



.....
Srednja šola za kemijo,
elektrotehniko in računalništvo

ANALIZA KAKOVOSTI MEDU

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorica:

Špela Popovič, K4a

Mentorica:

Irena Drofenik, univ. dipl. kem.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2020

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	6
ABSTRACT	7
1 UVOD	8
1.1 Namen dela in hipoteze	8
2 TEORETIČNE OSNOVE	9
2.1 Začetki čebelarstva na Slovenskem	9
2.2 Čebelji pridelki	10
2.3 Med	11
2.4 Vrste medov	12
2.4.1 Cvetlični med	12
2.4.2 Gozdni med	12
2.5 Sestava medu in njegove lastnosti	13
2.6 Teoretične osnove analiznih metod	13
2.6.1 Volumetrično določanje vsebnosti skupnih kislin	13
2.6.2 Določanje vsebnosti vode z Abbejevim refraktometrom	14
2.6.3 Določanje vsebnosti hidroksimetilfurfurala (HMF) s spektrofotometrom	15
2.6.4 Določanje električne prevodnosti s konduktometrom	16
2.6.5 Določanje vrednosti pH s pH metrom	17
3 EKSPERIMENTALNI DEL	18
3.1 Vzorci	18
3.2 Določanje vsebnosti skupnih kislin	18
3.3 Določanje vsebnosti vode z Abbejevim refraktometrom	21
3.4 Določanje vsebnosti HMF z metodo po Winklerju	23
3.5 Določanje električne prevodnosti z laboratorijskim konduktometrom	27
3.6 Določanje pH vrednosti s pH metrom	29
4 REZULTATI IN RAZPRAVA	31

4.1 Rezultati določanja vsebnosti skupnih kislin	31
4.2 Rezultati določanja vsebnosti vode	31
4.3 Rezultati določanja vsebnosti HMF	32
4.4 Rezultati določanja električne prevodnosti	32
4.5 Rezultati določanja pH	33
5 ZAKLJUČEK	34
6 VIRI IN LITERATURA	35
6.1 Vsebinski viri	35
6.2 Viri slik	36

KAZALO SLIK

Slika 1: Anton Janša.....	9
Slika 2: Poslikane panjske končnice	10
Slika 3: Čebelji pridelki.....	11
Slika 4: Vzorci pred titracijo	19
Slika 5: Vzorci po titraciji	19
Slika 6: Abbejev refraktometer in pripravljeni vzorci za analizo.....	21
Slika 7: Pogled skozi okular refraktometra	21
Slika 8: Priprava raztopine barbiturne kisline	23
Slika 9: Spektrofotometer.....	25
Slika 10: Vzorci in slepi vzorci, pripravljeni za analizo	25
Slika 11: Raztopine vzorcev, pripravljene za analizo	27
Slika 12: Merjenje električne prevodnosti.....	28
Slika 13: Merjenje pH vrednosti vzorca.....	29

KAZALO ENAČB

Enačba 1: Enačba za izračun vsebnosti skupnih kislin	19
Enačba 2: Enačba za izračun povprečne vsebnosti skupnih kislin.....	19
Enačba 3: Enačba za izračun povprečnega lomnega količnika	22
Enačba 4: Enačba za izračun vsebnosti HMF v vzorcih medu	25
Enačba 5: Enačba za izračun povprečne vrednosti vsebnosti HMF.....	25
Enačba 6: Enačba za izračun priprave vzorcev	28
Enačba 7: Enačba za izračun povprečne električne prevodnosti.....	28
Enačba 8: Enačba za izračun povprečne pH vrednosti raztopin vzorcev	30

KAZALO TABEL

Tabela 1: Inventar za določitev vsebnosti skupnih kislin.....	18
Tabela 2: Kemikalije za določitev vsebnosti skupnih kislin	18
Tabela 3: Poraba NaOH za titracijo vzorcev	19
Tabela 4: Rezultati določanja vsebnosti skupnih kislin	20
Tabela 5: Inventar za določanje vsebnosti vode.....	21
Tabela 6: Kemikalije za določitev vsebnosti vode.....	21
Tabela 7: Povezave lomnih količnikov in % vode	22
Tabela 8: Izmerjeni lomni količniki, povprečja in % vode v vzorcih medu	22
Tabela 9: Inventar za pripravo raztopine barbiturne kisline.....	23
Tabela 10: Kemikalije za pripravo raztopine barbiturne kisline	23
Tabela 11: Inventar za pripravo raztopine p-toluidina	24
Tabela 12: Kemikalije za pripravo raztopine p-toluidina.....	24
Tabela 13: Inventar za določitev vsebnosti HMF	24
Tabela 14: Izmerjene absorbance vzorcev in slepih vzorcev	25
Tabela 15: Povprečna vsebnost HMF v vzorcih	27
Tabela 16: Inventar za določitev električne prevodnosti.....	27
Tabela 17: Kemikalije za določitev električne prevodnosti	27
Tabela 18: Izmerjena in povprečna električna prevodnost raztopin vzorcev	29
Tabela 19: Inventar za določanje pH vrednosti.....	29
Tabela 20: Kemikalije za določanje pH vrednosti	29
Tabela 21: Izmerjene in povprečne pH vrednosti vzorcev.....	30
Tabela 22: Rezultati vseh analiz.....	31

POVZETEK

Doma se že nekaj let ukvarjam s čebelarstvom. Že nekaj časa me je zanimalo, kako se medu določa njegova kakovost. Poleg tega me je zanimalo tudi, kakšne kakovosti je slovenski med v primerjavi s tujim in kakšen med pridelujemo doma. V raziskovalni nalogi sem analizirala pet parametrov petih vzorcev medu. Na začetku sem s pomočjo literature, ki jo imamo doma, raziskala, katere kemične analize moram opraviti. Nato sem si glede na to, kaj me je zanimalo, izbrala vzorce medu, ki so bili: cvetlični med tujega izvora, gozdni med tujega izvora, cvetlični med slovenskega izvora, gozdni med slovenskega izvora in doma pridelan med. Vsem vzorcem sem določila vsebnost skupnih kislin, vsebnost vode, vsebnost HMF, električno prevodnost in pH. Skupne kisline sem določila volumetrično, vsebnost vode z Abbejevim refraktometrom, vsebnost HMF spektrofotometrično, električno prevodnost sem izmerila s konduktometrom, vrednost pH pa s pH metrom. Rezultate sem na koncu analizirala in ugotovila, da je imel izmed vseh vzorcev najboljšo kakovost cvetlični med slovenskega izvora.

ABSTRACT

I have been interested in beekeeping as a hobby for a few years now. For some time, I have been intrigued by how quality of the honey is determined. In addition, I was also interested in the quality of Slovenian honey compared to foreign honey and to the honey we produce at home. In the research assignment I analyzed five parameters of five different honey samples. Initially, I used the literature we have at home to research what chemical analyses I need to do. Then, according to what I was interested in, I chose five honey samples, which were: floral honey of foreign origin, forest honey of foreign origin, floral honey of Slovenian origin, forest honey of Slovenian origin and home-produced honey. I determined the total acidity of the samples, the water content, the HMF content, the electrical conductivity and the pH. The total acids were determined volumetrically, the water content was measured using an Abbe refractometer, the HMF content spectrophotometrically, the electrical conductivity was measured with a conductometer and the pH value was measured with a pH meter. In the end, I analyzed the results and found that of all the samples floral honey of Slovenian origin had the best quality.

1 UVOD

Človek se je s čebelarstvom začel ukvarjati zaradi čebeljih izdelkov, ki jih nudijo čebele. Zaradi njihove zelo široke uporabnosti se je čebelarjenje v zadnjem stoletju močno razvilo. Ne smemo pa pozabiti, da sodijo čebele med glavne opraševalke rastlinstva. Od njih so odvisne številne žužkocvetne rastline, ki jih čebele z nabiranjem medicinske oprašijo in tako razmnožujejo.

Med je naravna sladka snov, ki jo izdelajo čebele *Apis mellifera*, iz nektarja cvetov ali izločkov iz živih delov rastlin ali izločkov žuželk, ki sesajo rastlinski sok na živih delih rastlin, ki jih čebele zberejo, predelajo z določenimi lastnimi snovmi, shranijo, posušijo in pustijo dozoreti v satju (Pravilnik o medu, 2011).

Medu ni dovoljeno ničesar dodati niti odvzeti, razen če je to nujno potrebno pri odstranjevanju tujih anorganskih ali organskih snovi. Glede sestave mora izpolnjevati več parametrov in meril. Parametri, ki se po Pravilniku o medu merijo, so: vsebnost vode, električna prevodnost, vsebnost v vodi netopnih snovi, vsebnost kislin in vrednost pH, diastazna aktivnost, vsebnost hidroksimetilfurfurala (HMF) in vsebnost sladkorjev.

1.1 Namen dela in hipoteze

Namen dela je bila primerjava parametrov kakovosti vzorcev medov slovenskega in tujega izvora.

Za analizo sem si izbrala naslednjih pet vzorcev: cvetlični med tujega izvora, cvetlični med slovenskega izvora, gozdni med tujega izvora, gozdni med slovenskega izvora in med, ki sem ga doma sama pridelala.

Vsem vzorcem sem določila vsebnost vode, električno prevodnost, vsebnost skupnih kislin, vrednost pH in vsebnost hidroksimetilfurfurala (HMF).

Za določanje vsebnosti vode sem uporabila metodo z Abbejevim spektrofotometrom, za določevanje vsebnosti prostih kislin volumetrično metodo nevtralizacijske titracije, HMF sem določala s spektrofotometrično metodo po Winklerju, vrednost pH in električno prevodnost pa sem določila s pH metrom in konduktometrom.

Pričakovala sem, da bodo med analiziranimi vzorci medov slovenskega in tujega izvora obstajale statistično značilne razlike v vsaj nekaterih analiziranih parametrih ter da bodo vzorci slovenskih medov boljše kakovosti kot vzorci tujega izvora, saj je splošno znano, da slovenski čebelarji veliko boljše poskrbijo za ustrezno pridelavo medu v primerjavi s tujino.

HIPOTEZA 1: Vsebnost vode je v vseh vzorcih slovenskih medov nižja kot v vzorcih medov tujega izvora.

HIPOTEZA 2: Vsebnost HMF je v vseh vzorcih medov nižja od dovoljene vrednosti.

HIPOTEZA 3: Splošna kakovost vzorcev medov slovenskega izvora je boljša od kakovosti vzorcev medov tujega porekla.

2 TEORETIČNE OSNOVE

2.1 Začetki čebelarstva na Slovenskem

Sredi 18. stoletju je slovensko čebelarstvo po zaslugi treh mož, Antona Janše, Petra Pavla Glavarja in Janeza Antona Scopolija, doživelo precejšen razcvet ter postalo zelo priljubljeno med ljudmi. Z njim so se začeli ukvarjati majhni kmetje, nekateri pa so si z njim začeli služiti tudi kruh in postali poklicni čebelarji. Najzaslužnejši za to je bil zagotovo Anton Janša, ki je bil prvi učitelj na dvorni čebelarški šoli na Dunaju, kjer je izobraževal nove učitelje čebelarstva. V samo treh letih službovanja je napisal kar dve knjigi o čebelarstvu, ki sta v tedanje svetovno čebelarstvo prinesli velike novosti in ovrgli precej tedanjih naivnih in krivih nauk. Svojo prvo knjigo, Razprava o rojenju, je izdal leta 1771, druga, Popolni nauk o čebelarstvu, pa je izšla šele po njegovi smrti, leta 1775. Obe knjigi je Janša napisal v nemškem jeziku, njegovo drugo knjigo, Popolni nauk o čebelarstvu, pa je leta 1778 v slovenščino v celoti prevedel Peter Pavel Glavar. Zanimivo je tudi, da je cesarica Marija Terezija po Janševi smrti izdala odlok, po katerem so se morali vsi tedanji čebelarški učitelji učiti čebelarstva po njegovih knjigah.



Slika 1: Anton Janša

Zelo pomemben v tem času je bil tudi pojav prvih panjev, kranjičev. Izdelani so bili iz desk, bili so majhni in podolgovati, skupaj pa so se zlagali kot drva v skladovnici. Ti panji so nekakšna posebnost slovenskega čebelarstva, saj jih nekateri slovenski čebelarji, kljub današnjim veliko bolj razvitim panjem, še vedno uporabljajo. V drugi polovici 19. stoletja se je razvila tudi umetnost poslikave panjskih končnic, ki se je razvila in bila prisotna le na našem ozemlju in je dandanes pomembna kulturna dediščina. Na njih so prikazani predvsem prizori iz Svetega pisma, pogosti dogodki iz življenja čebelarjev in druge zgodbe.



Slika 2: Poslikane panjske končnice

2.2 Čebelji pridelki

Poleg medu, ki je glavni čebelji pridelek, v skupino čebeljih pridelkov uvrščamo tudi cvetni prah, matični mleček, čebelji vosek, propolis in čebelji strup.

Med je naravna sladka snov, ki jo izdelajo čebele *Apis mellifera*, iz nektarja cvetov ali izločkov iz živih delov rastlin ali izločkov žuželk, ki sesajo rastlinski sok na živih delih rastlin, ki jih čebele zberejo, predelajo z določenimi lastnimi snovmi, shranijo, posušijo in pustijo dozoreti v satju. (Pravilnik o medu, 2011)

Zrnca cvetnega prahu ali peloda se tvorijo v prašnicah višjih rastlin. Namenjena so spolnemu razmnoževanju rastlin in so nosilec moških spolnih celic. Pelod je proteinsko najbogatejši del rastline. V njem so vse za človeka življenjsko pomembne aminokisljine, razne maščobne kisline, ki jih človeški organizem ne more sintetizirati, vitamini skupine B, C, D, E in K ter provitamin A.

Matični mleček je hrana za čebeljo zalego in čebeljo matico. Je bele do blede rumene barve, viskozen, ima značilen vonj ter kiselkast in rahlo pekoč okus. Nastaja v goltnih žlezah, ki ležijo v čebelji glavi tik ob možganih. Proizvajajo ga mlade čebele, stare od 6 do 14 dni. Sintetizirajo ga predvsem iz cvetnega prahu, verjetno pa za njegov nastanek pripomore tudi med.

Čebelji vosek je snov, ki jo medonosne čebele izdelujejo v svojih voskovnih žlezah. Nastane, ko se med presnavlja v maščobnih celicah, ki so povezane z voskovnimi žlezami. Iz njega čebele gradijo satje, ljudje pa ga uporabljamo v različne namene. Uporabljamo ga za proizvodnjo sveč, najdemo pa ga tudi v številnih mazilih, kremah za kožo in losjonih. Eterični izvleček voska je tudi dragocena snov v industriji parfumov.

Propolis ali zadelavina je pridelek rjave do rjavozelene barve, ki ga čebele potrebujejo za lastno zdravje. Z njim mašijo drobne razpoke v stenah panja, da zaustavijo preprih in preprečijo okužbe. Izdelajo ga iz drevesne smole, ki jo v panju pregnetejo, prežvečijo ter dodajo kislino. Do danes so v njem določili že več kot 360 zdravilnih sestavin, poleg tega pa deluje protibakterijsko, protivirusno, protivnetno in protiglivično.

Čebelji strup nastaja v strupnih žlezah na koncu čebeljega zadka. Od tam je speljan kanalček do žela, na koncu katerega so nazaj obrnjene kljukice. Zaradi oblike le-teh čebela po piku ne more izvleči žela, razen če si ga s silo odtrga, vendar potem umre. Sodobne biokemične analize so pokazale, da čebelji strup vsebuje večje število dušikovih spojin, ki pa niso zastopane enakomerno. Večino se ga uporablja za farmacevtske proizvode, v različnih pripravkih, kot so mazila, kreme in injekcije, uporaben pa je tudi v kozmetiki.



Slika 3: Čebelji pridelki

2.3 Med

Po definiciji Pravilnika o medu (2011) je med naravna sladka snov, ki jo izdelajo čebele *Apis mellifera*, iz nektarja cvetov ali izločkov iz živih delov rastlin ali izločkov žuželk, ki sesajo rastlinski sok na živih delih rastlin, ki jih čebele zberejo, predelajo z določenimi lastnimi snovmi, shranijo, posušijo in pustijo dozoreti v satju.

Glede na izvor delimo med na:

- nektarni med ali cvetlični med, pridobljen iz nektarja cvetov in
- manin med ali gozdni med, ki je pridobljen predvsem iz izločkov žuželk (Hemiptera) na živih delih rastlin ali izločkov živih delov rastlin.

Nektar ali medičina je sladka tekočina, ki se izloča v cvetnih in izvencvetnih medovnikih medovitih rastlin. Sestavljen je iz vode in sladkorjev, med katerimi so najpogostejši glukoza, fruktoza in saharoza. V manjših količinah so prisotne tudi mineralne snovi, eterična olja, organske kisline, beljakovine, barvila in posamezna zrnca cvetnega prahu. Za cvetlični med je značilno, da ima vonj in aromo cvetlice, ki je vir nektarja, ponavadi pa je svetlejšje barve in ima izrazito sladek okus.

Mana je sladek izloček ušic, kaparjev in medečih škržatov, ki vsrkajo rastlinski sok iz sitastih cevi dreves ali drugih zelenih rastlin in ga delno predelajo. Pojavlja se kot medena rosa na listih in vejicah različnih listnatih dreves in iglavcev. Glavna sestavina mane so različni sladkorji, poleg njih pa lahko v njej najdemo tudi številne druge sestavine, kot so aminokisliline, beljakovine, mineralne snovi, kisline in vitamini. Zaradi prisotnosti smol v mani je gozdni med ponavadi temnejši od cvetličnega medu, med drugim pa je tudi bolj moten in ima višjo vrednost pH.

2.4 Vrste medov

Vrstni med je med, ki je bil po večini pridobljen iz nektarja ali mane ene same rastlinske vrste. Če ima med poleg tega tudi barvo, okus in vonj, značilen za to rastlinsko vrsto, se med poimenuje po tej rastlinski vrsti. Popolnoma čist vrstni med je mogoče pridelati le v rastlinjakih, v katerih je zasejana le ena rastlinska vrsta. Med slovenske vrstne medove spadajo: akacijev med, ajdov med, regratov med, lipov med, kostanjev med, med oljne ogrščice, smrekov med in hojev med. V tujini pa so poleg teh znani še: žajbljev med, evkaliptov med, resin med, sivkin med, rožmarinov med, timijanov med in med citrusov. Mešan nektarni med, ki izvira iz nektarjev več rastlinskih vrst, označujemo kot cvetlični med, mešan manin med, ki izvira iz mane več rastlinskih vrst, pa gozdni med.

V eksperimentalnem delu te naloge sem analizirala cvetlični med in gozdni med, zato bom ti dve vrsti podrobneje opisala.

2.4.1 Cvetlični med

Cvetlični med je med nektarnega izvora. Po svojih senzoričnih lastnostih je lahko različen, saj so te odvisne od botaničnega porekla, torej od vrste cvetov, na katerih so čebele nabirale nektar. Vsem vrstam cvetličnega medu je skupno, da so dokaj svetle, od slamnato rumene do rjave barve, ki je običajno svetlejša kot pri gozdnem medu in da hitro kristalizira, pri čemer so kristali zelo drobni ali veliki, barva kristaliziranega medu pa je svetlejša od nekristaliziranega. Med je lahko zelo prijetnega vonja in okusa, kar je ponovno odvisno od botaničnega porekla. Intenzivnost okusa je srednja do močna, običajno je slajši kot gozdni med. Aroma pogosto spominja na aromo cvetlice, na kateri so čebele nabirale nektar.

2.4.2 Gozdni med

Gozdni med je mešanica različnih vrst mane. Različni vzorci se lahko razlikujejo po svojih senzoričnih lastnostih, ki so odvisne od rastline, na kateri so čebele nabrale mano. Pogosto je v njem zaznati tudi nektarni med, saj čebele v gozdu obiskujejo tudi podrast. Lahko je svetlo do temno rjave barve z rdečim ali zelenim odtenkom in je običajno temnejši od cvetličnega. Po okusu je srednje do močno sladek in šibko do srednje kisel, lahko je tudi rahlo grenek. Zaznavna je aroma po smoli, žganju, karameli in melasi, ki je srednje do dolgotrajno obstojna.

2.5 Sestava medu in njegove lastnosti

Med je kompleksna mešanica več kot 300 različnih kemijskih spojin, med katerimi je največ različnih sladkorjev (75–80 %) in vode (14–20 %). Poleg tega v medu najdemo še številne druge snovi: organske kisline, encime (invertaza, glukozidaza, amilaza, katalaza), proste aminokisline, različne elemente, vitamine, aromatske snovi in barvila. Ravno te snovi, ki so v medu prisotne v manjših količinah, so odgovorne za senzorične lastnosti medu. Na točno sestavo medu in s tem na njegove fizikalno-kemijske lastnosti vplivajo različni dejavniki, in sicer - botanični in geografski izvor, podnebje, količina padavin in temperatura v obdobju medenja ter strokovnost in doslednost čebelarja.

Fizikalno-kemijske lastnosti medu so:

- gostota,
- viskoznost,
- higroskopičnost,
- električna prevodnost,
- kristalizacija in
- optične lastnosti.

Senzorične lastnosti medu so:

- barva,
- vonj,
- okus in
- aroma.

2.6 Teoretične osnove analiznih metod

To poglavje zajema teoretične osnove metod, ki so bile uporabljene pri izvedbi naslednjih analiz:

- vsebnost skupnih kislin,
- vsebnost vode,
- vsebnost hidrokсимetilfurfurala (HMF),
- električna prevodnost,
- vrednost pH.

2.6.1 Volumetrično določanje vsebnosti skupnih kislin

Volumetrija ali volumetrična analiza je metoda, pri kateri določamo koncentracijo snovi tako, da raztopini vzorca neznane koncentracije dodajamo reagent natančno znane koncentracije, dokler ne dosežemo kemične ekvivalentnosti med reaktanti. Glede na naravo kemijske reakcije poznamo štiri različne metode volumetrične analize:

- nevtralizacijske titracije,
- oksidacijsko-redukcijske titracije,
- kompleksometrične titracije in
- obarjalne titracije.

Vsebnost skupnih kislin v medu določamo z nevtralizacijsko titracijo, pri kateri določamo množino kisline ali baze tako, da raztopino vzorca titriramo s standardno raztopino baze ali kisline.

Končno točko titracije ugotovimo s pomočjo indikatorja, ki v ekvivalentni točki spremeni barvo. Izbira indikatorja je odvisna od položaja ekvivalentne točke na pH lestvici, le ta pa je odvisen od vrste snovi.

Povečana vsebnost prostih kislin v medu je pogosto rezultat fermentacije, ta pa je posledica delovanja osmofilnih kvasovk, ki sladkor pretvarjajo v alkohol ter naprej v kisline in ogljikov dioksid. Do tega lahko pride, če je v medu prevelika vsebnost vode, kar se pogosto pokaže pri potvrjenem oziroma umetno izdelanem medu. Zato je kislost medu pomembno merilo za ugotavljanje pristnosti medu. Poleg fermentiranega medu ima povišano vsebnost prostih kislin tudi med, pri katerem se je za zatiranje trdovratne bolezni čebel, varoze, neustrezno uporabila kislina ali pa se je za zaščito satja pred voščeno veščo, ki uničuje čebelje sate v panju, neustrezno uporabilo žveplanje. Zato sme med po Pravilniku o medu (2011) vsebovati največ 50 mmol prostih kislin na kilogram medu.

2.6.2 Določanje vsebnosti vode z Abbejevim refraktometrom

Refraktometrija je optična metoda, pri kateri se svetloba pri prehodu iz enega medija (zrak) v drug medij (vzorec) deloma odbija in deloma lomi. Pri tej analizi metodi merimo lomni količnik, ki je definiran kot razmerje med sinusom kota vpadnega žarka in sinusom kota prepuščenega žarka ter tudi kot razmerje hitrosti svetlobe v vakuumu in v snovi. Odvisen je od lastnosti snovi, temperature, valovne dolžine svetlobe, pri raztopinah tudi od sestave in koncentracije.

Naprava za merjenje lomnega količnika se imenuje refraktometer. Poleg najbolj znanega Abbejevega refraktometra lahko za merjenje lomnega količnika uporabljamo tudi ročni ali vinogradniški refraktometer.

Abbejev refraktometer deluje na principu maksimalnega lomnega kota za prozorne tekočine in popolnega odboja za neprozorne tekočine. To pomeni, da pri prozornih tekočinah merimo lomni kot, ki ustreza vpadnemu kotu (90°), pri neprozornih tekočinah pa merimo najmanjši vpadni kot svetlobe, ki se popolnoma odbije. Abbejev refraktometer lahko meri lomne količnike med 1,3 in 1,7 s prestopom 0,001.

Poleg določanja vsebnosti prostih kislin je določanje vsebnosti vode ena izmed najpomembnejših analiz medu, saj je pokazatelj njegove kakovosti. Tem manjša je vsebnost vode, tem bolj je med viskozen, gost in tudi obstojen, saj je v takšnih razmerah delovanje osmofilnih kvasovk onemogočeno, s čimer je onemogočena tudi fermentacija. Vsebnost vode

je predvsem odvisna od naravnih dejavnikov in od dela čebelarjev, vendar pri naravnem medu, z izjemo medu iz rese in medu detelje, ni višja od 21 %. Višji odstotek vsebnosti vode nakazuje na umetno pridelan med.

2.6.3 Določanje vsebnosti hidroksimetilfurfurala (HMF) s spektrofotometrom

Spektrofotometrija je analizna metoda, s katero določamo koncentracije obarvanih raztopin na osnovi absorbirane in prepuščene svetlobe določene valovne dolžine. Glede na spektralno območje poznamo več spektrofotometrij, in sicer spektrofotometrijo z ultravijolično, vidno ali infrardečo svetlobo. Pri tej metodi merimo prepustnost in absorbanco, ki jo lahko linearno povežemo s koncentracijo raztopine. Med absorbanco in prepustnostjo obstaja logaritemska zveza

$$A = -\log T = -\log \frac{I_t}{I_0} \quad I_t - \text{intenziteta prepuščene svetlobe}$$

$$I_0 - \text{intenziteta vpadne svetlobe}$$

Naprava, s katero merimo absorpcijo svetlobe, se imenuje spektrofotometer. Bistveni sestavni deli spektrofotometra so izvor svetlobe, monokromator, kivete in detektor. Svetloba potuje skozi vzorec v kiveti. Za izvor svetlobe se uporablja devterijeva ali volframova žarnica. S prvo merimo v območju med 195 nm in 375 nm, z drugo pa med 350 nm in 1000 nm. Monokromator je po navadi sestavljen iz optične prizme ali optične rešetke in prepušča le tisto valovno dolžino svetlobe, ki jo določimo z izbiro kota padanja svetlobe na prizmo oziroma rešetko. Ta monokromatska svetloba nato potuje skozi vzorec, ki je v kiveti. Pri tem se del svetlobe absorbira, ostala prepuščena svetloba pa pride do detektorja, ki meri intenziteto prepuščene svetlobe.

Osnovna zakona fotometrije sta Lambertov in Beerov zakon. Lambertov zakon pravi, da je intenziteta prepuščenega žarka, ki vstopa pravokotno na absorbirajočo snov, odvisna od dolžine poti. Beerov zakon pa pravi, da intenziteta prepuščenega žarka monokromatske svetlobe pri potovanju skozi raztopino eksponentno pojema z razdaljo. Skupni Beer–Lambertov zakon podaja premo sorazmerno zvezo med množino absorbirane svetlobe ter koncentracijo in velja le za razredčene raztopine.

$$A = \log \frac{I_0}{I_t} = \varepsilon \cdot c \cdot l \quad A - \text{absorbanca raztopine}$$

$$I_0 - \text{intenziteta vpadne svetlobe}$$

$$I_t - \text{intenziteta prepuščene svetlobe}$$

$$\varepsilon - \text{molski absorpcijski koeficient [L/mol cm]}$$

$$c - \text{koncentracija vzorca [mol/L]}$$

$$l - \text{širina kivete [cm]}$$

Hidroksimetilfurfural (5-hidroksimetil-2-furfural) ali na kratko HMF je organska spojina, ki nastaja pri razgradnji fruktoze v kislem okolju. Na njegov nastanek vpliva več dejavnikov:

- temperatura in čas segrevanja medu,
- razmere, v katerih je med shranjen, in
- kemijske lastnosti medu (pH, vsebnost kislin, vsebnost mineralov, vsebnost sladkorjev).

Visoka koncentracija HMF v medu torej pomeni, da je bil med pregrevan oziroma izpostavljen temperaturam nad 55 °C dalj časa, neprimerno skladiščen ali pa da je med zelo star. Manjše količine HMF so v medu naravno prisotne. Svež med vsebuje med 0,06 in 0,2 mg HMF na kilogram medu, dolgotrajno pregrevanje pa to vrednost poveča do 30 ali 40 mg/kg. Pogosto se HMF tvori, kadar med segrevajo, da upočasnijo kristalizacijo, vendar postopek toplotne obdelave ni ustrezen. Povečana vsebnost HMF je lahko tudi pokazatelj potvorjenosti medu. White (1992) v svoji raziskavi navaja, da je za človeka toksičen vnos 2,4 mg HMF na kilogram telesne teže na dan. Po Pravilniku o medu (2011) sme med vsebovati največ 40 mg HMF na kilogram medu.

2.6.4 Določanje električne prevodnosti s konduktometrom

Vodne raztopine nekaterih kemijskih spojin prevajajo električni tok. Glede na to, kako dobro ga prevajajo, jih razdelimo na dobre prevodnike, šibke prevodnike in na raztopine, ki električnega toka ne prevajajo. Prevodnost nekega prevodnika oziroma elektrolita določamo iz upornosti raztopine, ki jo merimo med dvema elektrodama, ki sta potopljeni v elektrolit. Izmerjena upornost je inverzna vrednost prevodnosti.

Specifična prevodnost raztopine je prevodnost raztopine med dvema elektrodama na razdalji 1 cm in površino 1 cm². Pri konstantni temperaturi je prevodnost odvisna od koncentracije. Pri raztopinah, v katerih je prisoten le en elektrolit, lahko njegovo koncentracijo določimo neposredno z merjenjem električne prevodnosti. Če pa raztopino sestavljajo različne raztopljene sestavine, je električna prevodnost odvisna od oblike, v kateri se nahajajo.

Specifično električno prevodnost snovi merimo s konduktometri, katerih poznamo več izvedb:

- laboratorijski ali namizni konduktometer,
- prenosni konduktometer in
- mikroprocesorski prenosni konduktometer.

Enota za merjenje električne prevodnosti je mS/cm.

Električna prevodnost medu je odvisna od koncentracije mineralnih snovi, organskih kislin, proteinov in sladkorjev. Ker je zaradi visoke koncentracije sladkorjev vrednost razmeroma nizka, jo merimo v raztopinah medu z 20 do 30 masnih deležev suhe snovi, saj je gibljivost v ionov v taki raztopini optimalna, kar pomeni, da je električna prevodnost maksimalna. Tako mu lahko izmerimo električno prevodnost, parameter, ki daje informacijo o kakovosti in morebitni potvorjenosti medu. Poleg tega je izmed vseh fizikalno-kemijskih analiz električna prevodnost najbolj uporabna metoda pri določanju vrst medu, zlasti pri razlikovanju med medom iz nektarja

in medom iz mane. Med iz nektarja z izjemo kostanjevega medu ima električno prevodnost enako ali manjšo od 0,8 mS/cm, med iz mane in kostanjev med pa več od 0,8 mS/cm, kar je posledica večje vsebnosti elementov v maninem medu. Na splošno se električna prevodnost medu giblje med 0,1 in 2 mS/cm.

2.6.5 Določanje vrednosti pH s pH metrom

Kislost oziroma bazičnost raztopin je opredeljena s koncentracijo oksonijevih (H_3O^+) ionov v raztopini. Podajamo jo z vrednostjo pH in je definirana z naslednjo enačbo:

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

Vrednost pH lahko merimo na dva načina:

- z indikatorskimi lističi ali
- elektrokemično.

Z indikatorskimi lističi določamo pH na osnovi spremembe barve organske spojine, le ta pa je odvisna od koncentracije oksonijevih ionov.

Elektrokemično določamo pH tako, da merimo napetost galvanskega člena, ki ga sestavljata indikatorska elektroda in referenčna elektroda. Indikatorska elektroda zaznava spremembe koncentracij oksonijevih ionov, potencial referenčne elektrode pa je stalen. Indikatorska elektroda je steklena, kot referenčno elektrodo pa uporabljamo kalomelovo ali srebrovo elektrodo. Lahko se uporablja tudi kombinirana elektroda, ki združuje obe elektrodi. Napetost merimo z voltmetrom, ki se imenuje pH meter.

Ponavadi je pH medu od 3,2 do 5,5. Višji pH, torej manjša kislost kaže na ponarejanje medu z neinvertirano saharozo, nižji pH, torej večja kislost pa na ponarejanje z dodatkom industrijsko invertiranega sladkorja, saj lahko pri razpadu saharoze nastajajo tudi mravljinčna kislina in nekatere druge kisline.

3 EKSPERIMENTALNI DEL

3.1 Vzorci

Vzorci različnih vrst medov, ki sem si jih izbrala, so:

- cvetlični med tujega izvora (CT),
- cvetlični med slovenskega izvora (CS),
- gozdni med tujega izvora (GT),
- gozdni med slovenskega izvora (GS) in
- doma pridelan med (D).

3.2 Določanje vsebnosti skupnih kislin

Tabela 1: Inventar za določitev vsebnosti skupnih kislin

Količina	Inventar
1 x	merilna bučka, 1000 ml
1 x	čaša, 1000 ml
4 x	čaša, 150 ml
3 x	erlenmajerica, 250 ml
1 x	reagenčna steklenica, 1 L
1 x	inventar za segrevanje (trinožno stojalo, keramična mrežica, gorilnik)
1 x	laboratorijsko stojalo
1 x	mufa s prižemo
1 x	bireta, 25 ml
1 x	precizna tehtnica
1 x	plastična žlička
/	kapalke

Tabela 2: Kemikalije za določitev vsebnosti skupnih kislin

Kemikalije	Količina	H stavki	P stavki	GHS simboli
NaOH (s) natrijev hidroksid	4,00 g	H290-H314- H319	P260-P280- P301+P330+P331- P303+P361+P353- P305+P351+P338	
C ₂₀ H ₁₄ O ₄ fenolftalein	/	H225-H319- H341-H350	P210-P280- P305+P351+P338- P308+P313	
destilirana voda brez CO ₂	3 L	/	/	/

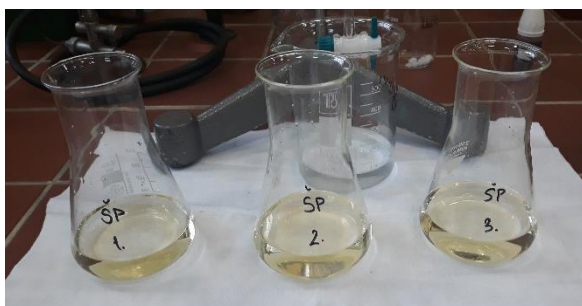
Za to analizo potrebujemo destilirano vodo brez ogljikovega dioksida, saj lahko zaradi tvorjenja kisline z vodo moti analizo. Le-to dosežemo tako, da destilirano vodo dalj časa prekuhavamo, jo ohladimo in nato čim hitreje uporabimo.

Priprava 0,1 M NaOH:

4,00 g trdnega NaOH, ki ga natehtamo v 150 mL čašo na precizni tehtnici, raztopimo v približno 100 mL destilirane vode brez CO₂. Raztopino kvalitativno prenesemo v 1000 mL merilno bučko in jo z destilirano vodo dopolnimo do oznake.

Analiza vzorcev:

Od vzorca medu odtehtamo 10,00 g in ga raztopimo v približno 75 mL destilirane vode brez CO₂. Raztopljeni vzorec kvalitativno prenesemo v 250 mL erlenmajerico, mu dodamo nekaj kapljic fenolftaleina in ga titriramo s 25 mL bireto z 0,1 M NaOH do rožnate barve, obstojne vsaj 10 sekund. Analizo izvedemo v treh paralelkah.



Slika 4: Vzorci pred titracijo



Slika 5: Vzorci po titraciji

Tabela 3: Poraba NaOH za titracijo vzorcev

vzorec	Poraba NaOH (mL)		
	1. paralelka	2. paralelka	3. paralelka
CT	2,25 mL	2,3 mL	2,2 mL
GT	2,6 mL	2,5 mL	2,4 mL
CS	1,85 mL	1,8 mL	1,8 mL
GS	1,8 mL	2,00 mL	1,8 mL
D	2,75 mL	2,95 mL	2,95 mL

Enačba 1: Enačba za izračun vsebnosti skupnih kislin

$$\text{kisline} \left[\frac{\text{mmol}}{\text{kg}} \right] = 10 \cdot V(\text{NaOH})$$

Enačba 2: Enačba za izračun povprečne vsebnosti skupnih kislin

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$$

CVETLIČNI MED TUJEGA IZVORA

$$Kisline_1 = 10 \cdot 2,25 \text{ mL} = 22,5 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$Kisline_2 = 10 \cdot 2,3 \text{ mL} = 23,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$Kisline_3 = 10 \cdot 2,2 \text{ mL} = 22,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$\bar{x} = \frac{22,5 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}} + 23,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}} + 22,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}}{3} = 22,5 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

GOZDNI MED TUJEGA IZVORA

$$Kisline_1 = 10 \cdot 2,6 \text{ mL} = 26,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$Kisline_2 = 10 \cdot 2,5 \text{ mL} = 25,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$Kisline_3 = 10 \cdot 2,4 \text{ mL} = 24,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$\bar{x} = \frac{26,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}} + 25,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}} + 24,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}}{3} = 25,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

CVETLIČNI MED SLOVENSKEGA IZVORA

$$Kisline_1 = 10 \cdot 1,85 \text{ mL} = 18,5 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$Kisline_2 = 10 \cdot 1,8 \text{ mL} = 18,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$Kisline_3 = 10 \cdot 1,8 \text{ mL} = 18,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$\bar{x} = \frac{18,5 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}} + 18,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}} + 18,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}}{3} = 18,2 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

GOZDNI MED SLOVENSKEGA IZVORA

$$Kisline_1 = 10 \cdot 1,8 \text{ mL} = 18,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$Kisline_2 = 10 \cdot 2,0 \text{ mL} = 20,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$Kisline_3 = 10 \cdot 1,8 \text{ mL} = 18,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$\bar{x} = \frac{18,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}} + 20,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}} + 18,0 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}}{3} = 18,7 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

DOMAČI MED

$$Kisline_1 = 10 \cdot 2,75 \text{ mL} = 27,5 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$Kisline_2 = 10 \cdot 2,95 \text{ mL} = 29,5 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$Kisline_3 = 10 \cdot 2,95 \text{ mL} = 29,5 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

$$\bar{x} = \frac{27,5 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}} + 29,5 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}} + 29,5 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}}{3} = 28,8 \frac{\text{mmol}}{\text{kg}}$$

Tabela 4: Rezultati določanja vsebnosti skupnih kislin


	1. paralelka	2. paralelka	3. paralelka	povprečje
CT	22,5 mmol/kg	23,0 mmol/kg	22,0 mmol/kg	22,5 mmol/kg
GT	26,0 mmol/kg	25,0 mmol/kg	24,0 mmol/kg	24,0 mmol/kg
CS	18,5 mmol/kg	18,0 mmol/kg	18,0 mmol/kg	18,2 mmol/kg
GS	18,0 mmol/kg	20,0 mmol/kg	18,0 mmol/kg	18,7 mmol/kg
D	27,5 mmol/kg	29,5 mmol/kg	29,5 mmol/kg	28,8 mmol/kg

3.3 Določanje vsebnosti vode z Abbejevim refraktometrom

Tabela 5: Inventar za določanje vsebnosti vode

Količina	Inventar
1x	abbejev refraktometer
/	staničevina
5x	čaša, 250 ml
5x	steklena palčka
1x	ultratermostat
1x	žlička

Tabela 6: Kemikalije za določitev vsebnosti vode

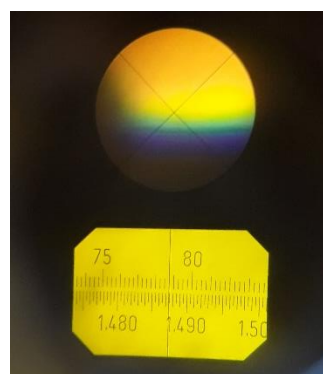
Kemikalija	Količina	H stavki	P stavki	GHS simboli
C ₂ H ₅ OH (l) etanol	/	H225-H319	P210-P233- P305+P351+P338	

Analiza vzorcev:

Vzorci medu si pripravimo v 250 mL čaše. Lomni količnik merimo pri 20 °C, zato refraktometer priključimo na ultratermostat. Prizmi razpremo, očistimo z etanolom in obrišemo s staničevino. Na merilno prizmo naneseemo vzorec medu, jo poklopimo s prizmo za osvetljevanje ter zapremo z gumbom. Termostatiramo eno minuto. S kompenzacijskimi prizmami naravnamo ostro mejo med svetlim in temnim poljem. Mejo postavimo na sredino nitnega križa in na skali odčitamo lomni količnik. Postopek nanašanja vzorca, termostatiranja in merjenja lomnega količnika ponovimo z vsemi vzorci medov. Ob vsaki meritvi prizmi očistimo z destilirano vodo in etanolom ter jo posušimo. Na podlagi lomnega količnika določimo količino vode v %, pri čemer uporabimo naslednjo tabelo iz Uradnega lista RS (1466. Pravilnik o medu, stran 3460). Ker lahko vse povprečne rezultate najdemo v spodnji tabeli, umeritvene krivulje ne potrebujemo risati.



Slika 6: Abbejev refraktometer in pripravljene vzorce za analizo



Slika 7: Pogled skozi okular refraktometra

Tabela 7: Povezave lomnih količnikov in % vode

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

Enačba 3: Enačba za izračun povprečnega lomnega količnika

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5}$$

$$\bar{x}_1 = \frac{1,496+1,493+1,493+1,4925+1,4935}{5} = 1,493 \quad \bar{x}_2 = \frac{1,4965+1,496+1,496+1,496+1,496}{5} = 1,4961$$

$$\bar{x}_3 = \frac{1,499+1,499+1,4985+1,4985+1,4985}{5} = 1,4987 \quad \bar{x}_4 = \frac{1,494+1,494+1,494+1,494+1,494}{5} = 1,494$$

$$\bar{x}_5 = \frac{1,496+1,496+1,496+1,4965+1,496}{5} = 1,4961$$

Tabela 8: Izmerjeni lomni količniki, povprečja in % vode v vzorcih medu

	CT	GT	CS	GS	D
1. paralelka	1,493	1,4965	1,499	1,494	1,496
2. paralelka	1,493	1,496	1,499	1,494	1,496
3. paralelka	1,493	1,496	1,4985	1,494	1,496
4. paralelka	1,4935	1,496	1,4985	1,494	1,4965
5. paralelka	1,4925	1,496	1,4985	1,494	1,496
povprečje	1,493	1,4961	1,4987	1,494	1,4961
% vode	17,4 %	16,2 %	15,2 %	17,0 %	16,2 %

3.4 Določanje vsebnosti HMF z metodo po Winklerju

Tabela 9: Inventar za pripravo raztopine barbiturne kisline

Količina	Inventar
1x	čaša, 100 mL
1x	merilna bučka, 100 ml
1x	steklena palčka
1x	merilni valj, 100 ml
1x	čaša, 400ml
1x	inventar za segrevanje (trinožno stojalo, keramična mrežica, gorilnik)
1x	analizna tehtnica

Tabela 10: Kemikalije za pripravo raztopine barbiturne kisline

Kemikalija	Količina	H stavki	P stavki	GHS simboli
$C_4H_4N_2O_3$ (s) barbiturna kislina	500 mg	/	/	/
destilirana voda	100 mL	/	/	/

Priprava raztopine barbiturne kisline:

V 100 mL čašo zatehtamo 500 mg barbiturne kisline in jo s 70 mL vode raztopimo v čaši. Raztopino damo v vodno kopel, da se popolnoma raztopi, jo ohladimo, prenesemo v 100 mL merilno bučko in dopolnimo z destilirano vodo do oznake.






Slika 8: Priprava raztopine barbiturne kisline

Tabela 11: Inventar za pripravo raztopine p-toluidina

Količina	Inventar
1x	čaša, 100 ml
1x	merilni valj, 50 ml
1x	merilna bučka, 100 ml
1x	merilna pipeta, 10 ml
1x	inventar za segrevanje (trinožno stojalo, keramična mrežica, gorilnik)
/	ALU folija
1x	precizna tehtnica
1x	kapalka

Tabela 12: Kemikalije za pripravo raztopine p-toluidina

Kemikalija	Količina	H stavki	P stavki	GHS simboli
C_7H_9N p-toluidin	10,00 g	H301+H311+H331- H317-H351	P302+P352- P304+P340- P308+P310	
C_3H_8O izopropanol	100 mL	H225-H319-H336	P210-P280- P305+P351+P338- P337+P313	
CH_3COOH ledocetna kislina	10 mL	H226-H314	P210-P280- P301+P330+P331- P303+P361+P353- P305+P351+P338- P310	

Priprava raztopine p-toluidina:

Na precizni tehtnici odtehtamo v 100 mL čašo 10 g p-toluidina in ga s počasnim segrevanjem na vodni kopeli raztopimo v približno 50 mL izopropanola. Skupaj z izopropanolom ga prenesemo v 100 mL merilno bučko in dodamo 10 mL ledocetne kisline. Raztopino ohladimo in dopolnimo z izopropanolom do oznake. Raztopino hranimo v temnem prostoru in je ne uporabimo najmanj 24 ur.

Tabela 13: Inventar za določitev vsebnosti HMF

Količina	Inventar	Količina	Inventar
5x	čaša, 100 ml	1x	polnilna pipeta, 5 ml
1x	precizna tehtnica	1x	stojalo za epruvete
1x	žlička	10x	epruvete
5x	merilna bučka, 50 ml	10x	zamaški za epruvete
1x	merilna pipeta, 5 ml	1x	spektrofotometer
2x	merilna pipeta, 1 ml	2x	kvarčne kivete

Analiza vzorcev:

V 100 mL čašo odtehtamo 10 g vzorca medu in ga brez segrevanja raztopimo v 20 mL destilirane vode. Nato raztopino prenesemo v 50 mL merilno bučko in dopolnimo do oznake. Z merilno pipeto odmerimo 2 mL tako pripravljene raztopine medu in jo prenesemo v vsako od dveh epruвет ter dodamo 5 mL p-toluidina v vsako epruветo s polnilno pipeto. V eno od epruвет odmerimo s pipeto 1 mL destilirane vode, v drugo pa 1 mL barbiturne kisline in nato vsebino dobro premešamo. Epruветo, v katero smo dali destilirano vodo, uporabimo kot slepi vzorec. Reagente moramo dodajati brez prekinitve v eni do dveh minutah. Ko intenziteta barve doseže maksimum (3 do 4 minute), odčitamo absorbanco pri 550 nm. Vsebnost HMF izrazimo v mg/kg medu.



Slika 9: Spektrofotometer



Slika 10: Vzorci in slepi vzorci, pripravljeni za analizo

Tabela 14: Izmerjene absorbance vzorcev in slepih vzorcev

	1. paralelka		2. paralelka		3. paralelka	
	A _{VZ}	A _{SL}	A _{VZ}	A _{SL}	A _{VZ}	A _{SL}
CT	0,182	0,000	0,183	0,001	0,184	0,001
GT	0,064	0,001	0,062	0,000	0,060	0,000
CS	0,021	0,000	0,021	0,001	0,021	0,001
GS	0,010	0,000	0,010	0,001	0,010	0,001
D	0,012	0,000	0,012	0,001	0,012	0,001

Enačba 4: Enačba za izračun vsebnosti HMF v vzorcih medu

$$\text{vsebnost HMF} \left[\frac{\text{mg (HMF)}}{\text{kg (medu)}} \right] = (A_{vz} - A_{sl}) \cdot 192$$

A_{vz} – izmerjena absorbanca vzorca

A_{sl} – izmerjena absorbanca slepega vzorca

Enačba 5: Enačba za izračun povprečne vrednosti vsebnosti HMF

$$\bar{x} = \frac{HMF_1 + HMF_2 + HMF_3}{3}$$

CVETLIČNI MED TUJEGA IZVORA

$$HMF_1 = (0,182 - 0,000) \cdot 192 = 34,944 \text{ mg/kg} \quad HMF_2 = (0,183 - 0,001) \cdot 192 = 34,944 \text{ mg/kg}$$

$$HMF_3 = (0,184 - 0,001) \cdot 192 = 35,136 \text{ mg/kg}$$

$$\bar{x} = \frac{HMF_1 + HMF_2 + HMF_3}{3} = \frac{34,944 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} + 34,944 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} + 35,136 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}}{3} = 35,008 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

GOZDNI MED TUJEGA IZVORA

$$HMF_1 = (0,064 - 0,001) \cdot 192 = 12,096 \text{ mg/kg} \quad HMF_2 = (0,062 - 0,000) \cdot 192 = 11,904 \text{ mg/kg}$$

$$HMF_3 = (0,060 - 0,000) \cdot 192 = 11,52 \text{ mg/kg}$$

$$\bar{x} = \frac{HMF_1 + HMF_2 + HMF_3}{3} = \frac{12,096 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} + 11,904 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} + 11,52 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}}{3} = 11,84 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

CVETLIČNI MED SLOVENSKEGA IZVORA

$$HMF_1 = (0,021 - 0,000) \cdot 192 = 4,032 \text{ mg/kg} \quad HMF_2 = (0,021 - 0,001) \cdot 192 = 3,84 \text{ mg/kg}$$

$$HMF_3 = (0,021 - 0,001) \cdot 192 = 3,84 \text{ mg/kg}$$

$$\bar{x} = \frac{HMF_1 + HMF_2 + HMF_3}{3} = \frac{4,032 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} + 3,84 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} + 3,84 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}}{3} = 3,904 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

GOZDNI MED SLOVENSKEGA IZVORA

$$HMF_1 = (0,010 - 0,000) \cdot 192 = 1,92 \text{ mg/kg} \quad HMF_2 = (0,010 - 0,001) \cdot 192 = 1,728 \text{ mg/kg}$$

$$HMF_3 = (0,010 - 0,001) \cdot 192 = 1,728 \text{ mg/kg}$$

$$\bar{x} = \frac{HMF_1 + HMF_2 + HMF_3}{3} = \frac{1,92 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} + 1,728 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} + 1,728 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}}{3} = 1,792 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

DOMAČI MED

$$HMF_1 = (0,012 - 0,000) \cdot 192 = 2,304 \text{ mg/kg} \quad HMF_2 = (0,012 - 0,001) \cdot 192 = 2,112 \text{ mg/kg}$$

$$HMF_3 = (0,012 - 0,001) \cdot 192 = 2,112 \text{ mg/kg}$$

$$\bar{x} = \frac{HMF_1 + HMF_2 + HMF_3}{3} = \frac{2,304 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} + 2,112 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} + 2,112 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}}{3} = 2,167 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

Tabela 15: Povprečna vsebnost HMF v vzorcih

	1. paralelka	2. paralelka	3. paralelka	povprečje
CT	34,944 mg/kg	34,944 mg/kg	35,136 mg/kg	35,008 mg/kg
GT	12,096 mg/kg	11,904 mg/kg	11,52 mg/kg	11,84 mg/kg
CS	4,032 mg/kg	3,84 mg/kg	3,84 mg/kg	3,904 mg/kg
GS	1,92 mg/kg	1,728 mg/kg	1,728 mg/kg	1,792 mg/kg
D	2,304 mg/kg	2,112 mg/kg	2,112 mg/kg	2,176 mg/kg

3.5 Določanje električne prevodnosti z laboratorijskim konduktometrom

Tabela 16: Inventar za določitev električne prevodnosti

Količina	Inventar
1x	konduktometer
5x	čaha, 150 ml
1x	precizna tehtnica
5x	steklena palčka
/	staničevina
1x	žlička

Tabela 17: Kemikalije za določitev električne prevodnosti

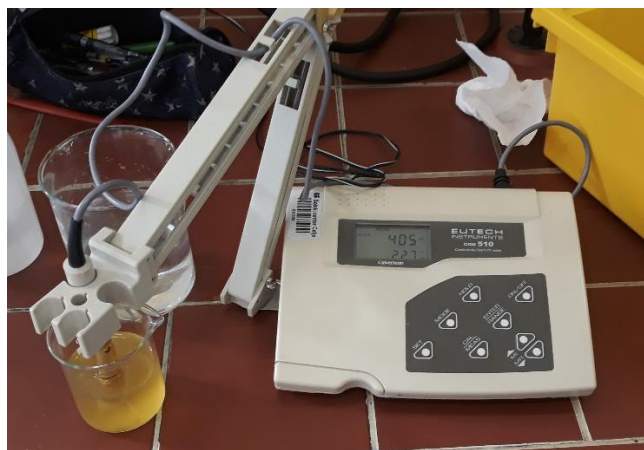
Kemikalija	Količina	H stavki	P stavki	GHS simboli
destilirana voda	/	/	/	/

Analiza vzorcev:

Maso medu, ki predstavlja 20 g suhe snovi medu na 100 g raztopine, zatehtamo v 150 mL čašo in jo raztopimo v destilirani vodi. S stekleno palčko raztopino mešamo, dokler se med popolnoma ne raztopi. Pred merjenjem elektrodo za merjenje električne prevodnosti obrišemo do suhega. Elektrodo potopimo v merjeno raztopino in ji izmerimo električno prevodnost. Vsakemu vzorcu izmerimo električno prevodnost trikrat.



Slika 11: Raztopine vzorcev, pripravljene za analizo



Slika 12: Merjenje električne prevodnosti

Enačba 6: Enačba za izračun priprave vzorcev

$$m(\text{medu}) = \frac{m_{\text{suhe snovi}} \cdot 100}{(100 - w_{\text{vode v medu}})}$$

Enačba 7: Enačba za izračun povprečne električne prevodnosti

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$$

CVETLIČNI MED TUJEGA IZVORA

$$m(\text{medu}) = \frac{20 \text{ g} \cdot 100}{(100 - 17,4 \text{ g}/100\text{g})} = 24,21 \text{ g}$$

$$\bar{x} = \frac{0,408 \frac{\text{mS}}{\text{cm}} + 0,407 \frac{\text{mS}}{\text{cm}} + 0,405 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}}{3} = 0,4067 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}$$

GOZDNI MED TUJEGA IZVORA

$$m(\text{medu}) = \frac{20 \text{ g} \cdot 100}{(100 - 16,2 \text{ g}/100\text{g})} = 23,86 \text{ g}$$

$$\bar{x} = \frac{0,540 \frac{\text{mS}}{\text{cm}} + 0,542 \frac{\text{mS}}{\text{cm}} + 0,543 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}}{3} = 0,5417 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}$$

CVETLIČNI MED SLOVENSKEGA IZVORA

$$m(\text{medu}) = \frac{20 \text{ g} \cdot 100}{(100 - 15,2 \text{ g}/100\text{g})} = 23,58 \text{ g}$$

$$\bar{x} = \frac{0,331 \frac{\text{mS}}{\text{cm}} + 0,329 \frac{\text{mS}}{\text{cm}} + 0,331 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}}{3} = 0,3303 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}$$

GOZDNI MED SLOVENSKEGA IZVORA

$$m(\text{medu}) = \frac{20 \text{ g} \cdot 100}{(100 - 17,0 \text{ g}/100\text{g})} = 24,10 \text{ g}$$

$$\bar{x} = \frac{0,988 \frac{\text{mS}}{\text{cm}} + 0,990 \frac{\text{mS}}{\text{cm}} + 0,992 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}}{3} = 0,990 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}$$

DOMAČI MED

$$m(\text{medu}) = \frac{20 \text{ g} \cdot 100}{(100 - 16,2 \text{ g}/100\text{g})} = 23,86 \text{ g}$$

$$\bar{x} = \frac{0,989 \frac{\text{mS}}{\text{cm}} + 0,987 \frac{\text{mS}}{\text{cm}} + 0,990 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}}{3} = 0,9887 \frac{\text{mS}}{\text{cm}}$$

Tabela 18: Izmerjena in povprečna električna prevodnost raztopin vzorcev

	1. paralelka	2. paralelka	3. paralelka	povprečje
CT	0,408 mS/cm	0,407 mS/cm	0,405 mS/cm	0,4067 mS/cm
GT	0,540 mS/cm	0,542 mS/cm	0,543 mS/cm	0,5417 mS/cm
CS	0,331 mS/cm	0,329 mS/cm	0,331 mS/cm	0,3303 mS/cm
GS	0,988 mS/cm	0,990 mS/cm	0,992 mS/cm	0,990 mS/cm
D	0,989 mS/cm	0,987 mS/cm	0,990 mS/cm	0,9887 mS/cm

3.6 Določanje pH vrednosti s pH metrom

Tabela 19: Inventar za določanje pH vrednosti

Količina	Inventar
1x	pH meter
1x	precizna tehtnica
1x	žlička
5x	čša, 150 mL
5x	steklena palčka
/	staničevina

Tabela 20: Kemikalije za določanje pH vrednosti

Kemikalija	Količina	H stavki	P stavki	GHS simboli
destilirana voda	/	/	/	/

Analiza vzorcev:

Na precizni tehtnici odtehtamo $10 \text{ g} \pm 0,01 \text{ g}$ medu, dodamo 25 mL destilirane vode in s stekleno palčko premešamo, da se ves med raztopi. S predhodno umerjenim pH metrom izmerimo vrednost pH raztopine medu.



Slika 13: Merjenje pH vrednosti vzorca

Enačba 8: Enačba za izračun povprečne pH vrednosti raztopin vzorcev

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$$

CVETLIČNI MED TUJEGA IZVORA

$$\bar{x} = \frac{4,82+4,81+4,80}{3} = 4,81$$

GOZDNI MED TUJEGA IZVORA

$$\bar{x} = \frac{4,03+4,01+4,00}{3} = 4,01$$

CVETLIČNI MED SLOVENSKEGA IZVORA

$$\bar{x} = \frac{4,06+4,05+4,03}{3} = 4,05$$

GOZDNI MED SLOVENSKEGA IZVORA

$$\bar{x} = \frac{4,97+4,96+4,96}{3} = 4,96$$

DOMAČI MED

$$\bar{x} = \frac{4,58+4,57+4,56}{3} = 4,57$$

Tabela 21: Izmerjene in povprečne pH vrednosti vzorcev

	1. paralelka	2. paralelka	3. paralelka	povprečje
CT	4,82	4,81	4,80	4,81
GT	4,03	4,01	4,00	4,01
CS	4,06	4,05	4,03	4,05
GS	4,97	4,96	4,96	4,96
D	4,58	4,57	4,56	4,57

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

Tabela 22: Rezultati vseh analiz

	CT	GT	CS	GS	D
kislina	22,5 mmol/kg	24,0 mmol/kg	18,2 mmol/kg	18,7 mmol/kg	28,8 mmol/kg
voda	17,4 %	16,2 %	15,2 %	17,0 %	16,2 %
HMF	35,008 mg/kg	11,84 mg/kg	3,904 mg/kg	1,792 mg/kg	2,176 mg/kg
električna prevodnost	0,4067 mS/cm	0,5417 mS/cm	0,3303 mS/cm	0,990 mS/cm	0,9887 mS/cm
pH	4,81	4,01	4,05	4,96	4,57

Hipotezo 3 lahko na tem mestu potrdim, saj je iz zgornje tabele razvidno, da imajo glede na vse merjene parametre vzorci medu slovenskega izvora boljšo kakovost od vzorcev tujega medu.

4.1 Rezultati določanja vsebnosti skupnih kislin

Rezultati določanja vsebnosti skupnih kislin so zbrani v tabeli 5 in tabeli 24. Pravilnik o medu (2011) predvideva, da lahko kilogram medu vsebuje največ 40 milimolov prostih kislin. Vsi vzorci so imeli vsebnost skupnih kislin nižjo kot 40 mmol/kg, torej je tudi vsebnost prostih kislin nižja od največje dovoljene vrednosti. Največjo kislost, 28,8 mmol/kg, je imel vzorec domačega medu. Ta rezultat je najverjetneje posledica nepravilne uporabe organskih kislin za zatiranje varoze. Oba vzorca medu slovenskega izvora sta imela najnižjo vsebnost kislin, 18,2 mmol/kg in 18,7 mmol/kg, kar sem pričakovala, saj sta bila oba vzorca označena kot med vrhunske kakovosti z zaščiteno geografsko označbo oziroma označbo porekla. Cvetlični in gozdni med tujega izvora sta imela rahlo višjo vsebnost skupnih kislin kot pa slovenska vzorca, vendar sta bili vrednosti še vedno precej povprečni. Ravno pri teh dveh vzorcih sem pričakovala rahlo povišano vsebnost kislin, saj sta oba tujega porekla in naj bi bila slabše kakovosti kot pa slovenski med. Presenetil me je tudi rezultat vsebnosti kislin v domačem medu, saj sem pričakovala nižjo vsebnost kislin.

4.2 Rezultati določanja vsebnosti vode

Iz tabele 24 je razvidno, da je bila vsebnost vode v vseh petih analiziranih vzorcih znotraj dovoljene meje 20 %, ki jo določa Pravilnik o medu (2011). Največji delež vode, 17,4 %, je imel cvetlični med tujega izvora, najmanj vode pa je vseboval cvetlični med slovenskega izvora. V primerjavi med slovenskim in tujim medom sem pričakovala rahlo drugačne rezultate. Slovenski gozdni med je imel v primerjavi s tujim gozdnim medom višji delež vode, kar me je presenetilo. Tuji med ima običajno višje deleže, saj naj bi bili slabše kakovosti. Manjše variacije, kot je ta, so pogosto posledice večje vlažnosti v zraku in ostalih naravnih vzrokov, na

katere ljudje ne moremo vplivati. Rezultati vsebnosti vode v cvetličnem medu pa so potrdili mojo hipotezo, da ima med tujega izvora višjo vsebnost vode kot med slovenskega izvora. Poleg tega me je presenetil tudi precej dober rezultat vsebnosti vode v domačem medu. Pričakovala sem, da bo delež vode okoli 17 %, praktični rezultat pa je bil 16,2 %.

Hipotezo 1 lahko na tem mestu delno potrdim, saj sta imela dva vzorca izmed treh nižjo vsebnost vode od obeh vzorcev tujega porekla. Vzorec slovenskega gozdnega medu pa je imel vsebnost vode višjo od vzorca tujega gozdnega medu.

4.3 Rezultati določanja vsebnosti HMF

Ker je HMF v višjih koncentracijah strupen, sme med po Pravilniku o medu (2011) vsebovati največ 40 mg HMF na kilogram medu, slovenski med vrhunske kakovosti pa ga ne sme vsebovati več kot 10 mg/kg. Najvišjo vsebnost HMF, 35,008 mg/kg, je imel cvetlični med tujega izvora. Čeprav vrednost še ustreza določbam, pa je glede na ostale rezultate vsebnost HMF v tujem cvetličnem medu precej povišana. Ta rezultat kaže predvsem na neustrezno segrevanje medu, saj HMF pospešeno nastaja, kadar je dalj časa izpostavljen temperaturam nad 55 °C. Gozdni med tujega izvora je vseboval 11,84 mg/kg, ostali trije vzorci medu, ki so vsi slovenskega porekla, pa so imeli vsebnost HMF nižjo od 5 mg/kg. S tem izpolnjujejo tudi pogoje za uvrstitev med med vrhunske kakovosti. Če primerjam različne vrste medu slovenskega izvora in različne vrste medu tujega izvora, je med njimi občutna razlika. Oba vzorca tujega medu imata vsebnost HMF nekoliko povišana, medtem ko so rezultati analize vzorcev slovenskega medu skorajda odlični. S tem lahko potrdim svojo hipotezo, da je med tujim in slovenskim medom občutna razlika v vsebnosti HMF.

Hipotezo 2 lahko na tem mestu potrdim, saj je vseh pet vzorcev imelo vrednost HMF pod maksimalno dovoljeno vrednostjo, 40 mg/kg.

4.4 Rezultati določanja električne prevodnosti

Z električno prevodnostjo najpogosteje določamo vrsto medu, je pa tudi pokazatelj kakovosti in morebitne potvorjenosti medu. Najvišja dovoljena električna prevodnost nektarnih medov je 0,8 mS/cm, za manin med pa najmanj 0,8 mS/cm. Od vseh vzorcev ima najvišjo električno prevodnost slovenski gozdni med, najnižjo pa slovenski cvetlični med. Višja električna prevodnost maninega medouje posledica večje vsebnosti mineralov v medu. Vzorec gozdnega medu tujega porekla je imel glede na ostale vzorce nizko električno prevodnost (0,5417 mS/cm) in ni ustrezal kriterijem, kar pomeni, da se ne bi smel prodajati kot gozdni med. Povprečna električna prevodnost doma pridelanega medu je znašala 0,9887 mS/cm. Poleg kakovosti tega vzorca me je zanimala tudi njegova vrsta in s to analizo sem dokazala, da je vzorec domačega medu manin oz. gozdni med.

4.5 Rezultati določanja pH

Vrednost pH je eden izmed parametrov za določitev kakovosti medu in je odvisna od prisotnosti organskih kislin. Več kot je prisotnih kislin, nižji je pH medu. Povprečne vrednosti pH vseh vzorcev so se gibale med 4,0 in 5,0. Najvišji pH je imel gozdni med tujega izvora, najnižjega pa cvetlični med slovenskega izvora. Pravilnik o medu (2011) ne predpisuje vrednosti parametra pH, običajno pa se pH medu giblje med 3,2 in 5,5 in ni pogojen z vrsto medu.

5 ZAKLJUČEK

Pred izvajanjem maturitetne naloge sem si zadala cilj ugotoviti kakovost medu na policah slovenskih trgovin in kakovost medu slovenskih čebelarjev. Zanimalo me je tudi, kakšna je kakovost medu, ki ga pridelujemo doma v družini. V ta namen sem si izbrala pet parametrov, s pomočjo katerih sem ugotovila kakovost vzorcev. Predvidevala sem, da bodo rezultati analiz slovenskega medu vsi boljši od rezultatov analiz tujega medu. Večinoma so bili rezultati skladni s to hipotezo, izjema so bili rezultati določitve vsebnosti vode v medu, saj je bil rezultat gozdnega medu tujega izvora boljši od rezultata gozdnega medu slovenskega izvora. Pri analizi domačega medu me je najbolj presenetil podatek za vsebnost skupnih kislin, ki je bil slabši, kot sem pričakovala.

Med delom sem naletela na nekaj težav, ki sem jih sproti rešila. Največji problem mi je predstavljala obsežnost naloge, saj sem se morala zaradi omejenosti s časom odločiti, katere parametre za analizo kakovosti medu bom analizirala in katerih ne bom. Ugotovila sem, da je analiza kakovosti medu precej zapletena, saj je potrebno analizirati veliko različnih parametrov, pri tem pa moramo uporabiti veliko različnih analiznih metod.

6 VIRI IN LITERATURA

6.1 Vsebinski viri

- [1] MLAKER ŠUMENJAK, Marija. Čebela se predstavi-Učbenik za ljubitelje čebel. 2011. Ljubljana: Čebelarska zveza Slovenije. ISBN 978-961-6516-42-6
- [2] MED: Značilnosti slovenskega medu. 2008. Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije. ISBN 978-961-6516-22-8
- [3] KOZMUS, Peter, SMODIŠ ŠKERL, Maja Ivana in NAKRST, Mitja. Čebelarjenje za vsakogar. 2013. Ljubljana: Kmečki glas. ISBN 978-961-203-389-7
- [4] Slovensko čebelarstvo v tretje tisočletje 2. 2011. Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije. ISBN 978-961-6516-40-2
- [5] Čebelarska zveza Slovenije (leto objave ni znano). Med. [Online] Dostopno na: <http://www.czs.si/content/C21> (Datum dostopa: 26. 12. 2019)
- [6] Čebelarska zveza Slovenije (leto objave ni znano). Cvetni prah. [Online] Dostopno na: <http://www.czs.si/content/C22> (Datum dostopa: 26. 12. 2019)
- [7] Čebelarska zveza Slovenije (leto objave ni znano). Propolis. [Online] Dostopno na: <http://www.czs.si/content/C23> (Datum dostopa: 26. 12. 2019)
- [8] Čebelarska zveza Slovenije (leto objave ni znano). Matični mleček. [Online] Dostopno na: <http://www.czs.si/content/C24> (Datum dostopa: 26. 12. 2019)
- [9] Čebelarska zveza Slovenije (leto objave ni znano). Čebelji strup. [Online] Dostopno na: <http://www.czs.si/content/C25> (Datum dostopa: 26. 12. 2019)
- [10] Čebelarska zveza Slovenije (leto objave ni znano). Čebelji vosek. [Online] Dostopno na: <http://www.czs.si/content/C26> (Datum dostopa: 26. 12. 2019)
- [11] Uradni list Republike Slovenije (1999). Pravilnik o medu. [Online] Dostopno na: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/1999-01-1466/pravilnik-o-medu> (Datum dostopa: 29. 12. 2019)

6.2 Viri slik

Slika 1: <https://zirovnica.si/wp-content/uploads/2016/03/JansaPortret.jpg>

(Datum dostopa: 17. 1. 2020)

Slika 2: http://www.slovenija25.si/fileadmin/user_upload/UCB__21__SIVIC_2.jpg

(Datum dostopa: 17. 1. 2020)

Slika 3: <http://www.czs.si/Upload/800x400/Snap%202018-11-20%20at%2012.51.01.png>

(Datum dostopa: 17. 1. 2020)

Slika 4: Osebni arhiv

Slika 5: Osebni arhiv

Slika 6: Osebni arhiv

Slika 7: Osebni arhiv

Slika 8: Osebni arhiv

Slika 9: Osebni arhiv

Slika 10: Osebni arhiv

Slika 11: Osebni arhiv

Slika 12: Osebni arhiv

Slika 13: Osebni arhiv

IZJAVA*

Mentorica **Irena Drofenik** v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom **Analiza medu**, katere avtorica je **Špela Popovič**:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 1.6.2020



Podpis mentorja

Irena Drofenik

Podpis odgovorne osebe

[Signature]

*

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.