozdni med (Lilek, 2008)

Vonj: srednje intenziven, značilno smolnat, po mleku v prahu, mlečnih bombonih, sirupu.

Aroma: srednje do zelo intenzivna, od vzorca do vzorca se lahko zelo razlikuje, zeliščna, smolna, po karamelu, brez priokusov.

Videz: zelo intenzivne, temno-rjave barve z rdečim ali zelenim podtonom.

Okus: srednje do močno sladek, kiselkast priokus.

Smrekov med (Lilek, 2008)

Vonj: zelo nežen, srednje izrazit.

Aroma: značilna, po sirupu proti kašlju, po smoli.

Videz: sijoče, rdeče-rjave barve, bister, poredko kristalizira.

Okus: srednje sladek in srednje obstojen, šibek kiselkast pookus.

Regratov med (Ahčin, 2015)

Vonj: značilen, po zmečkanih regratovih cvetovih, po hlevu.

Aroma: značilna, ustrezna vonju.

Videz: hitro kristalizira, kristaliziran mnogo svetlejši od tekočega

Med oljne ogrščice (Ahčin, 2015)

Vonj: značilen, po repici, hlevu, zelju.

Aroma: značilna, ustreza vonju.

Videz: hitro kristalizira, tvori fine do srednje velike kristale.

7 LASTNOSTI MEDU

7.1 Električna prevodnost

Električna prevodnost je parameter, s katerim lahko preverimo morebitno potvorjenost medu, uporaben pa je tudi za prepoznavanje različnih vrst medu. Po pravilniku mora biti električna prevodnost nektarjevega medu manjša ali enaka 0,8 mS/cm, električna prevodnost maninega medu pa je večja od prejšnje vrednosti. Prevodnost je odvisna od mineralov, kislin in drugih spojin, ki jih med vsebuje.

7.2 Kristalizacija medu

Slika 16 prikazuje kristalizirani med, ki je naraven pojav, ki se pogosteje pojavlja v nekaterih vrstah medu, predvsem v tistih, ki vsebujejo več glukoze. Ta se začne tvoriti v kristale, medtem ko fruktoza ostane v tekočem agregatnem stanju. Na kristalizacijo medu vpliva tudi vsebnost vode, prisotnost kristalizacijskih jeder, temperatura in čas shranjevanja in pa seveda tudi sam postopek pridelave. Kristalov se lahko znebimo s segrevanjem medu, a samo do temperature 40 °C, saj z višjo temperaturo uničimo nekatere pomembne hranilne snovi. (Lilek, 2020)



Slika 16: kristaliziran med (Čebelarstvo Kozmus, 2020)

7.3 Higroskopnost

Higroskopnost je zmožnost snovi, da absorbira ali adsorbira vodo, zračno vlago. Med ima to zmožnost, za to ga moramo shranjevati v zaprti posodi.

8 FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI MEDU

8.1 Voda

Voda je pomemben del večine živil, saj kot polarni medij omogoča različne reakcije v snoveh. V številnih reakcijah je tudi v vlogi reagenta. Delež vode v živilih ima velik vpliv na njihovo teksturo. Ta je posledica vzpostavitve različnih vezi med molekulami vode in molekulami beljakovin, sladkorjev, lipidov in različnimi solmi (Belitz in Grosch, 1999).

Republika Slovenija je za zagotavljanje kvalitete medu sprejela *Pravilnik o medu*. V pravilniku je navedeno, da je največja vsebnost vode v njem 21 %. V primeru medu iz rese in medu detelj je lahko delež vode največ 23 % (Pravilnik o medu, 1999). V raziskavi (Abramovič, Jamnik in Burkan, 2007) so ugotovili, da je bil delež vode v medu med 14,0 % in 18,0 %, kar je nižje od največjega dovoljenega. Povprečje vseh deležev vode pa je bilo 15,8 %. Strokovnjaki so določili, da je vsebnost vode pod 18,6 % zahtevana za vrhunsko kakovost medu (Plestenjak, 1999).

Vsebnost vode močno vpliva na delovanje encimov in mikroorganizmov v medu, vendar ta ni odvisna od vrste nektarja, ki ga čebele pridobivajo, marveč od paše čebel, razmer v podnebnju, čebelarstva panja in načina čebelarjenja. Vsi ti dejavniki dajejo medu končno teksturo in okus (Golob, Jamnik in Bertonec, 2008). Med z manjšo vsebnostjo vode je bolj viskozen, z večjo pa redkejši in bolj tekoč. Tak med je manj obstojen, saj lahko pride do vretja, ki ga vršijo ozmofilne kvasovke, če so le-te v medu prisotne. Kvasovke pretvorijo medne sladkorje v alkohol, kasneje se ta pretvori v očetno kislino in ogljikov dioksid (Božnar in Senegačnik, 1998). Vsebnost vode v medu se meri z refraktometrom (slika 17).



Slika 17: refraktometer (Zupan)

8.1.1 Aktivnost vode

Aktivnost vode je parameter, s katerim opišemo, kako razpoložljiva je voda v živilu. Izračunamo jo kot razmerje med parcialnim tlakom vodne pare nad živilom in parcialnim tlakom vodne pare nad čisto vodo pri isti temperaturi (Abramovič, 2003). Aktivnost vode v medu ni specifično določena, vendar v slovenskem medu velja, da je ta med 0,400 in 0,600. Aktivnost vode v največji meri določajo sladkorji. Izmed teh imajo največji vpliv monosaharidi. Disaharidi, polisaharidi in druge spojine pa na aktivnost vode nimajo pomembnejšega vpliva (Abramovič, Jamnik in Burkan, 2007).

8.2 Ogljikovi hidrati

Velik delež medu predstavljajo ogljikovi hidrati. Povprečno je v medu 40 % fruktoze, 34 % glukoze in med 1 do 4 % saharoze. Razmerje med njimi pa se razlikuje pri vsaki vrsti medu, vrste čebel in sestavi nektarja. Na razmerje vpliva tudi encim invertaza, ki pride iz izločkov čebeljih žlez. Encim cepi mešanico sladkorjev na monosaharide (Božnar, Senegačnik, 1998). V tabeli 4 so prikazani sladkorji, ki so bili identificirani v medu (Doner, 2003).

Tabela 4: sladkorji, identificirani v medu (Doner, 2003)

Monosaharidi	Disaharidi	Polisaharidi
Fruktoza	Saharoza	Melecitoza
Glukoza	Maltoza	Maltotrioza
	Maltuloza	Izomaltotrioza
	Izomaltoza	1-kestoza
	Nigeroza	Panoza
	Turanoza	Izopanoza
	Kojibioza	Erloza
	Laminaribioza	Teanderoza
	α in β -trehaloza	Centoza
	Gentibioza	Laminaritrioza
	Palatinoza	Rafinoza
	Celibioza	Izomaltotrehaloza
		Izomaltopentaoza

Ogljikovi hidrati so odgovorni za kemijsko-fizikalne lastnosti, kot so viskoznost, kristalizacija in higroskopnost (Haya in sod., 2018).

8.2.1 Monosaharidi

Monosaharidi so najpreprostejša oblika ogljikovih hidratov, ki vsebujejo eno karbonilno in več hidroksidnih funkcionalnih skupin (Smrdu, 2008). Med je sestavljen predvsem iz monosaharidov in sicer fruktoze in glukoze. Mešanica teh dveh sladkorjev se imenuje invertni ali reducirajoči sladkor. Spodnja meja reducirajočih sladkorjev je 65 g reducirajočega sladkorja / 100 g medu (Božnar in Senegačnik, 1998).

Fruktoza je ketoheksoza, med jo vsebuje okoli 34 %. Ta sladkor je dobro topen v vodi, higroskopičen in ne kristalizira hitro. Glukoza pa je aldoheksoza, med jo vsebuje okoli 34 %. Ta monosaharid je slabše topen v vodi in kristalizira pod temperaturo 50 °C. Viskoznost raztopine glukoze in fruktoze narašča s koncentracijo in pada s temperaturo. Na sliki 18 sta prikazani skeletni formuli molekule glukoze in fruktoze (Božnar in Senegačnik, 1998).



Slika 18: Skeletna formula molekule glukoze (a) in fruktoze (b) (Wikipedia, 2007)

8.2.2 Disaharidi

Disaharidi so ogljikovi hidrati, ki so sestavljeni iz dveh monosaharidov povezanih z glikozidno vezjo (Smrdu, 2008).

Najpogostejši disaharid v medu je saharoza. Ta je sestavljena iz fruktoze in glukoze, ki sta povezani z α,β -1,2-glikozidno vezjo. V medu se saharoza v veliki večini razgradi na monosaharida pod vplivom encima saharaze. Posledično je vsebnost le-te v medu nizka in znaša pod 5 g saharoze / 100 g medu. Vsebnost saharoze se med skladiščenjem lahko zmanjša zaradi delovanja encima invertaze, ki razgradi disaharid na glukozo in fruktozo (White, 1992).

Vsebnost prevelike količine saharoze lahko pomeni tudi ponaredbu medu, saj jo je v naravnem medu zelo nizka količina (Božnar in Senegačnik, 1998). Hkrati pa lahko pomeni tudi, da so bile čebele hranjene s sladkorno raztopino (Kmecl, 2006). V sladkorju so prisotni tudi drugi saharidi, ki so navedeni tabeli 4.

8.2.3 Polisaharidi

V medu je zelo malo polisaharidov. Prevelika količina polisaharidov pomeni, da je med ponarejen. Ponarejenost se preverja s kromatografijo in masno spektroskopijo. S slednjo se določa razmerje sladkorjev, ki kaže na to, ali je dodan koruzni sirup ali sirup sladkornega trsta (Božnar in Senegačnik, 1998). V tabeli 4 so navedeni še drugi polisaharidi, ki jih najdemo v medu.

8.3 Kisline in laktoni

8.3.1 Organske kisline

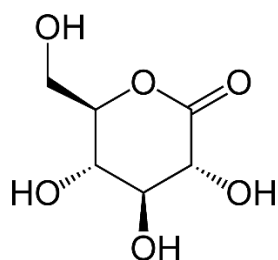
Med je živilo, ki ima nizko pH vrednost med 3,5 in 5,5. Ta vrednost je posledica vseh kislin, ki jih med vsebuje. Kisline vplivajo na značilen vonj in okus medu. Kisline, ki jih najdemo v medu, so glukonska, mravljična, očetna, citronska, mlečna, jabolčna, oksalna, piruvična, maslena in vinska (Kmecl, 2006). Najpomembnejša izmed kislin je glukonska kislina. Ta nastane pri encimski pretvorbi glukoze z encimom glukoza-oksidadza, ki izvira iz čebeljih žlez (Plestenjak, 1999). Ves spekter kislin pa skrbi za antibakterijsko in antioksidativno delovanje (Božnar, 2003).

Končna koncentracija kislin v medu ni odvisna od vrst medu, temveč od pogojev nastanka medu. Velik vpliv ima tudi čas med nabiranjem nektarja ali mane, končne specifične teže

medu v satovju izvora medu (Božnar in Senegačnik, 1998). Iz kislosti medu lahko relativno zanesljivo sklepamo o njegovi pristnosti. Če bi bil med ponarejen z neinventiranim sladkorjem, bi bil manj kisel. Če pa bi bil ponarejen z industrijsko inventirano saharozo, bi bil bolj kisel, saj med razpadom saharoze nastaja tudi mravljična kislina in nekatere druge kisline. Povečana kislost je lahko tudi posledica fermentacije – prevelike vsebnosti vode, ki omogoča rast mikroorganizmov. V tem primeru zaznamo povečano količino mlečne in očetne kisline (Božnar in Senegačnik, 1998). Pravilnik o medu dovoljuje maksimalno 50 mg / kg medu prostih kislin (Pravilnik o medu, 1999).

8.3.2 Laktoni

Laktoni so organske kisikove spojine, ki nastanejo kot produkt reakcije med kislino in alkoholom. Gre za ciklične estre, ki predstavljajo aromatske spojine v živilih. Laktoni so t.i. rezerva kislosti, saj ob dodatku vode pride do hidrolize, pri kateri nastane kislina, ki posledično zniža pH. V medu najdemo glukono- δ -lakton, ki je v ravnotežju s pripadajočo glukonsko kislino. Skeletna formula omenjenega laktona je prikazana na sliki 19 (Belitz in Grosch, 1999).



Slika 19: Skeletna formula molukuel glukono- δ -laktona (Wikipedia, 2006)

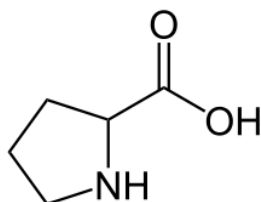
Laktoni nastanejo med procesom zorenja medu zaradi delovanja encima glukoza-oksidadza. V raziskavi so Cavia in sodelavci ugotovili, da se vsebnost laktonov in prostih kislin med shranjevanjem spreminja, medtem ko ostaja vsebnost skupnih kislin enaka. V začetnem času opazovanja se je vsebnost prostih kislin večala, medtem ko se je vsebnost laktonov zmanjševala, čez čas pa se je vsebnost obeh vrnila v prvotno stanje (Cavia in sod., 2007). V Pravilniku o mede ni določeno, kolikšna je maksimalna količina laktonov v medu (Pravilnik o medu, 1999).

8.4 Aminokisline

Vsebnost aminokislin in beljakovin se izraža z vsebnostjo dušika, ki je zelo majhna in znaša pod 0,1 %. Večina dušika se nahaja kovalentno vezanega v aminokislinah in posledično beljakovinah. V medu se nahaja približno 20 različnih neencimskih beljakovin. Vir le-teh je rastlinski nektar ali pa čebelji izločki, ki vsebujejo beljakovine. (Doner, 2003).

V medu se nahaja med 11 in 21 različnih prostih aminokislin. V večji meri se v medu nahajajo prolin (slika 20), glutaminska kislina, fenilalanin, alanin, tirozin in levcin (Doner,

2003). Po navadi vsebujejo temnejše vrste medu več aminokislin. Temnejša barva se v medu pojavi zaradi reakcij med sladkorji in aminokislinami (Božnar, 2003).



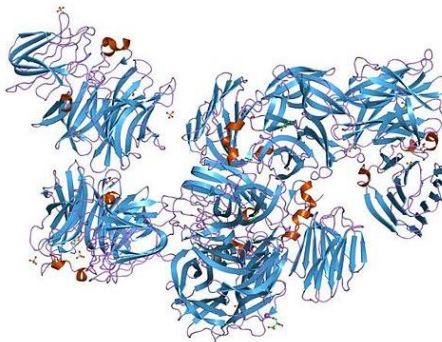
Slika 20: Skeletna formula molekule prolina (Wikipedia, 2007)

Prolin je najpomembnejša aminokislina v medu. Gre za ciklično aminokislino, ki predstavlja več kot polovico količine vseh aminokislin. Aminokislina ima tudi pomemben vpliv na okus, saj tvori aromatične snovi. Prolin večinoma izvira iz čebeljih izločkov, lahko pa tudi iz nektarja ali mane. Čebelji izločki vsebujejo encime in prolin. Ta je pomemben zaradi izravnavanja visokega osmotskega pritiska nektarja (Doner, 2003).

8.5 Beljakovine

V medu je beljakovin zelo malo in še te, ki so, za lastnosti medu niso zelo pomembne. To ne velja za encime v medu. Ti so pomembni za biološki nastanek medu. Najpomembnejši encimi v medu so invertaza, amilaza – diastaza, glukoza-oksidadza, fosfataza in katalaza (Anklam, 1998).

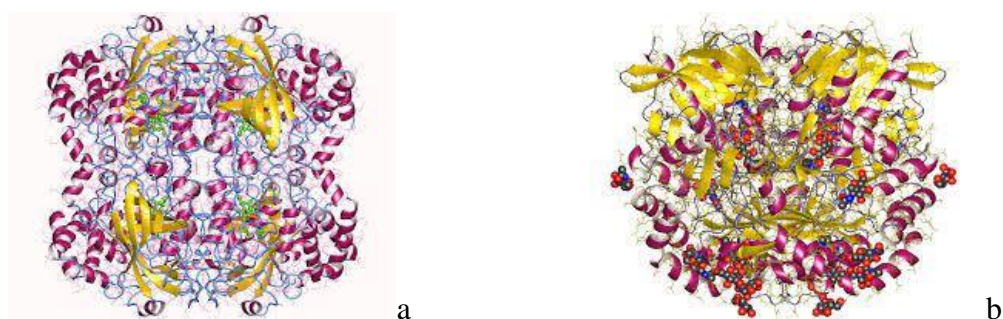
Invertaza (slika 21) je encim, ki spada med hidrolaze in cepi glikozidne vezi. Encim katalizira pretvorbo saharoze v invertni sladkor, ki je mešanica glukoze in fruktoze (Molan, 1996). Invertaza izvira iz nektarja in čebeljih izločkov, ki vsebujejo različne encime (Horn in Böhm, 2004).



Slika 21: Struktura encima invertaze (Wikipedia, 2007)

Poleg invertaze, ki cepi disaharide na monosaharide, je najpomembnejši encim v medu diastaza. Ta spada med hidrolaze, ki katalizirajo razcep glikozidnih vezi. Dialaza je skupno ime za α - in β -amilaze. Izvira iz čebel, saj ne vsebuje škroba. Encim ni termostabilen, zato ga uporabljajo za določanje kakovosti oziroma pristnosti medu. Če je koncentracija tega encima nižja, je bil uporabljen invertni sladkor ali hidroliziran škrob. Velja tudi, da se s staranjem medu aktivnost tega encima zmanjšuje (Kmecl, 2006).

Pomembna encima sta tudi oksidoreduktaza ter peroksidazi katalaza in glukoza-oksidaža (slika 22). Oba encima razgrajujeta vodikov peroksid v vodo in kisik. Razlikujeta pa se v izvoru. Katalaza izvira iz rastlin, glukaza-oksidaža pa iz čebel (Božnar in Senegačnik, 1998).



Slika 22: Struktura encima katalaza (a) in encima glukoza-oksidaža (b) (Wikipedia, 2016)

8.6 Anorganske snovi

Med vsebuje različne soli, ki vsebujejo kalij, natrij, magnezij, kalcij, železo in druge kovine. Delež teh mineralnih snovi je med 0,02 in 1 %. Vsebnost le-teh je odvisna od izvora in intenzivnosti paše čebel. Eden izmed vplivov je tudi tip tal, na katerih raste medonosna rastlina. Najmanjša količina anorganskih snovi je v medu iz nektarja, še posebej v akacijevem medu, največja količina pa v temnejših, gozdnih vrstah medu in medu, ki je pridobljen iz mane. Količina mineralnih snovi vpliva na električno prevodnost medu. Med z večjo vsebnostjo mineralnih snovi ima višjo prevodnost kot med z nižjo vsebnostjo mineralnih snovi (Božnar, 2003; Plestenjak, 1999).

Med anorganske snovi v medu spadajo tudi različni elementi. Za določanje le-teh se uporabljajo različne metode, kot so rentgenska fluorescenčna spektroskopija s totalnim odbojem (TXRF), atomska absorpcijska spektroskopija (AAS), atomska emisijska spektroskopija z induktivno spojeno plazmo (ICP-AES) in nevtronska analiza (NAA) (Golob in sod., 2005).

8.6.1 Vitamini

V medu so prisotni vodotopni vitamini; to so vitamini B-kompleksa in vitamin C. Ti v medu v največji meri pridejo s cvetnim prahom (Božnar in Senegačnik, 1998). Največji delež vitaminov predstavljata vitamini B₂ in B₃. Vitamin B₂ se imenuje riboflavin in vitamin B₃ oziroma niacin (slika 23) (Marwa in sod., 2019).



Slika 23: Skeletna formula molekule riboflavina (a) in niacina (b) (Wikipedia, 2007)

9 ANTIOKSIDATIVNA VLOGA MEDU

Bioreaktivne lastnosti polifenolov v svoj prid uporabljajo tako rastline, ki jih v te namene dejansko tvorijo, kot tudi vrsta žuželk, ki se, kot večina drugih živali, zanaša na antioksidativne fenole, že prisotne v njenemu glavnemu viru hrane. Gre se za medonosno čebelo (*lat. Apis mellifera*) in njej sorodne vrste, katerih pridelki so pomembni tudi za človeško prehrano, zato v zadnjih letih vedno več pozornosti privlačijo njihove antioksidativne značilnosti. Večina antioksidativnih snovi, bodisi fenolnih spojin, encimov ali katerih drugih spojin je tako že prisotnih v nektarju, lahko pa jih čebele še dodatno predelajo v končne komponente medu. Naravni antioksidanti v medu tako pripomorejo h antibakterijski vlogi med in delujejo protivnetno in antialergijsko, v kulinariki jih lahko torej izrabimo za zaščito živil pred oksidacijo, med pa je seveda tudi pogosto prisoten v domači medicini in kozmetiki za pomirjevanje vnetji in celjenje ran. Tako so antioksidanti tudi pomembni konzervansi. V svetu, kjer se za hiter zaslužek redči med z sladkornim sirupom, pa so polifenoli rastlinskega izvora tudi pomemben pokazatelj unikatne povezave med cvetnim prahom in nektarjem, vrsta prisotnih polifenolov pa nam lahko celo pokaže geografski izvor in vrsto medu (Erejuwa, Sulaiman in Ab Wahab, 2012).

10 ANTIMIKROBNE SNOVI V MEDU

Med vsebuje številne baktericide (tudi inhibine; protibakterijske snovi), ki inhibirajo rast mikroorganizmov ali pa jih uničijo. Ti uničevalno delujejo na streptokoke, stafilokoke, glivice, bakterije in viruse, ki so vzrok za različne bolezni dihal in drugih bolezni, kot so prehlad, gripa in podobno (Kapš, 2018).

Vzrok za antimikrobno delovanje medu je velika vsebnost sladkorjev. Ta določa visok osmotski pritisk in visoko viskoznost, kar preprečuje rast mikroorganizmov. V medu je med 14 in 21 % vode, kar še dodatno ovira razvoj mikrobov, ki za rast potrebujejo večji delež vode v substratu. Zaviralno vlogo imata tudi nizek pH in nizka vsebnost dušika. Nizek pH preprečuje rast ne-acidofilnih organizmov, ki niso prilagojeni na višjo koncentracijo kislin in drugih snovi, ki nižajo pH vrednost. Majhna vsebnost dušika pa otežuje delitev celic organizmov, saj ni dovolj dušikovih snovi za tvorbo celic. Prisotnost inhibinov ima pomembno vlogo tudi pri antimikrobnem delovanju medu (Božnar, 2003).

Inhibine lahko glede na njihovo delovanje razdelimo v dva inhibinska sistema:

- toplotno in svetlobno labilni peroksidni sistem inhibinov,
- toplotno in svetlobno stabilni neperoksidni sistem inhibinov (Bogdanov, 1997).

Najpogostejše antimikrobne snovi v medu so flavonoidi, vodikov peroksid in številne organske kisline (Kapš, 2018).

10.1 Peroksidni sistem inhibinov

Peroksidni sistem inhibinov predstavlja vodikov peroksid, ki nastane v medu skupaj z encimoma oksidaza in katalaza. Količina nastalega peroksida je določena s sintezo pod vplivom encima glukoza-oksidaza in razgradnjo pod vplivom katalaze. Količina vodikovega peroksida je sorazmerna koncentraciji glukoza-oksidaze in obratno sorazmerna koncentraciji katalaze (Dustmann, 1972; Weston, 2000).

Encim katalaza je encim, ki razgrajuje vodikov peroksid na vodo in kisik. Encim glukoza-oksidaza pa katalizira oksidacijo glukoze v vodikov peroksid in laktone (Wong in sod., 2008).

Encim glukoza-oksidaza se medicini primeša med zorenjem medu iz izločkov žlez čebel in količina le-te ne v različnih vrstah medu ne variira v tolikšni meri kot količina katalaze. Ta encim pride iz cvetnega prahu v medu in biološkega porekla medu. Zaradi vpliva izvora medu na količino omenjenih encimov se količina vodikovega peroksida med vrstami in znotraj posamezne vrste zelo razlikuje. Velja, tudi da zreli medovi ne vsebujejo velike količine vodikovega peroksida, saj je vsebnost glukoza-oksidaze zelo odvisna od vsebnosti vode v medu (White in sod., 1963).

Prve raziskave antimikrobnih snovi v medu so bile mikrobiološke. Kot osnovni mikroorganizem so uporabljali zlati stafilokok (lat. *Staphylococcus aureus*). Različne

raziskave so pokazale tvorbo glukonske kisline in vodikovega peroksida kot dejavnosti encima glukoza-oksidade in tako pojasnile izvor različnih inhibinov (White in sod., 1963). Nadalje raziskave so pokazale, kako svetloba vpliva na peroksidni sistem. Dokazali so, da svetloba deaktivira glukoza-oksido in posledično vpliva na manjšo nastalo količino vodikovega peroksida. Raziskali so tudi vpliv pH na ta encim. Ugotovili so, da je deaktivacija tega encima pod vplivom svetlobe največja pri pH = 3. Pri pH med 6 in 7 pa so ugotovili, da svetloba na encim nima več vpliva (White in Subers, 1964).

V preglednici 5 je prikazana izguba vodikovega peroksida v posameznih vrstah medu (5 mm debela plast medu) po 10 minutni izpostavljenost sončni svetlobi (Dustmann, 1972).

Tabela 5: Izguba vodikovega peroksida v posameznih vrstah medu (Dustman, 1972)

Vrsta medu	Vrednost pH	Izguba H ₂ O ₂ (%)
akacijev	4,5	68,5
lipov	4,4	23,5
kostanjev	4,5	24,6
hojev	5,1	4,1
smrekov	5,0	12,7

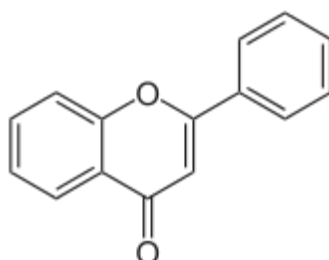
Količina vodikovega peroksida je odvisna tudi od kemijskih interakcij med vodikovim peroksidom in na primer askorbinsko kislino ali železom ter drugimi snovmi prisotnimi v medu (Kerkvliet, 1996).

10.2 Neperoksidni sistem inhibinov

Raziskave neperoksidnih snovi z antimikrobnim delovanjem v medu so pokazale, da so to hlapne, toplotno stabilne snovi neznanega porekla in lizocim. Dokazana je bila tudi prisotnost različnih snovi, ki spadajo v skupino flavonoidov. Te spojine so prisotne v propolisu, to je smolnatih snovi, ki jih čebele prinašajo z različnih rastlin, da z njimi prevlečejo satje in s tem preprečijo rast mikroorganizmov. Posledica flavonoidov v medu je lahko posledica mešanja smolnatih snovi v med s strani čebel ali pa sekundarne difuzije iz celic satja med zorenjem medu (Bogdanov, 1984).

10.2.1 Flavonoidi

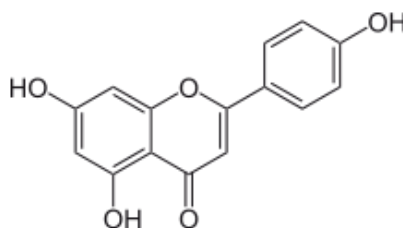
Flavonoidi so naravne organske spojine z nizko molekularno maso, večinoma so vodotopni in spadajo med fenolne spojine. Sestavljeni so iz treh obročev s 15 ogljikovimi atomi, od tega sta dva benzenova obroča in en heterociklični obroč s kisikovim atomom. Splošno zgradbo molekule flavonoidov prikazuje slika 24 (Cianciosi in sod., 2018).



Slika 24: Splošna zgradba molekule flavonoidov (Wikipedia, 2008)

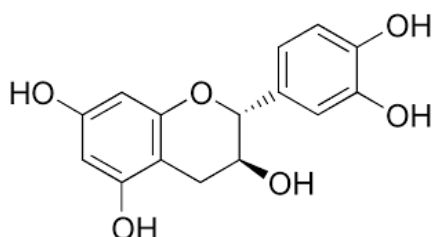
V medu najdemo največ flavonov, flavanolov in flavonolov. Med flavone na primer spadajo apigenin, acacetin, tricetin in drugi. Med flavanole pa pinocembrin, naringin, hesperidin in drugi. Med flavonole spadajo kvercetin, galangin, miricetin in fisetin (Cianciosi in sod., 2018).

Prva podskupina flavonoidov so flavoni, ki so relativno močne kisikove baze z zmožnostjo tvorbe oksonijevih soli, kar jim omogoča topnost v kislinah. Osnovno verigo vseh predstavnikov flavonov predstavlja 2-fenilkromen-4-on, ki gradi triobročno ogrodje, ki je vidno na sliki 25. Molekulska formula flavonov je $C_{15}H_{10}O_2$. Najbolj pogosta flavona sta luteol in apigenin. (Singh in sod., 2014)



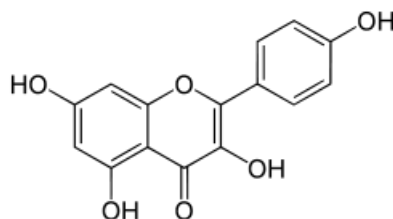
Slika 25: Skeletna formula molekule apigenina (Wikipedia, 2008)

Flavanoli so druga podskupina flavonoidov. Za sintezo teh snovi je potrebna svetloba. Glavni predstavniki te podskupine so katehin (slika 26), epikatehin in proantocianidini. (Bavčar, 2013)



Slika 26: Skeletna formula molekule katehina (Wikipedia, 2009)

Flavonoli so zadnja podskupina flavonoidov. Njihova struktura je podobna strukturi flavonov. Pogosto jih najdemo v rastlinskih tkivih vezanih na različne sladkorje. Flavonoli so različnih barv, vse od bele pa do rumene. Te spojine imajo tudi nepojasnen antioksidativni učinek. Najpogostejši predstavnik te podskupine je kempferol, ki je prikazan na sliki 27. Pogosta predstavnika sta tudi kvercetin in miricetin. (Makris in sod., 2006)

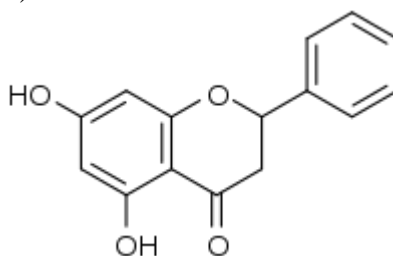


Slika 27: Skeletna formula molekule kempferola (Wikipedia, 2008)

10.2.2 Pinocembrin

Pinocembrin ali 5,7-dihidroksiflavon (slika 28) je glavni flavonoid oziroma flavonon v medu in propolisu. V veliki meri so v medu še flavonoidi krizin, galangin in pinobanksin. Ta spojina se nahaja v sadju, zelenjavi, oreščkih, semenih, zeliščih, začimbah, cvetju, čaju, vinu in drugih živilih.

Pinocembrin ima antioksidativne, protivnetne, protimikrobne in protitumorske lastnosti. Spojina se uporablja za zdravljenje različnih bolezni, kot so različne oblike raka, žilne bolezni in za zaviranje bakterijske kolonizacije pri različnih vnetjih. Pri zdravljenju raka se uporablja zaradi povzročanja apoptoze rakavih celic. To je programirana smrt rakavih celic, kjer ne pride do vnetnega procesa. Mehanizmi tega delovanja pa še niso popolnoma pojasnjeni. (Rasul in sod., 2013)



Slika 28: Skeletna formula molekule pinocembrina (Wikipedia, 2017)

Encimi so ene izmed najpomembnejših sestavin medu, saj prav ti pretvarjajo nektar in medeno roso v med. Zaradi občutljive zgradbe encimov služi njihova aktivnost kot indikator kakovosti predhodnega ravnanja z medom in starosti medu. V nekaterih državah je tako encimska aktivnost medu zavezujoč pravni kazalnik kvalitete medu (Vorlova in Čelečovska, 2002).

Nekateri encimi so prisotni v izločkih čebeljih žlez slinavk. Nektar v med pretvarjajo s katalizo specifičnih reakcij v medu, drugi pa se nahajajo že v nektarju oziroma so rastlinskega izvora. Ker so po zgradbi encimi večinoma ali vsaj delno beljakovine, so precej občutljivi na vročino – celotna funkcionalnost encima leži v njihovi posebni 3-D zgradbi, kjer se na aktivno mesto veže posebna molekula, katere reakcijo encim nato katalizira. Večina vrst medu vsebuje encime, vendar se v njihovi količini med seboj posamezne vrste razlikujejo. Pri nekaterih vrstah medu je encimska aktivnost naravno nižja, zato je ne smemo vzeti za absolutno merilo kvalitete. Najpomembnejši encimi, najdeni v medu so invertaza, diastaza, glukoza-oksidadza, katalaza in fosfataza (Babacan in Rand, 2005).

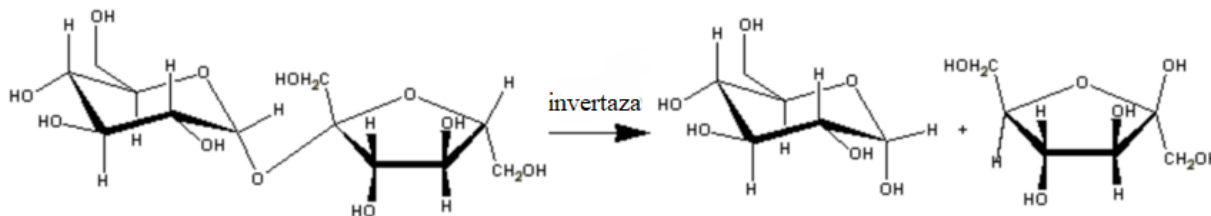
11 ENCIMI V MEDU

Encimi so ene izmed najpomembnejših sestavin medu, saj prav ti pretvarjajo nektar in medeno roso v med. Zaradi občutljive zgradbe encimov služi njihova aktivnost kot indikator kakovosti predhodnega ravnanja z medom in starosti medu. V nekaterih državah je tako encimska aktivnost medu zavezujoč pravni kazalnik kvalitete medu (Vorlova in Čelečovska, 2002).

Nekateri encimi so prisotni v izločkih čebeljih žlez slinavk. Nektar v med pretvarjajo s katalizo specifičnih reakcij v medu, drugi pa se nahajajo že v nektarju oziroma so rastlinskega izvora. Ker so po zgradbi encimi večinsko ali vsaj delno beljakovine, so precej občutljivi na vročino – celotna funkcionalnost encima leži v njihovi posebni 3-D zgradbi, kjer se na aktivno mesto veže posebna molekula, katere reakcijo encim nato katalizira. Večina vrst medu vsebuje encime, vendar se v njihovi količini med seboj posamezne vrste razlikujejo. Pri nekaterih vrstah medu je encimska aktivnost naravno nižja, zato je ne smemo vzeti za absolutno merilo kvalitete. Najpomembnejši encimi, najdeni v medu so invertaza, diastaza, glukoza-oksidadza, katalaza in fosfataza (Babacan in Rand, 2005).

11.1 Invertaza

Invertaza je encim, ki cepi glikozidne vezi v preprostejših sladkorjih in jih hidrolizira na monosaharida fruktozo in glukozo (slika 29). V primeru, da sta deleža fruktoze in glukoze enaka, kot je to večinoma pri medu, je bila sestavljena molekula zagotovo saharoza (Bergmeyer in Klotzsch, 1965).



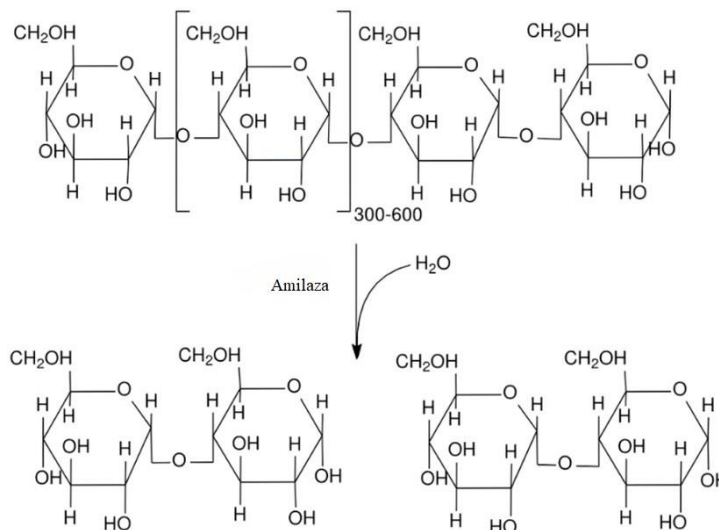
Slika 29: reakcijska shema invertazne hidrolize saharoze na glukozo in fruktozo (Milovanović, 2011)

Aktivnost invertaze v medu je pomemben pokazatelj starosti medu (Sanchez idr., 2001). Nahaja se v čebelji slini, v katero jo izločajo hipožrelne žleze in tako za razliko od nekaterih drugih encimov, ni prosto prisotna v nektarju pred čebeljo obdelavo (Simpson, 1960).

11.2 Diastaza

Amilaze so skupina encimov, ki cepijo glikozidne vezi v škrobu in ta polisaharid razbijajo na manjše, metabolnim procesom bolj dostopne sladkorje (slika 30). V medu je prisotna mešanica α - in β -amilaz, ki jih tako lahko označimo kar s skupnim imenom diastaza. Te amilaze so sicer prisotne že v nektarju, vendar je splošno sprejet znanstveni konsenz, da jih

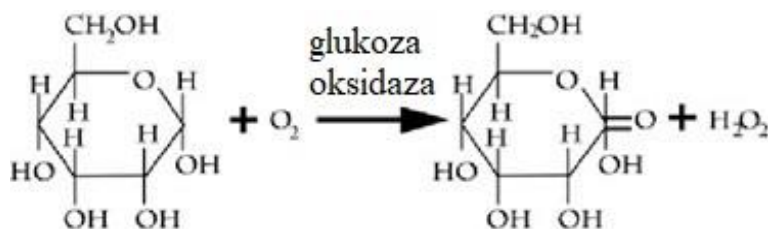
je večina vseeno produkt čebeljih hipožrelnih žlez. Prav tako kot invertaza, je lahko encimska aktivnost diastaze pomemben pokazatelj starosti medu (Babacan in Rand, 2005).



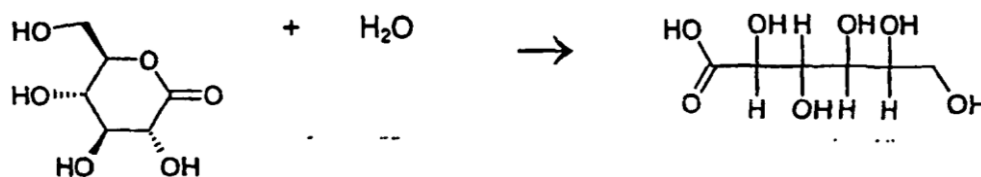
Slika 30:reakcijska shema amilazne hidrolize škroba v disaharide

11.3 Glukoza-oksidaža

Glukoza-oksidaža je encim, ki v prisotnosti kisika pretvarja glukozo v glukolakton (slika 31). Glukolakton je pomembna predstopnja za tvorbo glukonske kisline, ki nastane iz glukolaktona v prisotnosti vode (slika 32). Velik pomen pa ima tudi nastajajoči vodikov peroksid. Zaradi proizvodnje teh dveh spojin, je glukoza-oksidaža torej predvsem odgovorna za antibiotični učinek medu. Vodikov peroksid je bil tako identificiran kot "inhibin", ki je dolgo časa veljal za skrivnostno razkužilno in antibakterijsko sestavino v medu, medtem ko je prav glukonska kislina ravnotežju z glukolaktonom odgovorna za nizek pH medu (okoli 4) in ima torej še dodaten antimikrobni učinek. Pri dejanskih senzoričnih lastnostih medu pa je odgovorna za kislost okusa (Babacan in Rand, 2005).



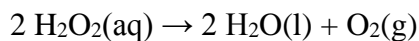
Slika 31: reakcijska shema oksidativne razgradnje glukoze z encimom glukoza-oksidaže



Slika 32: reakcijska shema nastanka glukonske kisline iz glukolaktona in vode

11.4 Katalaza

Katalaza je pomemben encim, prisoten v skoraj vseh živih bitjih, ki katalizira razpad za celice škodljivega vodikovega peroksida nazaj na vodo in atmosferski kisik:



Katalaza v medu ni zelo raziskana, morda tudi zato, ker se v vzorcih redkeje pojavlja. Vsebnost katalaze v vzorcu je po nekaterih raziskavah sorazmerna količini diastaze, naravno pa je seveda tudi, da imajo te vzorci manjšo vrednost vodikovega peroksida (Subers in Shepardtz, 1966).

11.5 Kislinska fosfataza

Kislinska fosfataza je encim, ki katalizira reakcijo hidrolize fosfatnih estrov in njihov razpad na ustrezen alkohol in fosfat (slika 33). Njena prisotnost v nekaterih vzorcih medu je sicer dokazana, vendar še ne vemo čemu natanko služi. Povezana je s fermentacijo medu (Torre idr., 2006).

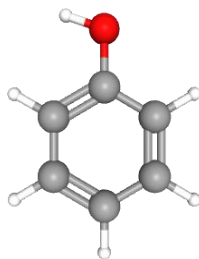


Slika 33: reakcijska shema hidrolize fosfatnega estra

12 FENOLI IN ANTIOKSIDANTI V MEDU

12.1 Fenoli

Fenoli so skupina organskih kisikovih spojin, ki v svoji strukturi vsebujejo fenolni obroč. Najpreprostejši predstavnik te skupine, je spojina s formulo C_6H_5OH , sestavljena iz benzenovega obroča C_6H_6 in alkoholne funkcionalne skupine $-OH$, vezanih s kovalentno vezjo (slika 34). Kljub alkoholni funkcionalni skupini ima malo podobnega z bolj poznanimi alkoholi, temveč je šibka kislina, poznana tudi pod imenom karbolne kisline. Zaradi benzenovega obroča se ga uvršča tudi med aromatske spojine, kar potrjuje tudi sladkast vonj čistega fenola. Pri sobni temperaturi fenol tvori bele kristale, taliti se začne že pri temperaturi $40,5\text{ }^{\circ}C$, zavre pa pri temperaturi $181,7\text{ }^{\circ}C$ (PubChem).



Slika 34: Slika krogličnega modela molekule fenola (Wikipedia)

12.2 Antioksidanti

Antioksidanti je izraz, ki označuje vse spojine, ki zavirajo in preprečujejo oksidacijske procese. Pri oksidacijskih procesih namreč kot stranski produkt nastajajo prosti radikali – visoko reaktivne molekule, ki nenadzorovano vstopajo v druge kemijske reakcije, s čimer pa lahko hudo poškodujejo celice. Sčasoma lahko pride zaradi poškodb celic in posledične degeneracije DNA do pospešenega staranja in celo do nastanka številnih resnih bolezenskih stanj, kot so rakave tvorbe, vnetne bolezni (arthritis), kardiovaskularne in tudi nevrodegenerativne bolezni. Večina prostih radikalov se izloča med metabolnim procesom celičnega dihanja, zato je ne le za nas, temveč za vse aerobne organizme, ki kisik koristijo, nujno potreben način izničitve nevarnosti prostih radikalov.

V ta namen je nastalo več obrambnih mehanizmov, ki v normalnih razmerah delujejo precej dobro in zadovoljivo ščitijo celico pred velikimi poškodbami. V kolikor je celica že poškodovana, jo odstranijo in gradnike na novo reciklirajo. Kadar je celica ali organizem v distresu, se izloča več prostih radikalov, kar pomeni, da jih lastni naravni zaščitni mehanizmi ne morejo več obvladovati v dovoljšni meri. V tem primeru lahko antioksidativno delujejo tudi spojine z antioksidativnim učinkom, zaužite z hrano. Najbolj poznani so različni karoteni, vitamin C (askorbinska kislina) in vitamin E (tokoferol). Slednji je po svoji kemični zgradbi pripadnik velike skupine spojin z antioksidativno funkcijo in sodi med polifenole (Scalbert idr., 2005).

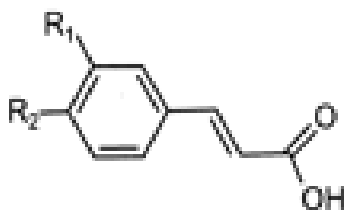
12.3 Polifenoli

Polifenoli so spojine s prisotnim fenolnim obročem, na katerega pa je vezano več hidroksilnih funkcionalnih skupin. Po drugi definiciji so to tudi vse spojine, na katerih je vezanih več fenolov. Pomembna je predvsem njihova antioksidativna funkcija, zaradi katere jih najdemo naravno prisotne večinoma v rastlinah, pa tudi v nekaterih vrstah žuželk. Delimo jih na štiri glavne skupine: fenolne kisline, flavonoide, stilbene in lignane (Scalbert idr., 2005).

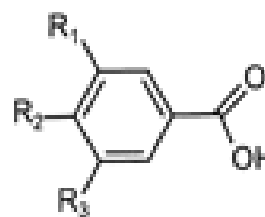
Med rastlinami so polifenoli prisotni kot derivati glukozidov, ki jih tvorijo same. Najpogostejši so flavonoidi in polifenoli, medtem ko so lignani in stilbeni precej nerazširjeni.

12.3.1 Fenolne kisline

Fenolne kisline so organske molekule, na katere je vezan tako fenolni obroč kot tudi karboksilna funkcionalna skupina. Delijo se na dve skupini: hidroksibenzojske kisline (slika 35), ki so derivati benzojske kisline, in hidroksicimetove kisline (slika 36), ki so derivati cimetove kisline (Scalbert idr., 2005).



Slika 35: Skeletna formula hidroksicimetove kisline

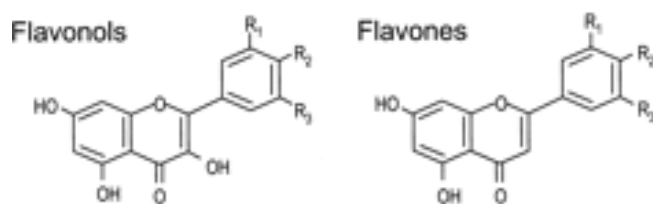


Slika 36: Skeletna formula hidroksibenzojske kisline

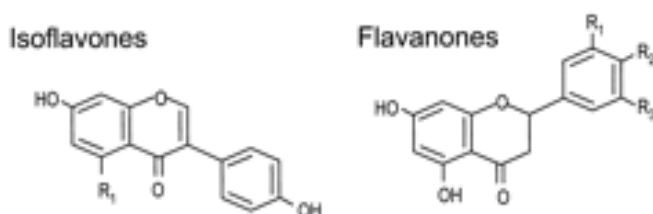
12.3.2 Flavonoidi

Flavonoidi so prepoznavni po skupni strukturi, sestavljeni iz 2 aromatskih obročev, vezanih s tremi ogljikovimi atomi, ki tvorijo oksigenirani heterocikel. Glede na funkcijo se flavonoidi delijo na 6 podrazredov – flavonole, flavone, izoflavone, flavanone, antociane in flavanole (slike 37, 38, 39) (Scalbert idr., 2005).

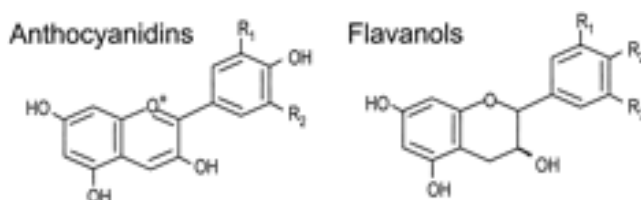
Od flavonoidov so pogosti predvsem flavonoli. Njihova biosinteza je odvisna od svetlobe, tvorijo pa se v zunanjih plasteh rastline, kjer so ji izpostavljeni. Flavoni in flavanoni se v večjih količinah pojavljajo predvsem pri citrusih. Izoflavoni imajo strukturo, ki je podobna nekaterim steroidnim hormonom, zaradi tega se jih klasificira tudi kot fitoestrogene. Prisotni so večinoma v stročnicah, sploh soji. Flavanoli obstajajo tako v monomerni kot tudi v polimerni obliki (proantociani oz. krčeni tanini) in zaradi svoje stabilnosti, za razliko od drugih flavonoidov, niso glikosilirani oz. navezani na sladkorje. Antociani so barvila živih barv, ki so udeleženi pri vsem od lepих barv cvetja (*gr.* anthos - cvet) do proizvodnje posebnih barvil v jesenskem listju (Scalbert idr., 2005).



Slika 37: Strukturna formula flavonolov in flavonov



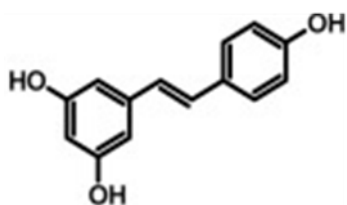
Slika 38: Strukturna formula izoflavonov in flavanonov



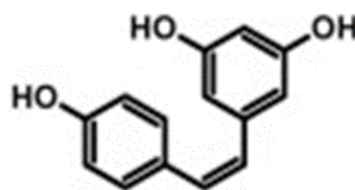
Slika 39: Strukturna formula antocianov in flavanolov

12.3.3 Stilbeni

Stilbene prepoznamo po dveh fenolnih obročih, ki ju med sabo veže molekula etanola ali etena. Nekateri od njih vsebujejo tudi hidroksilne funkcionalne skupine, zato take predstavnike uvrščamo med polifenole. Najpomembnejši predstavnik te skupine je resveratrol (slika 41, 42), ki ga najdemo v lupini grozdja in ščiti sadje pred prevelikim razmahom naravno prisotnih kvasovk. V majhnih količinah je prisoten tudi v vinu (Moreno, Peinado, 2012).



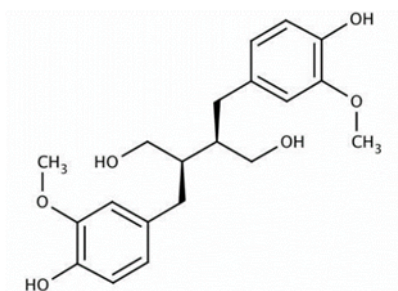
Slika 40: Trans resveratrol



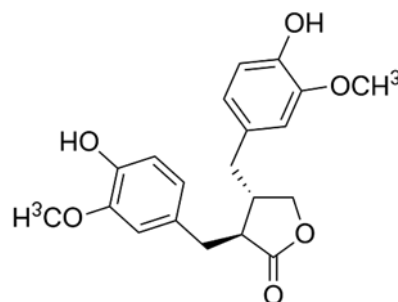
Slika 41: Cis resveratrol

12.3.4 Lignani

Lignane sestavljata dva fenolna obroča in dve fenilpropanski enoti. Najpomembnejša predstavnika sta sekoizolariciresinol (slika 43) in matairesinol (slika 44), ki ju najdemo predvsem v semenih (zrnih žita, lanu) (Manach idr., 2004).



Slika 42: Sekoizolaricresinol (Wikipedia)



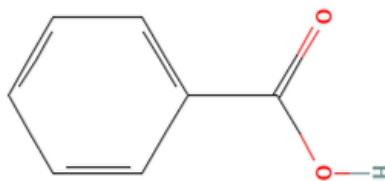
Slika 43: Matairesinol (Wikipedia)

12.4 Polifenolni antioksidanti v medu

12.4.1 Fenolne kisline

Fenolne kisline so v medu najpogostejše prisotni polifenolni antioksidanti. Ker so po zgradbi organske kisline, medu tudi znižujejo pH, kar pripomore k antibakterijskemu delovanju medu, vplivajo pa tudi na mnoge senzorične lastnosti vrstnega medu kot so vonj, okus in barva. Temnejši med ima načeloma več fenolnih kislin in je zaradi tega tudi rahlo bolj aromatičen in kiselkast. Poleg tega so nekatere fenolne kisline značilne za določene vrste medu. (Gaber Žveplan, 2013)

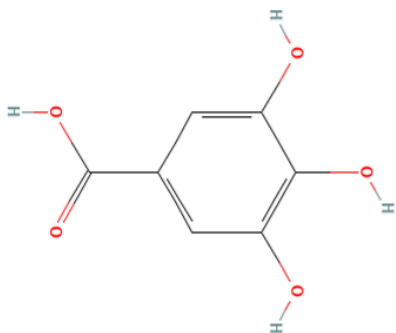
Benzojska kislina je predstopnja hidroksibenzojskih kislin, ki se tudi pojavlja v medu, nima pa antioksidativne funkcije.



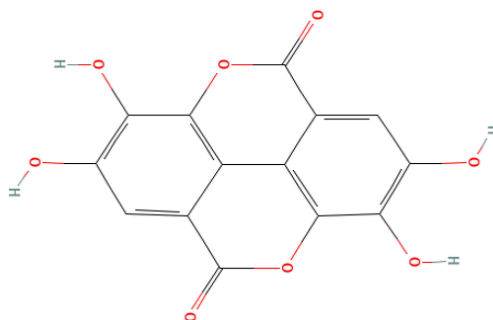
Slika 44: zgradba benzojske kisline (Pubchem)

12.4.2 Hidroksibenzojske kisline

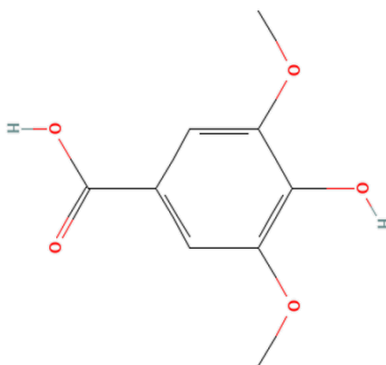
Te kisline so v medu večinoma prisotne v glikosilirani obliki. Poleg našetih (slike 45, 46, 47) sta pomembnejši še protokatehinska in vanilinska. Njihova prisotnost v medu se močno razlikuje od vrste do vrste in jih lahko v nekaterih primerih torej uporabljamo kot marker izvora nektarja. Vsi vzorci evkaliptusovega medu tako vsebujejo galno kislino, elaginska kislina pa se uporablja kot marker medu iz rese (Gaber Žveplan, 2013 in Erejuwa, Sulaiman, Ab Wahab, 2012).



Slika 45: zgradba galne kisline (PubChem)



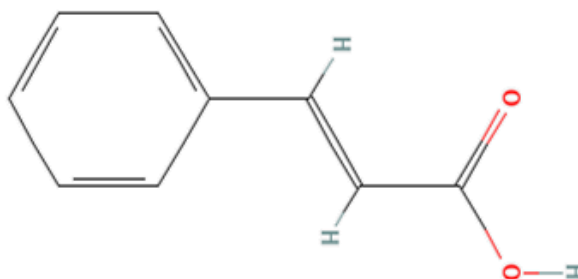
Slika 46: Zgradba elagične kisline (PubChem)



Slika 47: Zgradba siringične kisline (PubChem)

12.4.3 Cimetova kislina

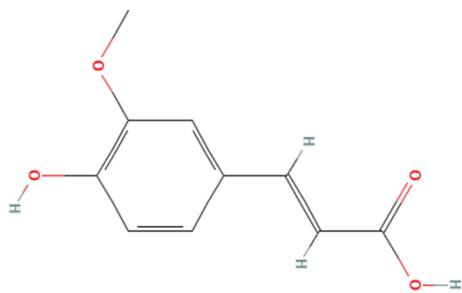
Cimetova kislina je predstopnja hidroksicimetovih kislin in je prav tako pogosto prisotna v medu. Vpliva na senzorične lastnosti, ker pa ni polifenol, nima antioksidativne funkcije. (Gaber Žveplan, 2013)



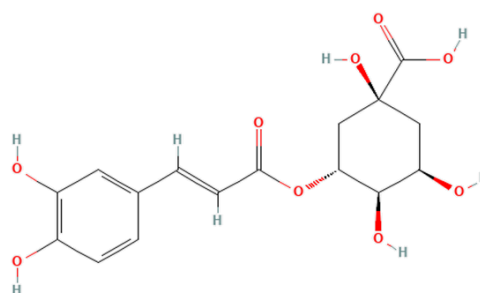
Slika 48: Zgradba cimetove kisline (PubChem)

12.4.4 Hidroksicimetove kisline

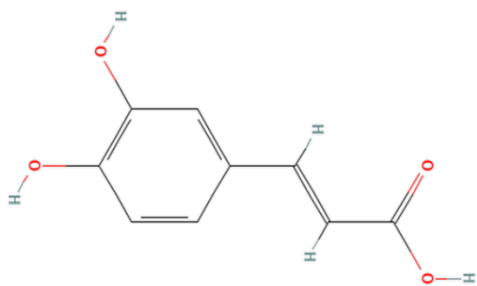
Kislina so v medu večinoma prisotne v obliki estrov. Poleg našetih (slike 49, 50, 51 in 52) pa je pomembna še sinapinska. Hidroksicimetove kisline se uporabljajo kot marker izvira kostonjevega medu. (Gaber Žveplan, 2013 in Erejuwa, Sulaiman, Ab Wahab, 2012).



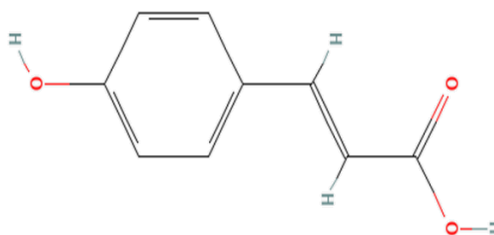
Slika 49: zgradba ferulinske kisline (PubChem)



Slika 50: Zgradba klorogene kisline (PubChem)



Slika 51: Zgradba kavne kisline (PubChem)

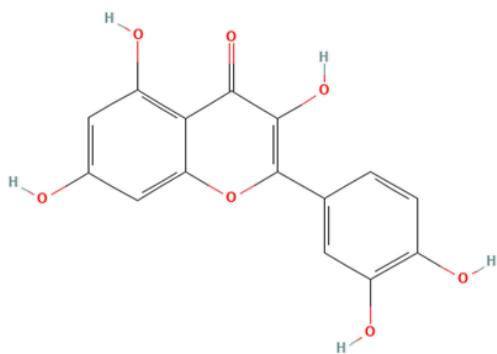


Slika 52: zgradba kumarne kisline (PubChem)

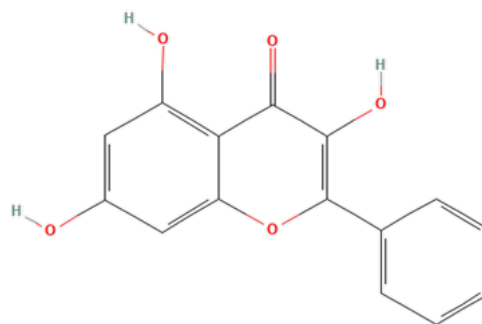
Flavonoidi so v medu prisotni v glikosilirani obliki. Poleg antioksidativnega delovanja pomembno vplivajo na senzorične lastnosti medu.

12.4.5 Flavonoli

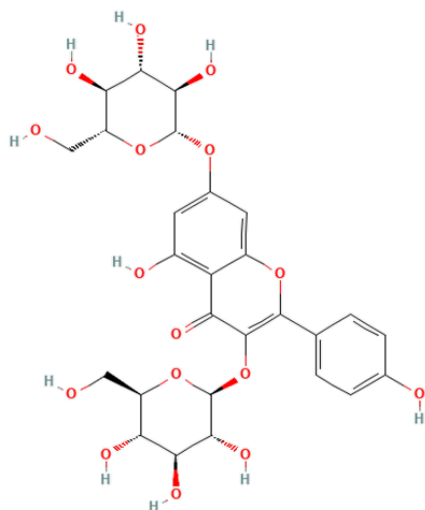
Kvercetin se nahaja predvsem v sončničnem in manukinem medu, slednji ima eno izmed najvišjih antioksidativnih aktivnosti med vrstami medu in od flavonolov vsebuje še izoramnetin. Galangin se pojavlja v citrusovem in akacijevem medu, prisotnost kamferola pa so dokazali v akacijevem in rožmarinovem medu (Gaber Žveplan, 2013).



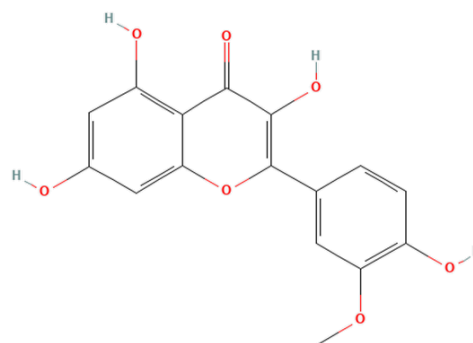
Slika 53: zgradba kvercetina (PubChem)



Slika 54: zgradba galangina (PubChem)



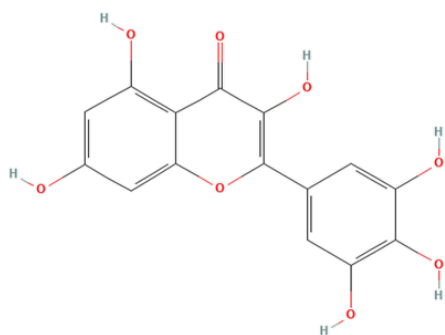
Slika 55: zgradba kamferola (PubChem)



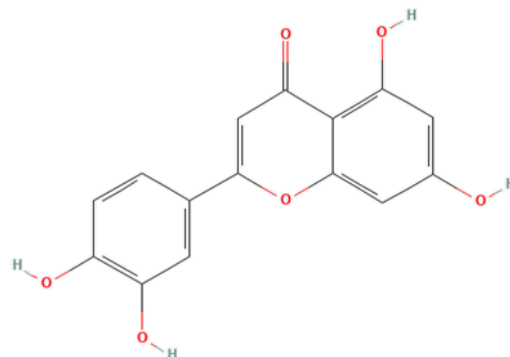
Slika 56: zgradba izoramnetina (PubChem)

12.4.6 Flavoni

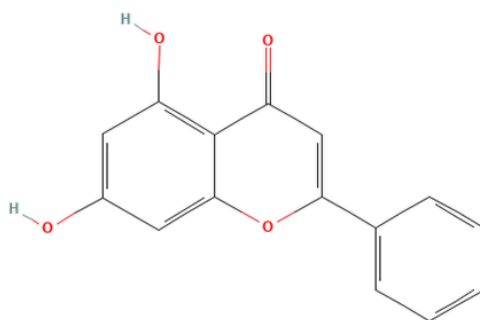
Hrizin je eden izmed redkih flavonoidov, prisoten v večini vrst medu, medtem ko je luteolin predvsem komponenta manukinega in sivkinega medu (Gaber Žveplan, 2013).



Slika 57: zgradba miricetina (PubChem)



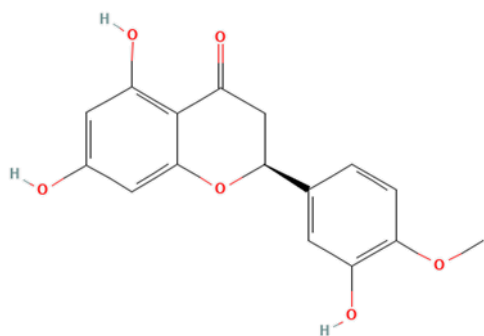
Slika 58: zgradba luteolina (PubChem)



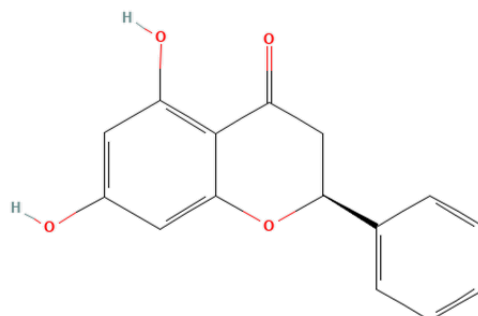
Slika 59: Zgradba hrizina (PubChem)

12.4.7 Flavanoni

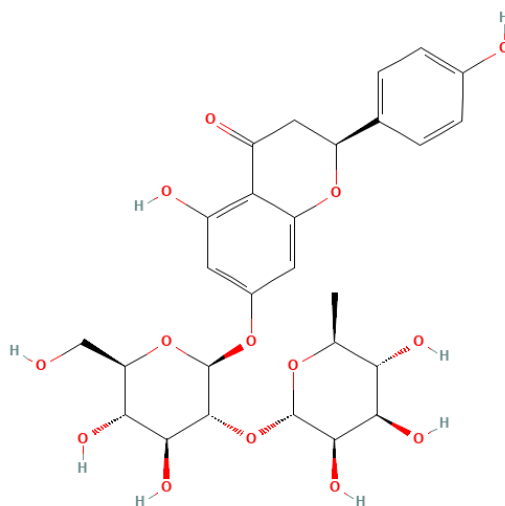
Hesperetin je flavanon, ki je značilna komponenta in torej marker medu iz citrusov. Pinocembrin in narangenin sta splošno prisotna v večini vrst medu (Gaber Žveplan, 2013).



Slika 60: zgradba hesperetina (PubChem)



Slika 61: zgradba pinocembrina (PubChem)








Slika 62: Zgradba naringenina (PubChem)

Tako vidimo, da so med polifenoli v medu zastopane in pomembne predvsem fenolne kisline in nekaj flavanoidov, predvsem flavonov in flavonolov (Erejuwa, Sulaiman in Ab Wahab, 2012). Znano je, da imajo temnejše in aromatično močnejše vrste medu načeloma višjo vsebnost polifenolov in zaradi tega tudi višjo antioksidativno aktivnost. Največ skupnih fenolnih spojin ima gozdni med, sledijo pa mu smrekov, kostanjev, hojev, cvetlični, lipov in akacijev med v tem vrstnem redu. V eksperimentu, kjer se je dokazovalo antioksidativno aktivnost v medu, pa je bila ta prav tako največja v gozdnem medu, sledili pa so smrekov, cvetlični, hojev, kostanjev, lipov in akacijev, torej antioksidativna aktivnost ni odvisna le od vsebnosti polifenolov. Zanimivo je tudi, da lahko iz tega izvlečemo, da imajo vrste medu iz mane v povprečju več polifenolov kot cvetlični med. (Gaber Žveplan, 2013)

13 EKSPERIMENTI V POVEZAVI Z MEDOM

1. POSKUS: Ugotavljanje prisotnosti reducirajočih sladkorjev

POTREBŠČINE

Laboratorijski inventar	Snovi
tehtnica	destilirana voda
1 L čaša	kalij natrijev tartrat
steklenica z brušenim zamaškom	saharoza
200 mL merilna bučka	metilen modro, $K_2SO_4Al_2(SO_4)_3 \cdot 24 H_2O$,
50 mL merilna bučka	bakrov sulfat
100 mL merilna bučka	
500 mL merilna bučka	natrijev hidroksid
10 mL pipeta	
filter	klorovodikova kislina
5 mL pipeta	
250 mL erlenmajerica	amonijev hidroksid
7 in 15 mL pipeta	
1,5 mL bireta	barijev klorid
vrelni kamenčki	

POTEK DELA





1. Pripravite Fehlingovo raztopino tako, da napravite raztopino A in B.
2. Za raztopino A raztopite 69,28 g bakrovega sulfata in z destilirano vodo dopolnite do 1 L. Raztopino pripravite dan pred titracijo.
3. Za raztopino B raztopite 346 g kalij natrijevega tartrata in 100 g natrijevega hidroksida (NaOH) v 1 L destilirane vode. Raztopino filtrirajte.
4. Za standardno raztopino invertnega sladkorja odtehtajte 9,5 g saharoze in ji dodajte 5 mL raztopine klorovodikove kisline (36,5 %). Razredčite s 100 mL destilirane vode.
5. Raztopino hranite na sobni temperaturi do tri dni, ki jo nato dopolnite z vodo do enega litra.
6. Tik pred uporabo ustrezno prostornino raztopine nevtralizirajte z 1 mol/L raztopine

NaOH in jo razredčite do zahtevane koncentracije 2 g/L.

7. Pripravite raztopino metilen modrgea tako, da 2 g metilen modrega raztopite v destilirani vodi in dopolnite do 1 L.
8. Za raztopino galuna pripravite hladno nasičeno raztopino aluminij kalijevega sulfata vodi.
9. Ob stalnem mešanju dodajajte amonijev hidroksid dokler raztopina ne postane alkalna, kar ugotovite z lakmusovim papirjem.
10. Raztopino pustite, da se oborina usede, jo oddekantirajte in oborino izpirajte z vodo, dokler ni reakcija na sulfatni ion še komaj pozitivna, kar ugotovite z raztopino barijevega klorida.
11. Odlijte odvečno vodo, preostalo oborino pa shranite v steklenici z brušenim zamaškom.
12. Za pripravo vzorca:
 - I. postopek
 - a) Odtehtajte 2 g homogeniziranega medu (m_1), prenesite v 200 mL bučko, raztopite v vodi in dopolnite do oznake.
 - b) S pipeto odmerite 50 mL raztopine in jo dopolnite z destilirano vodo do 100 mL.
 - II. postopek (za med z usedlino)
 - a) odtehtajte 25 g (m_2) homogeniziranega medu in ga prenesite v 100 mL merilno bučko in dodajte 5 mL galuna. Dopolnite z vodo in pri 20 °C filtrirajte.
 - b) V 500 mL merilno bučko s pipeto odmerite 10 mL vzorca in ga razredčite z destilirano vodo do 100 mL
13. Standardizirajte Fehlingovo raztopino tako, da s pipeto odmerite 5 mL raztopine A in pomešamo z 5 mL raztopine B.
14. Ta raztopina mora v celoti reagirati z invertnim sladkorjem, ki ga vsebuje 25 mL standardne raztopine invertnega sladkorja pod točko 4.
15. V 250 mL erlenmajerico s pipeto odmerite 5 mL raztopine A in 5 mL B, 7 mL destilirane vode in 15 mL raztopine medu.
16. Dodajte 25 mL destilirane vode in 1,5 mL razredčene raztopine medu.
17. Dodajte vrelnne kamenčke in hladno mešanico segrejte do vretja. Vre naj 2 minuti.
18. Med vrenjem dodajte 1 mL 0,2 % raztopine metilensko modrega.
19. Vrelo raztopino titrirajte z razredčeno raztopino medu dokler ne izgine barva indikatorja.
20. Izračunajte invertni sladkor v g/100g
$$2/m_1 \times 100/V$$
$$m_1 - \text{masa vzorca v g}$$
$$V - \text{prostornina razredčene razopine medu, porabljene za določanje, v mL}$$

2. POSKUS: Ugotavljanje vsebnosti saharoze

POTREBŠČINE

Laboratorijski inventar	Snovi
Tehtnica, I. 200 mL merilna bučka ali II. 100 mL merilna bučka, pipeta 5mL, filter (če med z usedlino), merilni valj, 100 mL merilna bučka, vodna kopol	Destilirana voda kalij natrijev tartrat saharoza metilen modro bakrov sulfat  natrijev hidroksid  klorovodikova kislina  amonijev hidroksid 

POTEK DELA

1. Za pripravo vzorca odtehtajte 2 g homogeniziranega medu, ga prenesite v merilno bučko in raztopite v destilirani vodi in dopolnite do 200 mL.
II. Če je med z usedlino odtehtamo 25 g in ga prenesemo v 100 mL merilno bučko in dodamo 5 mL galuna (točka 2) in dopolnite z destilirano vodo do 250 mL.
2. Za raztopino galuna pripravite hladno nasičeno raztopino aluminij kalijevega sulfata v vodi. Ob stalnem mešanju dodajajte amonijev hidroksid dokler raztopina ne postane alkalna, kar ugotovite z lakmusovim papirjem. Raztopino pustite, da se oborina usede, jo oddekantirajte in oborino izpirajte z vodo, dokler ni reakcija na sulfatni ion še komaj pozitivna, kar ugotovite z raztopino barijevega klorida. Odljite odvečno vodo, preostalo oborino pa shranite v steklenici z brušenim zamaškom.
3. Za hidrolizo vzorca s pipeto odmerite 50 mL medu in prenesite v 100 mL merilno bučko. Dodajte 25 mL destilirane vode in postavite v vodno kopol, da se segreje na 65 °C.
4. Bučko vzamite iz vodne kopeli in dodajte 10 mL klorovodikove kisline. Pustite 15 min da se ohladi.

5. Raztopino nevtralizirajte z natrijevim hidroksidom ob uporabi lakmusa in dopolnite do 100 mL
6. Določanje je enako kot pri določanju reducirajočih sladkorjev pred inverzijo.
7. Izračunajte invertni sladkor v g/100g
 - $2/m_1 \times 100/V$
 - m_1 – masa vzorca v g
 - V – prostornina razredčene razopine medu, porabljene za določanje, v mL

3. POSKUS: Metoda za ugotavljanje vsebnosti vode

POTREBŠČINE

Laboratorijski inventar	Snovi
refraktometer	različni vzorci medu

POTEK DELA

1. Vzamite vzorec medu in ga vstavite v ta namenjen prostor na refraktomeru.
2. Izerite indeks refrakcije pri stalni temperaturi 20 °C in iz tabele odčitajte količino vode (% , m/m).

Stran **3466** / Št. **30** / **28. 4. 1999**

Uradni list Republike Slovenije

Tabela za odčitavanje deleža vode v medu

Indeks refrakcije (20°C)	Delež vode (%)	Indeks refrakcije (20°C)	Delež vode (%)	Indeks refrakcije (20°C)	Delež vode (%)
1,5044	13,0	1,4935	17,2	1,4830	21,4
1,5038	13,2	1,4930	17,4	1,4825	21,6
1,5033	13,4	1,4925	17,6	1,4820	21,8
1,5028	13,6	1,4920	17,8	1,4815	22,0
1,5023	13,8	1,4915	18,0	1,4810	22,2
1,5018	14,0	1,4910	18,2	1,4805	22,4
1,5012	14,2	1,4905	18,4	1,4800	22,6
1,5007	14,4	1,4900	18,6	1,4795	22,8
1,5002	14,6	1,4895	18,8	1,4790	23,0
1,4997	14,8	1,4890	19,0	1,4785	23,2
1,4992	15,0	1,4885	19,2	1,4780	23,4
1,4987	15,2	1,4880	19,4	1,4775	23,6
1,4982	15,4	1,4875	19,6	1,4770	23,8
1,4976	15,6	1,4870	19,8	1,4765	24,0
1,4971	15,8	1,4865	20,0	1,4760	24,2
1,4966	16,0	1,4860	20,2	1,4755	24,4
1,4961	16,2	1,4855	20,4	1,4750	24,6
1,4956	16,4	1,4850	20,6	1,4745	24,8
1,4951	16,6	1,4845	20,8	1,4740	25,0
1,4946	16,8	1,4840	21,0		
1,4940	17,0	1,4835	21,2		

Če indeksa refrakcije nismo izmerili pri temperaturi 20 °C, upoštevamo korekcijo temperature:

- temperatura nad 20 °C; k indeksu refrakcije prištejemo 0,00023 za vsako°C,
- temperatura pod 20 °C; od indeksa refrakcije odštejemo 0,00023 za vsako°C.

4. POSKUS: Ugotavljanje v vodi netopnih snovi

POTREBŠČINE

Laboratorijski inventar	Snovi
filtrni lonček	destilirana voda
grelna kopel	

POTEK DELA

1. Odtehtajte 20 g vzorca in ga razopite v destilirani vodi pri temperaturi 80 °C.
2. Pripravljen vzorec filtrirajte skozi posušen, stehtan filtrni lonček z luknjicami velikosti 15 – 40 mm.
3. Ostanek izpirajte z vročo destilirano vodo dokler voda ne vsebuje več sladkorjev.
4. Sušite eno uro pri temperaturi 135 °C, in nato ohladite.
5. Sehtajte s točnostjo 0,1 mg.
6. Izračunajte količino v vodi ne topnih snovi % (m/m) s formulo:
$$m_O / m_V * 100 = \% \text{ v vodi netopnih snovi}$$

m_O - masa osanka po sušenju v g
 m_V - masa vzorca v g

5. POSKUS: Ugotavljanje vsebnosti pepela

POTREBŠČINE





Laboratorijski inventar	Snovi
posoda za žarenje iz platine ali kvarca vodna kopel peščena kopel peč za žarjenje	različni vzorci medu

POTEK DELA

1. Stehtajte in prežarite posodo za žarjenje.
2. Odtehtajte 5 – 10 g vzorca in ga segrejte v kopeli, tako da večji del vode izhlapi.
3. Vzorec postavite v peščeno kopel, da zogleni.
4. Ostanek žarite v peči za žarjenje pri 600 °C do konstantne mase.
5. Ohlajeno sehtamo.
6. Količino pepela izračunamo po formuli:
$$m_O / m_V * 100 = \text{količina pepela g/100g}$$
$$m_O - \text{masa osanka po žarjenju v g}$$
$$m_V - \text{masa vzorca v g}$$

6. POSKUS: Ugotavljanje skupne kislosti

POTREBŠČINE

Laboratorijski inventar	Snovi
Pripomočki za titracijo ali pH meter	fenolftalein  natrijev hidroksid  etanol   destilirana voda

POTEK DELA


1. Odtehtajte 10 g vzorca in ga raztopite v 75 mL destilirane vode.
2. Raztopljenemu vzorcu dodamo do 5 kapljic fenolftaleina in titramo z raztopino NaOH do rožnate barve obstojne 10 sekund.
3. Ekvivalentno točko pH 8,3 lahko določimo tudi s pH metrom.
4. Izračunamo kislost v milimolih kisline / kg vzorca po formuli:

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

V – volumen = NaOH, c = 0,1 mol/L v mL za nevtralizacijo 10 g medu.

7. POSKUS: Ugotavljanje aktivnosti diostaze

POTREBŠČINE

Laboratorijski inventar	Snovi
vodna kopel	jod
spektrometer z odčitavanjem pri valovni dolžini 660 nm	
500 mL bučka	kalijev jodid
250 mL erlenmajerica	
100 mL merilna bučka	natrijev acetat
50 mL merilni valj	škrob
	destilirana voda
	očetna kislina
	
	natrijev klorid

POTEK DELA

1. Za osnovno raztopino joda raztopite 8,8 g joda in ga pomešajte z 22 g kalijevega jodida. Vse skupaj raztopite v 30 – 40 mL vode, nato razredčite do enega litra.
2. Za razredčeno raztopino joda v 500 mL bučki raztopimo 20 g kalijevega jodida v 30 – 40 mL vode.
3. Dodajte 5 mL osnovne raztopine joda. (Raztopino moramo pripraviti vsak drugi dan.)
4. Za acetatni pufer, s pH 5,3, raztopite 87 g natrijevega acetata, dodajte približno 10, 5 mL led – očetne kisline in dopolnite z vodo do 500 mL.
5. Izmerite pH in če je potrebno uravnajte na 5,3 z natrijevim acetatom ali očetno kislino.
6. Napravite raztopino natrijevega klorida ($c = 0,5 \text{ mol/L}$) ako, da raztopite 14,5 g natrijevega klorida v prekuhani in ohlajeni destilirani vodi in dopolnite do 500 mL.
7. Pripravite raztopino škroba. V 250 mL erlenmajerico odtehtajte 2 g škroba in pomešajte z 90 mL vode.
8. To takoj segrejte in pustite vreti 3 minute.
9. Raztopino pokrijte in jo ohladite do sobne temperature in jo prenesite v 100 mL merilno bučko. To dajte v vodno kopel na 40 °C in dopolnite z vodo do oznake.
10. Vzorca za analizo ne smete segrevati. V 50 mL čašo zatehtajte 10 g vzorca. Dodajte 5 mL acetatnega pufru in 20 mL vode in premešamo.
11. Le-to prenesete v 50 mL bučko, dodate 3 mL raztopine natrijevega klorida in dopolnite z vodo do oznake.




12. Standardizirajte raztopino škroba tako, da s pipeto odmerite 5 mL raztopine škroba, segrejete na 40 °C in dodate 10 mL vode.
13. V drugo čašo odmerite 1 mL pripravljene mešanice, 35 mL vode in 10 mL razredčene raztopine joda.
14. Nastalo barvo odčitajte pri 660 nm. Vrednost mora biti $0,760 \pm 0,020$. Če je potrebno dodate vodo, da dobite pravilno ekstinkcijo.
15. Za merjenje ekstinkcije odmerite 10 mL medu in jo prenesite v 50 mL merilni valj in dajte v vodno kopel pri temperaturi 40 °C, skupaj s posodo, v kateri je raztopina škroba.
16. Po 15 minutah odmerite s pipeto 5 mL škroba in jo dodajte raztopini medu.
17. V 5-minutnih presledkih odpipeirajte 1 mL in dodajte 10 mL razredčeni raztopini joda.
18. Premešajte in razredčite z vodo do 35 mL in izmerite ekstinkcijo pri 660 nm. Posopek ponavljajte dokler se ekstinkcija ne zmanjša do 0,235.
19. V grafikon vpišite vrednosti ekstinkcije kot časovne funkcije. Skozi najmanj tri točke poegnite črto in določite čas (t), ko ekstinkcija doseže vrednost 0,235. Število 300 delite s tem časom, izraženim v minutah in dobite število diastaze (DN). To število izraža aktivnost diastaze kot mL 1 % raztopine škroba, ki je z encimom iz 1 g medu eno uro hidrolizirana pri temperaturi 40 °C,

$$\text{Število diastaze} = 60/t \times 0,1/0,01 \times 1/2 = 300/t$$

T = čas v minutah

8. POSKUS: Ugotavljanje vsebnosti hidrosimetil furfurala HMF

POTREBŠČINE

Laboratorijski inventar	Snovi
100 mL merilna bučka 50 mL bučka epruvete vodna kopel spektrometer	barbiturna kislina, <i>p</i> -toluidin  izopropanol  ledocet 

POTEK DELA

1. Prpravite razopino barbiturme kisline: odtehtajte 500 mg barbiturme kisline in jo s 70 mL prenesite v 100 mL merilno bučko.
2. Raztopino segrevajte v vodni kopeli, ohladite in dopolnite z vodo do oznake.
3. Za pripravo raztopine *p*-toluidina odtehtajte 10 g *p*-toluidina in ga počasi segrevajte na vodni kopeli raztopite v približno 50 mL izopropanola.
4. Raztopino prenesite v 100 mL bučko in dodajte 10 mL ledocta.
5. Ohladite in dopolnite z izopropanolom do oznake.
6. Pripravite destilirano vodo brez kisika tako, da vodo preprihate z dušikom.
7. Odtehtajte 10 g vzorca in ga raztopite v 20 mL destilirane vode. Prenesite v 50 mL bučko in dopolnite z destilirano vodo do oznake.
8. S pipeto odmeritepo 2 mL raztopine medu v vsako od dveh epruvet in dodajte 5 mL *p*-toulidina.
9. V eno epruveto odmerite 1 mL vode, v drugo pa 1 mL raztopine barbiturme kisline. Dobro premešajte.
10. Epruveta z vodo je kot slepi vzorec. Reagente dodajajte brez prekinitev v eni do dveh minutah.
11. Ko intenzivnost barve doseže maksimum (3 -4 min) odčitajte absorbanco pri 550 nm v 1 cm kivetih.
12. Količino HMF izrazite v mg/kg medu in jo določite s pomočjo umeritvenega diagrama s standardnimi raztopinami, ki vsebujejo od 5 do 300 mg HMF.

$$\text{Mg HMF} / 1000\text{g medu} = \text{absorbanca} * 192 / \text{debelina plasti}$$

9. POSKUS: Izvedba pelodne analize

POTREBŠČINE

Laboratorijski inventar	Snovi
centrifuga (najmanj 3000 vrtljajev / minuto)	različne vrste medu
svetlobni mikroskop	
čša	
vodna kopel	

POTEK DELA

1. V čašo odtehtajte 10 g dobro premešanega medu in ga raztopite v 20 mL hladne vode.
2. Postavite v vodno kopel pri 45 °C.
3. Raztopino centrifugirajte 10 min s 300 vrtljaji na minuto. Dekantirajte.
4. Ponovno prilijte 20 mL hladne vode in centrifugirajte. Dekantirajte.
5. Z mikropipeto spustite kaplico usedline na objektno steklo za mikroskopiranje in razmažite na velikost 1 cm × 1,5 cm.
6. Za identifikacijo pelodnih zrn uporabite ustrezen atlas cvetnih prahov in ovrednotite relativni delež prahu glede na izvor.

10. POSKUS: Ugotavljanje elektrolitske prevodnosti

POTREBŠČINE

Laboratorijski inventar	Snovi
1. onduktometer (spodnja meja 10^{-7} S) celica za merjenje prevodnosti termometer (0,1 °C natančno) vodna kopel merilne bučke čaše	kalijev klorid, destilirana voda

POTEK DELA

1. Pripravite destilirano vodo in raztopino kalijevega klorida; $c(\text{KCl}) = 0,1 \text{ mol / L}$.
2. 7,4557 g kalijevega klorida posušenega na 130 °C raztopite v sveže destilirani vodi v 1000 mL bučki in dopolnite do oznake.
3. Določite konstanto celice za merjenje prevodnosti; v čašo odmerite 40 mL raztopine kalijevega klorida.
4. Celico za merjenje prevodnosti zvežite s konduktometrom in jo temeljito sperite z raztopino kalijevega klorida. S termometrom potopite v raztopino.
5. Naj bo 20 °C. Odčitajte elektrolitsko prevodnost raztopine v mili Siemensih (mS).
6. Po dokončani določitvi celico temeljito sperite in posušite.
7. Izračunajte konstanto celice:
 $K = 11,691 * 1/G$; konstanta celice v cm^{-1}
 G = elektrolitska prevodnost raztopine kalijevega klorida v mS izmerjena s celico za merjenje prevodnosti
 $11,691 =$ vsota povprečne specifične elektrolitske prevodnosti sveže destilirane vode in povprečne elektrolitske prevodnosti 0,1 M KCl pro 20 °C v mS cm^{-1}
8. Maso medu, ki predstavlja 20 g suhe snovi raztopite v destilirani vodi. Prenesite v 100 mL bučko in dopolnite do oznake.
9. V čašo odmerite 40 mL vzorca in jo postavite v vodno kopel s 20 °C.
10. S preostalo raztopino spirajte celico za merjenje prevodnosti v mS pri T 20 °C.
11. Izračunajte:
Elektrolitska prevodnost medu v $\text{mS} * \text{cm}^{-1} = S_{\text{medu}} = K * G$
 K = konstanta celice
 G = prevodnost raztopine medu

Rezultat naj bo na $0,01 \text{ mS} * \text{cm}^{-1}$ natančno

14 LITERATURA

- ABRAMOVIČ H., JAMNIK, M., BURKAN, L.: Water activity and water content in Slovenian honeys. Ljubljana, 2007.
- ABRAMOVIČ, H.: Je voda v vašem živilu aktivna? V Kemija v šoli. 4 (2003), str. 23-26.
- ANKLAM, E.: A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. V Food Chemistry. 63 (1998), str. 549-562.
- BELITZ, H.-D., GROSCH W.: Food chemistry. 2nd ed. Berlin, Springer-Verlag, 1999.
- BOGDANOV, S.: Characterisation of antibacterial substances in honey. V Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie, 17 (1984), str. 74-76.
- BOGDANOV, S.: Nature and origin of the antibacterial substances in honey. V Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie, 30 (1997), str. 748-753.
- BOŽNAR, A., SENEGAČNIK, J. Med. V Od čebele do medu, (1998), str. 376-414.
- BOŽNAR, A., SENEGAČNIK, J.: Med. V Kmečki glas: (1998), str. 376-414.
- BOŽNAR, A.: Mikrobiologija medu. V Mikrobiologija živil živalskega izvora, (2003), str. 582-586.
- CAVIA M.M., FERNANDEZ-MUINO M.A., ALONSO-TORRE, S.R., HUIDOBRO, J.F, SANCHO, M.T.: Evolution of acidity of honey from continental climates. V Food Chemistry, 100 (2007), str. 1728 – 1733.
- CIANCIOSI, D., AFRIN, S., GASPARRINI, M.; Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: A Review. V Molecules, 23 (2018), str. 1-20.
- DONER, L.W.: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Amsterdam: Academic Press, 2003.
- DUSTMANN, J.H.: Über den Einfluß des Lichtes auf den Peroxid-Wert (Inhibin) des Honigs. V Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung, 148 (1972), str. 263-268.
- EREJUWA O. O., SULAIMAN S. A., AB WAHAB M. S.: Honey: A Novel Antioxidant. Objavljeno 12.4.2012, citirano 14.1.2022 URL: Honey: A Novel Antioxidant (nih.gov)
- GABER ŽVEPLAN M.: Antioksidativna učinkovitost slovenskega medu v povezavi z nekaterimi fizikalno-kemijskimi parametri. (2013)

GOLOB, T., DOBERŠEK, U., KUMP, P., NEČEMER, M.: Determination of trace and minor elements in Slovenian honey by total reflection X-ray fluorescence spectroscopy. V *Food Chemistry*, 91 (2005), str. 593-600.

GOLOB, T., JAMNIK, J., BERTONCELJ, J., KANDOLF, A.: Lastnosti medu. V *Med: Značilnosti slovenskega medu*. (2008), str. 25-42.

HAYA, I.A., HADIR, M.M., JAWZA, A., MAHA, A.M., RAWAN, O., RAZEN, O., ALRUBIA, S.: Physical and chemical screening of honey samples available in the Saudi market: An important aspect in the authentication process and quality assessment. V *Saudi Pharmaceutical Journal*, 26 (2018), str. 932-942.

HORN, H., BÖHM, D.: The relationship between the yield, moisture, proline and the enzyme activities invertase and diastase in honey. V *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 100 (2004), str. 88-92.

KAPŠ, P.: Zdravnik svetuje. Brdo pri Lukovici: Čebelarska zveza Slovenije, 2018.

KERKVLJET, J.D.: Screening method for the determination of peroxide accumulation in honey and relation with HMF content. V *Journal of Apicultural Research*, 35 (1996), str. 110-117.

KMECL, V.: Kakovost slovenskega medu. Ljubljana: Kemijski inštitut Slovenije, 2006.

MANACH C., SCALBERT A., MORAND C., REMESY C., JIMENEZ L.: Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, letnik 79, številka 5, maja 2004, str. 727-747

MARWA, A.A.R., EL-YAZBI, A.F., EL-HAWIET, A.: Fast economic electrochemical assay for vitamins and heavy mineral components in honey samples of different botanical origin. El-Messalah: Faculty of Pharmacy, Department of Pharmacognosy, Alexandria University, 2019.

MOLAN, P.C.: Authenticity of honey. V *Food authentication*, (1996), 259-296.

MORENO J., PEINADO R.: *Enological Chemistry*. Acade

PLESTENJAK, A.: Fizikalno-kemijske lastnosti medu. V *Pridelava in kontrola medu v okviru kolektivne blagovne znamke za slovenski med*. (1999), str. 21-31.

Pravilnik o medu. Uradni list Republike Slovenije, 30 (1999) Str. 3460 – 3469.

RASUL, A., MILLIMOUNO, F.M., ALI ELTYAB, W., ALI, M., LI, J., LI, X.: Pinocembrin: A Novel Natural Compound with Versatile Pharmacological and Biological Activities. V *BioMed Research International*, (2013).

SCALBERT A., JOHNSON I. T., SALTMARSH M.: Polyphenols: antioxidants and beyond. *The American journal of clinical nutrition*, letnik 81, številka 1, januarja 2005, str. 215 – 217.

SMRDU, A.: *Kemija, Snov in spremembe 3*. Ljubljana: Jutro, 2008.

WESTON, R.J.: The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey. V *Food Chemistry*, 71 (2000), str. 235-239.

WHITE, J.W.: Internal standard stable carbon isotope ratio method for determination of C-4 plant sugars in honey. V *Journal of AOAC International*, 75 (1992), str. 543-548.

WHITE, J.W.Jr, SUBERS, M.H., SCHEPARTZ, A.I.: The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose-oxidase system. V *Biochimica et Biophysica Acta*, 73 (1963), str. 57-70.

WHITE, J.W.Jr, SUBERS, M.H.: Studies on honey inhibine, 4, Destruction of the peroxide accumulation system by light. V *Journal of Food Science*, 29 (1964), str. 819-828.

WONG, C.M., WONG, K.H., CHEN, X.D.: Glucose oxidase: natural occurrence, function,, properties and industrial applications. V *Applied Microbiology and Biotechnology*, 78 (2008).

VIRI SLIK

ČEBELARSKA ZVEZA SLOVENIJE. 2014. Peter Pavel Glavar. Dostopno na naslovu:
<https://en.czs.si/about/history/>

ČEBELARSTVO KOZMUS. Kristaliziran med. Dostopno na naslovu: <https://cebelarstvo-kozmus.si/zanimivosti/kristalizacija-medu/>

HONEYHOUSE. Cvetlični med. Dostopno na naslovu:
<https://honeyhouse.si/shop/domaci-med/cvetlicni-med-130g/>

HONEYHOUSE. Gozdni med. Dostopno na naslovu: <https://honeyhouse.si/shop/domaci-med/gozdni-med-130g/>

KMEČKI GLAS. 2021. Kaparji. Dostopno na naslovu:
<https://mojmalisvet.kmeckiglas.com/post/579828/kaparji-grenijo-dneve-pridelovalcem>

KOMUNALA ŠKOFJA LOKA. Čebele. Dostopno na naslovu:
<https://www.komunalaskofjaloka.si/2021/05/20/svetovni-dan-cebel-20-5-2021/>

MILOVANOVIČ. *Primena imobilizovanog čelijskog zida kvasca Saccharomyces cerevisiae u proizvodnji invertnog šećera* (2011), str. 4.

PAVLIČ. 1891. Lovčev pogreb. Dostopno na naslovu:
https://sl.wikipedia.org/wiki/Panjska_kon%C4%8Dnica#/media/Slika:Lov%C4%8DDev_pogreb_poslikana_panjska_kon%C4%8Dnica_les_1891.jpg

PAVLOVIČ. 2021. Ušice na smreki. Dostopno na naslovu: <https://cebelarstvo-pavlovic.si/2021/03/07/usice-na-smreki/>

Pravilnik o medu. 1999. Str. 3464.

PUBCHEM. Benzoic acid. Dostopno na naslovu:
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/243#section=2D-Structure>

PUBCHEM. Caffeic acid. Dostopno na naslovu:
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/689043>

PUBCHEM. Chlorogenic acid. Dostopno na naslovu:
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1794427>

PUBCHEM. Cinnamic acid. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/444539>

PUBCHEM. Ellagic acid. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5281855>

PUBCHEM. Ferulic acid. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/445858>

PUBCHEM. Galangin. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5281616>

PUBCHEM. Gallic acid. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/370>

PUBCHEM. Hesperetin. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/72281>

PUBCHEM. Isorhamnetin. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5281654>

PUBCHEM. Kampferol. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/101362012>

PUBCHEM. Luteolin. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5280445>

PUBCHEM. Myricetin. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5281672>

PUBCHEM. Naringenin. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/932>

PUBCHEM. Pinocembrin. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/68071>

PUBCHEM. Quercetin. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5280343>

PUBCHEM. Syringic acid. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/10742>

PUBCHEM. Tricin. Dostopno na naslovu:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5281702>

WIKIPEDIA. 1973. Portret. Dostopno na naslovu:

https://sl.wikipedia.org/wiki/Anton_Jan%C5%A1a_-_/media/Slika:Anton_Jan%C5%A1a_1973_Yugoslavia_stamp.jpg

WIKIPEDIA. 2000. Catalase tetramer, Human erythrocyte. Dostopno na naslovu:

https://sl.wikipedia.org/wiki/Katalaza_-_/media/Slika:1f4j.jpg

WIKIPEDIA. 2006. Structure of glucono delta-lactone. Dostopno na naslovu:

https://en.wikipedia.org/wiki/Glucono_delta-lactone#/media/File:Glucono-delta-lactone-2D-skeletal.png

WIKIPEDIA. 2007. Chemical structure of riboflavin. Dostopno na naslovu:

https://sl.wikipedia.org/wiki/Riboflavin_-_/media/Slika:Riboflavin.svg

WIKIPEDIA. 2007. Fenol. Dostopno na naslovu:

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Fenol#/media/Slika:Phenol-3D-balls.png>

WIKIPEDIA. 2007. Kemijska struktura niacina. Dostopno na naslovu:

https://sl.wikipedia.org/wiki/Niacin_-_/media/Slika:Niacin_structure.svg

WIKIPEDIA. 2007. Structure of alpha-D-glucopyranose (Haworth projection). Dostopno na naslovu: https://en.wikipedia.org/wiki/Glucose_-_/media/File:Alpha-D-Glucopyranose.svg

WIKIPEDIA. 2007. Structure of beta-D-fructofuranose (Haworth projection). Dostopno na naslovu: https://en.wikipedia.org/wiki/Fructose_-_/media/File:Beta-D-Fructofuranose.svg

WIKIPEDIA. 2007. Strukturna formula prolina. Dostopno na naslovu:

https://sl.wikipedia.org/wiki/Prolin_-_/media/Slika:Prolin_-_Proline.svg

WIKIPEDIA. 2008. Apigenin. Dostopno na naslovu:

https://en.wikipedia.org/wiki/Apigenin_-_/media/File:Apigenin.svg

WIKIPEDIA. 2008. Beehive of A. Janša, Breznica, Slovenia. Dostopno na naslovu:

<https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Slika:JansevCebelnjak1.jpg>

WIKIPEDIA. 2008. Kaempferol. Dostopno na naslovu:

<https://sh.wikipedia.org/wiki/Kempferol#/media/Datoteka:Kaempferol.svg>

WIKIPEDIA. 2008. Osnovni skelet - flavon (2-fenil-1,4-benzopiran). Dostopno na naslovu: https://sl.wikipedia.org/wiki/Flavonoidi_-_/media/Slika:Flavon.svg

WIKIPEDIA. 2009. Invertaza bakterije *Thermotoga maritima*. Dostopno na naslovu: https://bs.wikipedia.org/wiki/Invertaza_-_/media/Datoteka:PDB_1uyp_EBI.jpg

WIKIPEDIA. 2009. Osnovni skelet - flavon (2-fenil-1,4-benzopiran). Dostopno na naslovu: [https://sh.wikipedia.org/wiki/Katehin_-_/media/Datoteka:\(+\)-Catechin.png](https://sh.wikipedia.org/wiki/Katehin_-_/media/Datoteka:(+)-Catechin.png)

WIKIPEDIA. 2017. Chemical structure of (\pm)-pinocembrin. Dostopno na naslovu: https://en.wikipedia.org/wiki/Pinocembrin#/media/File:Pinocembrin_structure.svg

ZUPAN. Refraktometer. Dostopno na naslovu: <https://trgovina.zupan.si/refraktometer-rhb-90-med>

VIRI PREGLEDNIC

Pravilnik o medu. Uradni list Republike Slovenije, 30 (1999) Str. 3460 – 3469.

DONER, L.W.: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Amsterdam: Academic Press, 2003.

DUSTMANN, J.H.: Über den Einfluß des Lichtes auf den Peroxid-Wert (Inhibin) des Honigs. V Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung, 148 (1972), str. 263-268.

ZAHVALA

Zahvaljujemo se našemu zunanjemu mentorju asist. dr. Mihi Slapničarju, prof. kem., biol., ki nas je vodil čez celotno delo in za vso pomoč, ki nam jo je nudil.

Prav tako se zahvaljujemo šolski mentorici Darji Rizmal, prof. kem., biol., ki nas je spodbujala na naši poti in nam je bila vedno pripravljena pomagati.

Zahvaljujemo se tudi Gimnaziji in veterinarski šoli BIC Ljubljana, ker je omogočila sodelovanje s Pedagoško fakulteto Univerze v Ljubljani. Ta projektna naloga je bila prvotno načrtovana za eksperimentalno delo, vendar se je le-ta spremenila v teoretično-raziskovalno zaradi ukrepov za zaježitev širjenja virusa SARS-CoV-2.

Projektna naloga vsebuje tudi navodila za eksperimentalno delo. Rezultati le-tega bi zagotovo poglobili naše razumevanje kemije in biotehnologije.

Teoretična raziskovalna naloga je bila opravljena v sodelovanju s Centrom *KemikUm* Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani.