



ANALIZA KAKOVOSTI MEDU NA DOMAČIH TRGOVSKIH POLICAH

Raziskovalna naloga

Raziskovalno področje:

BIOTEHNOLOGIJA, GOZDARSTVO, KMETIJSTVO ALI VETERINA

Mentorica:

Tanja Ocvirk, prof.

Avtorja:

Tara Zarja Prah

Gal Jagodič

Kazalo vsebine

Povzetek	5
Summary	6
Zahvala	7
1. Uvod	8
1.1 Namen in cilji	9
1.2 Hipoteze	9
2. Teoretični del	10
2.1 Medonosna čebela	10
2.1.1 Socialna struktura čebelje družine	10
2.2 Nektar in mana	11
2.3 Nastanek medu	11
2.4.1 Med iz nektarja	13
2.4.2 Med iz mane	13
2.5 Kemijska sestava medu	13
2.5.1 Voda v medu	13
2.5.2 Ogljikovi hidrati	14
2.5.3 Organske kisline	14
2.5.4 Encimi	15
2.6 Fizikalne lastnosti medu	15
2.6.1 Kristalizacija	15
2.6.2 Higroskopnost	16
2.6.3 Viskoznost	16
2.7 Senzorične lastnosti medu	16
2.7.1 Barva	16
2.7.2 Vonj	17
2.7.3 Okus	17
2.7.4 Aroma	17
2.8 Med na slovenskem trgu	17
2.9 Pristnost in potvorbe medu	18
2.10 Zakonodaja trgovanja z medom	20
2.11 Parametri za določanje kakovosti medu	20
2.11.1 Odstotek vode v medu	21
2.11.2 Električna prevodnost	21
2.11.3 Hidroksimetilfurfural (HMF)	21

2.11.4 Sladkorji	22
3. Eksperimentalni del	22
3.1 Metode dela	22
3.1.1 Zbiranje vzorcev medu	22
3.1.2 Številčenje vzorcev	23
3.2. Merjenje vsebnosti vode	23
3.2.1 Materiali	23
3.2.2 Postopek dela	23
3.3 Merjenje električne prevodnosti	24
3.3.1 Materiali	24
3.3.2 Postopek dela	24
3.4. Merjenje vsebnosti HMF	25
3.4.1 Materiali	25
3.4.2 Postopek dela	26
3.5 Merjenje vsebnosti sladkorjev	28
3.5.1 Materiali	28
3.5.2 Postopek dela	29
4. Rezultati	31
4.1 Vsebnost vode	31
4.3 Vsebnost HMF	33
4.4 Vsebnost sladkorjev	35
5. Razprava	37
6. Zaključek	38
7. Viri	39
Priloge	42

Kazalo slik

Slika 1: Kranjska čebela	10
Slika 2: Barvna pestrost slovenskega medu	16
Slika 3: Kemične strukture pogosto uporabljenih dodatkov medu	19
Slika 5: Nanašanje medu na prizmo refraktometra	24
Slika 4: Korekcijska skala refraktometra	24
Slika 6: Uporabljen konduktometer	25
Slika 7: Dodajanje reagentov	27
Slika 8: Polnjenje vial	27
Slika 9: Uporabljen kromatograf (HPLC)	28
Slika 10: Pripravljene raztopine medu, vode in metanola	29
Slika 11: Viala za kromatografijo	30

Kazalo tabel

Tabela 1: Minimalne in maksimalne vsebnosti sestavin v posameznih vrstah medu.....	20
Tabela 2: Način številčenja vzorcev.....	23

Kazalo grafov

Graf 1: Vsebnost vode v domačih (oranžna) in tujih (modra) cvetličnih medovih.....	31
Graf 2: Vsebnost vode v domačih (oranžna) in tujih (modra) gozdnih medovih	31
Graf 3: Električna prevodnost domačih (oranžna) in tujih (modra) cvetličnih medov.....	32
Graf 4: Električna prevodnost domačih (oranžna) in tujih (modra) gozdnih medov	32
Graf 5: Umeritvena krivulja standardne raztopine HMF	33
Graf 6: Vsebnost HMF v domačih (oranžna) in tujih (modra) cvetličnih medovih.....	34
Graf 7: Vsebnost HMF v domačih (oranžna) in tujih (modra) gozdnih medovih	34
Graf 8: Umeritvena krivulja standardne raztopine fruktoze	35
Graf 9: Umeritvena krivulja standardne raztopine glukoze	35
Graf 10: Vsebnost fruktoze in gluoze v domačih in tujih cvetličnih medovih.....	36
Graf 11: Vsebnost fruktoze in gluoze v domačih in tujih gozdnih medovih.....	36

Povzetek

Zavedava se, da je v današnjem času vse več prevar v verigi s hrano. Na poti od proizvajalcev do končnih porabnikov se namreč živilu lahko namerno dodajajo sestavine, ki jih to živilo prvotno ne bi smelo vsebovati. Med najbolj pogoste tarče ponarejanja spada prav med. V okviru raziskovalne naloga sva zato raziskala kemijske in fizikalne značilnosti medu, tehnike njegovega ponarejanja in nekatere parametre, s katerimi lahko dokažemo njegovo pristnost, to je morebitno vsebnost sladkornih sirupov. Za analizo kakovosti medu sva se omejila na dve najpogostejši vrsti medu na naših trgovskih policah, to sta cvetlični in gozdni. Za primerjavo sva izbrala medove domačega in tujega porekla. Zanimalo naju je ali se medovi tujega porekla po kakovosti razlikujejo od medov slovenskega porekla. Kakovost izbranih vzorcev sva preverjala z naslednjimi parametri: vsebnost vode, električna prevodnost, vsebnost hidroksimetilfurfurala (HMF) in vsebnost sladkorjev (fruktoza in glukoza). Analize sva opravila na sedežu Čebelarske zveze Slovenije na Brdu pri Lukovici, po standardiziranih metodah, ki se uporablajo za ugotavljanje kakovosti medu. Ugotovila sva, da med analiziranimi vzorci obstajajo manjše razlike v parametrih, vendar pa so bili vsi izmerjeni parametri analiziranih vzorcev znotraj mej referenčnih vrednosti in tako primerljivi s tistimi, ki jih določa zakonodaja.

Ključne besede: med, ponarejanje, sladkorni sirupi, analiza fizikalno-kemijskih parametrov

Summary

Nowadays, there are more and more frauds in the food chain. On the way from the producer to the final consumer, ingredients that should not have been included in the food may be deliberately added. One of the most common targets of counterfeiting is this. As part of the research assignment, we investigated the chemical and physical characteristics of honey, the techniques of its falsification and some parameters that can be used to prove its authenticity, that means the possible content of sugar syrups. To analyse the quality of honey, we have limited ourselves to the two most common types of honey in local markets: floral and forest. For comparison, we chose honey of domestic and foreign origin. We were interested in whether honey of foreign origin differs in quality from honey of Slovenian origin. The quality of the selected samples was checked with the following parameters: water content, electrical conductivity, hydroxymethylfurfural (HMF) content and sugar content (fructose and glucose). The analyses were carried out at the headquarters of the Beekeeping Association of Slovenia in Brdo pri Lukovici, using standardized methods used to determine the quality of honey. We found that there were minor statistical differences between the analysed samples, but all measured parameters of the analysed samples were within the limits of the reference values and thus comparable with those set by the legislation.

Key words: honey, forgery, sugar syrups, physico-chemical parameters

Zahvala

Zahvaljujeva se mentorici Tanji Ocvirk, ki naju je vzpodbudila k izdelavi raziskovalne naloge in nama skozi ves proces dajala podporo. Iskrena hvala tudi Čebelarski zvezi Slovenije, ki nama je prijazno dovolila uporabo njihovega laboratorija za potrebe izvedbe eksperimentalnega dela naloge. Še posebej pa se zahvaljujeva Urški Ratajc in Aljažu Debelaku, ki sta si vzela čas in nama pomagala priskrbeti potrebno literaturo ter s svojim strokovnim znanjem pomagala pri izvedbi analiz vzorcev medu.

1. Uvod

Med je naravna sladka snov, ki ga pridelujejo čebele vrste *Apis mellifera*, iz nektarja cvetov, izločkov iz živih delov rastlin, ki jih čebele zberejo, predelajo z nekaterimi snovmi, ga shranijo, posušijo in nato pustijo dozoreti v satju (Pravilnik o medu, 2004) Pri presnovi 1 kg medu se sprosti 13 000 kJ energije. Kot živilo je precej slajše od namiznega sladkorja, njegove kemijske lastnosti pa so še posebej primerne za peko (Golob et al., 2008).

Proizvodnja in prodaja ponarejenih izdelkov je razširjena težava, ki lahko prizadene različne panoge, kot so prehrambena in farmacevtska industrija, industrija oblačil in obutve ter podobno (Souice in Pešek, 2022). V raziskovalni nalogi se bova osredotočila na prehrambeno industrijo, natančneje na trgovino z medom.

V zadnjem desetletju so se znatno povečale goljufije v verigi s hrano. Med največkrat ponarejenimi živili sta oljčno olje in med. Prevaram so, poleg distributerjev in trgovcev, v glavnem izpostavljeni kupci (Souice in Pešek, 2022). Preprečevanje goljufij s hrano in zmanjšanje tveganja, je v zadnjem času postala prioriteta za agencije, ki preučujejo varnost hrane ter področje laboratorijskega testiranja (Everstin et al., 2020). Evropski urad za boj proti goljufijam (OLAF) je zagotovil preiskovalno podporo in pregledе v okviru ukrepa EU proti ponarejanju medu, ki ga vodi Evropska komisija. Projekt, ki so poimenovali ‘From the hives’, je bila usklajena akcija EU, ki jo je vodil Generalni direktorat Evropske komisije za zdravje in varnost hrane z nacionalnimi organi 18 držav (nekatere države EU skupaj z Norveško in Švico). V skladu z evropsko zakonodajo med ne sme imeti dodatnih sestavin, kar se nanaša na snovi, kot so voda ali slatkorni sirupi, ki so dodani medu z namenom povečanja končne količine. Čeprav ima to početje nizko tveganje na zdravje ljudi, so po drugi strani ogoljufani potrošniki in ogroženi pošteni proizvajalci. Prevaranti tako lahko znižajo cene na trgu. Po laboratorijskih raziskavah je bilo dokazano, da je 133 podjetij (70 uvoznikov in 63 izvoznikov) vpletениh v pošiljke sumljivega medu, ki so nakazovale na ponarejanje (E-vir 1).

Kakovost medu lahko določimo z več fizikalno-kemijskimi parametri kot so vsebnost vode, sladkorjev, invertnega sladkorja, mineralnih snovi, v vodi netopnih snovi,

različnih organskih kislin, hidroksimetilfurfurala (HMF), vsebnostjo cvetnega prahu, z aktivnostjo diastaze ter električno prevodnostjo, pa tudi s senzoričnimi lastnostmi (E-vir 2). Čeprav obstaja več metod dokazovanja pristnosti medu, kot je že omenjena fizikalno-kemijska karakterizacija, pa se v današnjem času uporabljajo novejše, še bolj verodostojne metode identifikacije na osnovi beljakovin, DNA ter kemijske spektrometrije (E-vir 3).

1.1 Namen in cilji

Zavedava se, da so v današnjem času goljufije v prehrambenem sektorju velik problem. S to mislio nameravava v okviru najine raziskovalne naloge primerjati različne vrste medu domačega in tujega porekla, ki so dostopne na trgovskih policah v Sloveniji. Ugotavlja sva fizikalno-kemijske lastnosti cvetličnega in gozdnega medu domačih in tujih proizvajalcev.

Cilj raziskovalne naloge je primerjava izmerjenih in predpisanih vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov, s čimer želiva ugotoviti morebitna odstopanja in tako oceniti kakovost izbranih vzorcev medu.

1.2 Hipoteze

- 1) Med analiziranimi vzorci medu slovenskega in tujega porekla obstajajo razlike v vsaj nekaterih parametrih.
- 2) Med slovenskega porekla je glede na parametre bolj kakovosten od uvoženega.
- 3) V medu tujega porekla najdemo več neskladnosti z zakonodajo kot pri avtohtonem medu.
- 4) Vsebnost HMF je pri medu tujega porekla višja kot pri medu domačega porekla.

2. Teoretični del

2.1 Medonosna čebela

Medonosno čebelo (*Apis mellifera*) uvrščamo med členonožce, natančneje v družino čebel. Nekatere evropske podvrste medonosne čebele so kranjska, italijanska, makedonska, sicilijanska, grška, temna in iberska čebela (E-vir 4).

Kranjska čebela, imenovana tudi kranjska sivka (*Apis mellifera carnica*) izvira iz današnjega ozemlja Slovenije. Na oprsu ima rjavo-sive dlačice. Za to vrsto je značilna skromna poraba zimske zaloge hrane. V spomladanskem času je razvoj hiter in družina je hitro sposobna za izkoriščanje paše. Naša čebela je tudi dobra graditeljica satja. Posebna prednost kranjske čebele je mirnost, ki se odraža v mirnem sedenju na satu, potem ko ga izvlečemo iz gnezda in manjšem številu pikov v primerjavi z drugimi čebelami (E-vir 4).



Slika 1: Kranjska čebela

Vir: https://www.czs.si/objave_podrobno_czs/11287

2.1.1 Socialna struktura čebelje družine

Med je naravna, sladka snov, ki jo proizvajajo medonosne čebele *Apis mellifera* iz nektarja ali rastlinske mane (Pravilnik o medu, 2004). Čebele živijo v visoko razvitih socialnih skupnostih z 20.000 do 80.000 člani. Na čelu kolonije je matica, poleg nje pa je prisotnih nekaj sto trotov, ostalo pa predstavljajo čebele delavke (Stark, 1998).

2.2 Nektar in mana

Nektar ali medičina je sladek sok, izloček cvetov rastlin, ki jih oprasujejo žuželke. Sestavljen je predvsem iz vode in sladkorjev (najpogosteji so glukoza, fruktoza in saharoza), mineralnih snovi, eteričnih olj, organskih kislin, barvil in zrnc cvetnega prahu (Pravilnik o medu, 2004). Izločanje nektarja je odvisno od vrste rastline, tal in vremenskih razmer. Sam izvor nektarja lahko dokažemo z analizo cvetnega prahu (Meglič, 2004). Gostota nektarja je od 1,02 do 1,35 g/L, pH vrednost znaša med 2,7 in 6,4, v redkih primerih je lahko pH tudi v alkalnem območju med 7,2 in 9 (Božnar, 2003).

Mana je sladek, lepljiv sok, ki ga izločajo drevesne žuželke, kot na primer ušice, škržati in kaparji. Iz drevesnega floemskega soka, ki vsebuje sladkorje, beljakovine, organske kisline, encime in vitamine, porabijo majhno količino sladkorjev, vse ostalo pa izločijo v obliki sladkih kapljic - to imenujemo mana (Golob et al., 2008).

2.3 Nastanek medu

Čebele naberejo nektar ali mano, jo v panju obdelajo, zgostijo, primešajo izločke svojih žlez in jo shranijo v satje. Tako nastane med, ki ga pokrijejo z voščenimi pokrovčki. Čebelar nato toči zrel med in ga zapakira v primerno embalažo (Pravilnik o medu, 2004).

Medičina, ki jo pašne čebele prinašajo v panj v svojih mednih želodčkih (cca. 50 mg), je preveč vodena za shranjevanje v celicah, zato je potrebno iz nje odstraniti večje količine vode. Delavke, ki se vrnejo s paše, nabранo medičino razdelijo mladim "hišnim čebelam", ki še ne izletavajo. Te s posebnimi gibi iztiskajo medičino iz svoje golše tako, da se v obliki kapljice prikaže vsakih 5 - 10 sekund na koncu rilčka. Sladki sok se nato suši na toplem in suhem zraku. To se dogaja kakšnih 20 minut, dokler medičina ni že precej zgoščena in primerna za shranjevanje v satju. Sledi zorenje, katerega osnova je izhlapevanje vode. Istočasno pa poteka tudi biokemično zorenje, ki je posledica delovanja različnih encimov na sladkorje v medu. Čebele do vrha napolnjene celice pokrijejo z voščenimi pokrovčki, ki so neprepustni za vodo in zrak, prav tako pa preprečujejo tudi razne okužbe. Praviloma se med toči šele takrat, ko je vsebnost vode 18,6 % ali celo manj (Tomazini, 2012; Božnar in Senegačnik, 1998).

Med samim zorenjem se spreminja kemijska sestava medu, kar je najbolj opazno v vsebnosti različnih sladkorjev. Saharoza se razgrajuje v glukozo in fruktozo. Poleg kemijskega aspekta se spreminja tudi gostota medu. Med zorenjem kot produkt delovanja glukozne oksidaze nastaja vodikov peroksid (Golob et al., 2008).

2.4 Vrste medu

Vrste medu lahko določimo glede na geografski in botanični izvor medicíne, način pridobivanja in letni čas. Načeloma dobi med ime po izvorni rastlini. Pravilnik o medu (2011; 2015) skupaj z evropsko direktivo (*Direktiva 2001/110/ES Sveta z dne 20. decembra o medu in Direktiva 2014/63/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 15. maja o spremembi Direktive o medu*) deli med glede na njegov izvor in način pridobivanja.

Po izvoru tako med delimo na dve skupini, in sicer na:

- med iz nektarja, ki ga pridobivamo iz nektarja cvetov (akacijev, ajdov, cvetlični, regratov, repičin, sončnični deloma tudi lipov in kostanjev med) in
- med iz mane, ki nastane predvsem iz izločkov žuželk na živih delih rastlin ali izločkov živih delov rastlin (smrekov, hojev, gozdni, lipov in kostanjev med) (Golob et al., 2008).

Če so čebele nabirale nektar ali mano pretežno na eni vrsti rastline in ima med barvo, okus in vonj značilen za to rastlinsko vrsto, je dovoljeno označbe, ki se nanašajo na izvor medu, dopolniti z navedbo določenih cvetov, rastlin, vrste mane. Tedaj lahko govorimo o vrstnem medu. V skupino slovenskih vrstnih medov tako spadajo akacijev, lipov, kostanjev, ajdov, hojev in smrekov med, pa tudi regratov, med oljne ogrščice ter divje češnje. V tujini se pojavljajo še žajbljev, citrusov, evkaliptusov ter resin med (Golob et. al., 2008). V nasprotnem primeru se tako med, ki je izvorno iz dveh ali več različnih rastlinskih vrst umešča v skupino nesortnih medov, kot sta cvetlični in gozdnii med. Sodeč po Pravilniku o medu (2011) lahko rastlina daje tako med iz nektarja kot med iz mane. Pri nas sta kot nektarno-manina medova definirana lipov in kostanjev med. Popolnoma čist vrstni med je mogoče pridelati v rastlinjakih, kjer je zasadjena samo ena vrsta rastlin in iz katerih čebele nimajo izhoda (Golob et al., 2008).

2.4.1 Med iz nektarja

Poglavitne značilnosti cvetličnega medu so vonj in aroma cvetlice, iz katere je pridobljen nektar, in vsebuje cvetni prah dane rastline. Pojavlja se v svetlejših odtenkih in ima izrazito sladek okus. Vsebuje majhen delež mineralnih snovi, beljakovin, eteričnega olja in posamezna zrnca cvetnega prahu (Golob et al., 2008).

2.4.2 Med iz mane

Med iz mane pa se od cvetličnega loči po temnejšem odtenku, večji motnosti in adhezivnosti, z višjo vrednostjo pH, vsebuje več mineralnih snovi, različnih sladkorjev, aminokislin in encimov (Golob et al., 2008).

2.5 Kemijkska sestava medu

Med je naravno živilo in je kompleksna mešanica okoli 300 različnih kemijskih spojin. Med njimi je največ sladkorjev (75 - 80 %) Med njimi prevladujejo predvsem glukoza (cca. 34 %), fruktoza (cca. 40 %) in saharoza (1 - 4 %), ki jih spremljajo še drugi sladkorji. Med vsebuje tudi večji delež vode (14 - 20 %), poleg tega pa so v njem prisotne še številne druge snovi, kot so organske kisline (0,1 - 1 %), različni elementi (0,1 - 1,5 %), beljakovine (0,2 - 2 %), proste aminokisline, encimi (invertaza, katalaza, glukozidaza, fosfataza), vitamini (B1, B2, B6, C, pantotenska, nikotinska in folna kislina ter biotin), hormon acetilholin, barvila, flavonoidi in fenolne spojine. Prav snovi, ki so v medu v manjših količinah, so odgovorne za senzorične značilnosti, to so barva, vonj, okus in aroma posameznih vrst medu (Golob et al., 2008).

Sestava medu je odvisna od izvora nektarja ali mane, od zrelosti, podnebnih pogojev in same predelave ter shranjevanja (White, 1978).

2.5.1 Voda v medu

Vsebnost vode je eden najpomembnejših parametrov medu, saj ima odločilen vpliv na njegovo obstojnost in granulacijo. Dozorel med vrhunske kakovosti bi tako naj praviloma vseboval največ 18,6 % vode (Caballero et al., 2003). Koliko vode bo vseboval določen med je odvisno od vrste paše in njene intenzivnosti, podnebnih razmer, vrste panja ter tehnologije čebelarjenja (Golob et al., 2008).

Vsebnost vode igra ključno vlogo pri karakterizaciji nesortnih medov (Bogdanov et al., 2004). Sposobnost medu, da nase veže vodo imenujemo higroskopičnost. Med, ki vsebuje nad 20 % vode, je podvržen tako imenovani fermentaciji s osmofilnimi kvasovkami (Belitz in Grosch, 1999). Čim manjša je koncentracija vode, tem večja je obstojnost, viskoznost in gostota. V takšnih pogojih je proces fermentacije onemogočen (Golob et al., 2008).

2.5.2 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati so poglavitna sestavina vseh vrst medu in imajo ključno vlogo pri procesih kot so viskoznost, kristalizacija ter higroskopnost. Njihov delež je odvisen od botaničnega izvora, encimov (zlasti invertaze), podnebnih razmer, fiziološkega stanja čebel in moči čebelje družine (Golob et al., 2008; Božnar in Senegačnik, 1998). Čeprav glukoza in fruktoza predstavlja kar 65 - 95 % celotnega živila, je v medu prisotnih najmanj 11 disaharidov in 12 višjih oligosaharidov, ki zavzemajo 1 - 5 %. Sestava in količina disaharidov je odvisna od izvorne rastline, medtem ko sta geografsko poreklo in sezona zanemarljiva podatka. Količina saharoze se tekom časa spreminja (Belitz in Grosch, 1999).

Večina sladkorjev v medu je posledica delovanja encimov, ki jih izločajo čebelje žleze med zorenjem medu, pri čemer gre v večini za razgradnjo saharoze v glukozo in fruktozo. Saharoza v medu zato praviloma ni prisotna (Caballero et al., 2003).

2.5.3 Organske kisline

Klub kislemu pH-ju se kislosti v medu ne občuti zaradi visoke vsebnosti sladkorjev. Med vsebuje različne organske kisline, med katere prištevamo ocetno, masleno, citronsko, mravljično, mlečno, jabolčno, oksalno, vinsko, glikolno, jantarno in fumarno kislino. Poleg teh je mogoče zaslediti tudi anorganske kisline, ki skupaj z organskimi dajejo značilen okus in aroma, prav tako pa prispevajo k obstojnosti ter vplivajo na antibakterijsko in antioksidativno delovanje (Golob et al., 2008). Slovenski med naj bi imel pH v intervalu od 3,65 do 6,18, pri čemer imajo akacijev med najnižjega, kostanjev pa najvišjega (Bertoncelj et al., 2011).

Vrsto medu lahko določimo tudi na podlagi pH vrednosti, skupne vrednosti kislin in prostih kislin (Persano Oddo in Piro, 2004). Zadnje veljajo za enega najpomembnejših parametrov pri preverjanju kakovosti medu. Povečana vrednost namreč nakazuje na potek fermentacije, ki je posledica osmofilnih kvasovk, ki sladkor pretvorijo v alkohol, tega pa nato v kisline in ogljikov dioksid (Golob et al., 2008).

2.5.4 Encimi

V medu najdemo različne encime, ki izvirajo iz čebel, nektarja ali mane in cvetnega prahu ter pomembno sodelujejo pri nastanku medu. Poleg diastaze (amilaze), invertaze (glukozidaze) in glukoze oksidaze sta prisotni še katalaza in kisla fosfataza (Golob et al., 2008).

Določanje diastazne aktivnosti je eno od načinov dokazovanja kakovosti medu, prav tako pa nam lahko pove o načinu skladiščenja in ravnanju z medom (Golob et al., 2008). Pravilnik o medu (2004) navaja, da vrednost diastazne aktivnosti ne sme biti manjša od 8. Encimska aktivnost je odvisna od časa zbiranja nektarja, okoljskih razmer, starosti, prehrane in fiziološkega stanja čebelje družine ter vsebnosti sladkorja v nektarju ali mani (Persano Oddo et al., 1999; Serrano et al, 2007).

2.6 Fizikalne lastnosti medu

2.6.1 Kristalizacija

Kristalizacija medu je naraven pojav, ki se pri različnih vrstah medu pojavi različno hitro. Na sam proces vplivajo dejavniki kot so razmerje med glukozo in fruktozo, vsebnost vode, temperatura in čas shranjevanja. Kristaliziran med utekočinimo s segrevanjem pri 40 stopinjah Celzija. Kristalizacijo lahko preprečimo s filtracijo, ultrazvokom in elektromagnetnimi valovi, vendar zadnja dva postopka povzročita spremembe glukoze in encimov. (Golob et al., 2008).

Od razmerja med fruktozo in glukozo je odvisna tudi kristalizacija medu. Čim nižje je razmerje (fruktoza : glukosa), tem hitrejša je kristalizacija. Če med vsebuje manj kot 30 % glukoze, se kristalizacija popolnoma ustavi (Auguštin et al., 2019).

2.6.2 Higroskopnost

Ena od značilnosti medu je tudi sposobnost vsrkavanja vlage, kar povzroča redčenje. Zato so optimalni pogoji skladiščenja pri 60 % relativni vlagi. Med, ki vsebuje več kot 21 % vode je bolj podvržen fermentaciji (Golob et al., 2008). Higroskopnost je poleg vlage v medu, odvisna tudi od sladkorne sestave (Abrol, 2013).

2.6.3 Viskoznost

Viskoznost je pogojena s količino vode v medu. Prav tako nanjo lahko vpliva segrevanje samega medu, pri čemer se v procesu segrevanja njegova viskoznost zmanjša. Poleg že naštetih dejavnikov na viskoznost vpliva tudi vsebnost beljakovin, ki pa je odvisna od botaničnega izvora nektarja. Med z večjim številom beljakovin je tako bolj viskozen (Abrol, 2013).

2.7 Senzorične lastnosti medu

2.7.1 Barva

Barva se razlikuje glede na vrsto medu. Odtenek pa se razteza vse od zelo svetlo rumene prek jantarne do skoraj črne. Na barvo medu vplivajo različni naravni pigmenti, kot so karoteni, ksantofili, klorofili, antociani in drugi. Barva je pogojena tudi z vsebnostjo beljakovin, aminokislin in nekaterih dušikovih spojin (Golob et al., 2008).



Slika 2: Barvna pestrost slovenskega medu

Vir: GOLOB T., JAMNIK M., BERTONCELJ J., KROPP U., KANDOLF A., BOŽIČ J., ZDEŠAR P., MEGLIČ M. in GOLJAT A. 2008. *Med – značilnosti slovenskega medu.*

2.7.2 Vonj

Izhaja iz aromatičnih sestavin nektarja ali mane. Količine in razmerja med temi sestavinami se razlikuje od vrste do vrste. Vonj medu je tako posledica prisotnosti karbonilnih spojin, alkoholov, estrov alifatskih in aromatskih kislin in eteričnih olj. Identifikacijo številnih vonjav omogoča tako imenovana plinska kromatografija (Golob et al., 2008).

2.7.3 Okus

Okus je odvisen od razmerja med različnimi sladkorji, kislinami in mineralnimi snovmi. Ko pomislimo na med, imamo v mislih nekaj sladkega, vendar se ta sladkost zaradi razlik v razmerjih osnovnih sestavin razlikuje. Pomemben okus medu je prav tako kislost, ki jo povzročajo najrazličnejše organske in anorganske snovi. Izrazit primer grenkega medu je kostanjev med, medtem ko občutka slanosti v medu ne zaznavamo (Golob et al., 2008).

2.7.4 Aroma

Aroma medu oblikuje skupna zaznava vseh vonjalnih, okušalnih in tipnih zaznav v naših ustih. Specifično aromo odlikujejo značilna nota, intenzivnost in obstojnost. K aromi medu prispevajo različni alkoholi, aldehydi, ketoni in kisline (Golob et. all., 2008).

2.8 Med na slovenskem trgu

Čebelarstvo je v Sloveniji tradicionalna kmetijska dejavnost. V letu 2020 je v vsaki statistični regiji na kmetijskih gospodarstvih prebivalo čez 2.000 čebeljih družin. Skupno so slovenski čebelarji po podatkih Statističnega urada RS za leto 2020 pridelali približno 1.300 ton medu. Pridelava medu pri nas iz leta v leto niha, saj je močno odvisna od okoljskih dejavnikov. V letu 2020 je bila podpovprečna letina, saj smo pridelali 1.300 ton medu. Stopnja samooskrbe je bila 67-odstotna, iz česar lahko sklepamo, da je povprečen prebivalec Slovenije porabil skoraj kilogram medu letno (Evir 5).

Leta 2020 smo po podatkih Statističnega urada uvozili skupno 1.106 ton medu. Največ ga je bilo iz Belgije (250 ton), sledile so Madžarska, Grčija in Hrvaška. Največ nas je

stan madžarski med, za katerega je država morala odšteti približno 745.000 EUR. Če se še dotaknemo izvoza pa smo ga največ izvozili na Japonsko (skoraj 111 ton). Vrednost izvoza za točno to državo je znašala malo več kot pol milijona EUR (E-vir 5).

2.9 Pristnost in potvorbe medu

Ker se mednarodna trgovina s hrano povečuje, pridelovalci hrane, distributerji in potrošniki kupujejo vedno več hrane iz tujine, pogosto z neustreznim nadzorom nad tem, kaj prihaja čez meje v supermarketete, restavracije in hladilnike. Novo razvijajoče se rešitve, kot so sledljivost, testiranje, revizija in certificiranje, danes ne morejo zagotoviti popolne zaščite, ki je teoretično mogoča v sodobnih družbah (Ryan, 2016).

Ponarejanje medu lahko razdelimo na dve vrsti:

- neposredno dodajanje slatkornih sirupov - postprodukcijski postopek z namenom povečati končno količino;
- posredno ponarejanje s prekomernim krmljenjem čebel z medom, kemikalijami ali industrijskimi sladkorji, da bi te pridelale več medu v panjih (Fakhlaei et al., 2020)

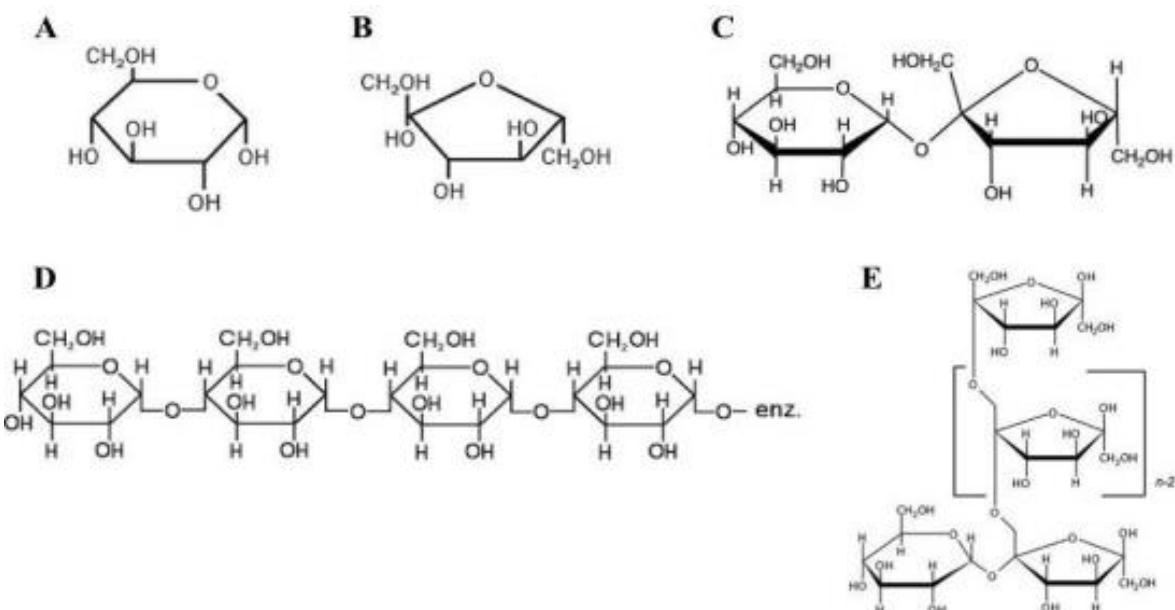
V idealnem primeru bi morala etiketa podati informacijo o teži medu, državi porekla in kje je bil pakiran. Poleg tega se lahko navede še rok trajanja ter ime in priimek proizvajalca. Oznaka "100 -odstotno čist med" ne pomeni nujno, da je temu res tako. Bolj kot je med tekoč in hitreje kot se dvigajo mehurčki, ko kozarec obrnemo na glavo, večja je verjetnost, da ima med dodan slatkorni sirup (Stanway, 2013).

2.9.1 Slatkorni sirupi

Včasih so za ponarejanje medu uporabljali sirupe iz trsnega sladkorja in škrobni hidrolizat. Takšna praksa je z razvojem sodobnih metod upadla, na račun tega pa se je povečala uporaba industrijskega invertnega sladkorja, ki je produkt kemične obdelave trsnega sladkorja. Ker je industrijski invertni sirup po kemijski zgradbi dokaj podoben invertnemu sladkorju v medu, je takšne dodatke toliko težje zaznati (Božnar in Senegačnik, 1998).

V medu so med pogostejšimi primesmi znani saharozni sirup, invertni sirup, glukozni sirup, koruzni sirup in inulinski sirup s visoko vsebnostjo fruktoze. Ponarejanje medu s sladkorji občutno spremeni kemijske in biokemične lastnosti medu kot sta encimska aktivnost in električna prevodnost (Fakhlaei et al., 2020).

Trsni sladkor je saharoza, sestavljena iz dveh molekul monosaharidov in ga na splošno pridobivamo z ekstrakcijo soka iz sladkornega trsa. Koruzni sirup je viskozna tekočina brez vonja in barve, ki je produkt hidrolize koruznega škroba. Palmin sladkor je naravno sladilo, ki ga pridobivajo iz cvetnih popkov palme ter ga uporabljajo zlasti na območju Indije. Invertni sladkor nastane s cepitvijo saharoze na njene gradnike ter spada med najbolj uporabljeni primesi medu, saj ga zaradi njegove podobnosti saharazi težko zaznamo. Rižev sirup je produkt hidrolize riževih polisaharidov, česar se najbolj poslužujejo na Kitajskem. Inulin pa je naravno prisoten polisaharid, ki spada v razred fruktanov ter ga najdemo v živilih kot so pšenica, banane, čebula in šparoglji. (Fakhlaei et al., 2020).



Slika 3: Kemične strukture pogosto uporabljenih dodatkov medu: (A) glukoza, (B) fruktoza, (C) saharoza, (D) rižev sirup in (E) inulinski sirup

Vir: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7692231/>

2.10 Zakonodaja trgovanja z medom

Pravilnik o medu (2011) navaja, da med, ki je dan v promet in je namenjen za uporabo v katerem koli živilu oziroma namenjenem za prehrano ljudi, ne sme vsebovati nobene dodane sestavine, niti aditivov za živila niti drugih dodatkov. Kolikor je to mogoče, mora biti brez tujih organskih ali anorganskih primesi. Z izjemo pekovskega medu, med ne sme fermentirati, njegova stopnja kislosti ne sme biti umetno spremenjena in ne sme biti pregret tako, da so naravni encimi bodisi uničeni bodisi je znatno zmanjšana njihova aktivnost.

Parameter	Tip medu	Vrednost	
		minimalna	maksimalna
fruktoza in glukoza (vsota)	med iz nektarja (cvetlični med)	60 g/100 g	
	med iz mane, mešanica medu iz mane ter nektarja	45 g/100 g	
saharoza	splošno		5 g/100 g
	akacijev med		10 g/100 g
	med iz sivke		15 g/100 g
voda	splošno		20 g/100 g
v vodi netopne snovi	splošno		0,1 g/100 g
električna prevodnost	med iz nektarja		0,8 mS/cm
	med iz mane (gozdni med)	0,8 mS/cm	
proste kisline	splošno		50 mekv/kg
diastazno število	splošno	8	
HMF	splošno		40 mg/kg
	tropski med		80 mg/kg

Tabela 1: Minimalne in maksimalne vsebnosti sestavin v posameznih vrstah medu (Pravilnik o medu, 2004)

Vir: GOLOB T., JAMNIK M., BERTONCELJ J., KROPF U., KANDOLF A., BOŽIČ J., ZDEŠAR P., MEGLIČ M. in GOLJAT A. 2008. *Med – značilnosti slovenskega medu.*

2.11 Parametri za določanje kakovosti medu

Predstavitev ključnih metod za dokazovanje kakovosti medu, to so vsebnost vode, električna prevodnost, senzorična ocena. Predstavila bova posamezne postopke dokazovanja (naprave/pripomočke, pogoje itd.)

Kemijsko-fizikalna merila določajo kakovost medu. Ta merila so vsebnost vode, sladkorjev, mineralnih snovi, vsebnost v vodi netopnih snovi, HMF, električna prevodnost, vsebnost cvetnega prahu in senzorične lastnosti. V Pravilniku o medu (2004) so zapisane stroge zahteve glede kakovosti medu, ki je namenjen prodaji. Ta dokument prepisuje minimalno in maksimalno vrednost določenega parametra v medu in je pomembno, da se ga proizvajalci držijo.

2.11.1 Odstotek vode v medu

Vsebnost vode določimo z merjenjem lomnega količnika z refraktometrom. Pomembno je, da vedno merimo pri 20 °C Najvišja dovoljena vrednost je 20 g /100 g medu (20 %) (Auguštin, et al., 2019).

2.11.2 Električna prevodnost

Električna prevodnost je pogojena s številom, obliko in naboji ionov ter od lastnosti topila, zlasti njegove viskoznosti. Odvisna je od koncentracije mineralnih snovi, proteinov, organskih kislin in tudi koncentracije sladkorjev. Izkazala se je za najbolj uporabno metodo pri določanju sortnosti medu. Definiramo jo kot prevodnost 20 % (mS/cm) vodne raztopine medu pri 20 °C, pri čemer tretiramo 20 % kot suho snov medu. Maksimalno električno prevodnost, to pomeni, da je gibljivost ionov v taki raztopini optimalna, imajo 20 do 30 odstotne raztopine medu. Izmerjene rezultate izražamo v milisiemensih na centimeter (mS/cm) (Auguštin, et al., 2019). V splošnem je električna prevodnost posledica visoke vsebnosti sladkorjev. Električna prevodnost cvetličnega medu je 0,8 mS/cm (Golob et al., 2008).

2.11.3 Hidroksimetilfurfural (HMF)

Hidroksimetilfurfural (5-hidroksi-metilfur-aldehid) oziroma HMF nastaja pri razgradnji fruktoze v kislem okolju. Njegov nastanek pospeši povisana temperatura. Svež med tako vsebuje zelo malo HMF (Auguštin, et al., 2019), in sicer od 0,06 do 0,2 mg/kg (Golob, et al., 2008). Njegova vsebnost se poveča tekom skladiščenja in segrevanja pri temperaturi nad 55 °C (Auguštin, et al., 2019).

2.11.4 Sladkorji

Za karakterizacijo sladkorjev v medu je znanih več metod. Kalorimetrične metode se uporabljajo za določanje stopnje reducirajočih nereducirajočih sladkorjev, vendar z njimi ne moremo dokazati prisotnosti vseh sladkorjev. Prav tako so encimske metode primerne za dokazovanje le določenih sladkorjev (glukoza). Zaenkrat za določanje večjega števila sladkorjev uporabljamо tako imenovane kromatografije, kot sta plinska in ionska izmenjevalna ter infrardeča spektroskopija ali nuklearna magnetna resonanca (Caballero et al., 2003).

Razmerje med fruktozo in glukozo (F/G) je načeloma odvisno od botaničnega izvora medu. Običajno je v medu več fruktoze (40 %) kot glukoze (34 %), vrednost F/G pa je večja od 1,0. V medu takšnih lastnosti je stopnja kristalizacije manjša (E-vir 2).

3. Eksperimentalni del

3.1 Metode dela

3.1.1 Zbiranje vzorcev medu

Za analizo kakovosti medu smo morali najprej zbrati vzorce medu. Pri tem smo se omejili na cvetlični in gozdni med, ker se ti dve vrsti najpogosteje pojavljata na slovenskem trgu. Uporabljene vzorce smo kupili pri štirih različnih trgovinskih ponudnikih. Pri izbiri števila vzorcev smo sledili cilju, da primerjamo kakovost dveh vrst medu (cvetlični in gozdni) ter primerjavi medov z različnim geografskim porekлом (domači in tuji). Vzorci so bili naslednji:

- domači gozdni (2x)
- domači cvetlični (2x)
- tuji gozdni (2x)
- *tuji cvetlični (4x)

skupno: 10 medov

Povečano število vzorcev smo imeli pri tujem cvetličnem medu, ker je te vrsta medu na trgovskih policah najbolj zastopana.

3.1.2 Številčenje vzorcev

Zaradi lažje organizacije dela smo izbrane vzorce ustreznno oštevilčili, in sicer z indeksiranjem s števniiki od 1 do 10 ter ustreznima črkama.

Vzorec	
1DG	Vzorec 1, domači gozdni
2DG	Vzorec 2, domači gozdni
3TG	Vzorec 3, tuji gozdni
4TG	Vzorec 4, tuji gozdni
5TC	Vzorec 5, tuji cvetlični
6TC	Vzorec 6, tuji cvetlični
7TC	Vzorec 7, tuji cvetlični
8TC	Vzorec 8, tuji cvetlični
9DC	Vzorec 9, domači cvetlični
10DC	Vzorec 10, domači cvetlični

Tabela 2: Način številčenja vzorcev

3.2. Merjenje vsebnosti vode

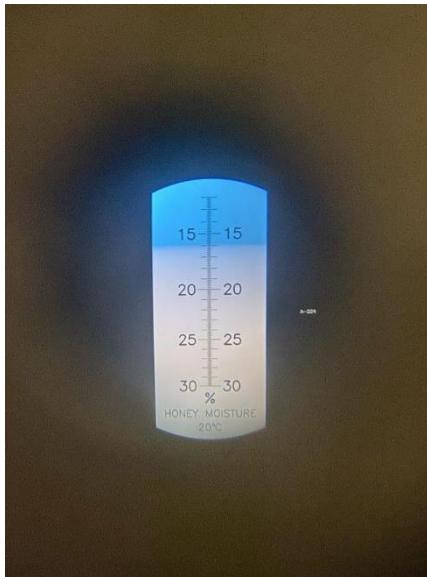
3.2.1 Materiali

- refraktometer
- plastične žlice
- destilirana voda

3.2.2 Postopek dela

Vsek vzorec pred določanjem vsebnosti vode dobro premešamo. S plastično žlico na prizmo nanesemo tanek sloj medu. Za vsak vzorec uporabimo novo, čisto žlico. Z nastavitevijem vijakom spustimo pokrovček in poskrbimo, da v vzorcu ni zračnih mehurčkov. Skozi okular odčitamo natančno vrednost in odštejemo ustrezni

korekcijski faktor, ki ga odčitamo na zadnji strani refraktometra. Odvijemo vijak ter s papirnatimi brisačkami in destilirano vodo očistimo refraktometer. Za vsak vzorec izvedemo dve meritvi in izračunamo povprečno vrednost.



*Slika 5: Korekcijska skala
refraktometra*

Vir: osebni arhiv



*Slika 4: Nanašanje medu na prizmo
refraktometra*

Vir: osebni arhiv

3.3 Merjenje električne prevodnosti

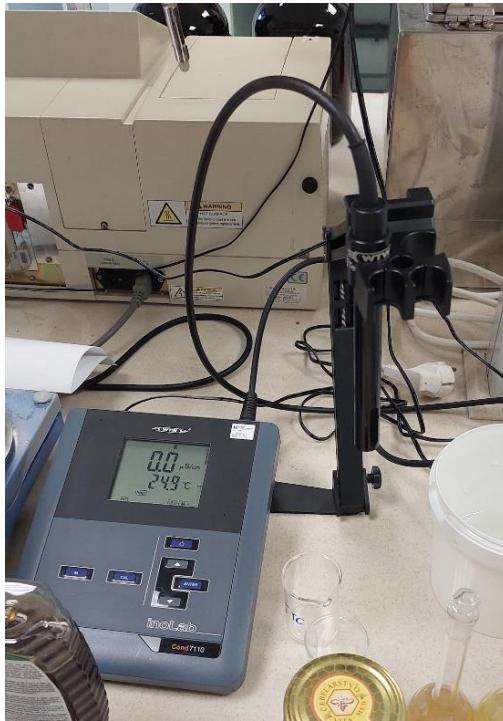
3.3.1 Materiali

- plastična čaša (100 ml)
- tehnicka
- kovinske žlice
- magnet za mešanje
- magnetno mešalo
- merilna bučka (100 ml)
- destilirana voda
- steklene palčke
- konduktometer

3.3.2 Postopek dela

V čašo natehtamo količino medu, ki je ekvivalentna 20 g suhe mase medu. Dolijemo približno 60 ml destilirane vode, premešamo s stekleno palčko in v čašo položimo

magnet. Čašo postavimo na magnetno mešalo in mešamo tako dolgo, da se ves med raztopi. Čašo odstavimo iz mešala in iz raztopine vzamemo magnet. Vsebino čaše prelijemo v 100 ml merilno bučko. Notranjost čaše speremo z majhno količino destilirane vode in tudi to zlijemo v bučko. Merilno bučko napolnimo do oznake z destilirano vodo in upoštevamo spodnji meniskus. Bučko pokrijemo s pokrovčkom in pretresememo. Pripravljeno raztopino prelijemo v plastično čašo, ki jo postavimo pod konduktometer. Elektrodo konduktometra potopimo v raztopino tako, da se ne dotika dna ali sten čaše. Konduktometer pustimo meriti tako dolgo, da se vrednost ustali in jo odčitamo. Elektrodo dvignemo iz raztopine, jo speremo z destilirano vodo ter obrišemo do suhega. Za vsak vzorec opravimo dve meritvi.



Slika 6: Uporabljen konduktometer

(Vir: osebni arhiv)

3.4. Merjenje vsebnosti HMF

3.4.1 Materiali

- tekočinski kromatograf z UV detektorjem in integratorjem (HPLC)
- kolona z materialom C18 z reverzno fazo
- plastična žlica
- tehnicka

- čaša (50 ml)
- dvakrat-destilirana voda
- magnetno mešalo
- magneti za magnetno mešalo
- steklena palčka
- merilna bučka (50 ml)
- reagent Carrez I. (kalijev heksacianoferat (II))
- reagent Carrez II. (cinkov acetat)
- mikropipeta
- viala
- brizga z mikrofiltrrom
- metanol
- voda

3.4.2 Postopek dela

Vsak vzorec medu pred tehtanjem dobro premešamo s plastično žlico. V čašo natehtamo med 10,0 in 10,3 g medu. Zapišemo si natančno maso. V čašo z medom nalijemo dvakrat destilirano vodo. Vode dodamo toliko, da gladina sega med 30 in 40 ml. Zmes premešamo s stekleno palčko in dodamo magnet. Čašo postavimo na magnetno mešalo. Pustimo, da se zmes meša, dokler na dnu čaše ni več usedlin.

Pripravimo si merilno bučko, na katero napišemo enako oznako, kot jo ima pripadajoča čaša. Raztopino iz čaše previdno prelijemo v bučko. Z majhno količino destilirane vode speremo morebitne ostanke medu s sten čaše ter zlijemo v bučko. Raztopini z mikropipeto dodamo reagenta Carrez I. in Carrez II., vsakega po 1 ml. Bučko pokrijemo s pokrovčkom in pretresemo. S pipeto dodamo vodo do (modre) oznake in upoštevamo spodnji meniskus ter še enkrat pretresemo. Pripravimo si viala, ki jih predhodno ustrezno označimo. Na brizgo namestimo mikrofilter. Raztopino nalijemo v brizgo. Tekočino iztisnemo v pripadajoče vialo do oznake 1,5 ter zapremo s pokrovčkom. Ob vsakem naslednjem vzorcu je treba namestiti nov filter in sprati brizgo.



Slika 8: Dodajanje reagentov

Vir: osebni arhiv



Slika 7: Polnjenje vial

Vir: osebni arhiv

Napolnjena viala postavimo v stojalo, ki ga vzamemo iz kromatografa. V programu določimo, katero vrednost želimo meriti (HMF), na katerih mestih v stojalu se nahajajo viala in oznake le teh (npr. 1DG). Pripravimo topilo za kromatografijo, ki ga sestavljata 10 % metanola in 90 % vode. Stojalo vstavimo nazaj v kromatograf in sprožimo proces kromatografije.

Izvedli smo tudi kromatografijo standardne raztopine, ki je vsebovala znano vrednost hidroksimetilfurfurala, s čimer smo dobili umeritveno krivuljo. Izmerjene vrednosti v vzorcih smo primerjali z umeritveno krivuljo.



Slika 9: Uporabljen kromatograf (HPLC)

Vir: osebni arhiv

3.5 Merjenje vsebnosti sladkorjev

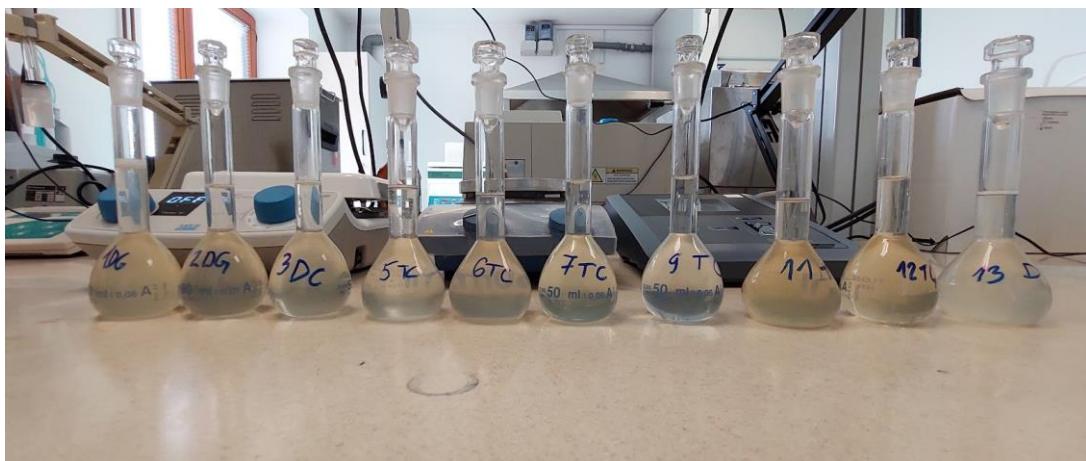
3.5.1 Materiali

- tekočinski kromatograf
- plastična žlica
- tehnicka
- čaša (50 ml)
- 2-krat destilirana voda
- magnetno mešalo
- steklena palčka
- merilna bučka (50 ml)
- metanol
- pipeta
- viala
- brizga z mikrofiltrom

3.5.2 Postopek dela

Vsako čašo označimo s številko uporabljenega medu. V čašo zatehtamo med 2,4 in 2,6 g medu ter zapišemo natančno maso. V čašo nalijemo dvakrat destilirano vodo do označbe 25 ml. Zmes premešamo s stekleno palčko ter dodamo magnet. Čašo postavimo na magnetno mešalo in pustimo, da se raztopina meša tako dolgo, dokler na dnu čaše ni več videti ostankov medu.

Pripravimo si merilno bučko, ki jo ustrezno označimo. Vanjo s pipeto prenesemo 12 ml metanola ter bučko zapremo z zamaškom. Premešano raztopino medu nalijemo v bučko. Stene čaše še dodatno speremo z destilirano vodo in prelijemo v bučko. Vanjo natočimo vodo do oznake, pri čemer upoštevamo spodnji meniskus in pretresememo mešanico. Nato označimo viala. Na brizgo namestimo mikrofilter. Raztopino nalijemo v brizgo. Tekočino iztisnemo v pripadajoče vialo do oznake 1,5 ter zapremo s pokrovčkom. Ob vsakem naslednjem vzorcu namestimo nov filter in speremo brizgo.



Slika 10: Pripravljene raztopine medu, vode in metanola

Vir: osebni arhiv

Napolnjena viala postavimo v stojalo, ki ga vzamemo iz kromatografa. V programu določimo, katero vrednost želimo meriti (vsebnost sladkorjev), na katerih mestih v stojalu se nahajajo viala in oznake le teh (npr. 1DG). Pripravimo topilo za kromatografijo, ki ga sestavlja 80 % acetonitril in 20 % vode. Stojalo vstavimo nazaj v kromatograf in sprožimo proces kromatografije.

Izvedli smo tudi kromatografijo standardne raztopine, ki je vsebovala znano vrednost fruktoze in glukoze, s čimer smo dobili umeritveno krivuljo. Izmerjene vrednosti v vzorcih smo primerjali z umeritveno krivuljo.

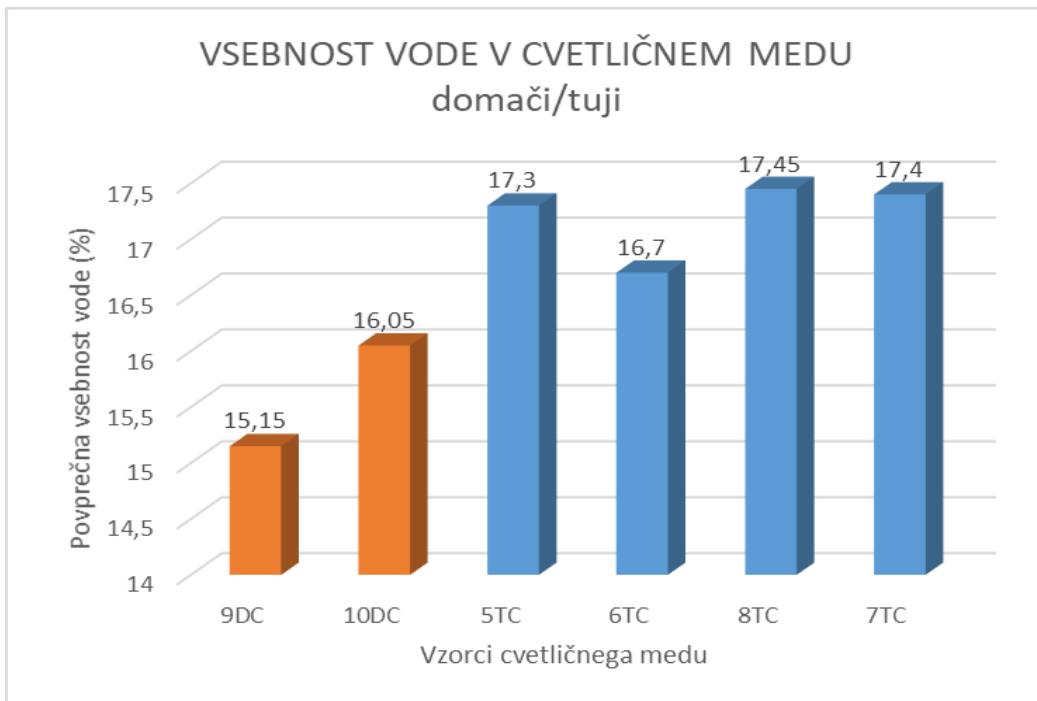


Slika 11: Viala za kromatografijo

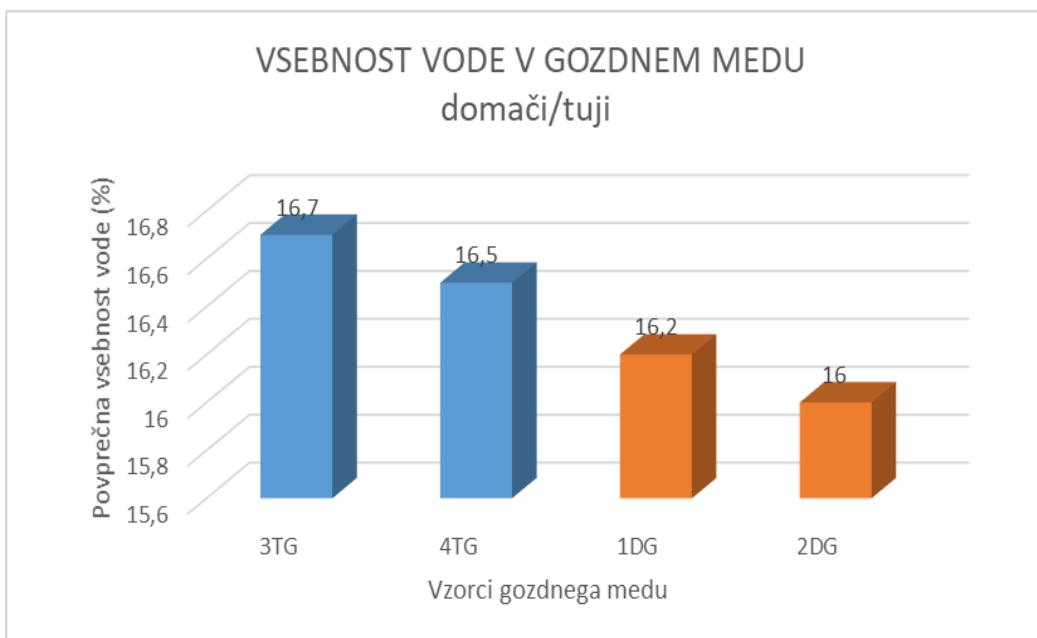
Vir: osebni arhiv

4. Rezultati

4.1 Vsebnost vode



Graf 1: Vsebnost vode v domačih (oranžna) in tujih (modra) cvetličnih medovih



Graf 2: Vsebnost vode v domačih (oranžna) in tujih (modra) gozdnih medovih

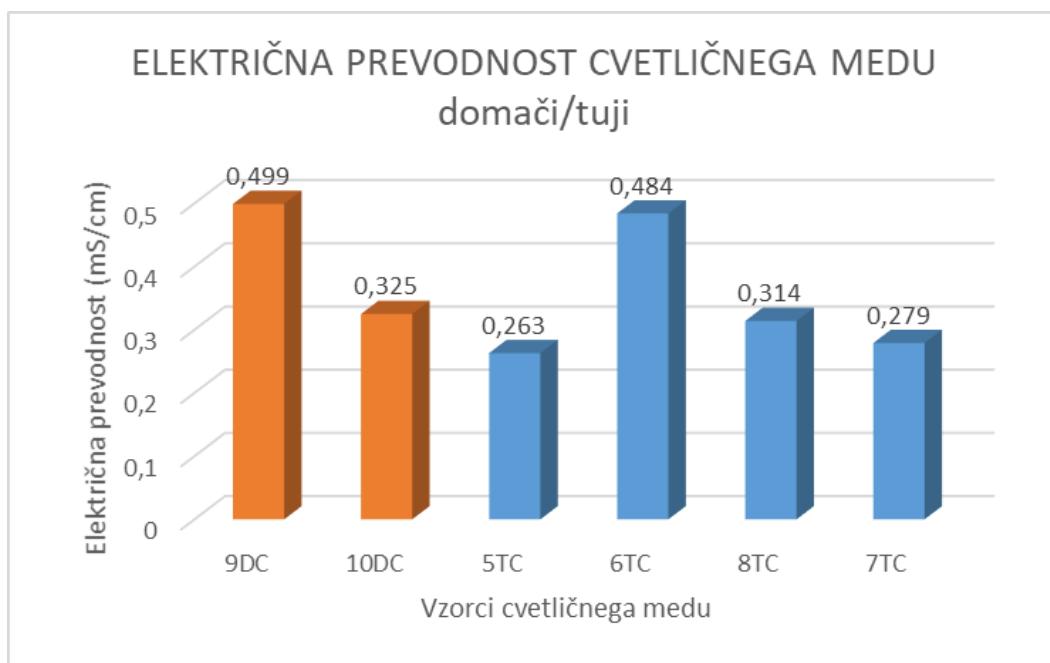
Povprečna vsebnost vode v domačem cvetličnem medu znaša 15,6 %.

Povprečna vsebnost vode v tujem cvetličnem medu znaša 17,2 %.

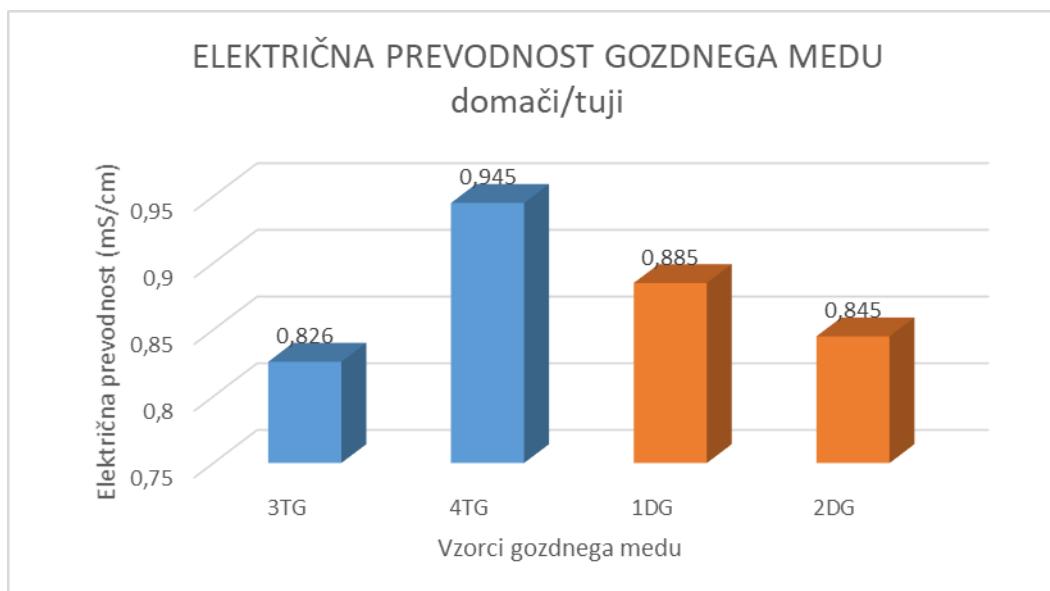
Povprečna vsebnost vode v domačem gozdnem medu znaša 16,1 %.

Povprečna vsebnost vode v tujem gozdnem medu znaša 16,6 %.

4.2 Električna prevodnost



Graf 3: Električna prevodnost domačih (oranžna) in tujih (modra) cvetličnih medov



Graf 4: Električna prevodnost domačih (oranžna) in tujih (modra) gozdnih medov

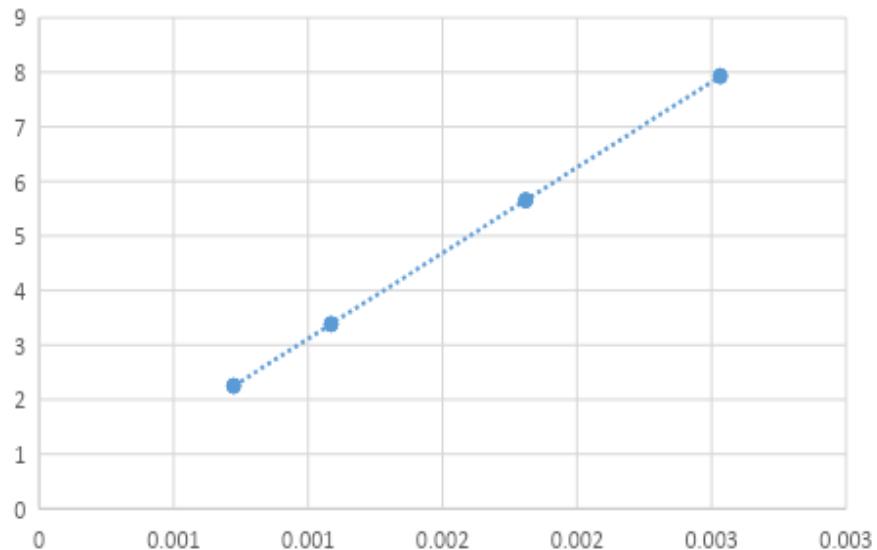
Povprečna električna prevodnost v domačem cvetličnem medu znaša 0,412 mS/cm

Povprečna električna prevodnost v tujem cvetličnem medu znaša 0,335 mS/cm

Povprečna električna prevodnost v domačem gozdnem medu znaša 0,715 mS/cm.

Povprečna električna prevodnost v tujem gozdnem medu znaša 0,886 mS/cm.

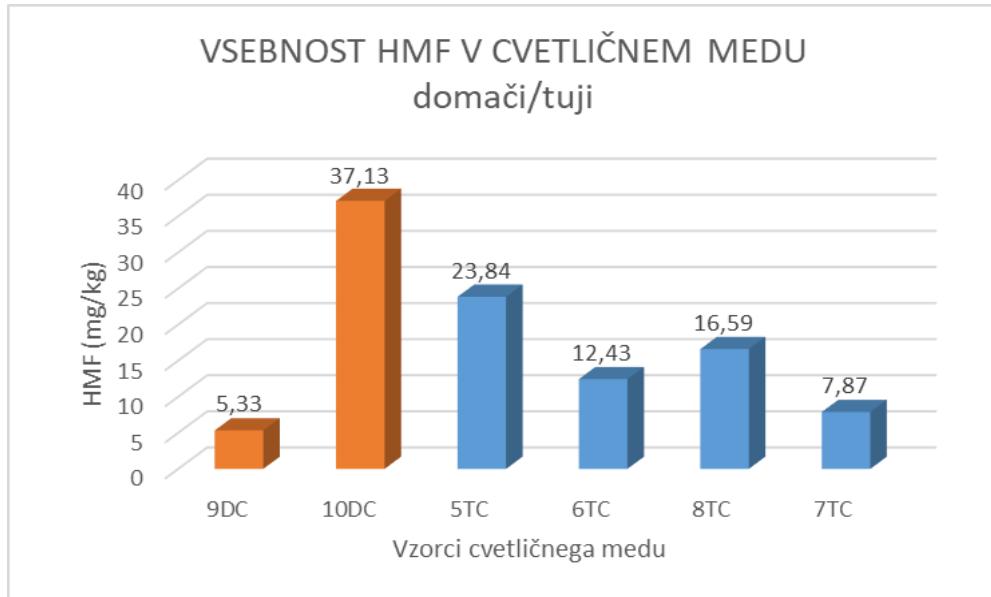
4.3 Vsebnost HMF



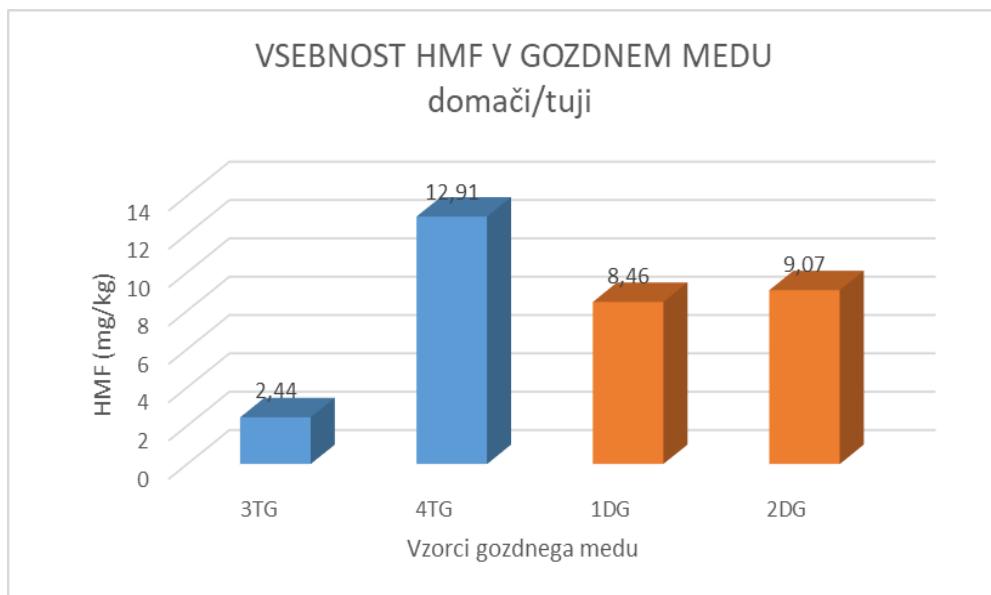
Graf 5: Umeritvena krivulja standardne raztopine HMF

Os x – koncentracija HMF

Os y- absorbanca



Graf 6: Vsebnost HMF v domačih (oranžna) in tujih (modra) cvetličnih medovih



Graf 7: Vsebnost HMF v domačih (oranžna) in tujih (modra) gozdnih medovih

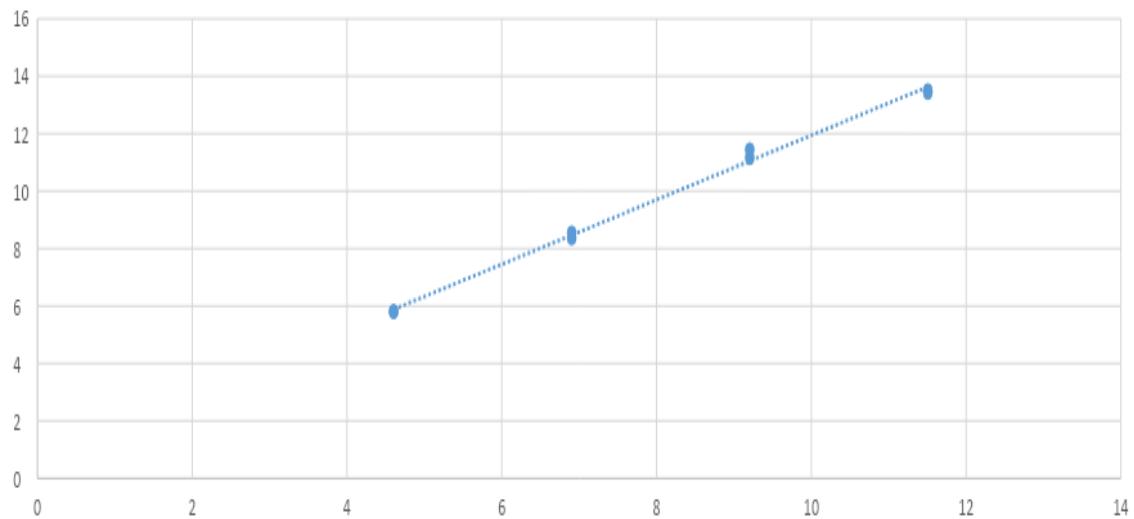
Povprečna vsebnost HMF v domačem cvetličnem medu znaša 21,23 mg/kg.

Povprečna vsebnost HMF v tujem cvetličnem medu znaša 15,18 mg/kg.

Povprečna vsebnost HMF v domačem gozdnem medu znaša 8,78 mg/kg.

Povprečna vsebnost HMF v tujem gozdnem medu znaša 7,68 mg/kg.

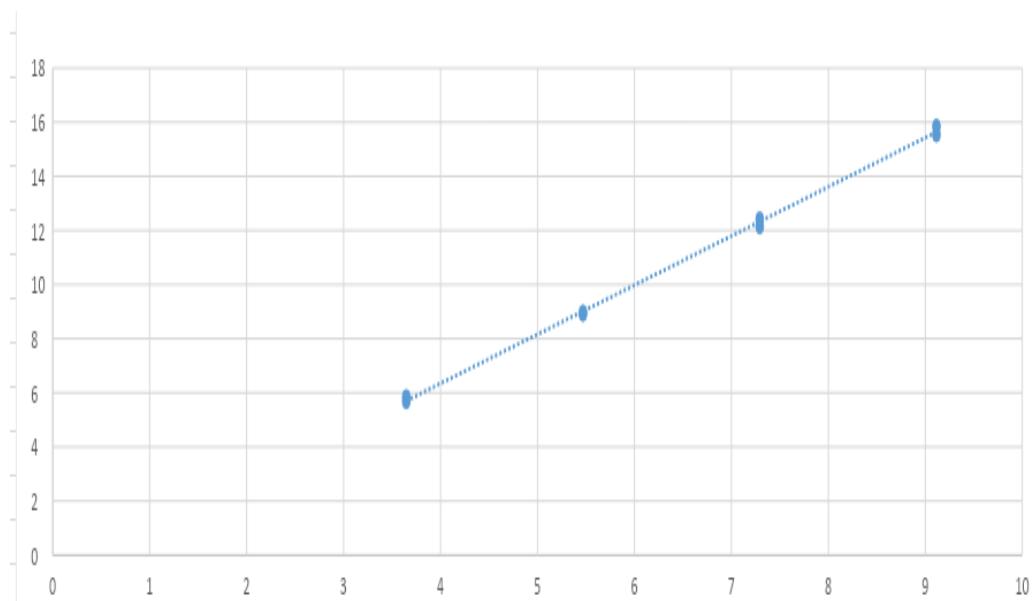
4.4 Vsebnost sladkorjev



Graf 8: Umeritvena krivulja standardne raztopine fruktoze

Os x – koncentracija fruktoze

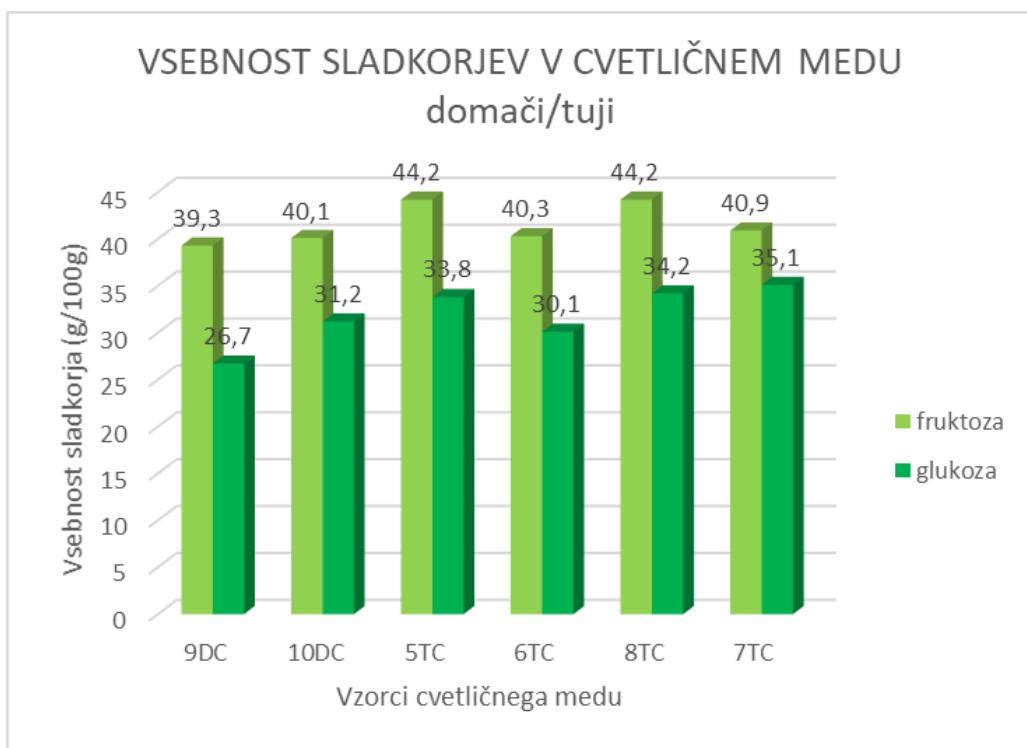
Os y- absorbanca



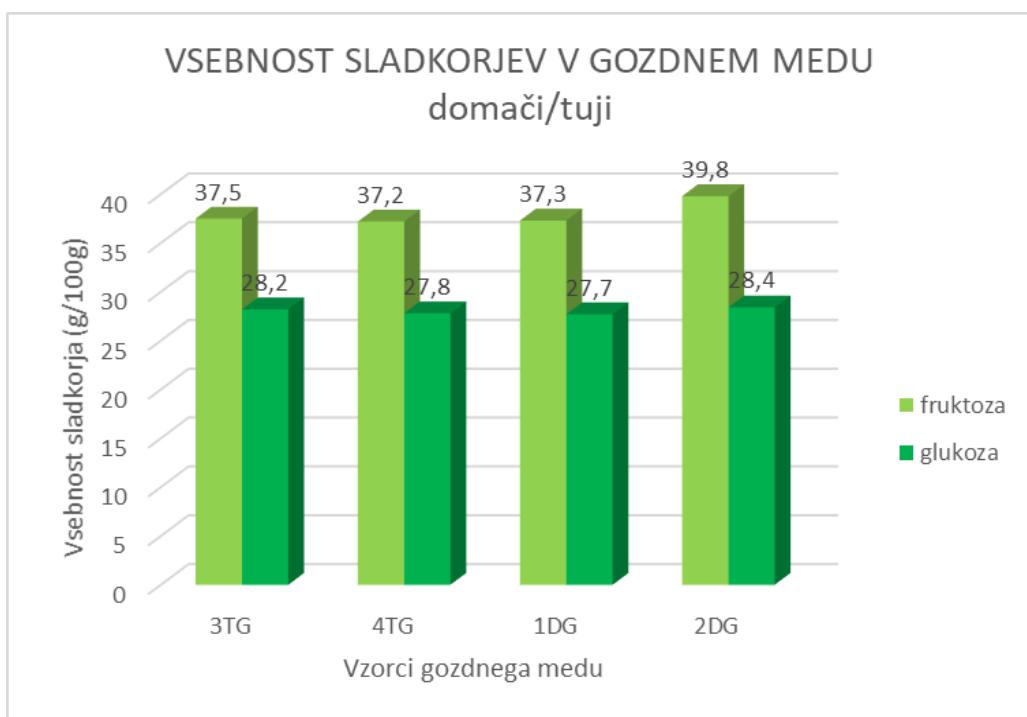
Graf 9: Umeritvena krivulja standardne raztopine glukoze

Os x – koncentracija glukoze

Os y- absorbanca



Graf 10: Vsebnost frukotoze in gluoze v domačih in tujih cvetličnih medovih



Graf 11: Vsebnost frukotoze in gluoze v domačih in tujih gozdnih medovih

5. Razprava

Hipoteza 1: Med analiziranimi vzorci medu slovenskega in tujega porekla obstajajo razlike v vsaj nekaterih parametrih.

Na podlagi dobljenih rezultatov lahko pridemo do naslednjih ugotovitev: povprečna vsebnost vode v tujih medovih je nekoliko višja kot v medovih domačega porekla; povprečna električna prevodnost cvetličnih medov je primerljiva, medtem ko je ta pri gozdnih medovih višja pri tistih tujega porekla; povprečna vsebnost HMF je bila pri domačih medovih višja kot pri medovih tujega porekla; vsebnost sladkorjev (vsota fruktoze in glukoze) in razmerje med fruktozo in glukozo pa je bila tako pri domačih kot pri tujih medovih primerljiva. Torej lahko zaključimo, da obstajajo razlike med domačimi in tujimi medovi pri vsebnosti vode in HMF, vendar pa so pri električni prevodnosti vidne razlike opazne le pri gozdnih medovih. Pri tej hipotezi je treba poudariti, da se nismo omejili na vrsto medu.

HIPOTEZO DELNO POTRDIMO.

Hipoteza 2: Med slovenskega porekla je glede na parametre bolj kakovosten od uvoženega.

Glede na dobljene rezultate lahko ugotovimo, da so v povprečju vsebnost vode, električna prevodnost, vsebnost HMF in vsebnost sladkorjev med slovenskim in uvoženim medom primerljive. Z določenimi odstopanji pri vsebnosti HMF v vzorcu 10DC, višjimi vsebnostmi vode v tujih cvetličnih medovih rezultatov ne moremo natančno primerjati. Potrebno je omeniti, da smo bili omejeni s količino vzorcev.

HIPOTEZO OVRŽEMO.

Hipoteza 3: V medu tujega porekla najdemo več neskladnosti z zakonodajo kot pri avtohtonem medu.

Glede na dobljene rezultate lahko pridemo do zaključka, da so vsebnost vode, električna prevodnost, vsebnost HMF in vsebnost sladkorjev pri vseh vzorcih tujega in domačega porekla v skladu s predpisanimi vrednostmi. Manjše odstopanje od predvidenih vrednosti je mogoče opaziti le pri električni prevodnosti vzorca 2DG. V primeru vzorca 10DC pa se njegova vsebnost HMF giblje zelo blizu dovoljene meje (vendar je sama koncentracija še vedno znotraj dovoljenega intervala).

HIPOTEZO OVRŽEMO.

Hipoteza 4: Vsebnost HMF je pri medu tujega porekla višja kot pri medu domačega porekla.

Sodeč po dobljenih rezultatih lahko vidimo, da je povprečna vsebnost HMF pri domačih medovih bila nekoliko višja kot pri tujih, kar je zlasti posledica viška pri vzorcu 10DC. Pri tej hipotezi je treba poudariti, da se nismo omejili na vrsto medu.

HIPOTEZO OVRŽEMO.

6. Zaključek

Med izbranimi vzorci medu načeloma nismo našli večjih odstopanj od predvidenih vrednosti, kar je morda posledica samega števila vzorcev. Pri vsebnosti vode so malenkost izstopali tudi medovi, električna prevodnost in vsebnost sladkorjev sta bili primerljivi, vsebnost HMF pa je bila večja pri tujih medovih (če zanemarimo višek pri enem izmed vzorcev).

V prihodnih raziskavah bi zagotovo lahko še dodatno povečali število vzorcev in na ta način povečali možnost odkritja morebitnih odstopanj od predpisanih vrednosti. Poleg že uporabljenih vrst medu bi lahko vključili še ostale vrste (npr. kostanjev med). S področja same analize bi se lahko poslužili še nekaterih drugih metod testiranja kakovosti medu, kot so določanje pH vrednosti, vsebnost prostih kislin in netopnih snovi, aktivnost diastaze in invertaze, pelodna analiza ter senzorična ocena.

Pomemben aspekt, ki bi ga rada izpostavila, je tako imenovana tekma med ponarejevalci in tistimi, ki izvajajo analize (medu). Tako so bile recimo pred dvajsetimi leti nekatere metode testiranja, ki jih poznamo danes, med glavnimi pokazatelji kakovosti samega živila, v današnjem času pa so več ali manj neuporabne. Ponarejevalci so se tekom let namreč začeli posluževati raznih tehnik, kot je dodajanje različnih encimov za razgradnjo določene snovi, ter na takšen način prisilili strokovnjake k odkrivanju novih in bolj verodostojnih analiznih metod.

7. Viri

ABROL D. P. *Beekeeping: A Compressive Guide to Bes and Beekeeping*. 2013. Scientific Publishers (India): Jodhpur. ISBN 9386237628

AUGUŠTIN, V., KANDOLF A., KOZMUS P., LILEK, N. *Poročilo o vplivu tehnologije čebelarjenja na čebelje družine in kakovost medu*. 2019. Čebelarska zveza Slovenije. Dostopno na:
https://www.czs.si/Upload/files/KON%C4%8CNO%20PORO%C4%8CILO_tehnologija%202019.pdf

BELITZ H. D., GROSCH W. 1999. *Food chemistry*. 2. izdaja. Berlin: Springer: 821-828

BERTONCELJ J., GOLOB T., KROPF U., KOROŠEC M. 2011. *Characterisation of Slovenian honeys on the basis of sensory and physicochemical analysis with a chemometric approach*. International Journal of Food Science and technology, 46: 1661-1667

BOGDANOV S., RUOFF K., PERSANO ODDO L. 2004. *Psychochemical methods for the characterization of unifloral honeys: a review*. Apidologie, 35: S4-S17

BOGDANOV, S., 2009. *Harmonised methods of the International Honey Commission*. International Honey Commission. Dostopno na: <https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>

BOŽNAR A., SENEKAČNIK J. 1998. *Med. V: Od čebele do medu*. POKLUKAR J. (ur.). Ljubljana. Založba Kmečki glas: 376 - 413

BOŽNAR, A. 2003. *Mikrobiologija medu*. V: *Mikrobiologija živil živalskega izvora*. BEN Z., ADAMIČ J., ŽLENDER B., SMOLE MOŽINA S., GAŠPERLIN L. (ur.). Ljubljana Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 582-585

CABALLERO B., TRUGO L. C., FINGLAS P. M. 2003. *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. 2. izdaja. Amsterdam: Academic Press: 3125-3130. ISBN: 0122270568

Direktiva 2014/63/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 15. maja o spremembni Direktive 2001/110/ES Sveta o medu. 2014. Uradni list Evropske unije, 57, L164: 1–5

EVERSTINE, K., HELLBERG, R. in SKLARE, S., 2020, *Introduction to food fraud: A global threat with public health and economic consequences*. London: Elsevier Science. ISBN: 9780128172438

FAKHLAEI, R., SELAMAT, J., KHATIB, A., RAZIS, A. F. A., SUKOR, R., AHMAD, S., BABADI, A. A. 2020. *The Toxic Impact of Honey Adulteration: A Review*. Foods, 9(11), 1538. pp. 1-21. Dostopno na: <https://doi.org/10.3390/foods9111538> (dostop: 20. 1. 2024)

GOLOB T., JAMNIK M., BERTONCELJ J., KROPF U., KANDOLF A., BOŽIČ J., ZDEŠAR P., MEGLIČ M. in GOLJAT A. 2008. *Med – značilnosti Slovenskega medu*. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije. ISBN 978-961-6516-22-8

KOČEVAR U., 2016. *Vpliv temperature in časa segrevanja na nekatere fizikalnokemijske lastnosti medu*. Diplomsko delo. Ljubljana. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta. Oddelek za živilstvo.

MEGLIČ, M. 2004. *Čebelji pridelki: pridobivanje in trženje*. Brdo pri Lukovici, Čebelarska zveza Slovenije: 96 str.

PERSANO ODDO L., PIAZZA M. G., PULCINI P., 1999. *Invertase activity in honey*. Apidologie, 30: 57-65

PERSANO ODDO L., PIRO R. 2004. *Main European unifloral honeys: descriptive sheets*. Apidologie, 35: 94-111

Pravilnik o medu, Uradni list Republike Slovenije, št.4/11 z dne 21. 1. 2011; *Pravilnik o spremembah in dopolnilih Pravilnika o medu*, Uradni list RS, št. 9/15 z dne 13. 2. 2015

Pravilnik o medu. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 31/2004: 3611-3615

Pravilnik o medu. 2011. Uradni list Republike Slovenije, 21,4:345-347

RYAN J. M., 2016. *Food Fraud*. London: Academic Press. ISBN: 978-0-12-803383-7

SERRANO S., ESPEJO R., VILLAREJO M., JODRAL M. L. 2007. *Diastase and invertase activities in Andalusian honeys*. International Journal of Food Science and Technology, 42: pp. 76–79

SOUICE S., PEŠEK A., 2022, *Counterfeiting and fraud in supply chains*. Wagon Lane: Emerald Publishing Limited. ISBN: 978-1-80117-574-6

STANWAY P., 2013. *The Miracle of Honey: Practical Tips for Health, Home & Beauty*. London: Watkins Publishing. ISBN: 978-1-78028-500-9

STARK J. 1998. *Klasifikacija čebel*. V: *Od čebele do medu*. POKLUKAR J. (ur.). Ljubljana, Založba Kmečki glas: 18-23

TOMAZINI, S., 2012. *Primerjava parametrov kakovosti medu v vzorcih slovenskega in tujega izvora*. Diplomsko delo. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo.

WHITE J. W. Jr. 1978. *Honey: Advances in Food Research*, Pennsylvania: Agricultural Research Service, 287-374. ISBN: 9780120164240

Spletni viri:

E-vir 1: European Anti-Fraud Office, 2023. *(No) sugar for my honey: OLAF investigates honey fraud*. Dostopno na:

https://anti-fraud.ec.europa.eu/media-corner/news/no-sugar-my-honey-olaf-investigates-honey-fraud-2023-03-23_en (dostop: 15. 12. 2023)

E-vir 2: Čebelarska zveza Slovenije: Med. Dostopno na:
<https://www.czs.si/content/C21> (dostop: 18. 2. 2024)

E-vir 3: MOHAMADZADE Namin, S., GOSCH, S., JUNG, C. 2023. *Honey Quality Control: Review of Methodologies for Determining Entomological Origin*. Molecules (Basel, Switzerland), 28(10), 4232. Dostopno na:
<https://doi.org/10.3390/molecules28104232> (dostop: 18. 2. 2024)

E-vir 4: GREGORC. A., Medonosna čebela. Čebelarska zveza Slovenije.
https://www.czs.si/content/D51?sf_co=D51 (dostop: 17. 2. 2024)

E-vir 5: Statistični urad Republike Slovenije, 2022 Letina medu v letu 2020 podpovrečna. Dostopno na: <https://www.stat.si/StatWeb/news/Index/10330> (dostop: 28. 12. 2023)

Priloga

Vzorec	Voda 1	Voda 2	Voda povp.	Masa suhe snovi	El. prevodnost 1	El. Prevodnost 2	El. prevodnost povp.
1DG	16,20%	16,20%	16,20%	23,87 g	0,885 mS/cm	0,884 mS/cm	0,885 mS/cm
2DG	15,90%	16,10%	16,00%	23,81 g	0,545 mS/cm	0,545 mS/cm	0,545 mS/cm
3TG	16,60%	16,70%	16,70%	24,00 g	0,825 mS/cm	0,827 mS/cm	0,826 mS/cm
4TG	16,50%	16,50%	16,50%	23,95 g	0,945 mS/cm	0,944 mS/cm	0,945 mS/cm
5TC	17,30%	17,30%	17,30%	24,18 g	0,262 mS/cm	0,264 mS/cm	0,263 mS/cm
6TC	16,70%	16,70%	16,70%	24,01 g	0,485 mS/cm	0,483 mS/cm	0,484 mS/cm
7TC	17,50%	17,30%	17,40%	24,21 g	0,278 mS/cm	0,279 mS/cm	0,279 mS/cm
8TC	17,40%	17,50%	17,45%	24,23 g	0,313 mS/cm	0,314 mS/cm	0,314 mS/cm
9DC	15,20%	15,10%	15,15%	23,57 g	0,497 mS/cm	0,500 mS/cm	0,499 mS/cm
10DC	16,10%	16,00%	16,05%	23,82 g	0,323 mS/cm	0,326 mS/cm	0,325 mS/cm

