

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Katarina MEHLE

**VPLIV DODATKA SLADKORNEGA SIRUPA NA
PARAMETRE KAKOVOSTI RAZLIČNIH
VRST MEDU**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Katarina MEHLE

**VPLIV DODATKA SLADKORNEGA SIRUPA NA PARAMETRE
KAKOVOSTI RAZLIČNIH
VRST MEDU**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**INFLUENCE OF THE ADDITION OF SUGAR SYRUP ON THE
QUALITY PARAMETERS OF DIFFERENT TYPES OF HONEY**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2011

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Opravljeno je bilo v laboratoriju na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil, Oddelka za živilstvo, Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Terezijo Golob, za recenzenta pa prof. dr. Rajka Vidriha.

Mentorica: prof. dr. Terezija Golob

Recenzent: prof. dr. Rajko Vidrih

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Katarina MEHLE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn

DK UDK 638.162+664.162.71:543.2/.9 (043) = 163.6

KG med/pristen med/potvorjen med/fruktozno-glukočni sirup/vsebnost vode/električna prevodnost/sladkorji v medu/vrednost pH/proste kisline/skupne kisline/laktoni/specifični kot zasuka/aktivnost diastaze/vsebnost hidroksimetilfurfurala/vsebnost aminokislina prolin

AV MEHLE, Katarina

SA GOLOB, Terezija (mentorica) / VIDRIH, Rajko (recenzent)

KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

LI 2011

IN VPLIV DODATKA SLADKORNEGA SIRUPA NA PARAMETRE KAKOVOSTI RAZLIČNIH VRST MEDU

TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij)

OP XI, 71 str., 26 pregl., 12 sl., 2 pril., 53 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI Namen naloge je bil z izbranimi fizikalnokemijskimi analizami določiti nekatere parametre kakovosti medu v vzorcih pristnega slovenskega medu šestih različnih vrst in v namerno potvorjenih vzorcih treh vrst, ki smo jim dodali fruktozno-glukočni sirup. Izhodiščni vzorci so bili akacijev, cvetlični, lipov, kostanjev, gozdni in hojev med. Različne deleže fruktozno-glukočnega sirupa (1, 2, 4, 8, 12, 16 in 20 %) smo dodali akacijevemu, lipovemu in kostanjevemu medu. V vseh vzorcih smo določili vsebnost vode, hidroksimetilfurfurala (HMF), prostih in skupnih kislin ter laktonov, aminokislina prolina, ter izmerili električno prevodnost, specifično rotacijo in aktivnost encima diastaze. S senzorično analizo smo s preskusi z uporabo lestvic ugotavljali vpliv deleža dodanega sladkornega sirupa na intenzivnost sladkosti treh vrst potvorjenega medu. Dobljene rezultate smo statistično obdelali ter preučevali vpliv botaničnega porekla medu in, pri potvorjenih vzorcih, deleža dodanega sirupa na analizirane parametre kakovosti medu. Ugotovili smo, da se je z večanjem deleža fruktozno-glukočnega sirupa večala tudi vsebnost vode, hidroksimetilfurfurala in vrednosti specifičnega kota zasuka pri vseh treh vrstah potvorjenega medu. Vsebnost prolina, ter vrednosti diastaznega števila in električne prevodnosti so se zmanjševale. Potvorjeni vzorci lipovega in kostanjevega medu so imeli nižji pH, potvorjeni vzorci akacijevega medu pa višji pH. Tudi vsebnost laktonov se je v potvorjenih vzorcih akacijevega in kostanjevega medu z deležem dodanega sirupa zmanjševala, v lipovih pa večala. Vsebnosti skupnih in prostih kislin so se z dodatkom sladkornega sirupa zmanjševale v akacijevem in kostanjevem medu, v lipovem pa povečale. Vrednosti analiziranih parametrov kakovosti v vseh vzorcih medu, tako pristnih kot potvorjenih, so ustrezale zahtevam Pravilnika o medu (2011).

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC UDC 638.162+664.162.71:543.2/.9 (043) = 163.6

CX honeys/genuine honey/adulterated honey/fructose-glucose syrups/water content/electrical conductivity/ sugars in honey/pH value/free acids/total acids/lactones/specific rotation/diastase number/hydroxymethylfurfural content/proline content

AU MEHLE, Katarina

AA GOLOB, Terezija (supervisor) / VIDRIH, Rajko (reviewer)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology

LI 2011

TI INFLUENCE OF THE ADDITION OF SUGAR SYRUP ON THE QUALITY PARAMETERS OF DIFFERENT TYPES OF HONEY

DT Graduation thesis (University studies)

NO XI, 71 p., 26 tab., 12 fig., 2 ann., 53 ref.

LA sl

AL sl/en

AB The purpose of the study was to determine some quality parameters of honey in genuine samples of six different types of Slovenian honey as well as in deliberately adulterated honey samples with added fructose-glucose syrup. Genuine honey samples included acacia, floral, linden, chestnut, forest and fir honey. Different proportions of fructose-glucose syrup (1, 2, 4, 8, 12, 16 and 20 %) were added to the samples of acacia, linden and chestnut honey. In all samples the content of water, hydroxymethylfurfural (HMF), free and total acids, lactones, proline, electrical conductivity, specific rotation and diastase activity were determined. The effect of added sugar syrup to the intensity of sweetness in fraudulent samples of the three honey types was evaluated by means of sensory analysis tests using the scales. Results were statistically processed and the impacts of the botanical origin of honey, and, in fraudulent samples, the effect of the proportion of added syrup on honey quality parameters were evaluated. Higher proportion of fructose-glucose syrup results in higher content of water, higher hydroxymethylfurfural content, and higher value of a specific angle of rotation in all three types of fraudulent honey. On the contrary, the content of amino acid proline as well as the value of diastase activity and electrical conductivity decreased. In samples of linden and chestnut honey with added sugar syrup, the pH value decreased, while in samples of acacia honey, which was basically more acidic, the pH value increased. Similar conclusions were also found for the content of lactones, which decreased with the proportion of added syrup in case of acacia and chestnut honey, and increased in falsificated linden honey samples. Levels of total and free acids were reduced by adding sugar syrup in acacia and chestnut honey, but increased in linden honey. The values of quality parameters analyzed in all samples of honey, both genuine and adulterated, met the requirements of the Rules on Honey (2011).

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	X
KAZALO PRILOG	XI
1 UVOD	1
1.1 NAMEN DELA IN HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 ZGODOVINA IN NASTANEK MEDU	2
2.2 VRSTE MEDU IN SENZORIČNE LASTNOSTI	4
2.2.1 Vrste medu	4
2.2.2 Okus medu	6
2.3 PARAMETRI KAKOVOSTI MEDU	7
2.3.1 Vsebnost vode v medu	8
2.3.2 Električna prevodnost medu	8
2.3.3 Sladkorji v medu	9
2.3.4 Optične lastnosti medu	10
2.3.5 Hidroksimetilfurfural (HMF)	10
2.3.6 Encimi v medu	11
2.3.6.1 Invertaza	12
2.3.6.2 Diastaza	12
2.3.6.3 Glukoza oksidaza	12
2.3.7 Kisline	13
2.3.8 Beljakovine in aminokisljine	14
2.3.8.1 Prolin	14
2.4 PONAREJANJE MEDU	15
2.4.1 Ugotavljanje sprememb nepristnega medu	16
2.4.1.1 Vsebnost sladkorjev	16
2.4.1.2 Vsebnost hidroksimetilfurfurala (HMF)	16
2.4.1.3 Vsebnost kislin	16
2.4.1.4 Vsebnost aminokislin	17

3 MATERIALI IN METODE	18
3.1 VZORCI MEDU	18
3.1.1 Fruktozno-glukozni sirup	19
3.2 FIZIKALNOKEMIJSKE METODE.....	20
3.2.1 Določanje vsebnosti vode v medu (Bogdanov, 2009)	20
3.2.2 Merjenje električne prevodnosti medu (Kropf in sod., 2008)	21
3.2.3 Merjenje specifičnega kota zasuka medu s polarimetrom (Junk in Pancoast, 1973)	21
3.2.4 Določanje aktivnosti encima diastaze z metodo po Schadeju (Bogdanov, 2009)	23
3.2.5 Določanje pH vrednosti in kislosti medu s titrimetrično metodo (AOAC 962.19, 1999)	25
3.2.6 Določanje hidroksimetilfurfurala (HMF) z metodo po Winklerju (Bogdanov, 2009)	26
3.2.7 Določanje vsebnosti prolina z modificirano Oughovo spektrofotometrično metodo (Bogdanov, 2009)	27
3.3 SENZORIČNO OCENJEVANJE MEDU	29
3.3.1 Ocenjevanje intenzivnosti sladkosti medu z lestvicami (Golob in sod., 2006) . ..	29
3.4 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	30
3.4.2 Varianca, standardni odklon in koeficient variacije	30
3.4.3 Levenov test homogenosti variance	31
3.4.4 Analiza variance – ANOVA	32
3.4.5 Duncanov test	32
4 REZULTATI	33
4.1 REZULTATI FIZIKALNOKEMIJSKIH ANALIZ PRISTNIH VZORCEV MEDU ..	33
4.1.1 Rezultati vsebnosti vode	33
4.1.2 Rezultati merjenja električne prevodnosti	35
4.1.3 Rezultati merjenja specifičnega kota zasuka	35
4.1.4 Rezultati merjenja vrednosti pH, vsebnosti skupnih in prostih kislin ter laktonov	36
4.1.5 Rezultati določanja diastaznega števila	37
4.1.6 Rezultati določanja vsebnosti aminokislina prolina	37
4.1.7 Rezultati določanja vsebnosti hidroksimetilfurfurala (HMF)	38
4.2 REZULTATI FIZIKALNOKEMIJSKIH ANALIZ POTVORJENIH VZORCEV MEDU	38
4.2.1 Rezultati vsebnosti vode	40
4.2.2 Rezultati merjenja specifične električne prevodnosti	41
4.2.3. Rezultati določanja diastaznega števila	42
4.2.4 Rezultati merjenja vrednosti pH	43
4.2.5 Rezultati določanja vsebnosti hidroksimetilfurfurala	44
4.2.6 Rezultati vsebnosti aminokislina prolina	45

4.2.7 Rezultati vsebnosti laktonov	46
4.2.8 Rezultati vsebnosti prostih kislin.....	47
4.2.9 Rezultati vsebnosti skupnih kislin	48
4.2.10 Rezultati merjenja specifičnega kota zasuka	49
4.3 REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE PRISTNIH IN POTVORJENIH VZORCEV MEDU	50
4.3.1 Rezultati senzoričnega ocenjevanja akacijevega medu	51
4.3.2 Rezultati senzoričnega ocenjevanja lipovega medu.....	52
4.3.3 Rezultati senzoričnega ocenjevanja kostanjevega medu.....	54
5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	56
5.1 RAZPRAVA.....	56
5.2 SKLEPI.....	63
6 POVZETEK.....	65
7 VIRI	68
ZAHVALA	
PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Okus medu, glede na vrsto medu (Golob in sod., 2008)	6
Preglednica 2: Dopustne vrednosti parametrov kakovosti medu iz Pravilnika o medu (2011)	7
Preglednica 3: Vrednosti električne prevodnosti za posamezno vrsto slovenskega medu (Golob in sod., 2008).....	9
Preglednica 4: Vrednosti Ca²⁺ za posamezno vrsto slovenskega medu (Lepen, 2007)...	10
Preglednica 5: Vrednosti diastaznega števila za posamezno vrsto slovenskega medu (Golob in sod., 2008)	12
Preglednica 6: Vsebnost prostih kislin za posamezno vrsto slovenskega medu (Golob in sod., 2008)	13
Preglednica 7: Vsebnosti prostih kislin, skupnih kislin in laktonov v štirih vrstah medu...	14
Preglednica 8: Vsebnost aminokisliline prolin za posamezno vrsto medu (Jamnik in sod., 2004).....	15
Preglednica 9: Vzorci medu potvorjeni z dodatkom fruktozno-glukoznega sirupa	18
Preglednica 10: Vrsta medu, število vzorcev in njihove oznake.....	19
Preglednica 11: Vrsta medu, število ter oznaka vzorcev na katerih je bil izvedena senzorična analiza.....	19
Preglednica 12: Fizikalnokemijske lastnosti fruktozno-glukoznega sirupa, kot jih deklarira proizvajalec.....	19
Preglednica 13: Rezultati fizikalnokemijskih parametrov v analiziranih vzorcih medu.....	34
Preglednica 14: Rezultati fizikalnokemijskih parametrov v potvorjenih vzorcih medu in fruktozno-glukoznem sirupu	39
Preglednica 15: Rezultati razvrščanja vzorcev akacijevega medu po intenzivnosti sladkega okusa na lestvici 1-8	51
Preglednica 16: Najpogostejši razred razvrščanja vzorcev akacijevega medu po intenzivnosti sladkega okusa	51

Preglednica 17: Rezultati ocenjevanja sladkega okusa v akacijevem medu z lestvico »ravno prav«	51
Preglednica 18: Najpogostejše ocene vzorcev akacijevga medu z lestvico »ravno prav«	52
Preglednica 19: Rezultati razvrščanja vzorcev lipovega medu po intenzivnosti sladkega okusa z lestvico od 1-8	53
Preglednica 20: Najpogostejši razred razvrščanja vzorcev lipovega medu po intenzivnosti sladkega okusa.....	53
Preglednica 21: Rezultati ocenjevanja sladkega okusa v lipovem medu z lestvico »ravno prav«	54
Preglednica 22: Najpogostejše ocene vzorcev lipovem medu z lestvico »ravno prav«	54
Preglednica 23: Rezultati razvrščanja vzorcev kostanjevega medu po intenzivnosti sladkega okusa z lestvico od 1-8	54
Preglednica 24: Najpogostejši razred razvrščanja vzorcev kostanjevega medu po intenzivnosti sladkega okusa	55
Preglednica 25: Rezultati ocenjevanja sladkega okusa v kostanjevem medu z lestvico »ravno prav«	55
Preglednica 26: Najpogostejše ocene vzorcev kostanjevem medu z lestvico »ravno prav«	55

KAZALO SLIK


Slika 1: Lestvica za razvrščanje po intenzivnosti sladkega okusa medu.....	29
Slika 3: Sprememba vsebnosti vode v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa	40
Slika 4: Sprememba vrednosti χ v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa	41
Slika 5: Sprememba vrednosti diastaznega števila v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa	42
Slika 6: Sprememba vrednosti pH v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa	43
Slika 7: Sprememba vrednosti HMF v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa	44
Slika 8: Sprememba vsebnosti aminokislina prolina v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa	46
Slika 9: Sprememba vsebnosti laktonov v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa.....	47
Slika 10: Sprememba vsebnosti prostih kislin v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa.....	48
Slika 11: Sprememba vsebnosti skupnih kislin v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa.....	49
Slika 12: Sprememba vrednosti specifičnega kota zasuka v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa	50

KAZALO PRILOG

Priloga A1: Vsebnost vode, hidroksimetilfurfurala (HMF), vrednosti električne prevodnosti, specifičnega kota zasuka ($[\alpha]_D^{20}$) in diastaznega števila (DŠ) v pristnih vzorcih medu letnik 2010

Priloga A2: Vsebnosti prostih kislin (PK), skupnih kislin (SK), laktonov ter vrednosti pH in aminokislina prolina v pristnih vzorcih medu letnik 2010

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ANOVA	analiza variance (ang. Analysis of variance)
A	akacijev med
C	cvetlični med
CCS	konvencionalnih koruzni sirup
DŠ	diastazno število
G	gozdni med
H	hojev med
HFCS	visoko fruktozni koruzni sirup
HMF	hidroksimetilfurfural
IS	invertni sirup
KV	koeficient variacije
K	kostanjev med
L	lipov med
mekv/kg	miliekvivalent na kilogram
mS/cm	mili Siemens na centimeter
SD	standardni odklon
\bar{x}	povprečna vrednost
(+)	desnosučna spojina
(-)	levosučna spojina
°	kotna stopinja
σ^2	varianca
	specifični kot zasuka ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)

1 UVOD

Stara ljudstva so menila, da med prihaja iz neba. Danes vemo, da je med naravno živilo, ki ga izdelujejo medonosne čebele (*Apis mellifera*), bodisi iz nektarja, ki ga prinašajo s cvetlic, bodisi iz izločkov, ki se pojavljajo kot medena rosa na živih delih različnih rastlin. Čebelji med, je dokler se ne strdi, sladka lepo dišeča, gosta tekočina, prijetno sladkega, včasih pa tudi rahlo ali močnega grenko-sladkega okusa, odvisno od vrste. Je dragocena hrana rastlinskega izvora, ki jo čebele iz medicine ali mane pripravijo v taki obliki, da je primerna tudi za človekovo prehrano.

Kemijsko gledano je med razmeroma zgoščena vodna raztopina različnih sladkorjev, predvsem glukoze, fruktoze in saharoze, ki jih v manjših količinah spremljajo še številne druge sestavine. To so dekstrini, beljakovine, aminokisliline, encimi, minerali in aromatične snovi. V sledovih lahko najdemo elemente, kot so kalij, kalcij, natrij, magnezij, mangan, železo, baker, fosfor in klor, vitamine C, B₁, B₂, B₆, pantotensko, nikotinsko in folno kislino ter biotin (Senegačnik in sod., 1985; Božnar in Senegačnik, 1998; Molan, 1996).

Čeprav je med naravni proizvod čebel, ki se mu ne sme ničesar dodati in ničesar odvzeti in je tako opredeljen tudi v evropskih predpisih ter v Pravilniku o medu (2011), v praksi to ne drži vedno. Trgovci stremijo po večjem zaslužku, zato se na tržišču pogosto pojavlja potvorjen med. Največkrat mu dodajo sladkorni sirup, ki ga je v medu velikokrat težko dokazati. Prehranska vrednost in kakovost takega medu je manjša, poleg tega izdelek ne ustreza predpisom. Da bi zavarovali potrošnike pred potvorjenim medom, potrebujemo ustrezne fizikalnokemijske analize, s katerimi lahko zanesljivo preverjamo pristnost medu.

1.1 NAMEN DELA IN HIPOTEZE

Namen naloge je bil z izbranimi fizikalnokemijskimi analizami določiti nekatere parametre kakovosti medu v vzorcih pristnega medu različnega botaničnega porekla in v namerno potvorjenih vzorcih z dodanim fruktozno-glukoznim sirupom. Analizirali smo 43 vzorcev medu, med katerimi je bila približno polovica potvorjenih. Vsem vzorcem smo določili vsebnost vode, hidrosimetilfurfurala (HMF), prostih in skupnih kislin, laktonov, aminokisliline prolina ter izmerili električno prevodnost, specifično rotacijo in aktivnost encima diastaze. S senzorično analizo s preskusi z uporabo lestvic smo ugotavljali vpliv deleža dodanega sladkornega sirupa na intenzivnost sladkosti različnih vrst potvorjenih medu. Zbrane rezultate smo nato statistično obdelali ter preučevali vpliv deleža dodanega sirupa in botaničnega porekla medu na analizirane parametre kakovosti medu.

Pričakovali smo, da bodo določene vrednosti parametrov kakovosti odvisne od botaničnega izvora medu, kot tudi od deleža dodanega fruktozno-glukoznega sirupa. Predvidevali smo, da bodo rezultati analiz vzorcev pristnega medu ustrezali zahtevam Pravilnika, potvorjeni pa bodo od njih odstopali.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ZGODOVINA IN NASTANEK MEDU

Čebela spremlja človeka na njegovi življenjski poti že zelo dolgo. Človek jo je poznal že v kameni dobi in močno cenil njen sladki pridelek, ki si ga je pogosto moral deliti z medvedom.

Prva slika v zvezi z medom je stara okrog 16.000 let in so jo odkrili v votlini La Arnas blizu Valencije v Španiji. Prikazuje človeka, ki s težavo jemlje med iz skalne dupline. S časom pa je človek postajal spretnejši in bolj prebrisan. Medu ni uplenjal samo v gozdovih in skalnih duplinah, marveč si je pred svoje bivališče prinesel dupla s čebelami in jih nato po svoje preurejal. Iz dupel so po dolgotrajnih spremembah naposled začele nastajati primitivne oblike različnih panjev: lesenih, iz slame, ometanih z blatom, itd. Fevdalni gospodje so od svojih podložnikov zahtevali tudi dajatve v obliki medu in voska. Med je bil cenjen dosti bolj v starih časih kot danes, saj ljudje niso poznali drugega sladila, vosek pa je bil prav tako dragocen, saj so ga uporabljali za razsvetljavo (Senegačnik in sod., 1985).

Med je viskozno živilo, ki ga proizvajajo medonosne čebele (*Apis mellifera*). Poglavitna vira medu sta medicina in mana. Medicino ali nektar izločajo cvetovi večine cvetic, ki jih oprahujejo žuželke (Kmecl, 2006). Medena rosa ali mana je sladkasta in lepljiva tekočina, ki se pojavlja na listih različnih dreves, kot so lipa, hrast, javor, breza, jesen, hoja, smreka, bor, macesen itd. Izločajo jo kljunate žuželke (listne uši, kaparji, medeči škržat), ki se hranijo s floemskimi sokovi. Ti insekti popijejo veliko več, kot dejansko potrebujejo in tako večina soka le potuje skozi telo in se nato izloči na zadku. Na poti skozi žuželčji prebavni trakt se floemski sok biokemično spremeni; zdaj je to mana, ki se po sestavi od floemskega soka razlikuje. Medena rosa vsebuje različne sladkorje, vendar ne toliko, kot medicina, zato pa je bogatejša z aminokislinami in drugimi snovmi, kot je na primer dekstrin, škrobni sladkor. V mani so tudi organske kisline, različni encimi, vitamin C in razne mineralne snovi, zlasti spojine kalija, magnezija in fosforja (Pedrotti, 2003).

Čebele v medenem mešičku prenašajo približno 50 mg nektarja ali mane. Čim bliže panju je izvor nektarja ali mane, tem več surovine lahko čebele prenesejo v panj. Če je pašni vir bolj oddaljen, čebele porabijo del surovine za energijo, ki jo potrebujejo za letenje. Zato je pomembno, da je paša čim bliže stojišču. Izločanje nektarja je odvisno od vrste rastline, tal, vremenskih razmer itd. Čim večja je količina nektarja in čim večja je vsebnost sladkorjev v njem, tem raje čebele obiskujejo take rastline. Izvor nektarja je mogoče določiti z analizo cvetnega prahu. Vsaka vrsta nektarja ima tudi tipično vsebnost sladkorjev. Najpomembnejši sladkorji v nektarju so saharoza, fruktoza in glukoza v različnih medsebojnih razmerjih, to pa nakazuje izvor nektarja.

Poleg sladkorjev vsebuje nektar še različne aminokislino, mineralne snovi, organske kisline, vitamine, aromatične in fenolne sestavine ter barvila. Gostota nektarja je od 1,02 do 1,35 g/L, vrednost pH je največkrat med 2,7 in 6,4, zelo redko pa je pH v alkalnem območju med 7,2 in 9 (Meglič, 2004; Božnar in Senegačnik, 1998).

Medičina seveda še ni med. Med izdelava s pomočjo biokemijske preobrazbe šele čebela. Zato je med kot čebelji izloček živalskega izvora. Zmanjševanje količine vode v medičini in koncentracija sladkorjev v njej poteka po načelu tako imenovane trofalaksije, izmenjave hrane iz ust v usta, ki je značilna za vse socialne žuželke. Ko se pašna čebela vrne v panj, izloči iz medenega želodčka nabrano, že deloma predelano medičino ter jo oddaja mlajšim čebelam v panju, starim od osem do devetnajst dni, katerih naloga je, da sprejemajo in shranjujejo medičino. Čebele si hitro podajajo iz ust v usta skoraj mikroskopsko majhne kapljice medičine, ki so prepojene z izločki posebnih žlez. V teh izločkih je še posebno veliko encimov, diastaze in invertaze, ki spreminjajo polisaharide medičine v enostavne sladkorje (inverzija sladkorjev). Čebele, ki v panju od pašnih čebel sprejmejo nabrano in deloma predelano medičino, iz katere je že odstranjena odvečna voda, odlagajo ta zgoščeni nektar v celice v satju, kjer še naprej dozoreva in se končno spremeni v med. Celoten proces predelave oziroma zorenja traja štiri do pet dni – trajanje je odvisno od toplote v panju. Popolnoma zrel med čebele v celicah satja pokrijejo z voščenimi pokrovčki in s tem preprečijo, da bi zavrel in se pokvaril (Pedrotti, 2003).

Sveža mana je bistra in ima povprečno od 5 do 18 % suhe snovi pri gostoti od 1,0 do 1,3 g/L in pri pH 5,1 do 7,9. Mano, kot odvečni stranski produkt izločajo listne uši, kaparji in škržati v obliki kapljic. Te žuželke so rastlinske uši, ki jih uvrščamo v red kljunatih žuželk, in povzročajo gozdno medenje. Ime so dobile po značilnem ustnem aparatu – kljuncu, ki ga zabadajo v lubje dreves in grmov. S kljuncem sesajo rastlinski sok, ki se pretaka po sitastih cevah do korenin in vsebuje od 10 do 30 % suhe snovi, od tega prevladujejo sladkorji (Božnar in Senegačnik, 1998; Meglič, 2004; Kmecl, 2006).

Najpomembnejše sestavine mane so različni sladkorji, med katerim je največ disaharidov. Če je v mani veliko sladkorja melecitoze, se tak med hitro strdi (cementni med), in ga je težko ali celo nemogoče iztočiti. V primerjavi z nektarjem vsebuje mana več mineralnih snovi, aminokislin, beljakovin, kislin, vitaminov itd. Čebele nabirajo mano ob toplem, vlažnem vremenu, navadno najraje dopoldne in tudi proti večeru, čez dan pa precej manj, ker se mana zaradi višjih dnevnih temperatur preveč izsuši (Meglič, 2004).

2.2 VRSTE MEDU IN SENZORIČNE LASTNOSTI

2.2.1 Vrste medu

Med se po Pravilniku o medu (2011) razvršča v glavne tipe in poimenuje glede na izvor kot:

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

Strokovnjaki menijo, da je na svetu okoli 20 tisoč vrst medu. Pri nas so najbolj znani: cvetlični, akacijev, lipov, kostanjev, smrekov, hojev med in med oljne ogrščice ter mešanica cvetličnih in gozdnih medov (Senegačnik in sod., 1985).

Akacijev med

Za akacijev med je značilno, da je zelo svetel, skoraj brezbarven, ima zelo nežen vonj in okus. Intenzivnost arome akacijevega medu je zelo šibka, neizrazita. Premočan vonj je napaka, ker kaže na navzočnost drugega nektarja. V okusu je mogoče zaznati samo sladkost, ki je srednje do močno intenzivna. Ima zelo nizko električno prevodnost, najnižjo med vsemi vrstami medu v Sloveniji (Golob in sod., 2008). Kristalizira izredno počasi. Ker vsebuje več fruktoze kot glukoze, ga lahko pod zdravniškim nadzorom uporabljajo tudi lažji sladkorni bolniki. V Sloveniji ga točimo maja in junija (Božnar, 2002).

Cvetlični med

Cvetlični med je po svojih senzoričnih lastnostih lahko raznovrsten, saj so te odvisne od vrste cvetov, na katerih so čebele nabirale nektar. Značilno zanj je, da je dokaj svetel in po okusu srednje do močno, celo zelo močno sladek, ter da ima pekoč pookus po sladkem. Pri tej vrsti je obvezno navzoč tudi kisel okus, ki je šibko do srednje močno izražen. Električna prevodnost mora biti nižja od 0,8 mS/cm (Golob in sod., 2008). Kristalizacija je lahko delna, nepravilna, pogosto nastajajo veliki kristali. Točimo ga od pomladi do jeseni. Za cvetlični med je značilno, da ga čebele ne nabirajo samo na eni vrsti cvetic, temveč na različnih vrstah, zato je tudi sestava takega nektarja različna in daje cvetličnemu medu poseben okus, barvo in vonj. V povprečju vsebuje cvetlični med okrog 40 % fruktoze, 33-35 % glukoze in 1-4 % trsnega sladkorja, 1-2 % dekstrinov in 17-20 % vode (Božnar, 2002; Senegačnik in sod., 1985).

Kostanjev med

Kostanjev med je bolj ali manj temne jantarjeve barve z rdečkastim ali zelenkastim odtenkom. V kostanjevem medu je vselej prisotno veliko cvetnega prahu, ki mu daje značilno grenkobo. Vonj je intenziven, po kostanjevem cvetju, oster in včasih tudi odbijajoč. Tudi aroma je izrazita, zelo karakteristična, po zeliščih ali pelinu. Najpogosteje vrstni kostanjev med sestavljata tako nektar kot mana, njegova električna prevodnost je zelo visoka, lahko tudi več kot 2 mS/cm (Golob in sod., 2008). Kristalizira počasi, kristali pa so grobi. To je posledica večje vsebnosti fruktoze. Točimo ga v juniju in juliju. Vsebuje še posebno veliko mineralnih snovi in ima številne zdravilne lastnosti: povečuje znojenje, olajšuje izkašljevanje in spodbuja krvni obtok (Božnar, 2002; Pedrotti, 2003).

Lipov med

Lipov med je svetlo rumene barve z zelenkastim odsevom. Za lipov med je značilno, da je zelo osvežilen in po okusu spominja na lipovo cvetje. Prevodnost te vrste medu ni omejena, lahko je nizka, od 0,5 mS/cm naprej, lahko pa je tudi visoka, več kot 1 mS/cm. Če med izvira iz nektarja, kristalizira hitro, če pa je iz mane, se to dogaja počasi. Kristali so navadno neenakomerno razporejeni in veliki. Lipov med točimo v juniju in juliju (Božnar, 2002; Golob in sod., 2008).

Gozdni med

Ker je gozdni med mešanica različnih vrst mane, se lahko vzorci zelo razlikujejo po barvi, vonju, okusu in aromi. Za tovrstni med je značilno, da v njem ne prevladuje nobena vrsta mane ter, da sta sladek in kisel okus uravnotežena. Je svetlo do temno rjave barve. Aroma je močna, okus pa sladek, poln, prijeten in intenziven. Električna prevodnost mora biti več kot 0,8 mS/cm. Kristalizacija je srednja, navadno zajame vso količino. V Sloveniji ga točimo v juliju in avgustu (Božnar, 2002; Golob in sod., 2008).

Hojev med

Hojev med je zelo temno rjave barve z zelenim odsevom. Ima aromo po smoli in žganju, okusa pa je sladkega po sladcu. Običajno kristalizira počasi. Kristaliziran med je precej svetlejši od tekočega. Točimo ga v poletnih mesecih, včasih pa hoje medijo tudi do konca septembra. Hojev in smrekov med vsebujeta dosti več mineralnih snovi kot druge svetlejša vrste. Čisti hojev oziroma smrekov med sme vsebovati največ 5 % kostanjevega peloda, če ga hočemo označiti kot vrstni med (Božnar, 2002; Bernard in Poklukar, 2001).

2.2.2 Okus medu

Z okusom medu imamo v mislih zaznavanje njegovega okusa v ožjem pomenu, to je zaznavanje štirih osnovnih okusov. Okus medu je odvisen od razmerja med različnimi sladkorji, kislinami in mineralnimi snovmi, zato se pri različnih vrstah medu lahko precej razlikuje. Med osnovnimi okusi je v medu najbolj izrazit okus po sladkem. Različne vrste so zaradi različnega razmerja med glukozo, fruktozo in saharozo različno sladki. Najslajši sladkor je fruktoza, sledita saharoza in glukosa, k sladkosti pa lahko prispevajo tudi mineralne in aromatične snovi, proste kisline in beljakovine. Sladek okus medu pogosto prekrivajo nekatere druge sestavine, mineralne snovi in kisline (Golob in sod., 2008).

Preglednica 1: Okus medu, glede na vrsto medu (Golob in sod., 2008)

Vrsta medu	Okus medu
akacijev	Obstojnost: Je srednja do dolgotrajna. Intenzivnost: <ul style="list-style-type: none">- <u>sladek</u>: srednje do močno,- <u>kisel</u>: nič do šibko.
cvetlični	Obstojnost: Je srednja do dolgotrajna, s pekočim pookusom po sladkem. Včasih je tudi osvežilen. Intenzivnost: <ul style="list-style-type: none">- <u>sladek</u>: srednje do močno, celo zelo močno,- <u>kisel</u>: šibko do srednje.
lipov	Obstojnost: Je srednja do dolgotrajna. Zaznaven je srednje do močno svež okus po mentolu, če je navzoča grenkoba je tudi obstojna. Intenzivnost: <ul style="list-style-type: none">- <u>sladek</u>: srednje do močno,- <u>kisel</u>: šibko do srednje,- <u>grenak</u>: lahko šibko do srednje.
kostanjev	Obstojnost: Dolgotrajno obstojen okus, zlasti grenak. Lahko ima tudi blag okus po kovini. Intenzivnost: <ul style="list-style-type: none">- <u>sladek</u>: srednje,- <u>kisel</u>: šibko,- <u>grenak</u>: srednje do močno, lahko tudi zelo močno (zelo obstojna grenkoba).
hojev	Obstojnost: Je srednja. Intenzivnost: <ul style="list-style-type: none">- <u>sladek</u>: srednje do močno,- <u>kisel</u>: šibko.
gozdni	Obstojnost: Je srednja do dolgotrajna. Intenzivnost: <ul style="list-style-type: none">- <u>sladek</u>: srednje do močno,- <u>kisel</u>: šibko do srednje,- <u>grenak</u>: lahko šibko.

2.3 PARAMETRI KAKOVOSTI MEDU

Slovenski Pravilnik o medu (2011) določa pogoje za minimalno kakovost, ki jih mora v prometu izpolnjevati med kot predpakirano živilo, in vsebinsko povzema evropsko direktivo (Council Directive 2001/110/EC, 2002). V preglednici 2 so zbrani zakonsko opredeljeni parametri kakovosti medu in njihove vrednosti.

Preglednica 2: Dopustne vrednosti parametrov kakovosti medu iz Pravilnika o medu (2011)

Fizikalnokemijski parametri	Predpisana vrednost po Pravilniku o medu (2011)
vsebnost fruktoze in glukoze (vsota)	<ul style="list-style-type: none">- najmanj 60 g/100 g cvetlični med- najmanj 45 g/100 g gozdni med, mešanica gozdnega in cvetličnega medu
vsebnost saharoze	<ul style="list-style-type: none">- največ 5 g/100 g splošno za med- največ 10 g/100 g za vrste kot so: akacija (<i>Robinia pseudoacacia</i>), lucerna (<i>Medicago sativa</i>), Menzies Banksia (<i>Banksia menziesii</i>), medenica (<i>Hedysarum</i>), rdeči gumi (<i>Eucalyptus camadulensis</i>), citrusi (<i>Citrus spp.</i>), evkriřija (<i>Eucryphia lucida</i>, <i>Eucryphia milliganii</i>)- največ 15 g/100 g za vrste kot so: sivka (<i>Lavandula spp.</i>) in boreč (<i>Borago officinalis</i>)
vsebnost vode	<ul style="list-style-type: none">- največ 20 % splošno za med- največ 23 % med iz rese (<i>Calluna</i>) in pekovski med splošno- največ 25 % pekovski med iz rese (<i>Calluna</i>)
vsebnost v vodi netopnih snovi	<ul style="list-style-type: none">- največ 0,1 g/100 g splošno za med- največ 0,5 g/100 g preřani med
električna prevodnost	<ul style="list-style-type: none">- največ 0,8 mS/cm vrste medu, ki niso navedene pod spodnjima alinejama, in mešanice teh vrst medu- najmanj 0,8 mS/cm gozdni med, kostanjev med in mešanica obeh vrst medu, razen tistih, ki so navedeni med izjemami- za izjeme ni omejitev vrednosti. Izjeme: med iz navadne jagodičnice (<i>Arbutus unedo</i>), spomladanske rese (<i>Erica</i>), evkaliptusa, lipe (<i>Tilia spp.</i>), jesenske rese (<i>Calluna vulgaris</i>), manuke (<i>leptospermum</i>), čajevca (<i>Melaleuca spp.</i>)
proste kisline	<ul style="list-style-type: none">- največ 50 miliekvivalentov prostih kislin v 1 kg splošno za med- največ 80 miliekvivalentov prostih kislin v 1 kg pekovski med
diastazno število (lestvica po Schade-ju)	<ul style="list-style-type: none">- najmanj 8 splošno za med, razen pekovskega medu- najmanj 3 vrste medu z majhno naravno vsebnostjo encimov (npr. med iz citrusov) in vsebnostjo HMF največ 15 mg/kg
hidroksimetilfurfural (HMF)	<ul style="list-style-type: none">- največ 40 mg/kg splošno za med, razen pekovskega medu- največ 80 mg/kg med z deklariranim poreklom iz območij s tropsko klimo in mešanice teh vrst medu

2.3.1 Vsebnost vode v medu

Vsebnost vode v medu je zelo pomembno merilo kakovosti medu. Vsebnost vode ni odvisna od botaničnega ali geografskega izvora, je pa merilo, ki značilno vpliva na senzorično kakovost in fizikalnokemijske parametre medu. Čim manjša je vsebnost vode, tem bolj je med viskozen, gost in tudi obstojen, saj je v takih razmerah onemogočeno delovanje osmofilnih kvasovk, s tem pa je onemogočena tudi fermentacija. Vsebnost vode je pogojena z vsebnostjo sladkorjev v medu (Golob in sod., 2008). Večja je vsebnost sladkorjev, manj je vode; v tem primeru je možnost fermentacije majhna. V koncentrirani raztopini sladkorjev se mikroorganizmi težje razvijajo in med z vsebnostjo vode do 18 % ne fermentira. Vsebnost vode v medu je odvisna od vrste in intenzivnosti paše, podnebnih razmer, predvsem v obdobju cvetenja oziroma medenja rastlin, od vrste panja in dela čebelarjev (Kmecl, 2006).

Za vsebnost vode v medu poznamo spodnjo in zgornjo mejo. Spodnja obstaja zaradi topnosti posameznih sestavin medu v vodi, zgornjo pa za kakovosten med določajo in uravnavajo predpisi o medu. Ti dopuščajo le toliko vode, da v medu ne more priti do vrenja (Božnar in Senegačnik, 1998). Slovenski pravilnik o medu določa, da lahko med vsebuje največ 20 % vode, med iz rese (*Calluna*) in pekovski med 23 % vode, pekovski med iz rese (*Calluna*) pa največ 25 % vode (Pravilnik o medu, 2011). Normaleno dozorel med vrhunske kakovosti, lahko vsebuje največ 18,6 % vode (Doner, 2003).

Določanje vode v medu je zelo pomembno. Vodo lahko določamo z direktnim sušenjem, merjenjem viskoznosti, refraktometrično, z uporabo Karl Fischerjeve titracije. Slednja je najbolj natančna. Dokaj natančno je tudi refraktometrično določanje vode, ki je bolj priročno za uporabo (Doner, 2003).

2.3.2 Električna prevodnost medu

Električna prevodnost je parameter, ki daje koristno informacijo o kakovosti medu. Odvisna je od vsebnosti mineralnih soli, organskih kislin, proteinov in drugih kompleksnejših snovi, kot so sladkorji in poliolli (Golob in sod., 2008).

Božnar (2003) navaja, da se električna prevodnost medu giblje med 0,1 in 2 mS/cm. Uporabna je za prepoznavanje botaničnega izvora medu, zlasti za razlikovanje med medom iz mane in nektarja. Po Pravilniku o medu (2011) mora biti električna prevodnost medu iz nektarja enaka ali manjša od 0,8 mS/cm, električna prevodnost medu iz mane pa večja od 0,8 mS/cm.

Preglednica 3: Vrednosti električne prevodnosti za posamezno vrsto slovenskega medu (Golob in sod., 2008)

Vrsta medu	Vrednost električne prevodnosti (mS/cm)		
	povprečje	minimum	maksimum
akacijev	0,171	0,114	0,265
cvetlični	0,534	0,237	0,838
lipov	0,795	0,548	1,073
kostanjev	1,499	0,959	2,245
hojev	1,320	0,894	1,566
gozdni	1,228	0,807	1,677

2.3.3 Sladkorji v medu

Sladkorji predstavljajo glavne sestavine medu. Prevladujoča sladkorja v medu sta monosaharida fruktoza in glukoza, saj skupaj predstavljata 85-95 % skupne količine ogljikovih hidratov (Kmecl, 2006). Povprečno razmerje fruktoze z glukozo je 1,2:1, kar predstavlja 38 % fruktoze in 31 % glukoze (Anklam, 1998).

Drugi monosaharidi v medu niso prisotni, znanstveniki pa so odkrili več kot 20 di- in oligo-saharidov. Iz skupine disaharidov je največ maltoze (7,3 %), sledijo pa ji kojibioza, turanoza, izomaltoza in saharoza (1,3 %). Oligosaharidi erloza, maltotrioza, izomaltotrioza, panoza, izopanoza, melecitoza, rafinoza, so prisotni v minimalnih količinah pod 0,5 %. Dejanski delež sladkorjev je v posameznem medu odvisen predvsem od same sestave nektarja, ter geografskih in klimatskih pogojev (Kmecl, 2006; Krell, 1996).

Božnar in Senegačnik (1998) navajata, da se raztopine treh sladkorjev fruktoze, glukoze in saharoze med seboj ločijo po tem, kako sučejo ravnino polarizirane svetlobe: ali v levo ali v desno. Raztopina saharoze suče v desno, po hidrolizi z encimom invertazo pa sučnost pride iz desne v levo. Vzrok je v tem, da sta nastali fruktoza in glukoza. Prva suče močno v levo, glukoza pa v desno. Vendar pri isti koncentraciji fruktoze suče v levo za večji kot kakor glukoza v desno, tako da je končni rezultat prevladujoča sučnost v levo.

Fruktoza, znana tudi kot sadni sladkor, je enostavni sladkor. Kemijsko je monosaharid z enako empirično formulo kot glukoza $C_6H_{12}O_6$. Fruktoza spada med ketone, dobro topna je v vodi, slabo v alkoholu, ter netopna v etru. Je zelo sladka, slajša od glukoze in saharoze.

Glukoza (D-glukoza; tudi grozdni sladkor, dekstroza, krvni sladkor) je enostavni sladkor (monosaharid) z molekulsko formulo $C_6H_{12}O_6$. V mislih imamo D-glukozo. Njen optični izomer L-glukoza se ne pojavlja v naravi.

Zaradi določenih interakcij med posameznimi sladkorji pride do zmanjšane topnosti glukoze v medu in glukoza se izloči kot monohidrat. Razmerje fruktoza/glukoza (F/G) in glukoza / vode (G/V) sta pokazatelja hitrosti kristalizacije (Kmecl, 2006).

2.3.4 Optične lastnosti medu

Med suče ravnino polarizirane svetlobe. To je ena od lastnosti, ki je odvisna od sladkorjev v medu, njihovih tipov in relativnih razmerij. Na splošno velja ugotovitev, da so cvetlični medovi levosučni, medovi iz mane pa desnosučni. Večina medu iz nektarja (cvetlični) vsebujejo več fruktoze kot glukoze. Posledično prevladuje levosučnost fruktoze nad desnosučnostjo glukoze. S tem je izražena negativna vrednost $[\alpha]_D^{20}$. Med iz mane ima bolj kompleksen spekter sladkorjev. Vsebuje malo fruktoze in več glukoze. Vsebujejo tudi melecitozo ali erlozo, kar skupaj z glukozo povzroča pozitivno vrednost specifičnega kota zasuka (Božnar in Senegačnik, 1998).

Dinkov (2003) navaja, da ima specifični kot zasuka nektarnega medu negativne vrednosti (npr. akacijev med ima $[\alpha]_D^{20} = -17,0 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$) ter med maninega izvora pozitivne vrednosti (npr. povprečni manin med ima $[\alpha]_D^{20} = 4,2 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$).

Preglednica 4: Vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ za posamezno vrsto slovenskega medu (Lepen, 2007)

Vrsta medu	Vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ ($^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$)		
	povprečje	minimum	maksimum
akacijev	-20,94	-28,92	-7,15
cvetlični	-15,83	-26,26	-6,25
lipov	-5,41	-22,32	+19,18
kostanjev	-13,64	-26,30	+0,25
hojev	+14,68	-8,30	+24,32
gozdni	+11,00	-6,28	+33,27

2.3.5 Hidroksimetilfurfural (HMF)

HMF je ciklični aldehid ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_3$), ki nastane ob nepovratni razgradnji sladkorjev, natančneje monosaharidov, po večini ob dehidraciji fruktoze v kislem okolju. (Božnar in Senegačnik, 1998). Ta reakcija poteka spontano, počasi, med staranjem medu. Hitrost nastajanja je odvisna od pH medu, temperature in časa skladiščenja (Kukurova in sod., 2005).

HMF je snov, ki je v svežem medu skoraj ni ali pa je na splošno zelo malo prisotna, njena koncentracija ne presega 1 mg/kg. V medu nastaja med dolgotrajnim skladiščenjem, mnogo hitreje pa med segrevanjem npr. med utekočinjenjem ali pa s primesjo invertnega sirupa. Tudi prisotnost organskih kislin in nizka vodna aktivnost spodbujata tvorbo HMF. Čeprav predelava medu zahteva segrevanje, saj se s tem zmanjša viskoznost, prepreči se kristalizacija in fermentacija medu, so dovoljene le temperature 45 □ 50 °C, ki na povečanje vsebnosti HMF še ne vplivajo. Zato se pri ocenjevanju kakovosti medu uporablja HMF kot kriterij svežosti, oz. kot pokazatelj pregretosti medu.

Pravilnik o medu (2011) dovoljuje največ 40 mg HMF v 1 kg medu, med vrhunske kakovost pa ne sme presegati 10 mg/kg (Plestenjak, 1999; Ajlouni in Sujirapinyokul, 2010).

Blaise in sod. (2009) so ugotovili, da je hidroksimetilfurfural tudi glavni razlog, da visoko fruktozni koruzni sirup ni primeren za krmo čebel. Slednjega čebelarji pogosto dodajo k prehrani čebel, še posebej na začetku pomladi, ko hočejo hitro povečati kolonije za sezonsko opravevanje. HMF pa je snov, ki se tvori ob segrevanju visoko fruktozinega koruznega sirupa. Znano je, da ta povzroča razjede na črevesju čebel. V zadnjem času je postal eden izmed osumljencev za smrt na milijone čebel po vsem svetu.

2.3.6 Encimi v medu

Encimi so med najpomembnejšimi in zanimivejšimi snovmi v medu, predvsem zaradi vloge, ki jo imajo pri nastajanju medu iz raznih vrst medičine. Prehod le-te v med namreč omogočajo encimi iz goltnih in slinskih žlez (Božnar in Senegačnik, 1998).

Encimi so beljakovine, ki pospešujejo hitrost kemijskih reakcij v živih organizmih in biološkem materialu na splošno. Brez encimov ne bi bilo življenja, saj omogočajo, da poteka v živih bitjih presnova pri telesni temperaturi, medtem ko bi v laboratorijih presnova iste hrane do enakih končnih produktov brez encimov lahko potekala šele pri temperaturi več sto stopinj. Najdemo jih v vseh prebavnih sokovih, v slini, želodčnem, črevesnem in pankreasnem soku, pa tudi v sleherni celici živih organov. Sčasoma se encimi v medu podobno kot druge beljakovinske snovi začno razkrajati, zato se njihova encimska učinkovitost začne zmanjševati. Pri dovolj starem medu lahko encimsko delovanje medu popolnoma preneha, zlasti če je bil nepravilno shranjen ali preveč segret z namenom preprečevanja kristalizacije in vrenja. Segrevanje, ki je na splošno škodljivo za vse beljakovine, uniči tudi encime (Božnar in Senegačnik, 1998).

Zaradi velike občutljivosti encimov na toploto se njihovo določanje oziroma določanje njihove aktivnosti uporablja za ugotavljanje pregretosti medu (Plestenjak, 1999).

Serrano in sod. (2007) navajajo tri najpomembnejše encime v medu. To so diastaza (α - in β -amilaza), invertaza (saharaza ali glukozidaza), in glukoza oksidaza. Encima katalaza in kislina oksidaza sta prisotna v manjših količinah.

2.3.6.1 Invertaza

Invertaza ali saharaza, kot jo nekateri tudi imenujejo, lahko delno izvira iz nektarja samega, zvečine pa iz čebelje sline, ki nastaja v posebnih slinskih žlezah. Zato se šibko delovanje invertaze, ki se je začelo že v nektarju na cvetlici, močno okrepi pozneje v panju. Mlade razvite čebele delavke, katerih goltne žleze so na vrhuncu svoje dejavnosti, izločajo veliko sline, v njej pa je obilo tega encima. Nasprotno pa imajo stare čebele zaradi dela ali pa bolezni le še malo tega encima (Božnar in Senegačnik, 1998).

2.3.6.2 Diastaza

Božnar in Senegačnik (1998) navajata, da je diastaza ali amilaza v medu zelo pomemben encim, ne toliko zaradi svojega delovanja, pač pa zaradi vloge pri analizi medu. Ta encim sodeluje pri razcepu velikih škrobnih molekul do sladnega sladkorja, tj. maltoze, ki sestoji iz dveh molekul glukoze. Ta encim najdemo tudi v človeški slini in izločkih trebušne slinovke. Iz količine diastaze v medu lahko precej zanesljivo sklepamo o pristnosti oz. ponarejenosti medu ali o morebitnem neustreznem postopku z njim. Aktivnost amilaze merimo z ugotavljanjem barve modro obarvanega kompleksa škroba z jodom. Čim več škroba je amilaza razgradila, tem šibkejša je barva, ki jo daje ta kompleks. Pravilnik o medu (2011) navaja, da v normalnih primerih ne sme številčna oznaka aktivnosti za amilazo biti nižja od 8,0, navzgor pa niso možne vrednosti nad 40.

Diastazna aktivnost se uporablja kot kazalnik za oceno svežosti ali toplotne poškodbe medu. Razredčenje medu s primesmi, kot so dodajanje saharoze, hidroliziranega škroba, ter visoko fruktoznega koruznega sirupa (HFC), vodi do zmanjšanja števila diastaze v medu (Voldrich in sod., 2009).

Preglednica 5: Vrednosti diastaznega števila za posamezno vrsto slovenskega medu (Golob in sod., 2008)

Vrsta medu	Povprečje	Minimum	Maksimum
akacijev	9,97	5,90	13,70
cvetlični	18,06	10,80	24,70
lipov	14,12	9,55	21,20
kostanjev	22,83	16,30	28,42
hojev	17,94	11,25	24,35
gozdni	17,78	13,25	29,95

2.3.6.3 Glukoza oksidaza

Glukoza oksidaza je encim, aktiven samo v razredčenem ali nezrelem medu. Aktivnost je največja pri koncentraciji od 25 do 30 %. Ta encim oksidira glukozo, pri čemer nastane glukonska kislina, ki je glavna kislina medu (Božnar in Senegačnik, 1998).

2.3.7 Kisline

Med je kislo živilo, z vrednostjo pH med 3,2 in 6,5. Vrste medu, ki vsebujejo veliko mineralnih snovi, običajno dosegajo višjo vrednost pH. Poleg anorganskih kislin, od katerih je najpomembnejša predvsem fosforjeva, lahko med vsebuje precejšno število organskih kislin: glukonsko, ocatno, masleno, citronsko, mravljinčno, mlečno, jabolčno, oksalno, piroglutaminsko, glikolno, piruvično, vinsko. Glukonska kislina je ena izmed tistih, ki je prisotna v znatnem presežku nad drugimi. Izvor kislin so sokovi v naravi in čebela sama. Večinoma izvirajo iz čebeljih žlez (Kapš, 1998; Božnar, 2003; Caballero, 2003).

Kisline v medu so razlog za nizko vrednost pH medu, ki je povprečno 3,99. Medu dajejo značilen okus in aromo, prispevajo k njegovi obstojnosti ter vplivajo na antibakterijsko in antioksidativno delovanje (Caballero, 2003). Med iz mane vsebuje več mineralnih snovi, zato je vrednost pH višja in je manj kislega okusa (Golob in sod., 2008).

Preglednica 6: Vsebnost prostih kislin za posamezno vrsto slovenskega medu (Golob in sod., 2008)

Vrsta medu	Vsebnost prostih kislin (mekv/kg)		
	povprečje	minimum	maksimum
akacijev	12,49	6,54	24,14
cvetlični	20,85	8,71	42,68
lipov	12,72	6,08	21,35
kostanjev	13,34	7,28	26,03
hojev	20,51	14,07	27,48
gozdni	26,58	14,68	43,05

Laktone so organske spojine, ki nastanejo kot produkt reakcije med alkoholom in kislino. Predstavljajo aromatske substance v sadju, mlečni maščobi itd., zato spadajo med ciklične estre. Zanje velja, da so rezerva kislosti. V medu je glukonska kislina ekvivalentna glukonolaktonu. Nivo kislosti je odvisen od časa, ki je pretekel od zbiranja nektarja, in končne viskoznosti medu v panjih. Aktivnost glukoze oksidaze pade na zanemarljiv nivo pri medovih, ki so zelo gosti (Belitz in Grosch, 1999).

Preglednica 7: Vsebnosti prostih kislin, skupnih kislin in laktonov v štirih vrstah medu

Vrsta medu	Vir	Vsebnost prostih kislin, skupnih kislin in laktonov (mekv/kg)		
		proste kisline	skupne kisline	laktoni
akacija	1	15,16	20,04	4,88
	2	11,2	13,4	2,8
lipa	1	23,22	30,95	7,73
	2	20,8	23,5	3,6
kostanj	2	13	16,1	3,1
	3	14,2	16,22	1,92
hoja	2	24,24	25,4	/

/ - ni podatka

Vir: 1- Krauze in Zalewski, 1991, 2 - Persano-Oddo in sod., 1995, 3 - Marini in sod., 2004

2.3.8 Beljakovine in aminokisliline

Med vsebuje malo beljakovin. Njihova vsebnost je 0,2-0,3 g/100 g. Aminokislin, ki sestavljajo beljakovine, je dvajset in nekatere med njimi so za življenje nujno potrebne. Neposreden in posreden izvor aminokislin za čebele je cvetni prah, v zelo majhnem obsegu pa lahko tudi nektar ali mana. Prostih aminokislin je v medu zelo malo in o njihovi hranilni vrednosti ne moremo govoriti. Z reakcijo med sladkorji in aminokislinami nastajajo temno obarvane spojine, melanoidini. Poleg prolina, ki ga je v medu največ, so prisotni še: glutaminska kislina, alanin, fenilalanin, tirozin, levcin in izolevcin. Nekatere vrste medu vsebujejo le malo aminokislin in beljakovin, npr. akacijev med in včasih tudi lipov. Medovi z večjo količino beljakovin oz. aminokislin so običajno tudi temneje obarvani, ker pride do reakcije med aminoskupinami in aldehidno skupino glukoze. Proste aminokisliline so značilna sestava različnih medov, njihova povprečna količina v medu je 980 mg/kg. Po količini posameznih aminokislin je medove mogoče tudi spoznati, saj vsebujejo cvetlični medovi drugačno, pogosto precej manjšo količino nekaterih aminokislin v primerjavi z gozdnimi medovi, nastalimi iz različnih man (Božnar in Senegačnik, 1998; Božnar, 2003).

2.3.8.1 Prolin

Cotte in sod. (2004) navajajo, da je glavna aminokislina vseh medov ciklična aminokislina prolin (550 do 570 mg/kg), saj predstavlja 50-60 % skupne vsebnosti aminokislin. Prolin je povezan tudi z nastankom aromatičnih snovi, sicer pa je njegova koncentracija pomembno merilo pri ocenjevanju kakovosti in zrelosti medu.

Prolin večinoma izvira iz čebele, lahko pa tudi iz nektarja ali mane (Caballero, 2003). Znanstveniki menijo, da je prolin pomemben kot osmoregulator, ko čebele dodajo encime nektarju, saj ta izravnava visok osmotski pritisk nektarja. Če je prolina premalo, je bil med verjetno prekmalu iztočen ali pa mu je bil dodan sladkor. Mednarodna komisija za med priporoča najmanjšo vsebnost prolina v medu 180 mg/kg kot enega od parametrov kakovosti. Količina prolina v medu je bila predlagana kot pokazatelj zrelosti medu (Kukurova in sod., 2005).

Preglednica 8: Vsebnost aminokislina prolina za posamezno vrsto medu (Jamnik in sod., 2004)

Vrsta medu	Vsebnost aminokislina prolina (mg/kg)		
	povprečje	minimum	maksimum
akacijev	380,6	180,0	720,1
cvetlični	710,3	350,4	1570,7
kostanjev	550,3	180,0	1870,5
hojev	500,9	160,7	1120,8
smrekov	570,0	300,4	710,5
gozdni	400,2	180,2	1100,0

Druga pomembna aminokislina v medu je fenilalanin, ki tudi sodeluje pri nastajanju aromatičnih sestavin v medu. V cvetličnih medovih ga je do 970 mg/kg, v gozdnih pa le okrog 30 mg/kg (Tominec, 2010).

2.4 PONAREJANJE MEDU

Med je zelo raznolika in kompleksna mešanica sladkorjev in drugih sestavin, je naravni proizvod, ki ga čebele izdelajo iz nektarja ali mane. Omejena razpoložljivost in visoka cena medu vplivata na obširnejše ponarejanje z drugimi izvori ogljikovih hidratov, vendar takega proizvoda ni dovoljeno prodajati kot med. Tehnike ponarejanja medu temeljijo v glavnem na dveh principih: na redčenju medu z vodo, ali z dodajanjem različnih vrst sirupov. Ti sirupi so: invertni sirup (IS), konvencionalnih koruzni sirup (CCS), ter visoko fruktozni koruzni sirup (HFCS) (Anklam, 1998).

Potvorjen med je nenaraven proizvod, ker ga niso proizvedle čebele. Za ponarejen med se smatra tudi med, ki so ga čebele proizvedle npr. iz dodane sladkorne raztopine. Zato mora čebelar skrbeti, da npr. predelana sladkorna raztopina (zimsko hrana) ne pride v med. Pozoren mora biti zlasti ob morebitnem krmljenju čebel med dvema pašama. Za ponarejen med imamo tudi med, ki ima umetno spremenjeno stopnjo kislosti, to pa je lahko tudi posledica zatiranja varoe z mravljinčno kislino ob nepravem času. Med z občutno spremenjenim vonjem (na primer pri nestrokovnem zatiranju varoe s timolom), ni pristen. Prav tako se šteje, da je med ponarejen, če so mu dodani encimi (Meglič, 2004).

Božnar in Senegačnik (1998) navajata, da so včasih za ponarejanje uporabljali sirup iz trsnega sladkorja in škrobni hidrolizat. Ker obe snovi v medu s sodobnimi metodami hitro odkrijemo, so kasneje dodajali industrijski invertni sladkor, ki nastane pri kemični obdelavi trsnega sladkorja v kisljih raztopinah. Ker je industrijski invertni sirup po svoji sestavi precej podoben invertnemu sladkorju v medu, je tako ponarejanje težje dokazati. Pri odkrivanju ponarejanja je treba upoštevati tudi, da je v medu od 40 % do 42 % fruktoze, glukoze pa do 34 %. To razmerje pride v poštev seveda le pri odkrivanju zelo grobih ponarejanj, ne pa v primerih, ko so bile medu primešane majhne količine saharoze ali glukoze.

2.4.1 Ugotavljanje sprememb nepristnega medu

2.4.1.1 Vsebnost sladkorjev

Potvrjenost medu lahko ugotovimo s povečano vsebnostjo saharoze. Čebelarji občasno hranijo čebele s trsnim sladkorjem ali pa dodajo sladkor neposredno v med. To povzroča višjo vsebnost saharoze v živilu (nad 8 %) in s tem netipičen vonj medu. Dodatek trsnega sladkorja ali glukoze lahko ugotovimo že iz spremenjene sučnosti. Levosučnost se pri ponarejanju z glukozo ali saharozo precej zmanjša ali pa celo spremeni v desnosučnost (Kmecl, 2006; Božnar in Senegačnik, 1998).

2.4.1.2 Vsebnost hidroksimetilfurfurala (HMF)

Pri industrijskem invertiranju trsnega sladkorja, ki poteka pri višjih temperaturah, se vedno nekaj nastale fruktoze razkroji do hidroksimetilfurfurala. Ta pa se z resorcinom spoji v češnjevo rdeče obarvano snov (Božnar in Senegačnik, 1998). Zato je tudi povečana vsebnost HMF pokazatelj potvorjenosti medu. Vrednost HMF naraste nad 150 mg/kg, če je v živilu umetno dodan trsni sladkor (Kmecl, 2006).

Kerkvliet in Meijer (2000) sta poročala, da med s primesjo 50 % fruktoznega sirupa vsebuje dvakrat višjo vsebnost HMF kot pristni med.

2.4.1.3 Vsebnost kislin

Potvorbe lahko ugotovimo tudi s kontrolo kislosti medu. Po navadi je pH vrednost medu med 3,2 in 5,5 (Golob in sod., 2008).

Ozcan in sod. (2005) so v svoji raziskavi dokazali, da je med, ki je bil potvorjen s saharoznim sirupom vseboval manj prostih kislin, kot naraven med. Najvišjo prosto kislost so izmerili v naravnem medu (22,8 mekv/kg), nekoliko nižjo pa v medu z dodanim saharoznim sirupom (20,6 mekv/kg).

2.4.1.4 Vsebnost aminokislin

Meda in sod. (2005) navajajo, da količina prolina v medu lahko služi kot dodatni dejavnik pri zagotavljanju kakovosti in v nekaterih primerih kot kriterij za ocenjevanje zrelosti medu kot tudi kazalec za ugotavljanje pristnosti medu.

Aminokislinska analiza je zanimiva alternativa za potrjevanje izvora medu in za potrditev prisotnosti dodanih sirupov (Cotte in sod., 2004). Dodajanje invertnega sladkorja, dobljenega z encimsko hidrolizo, v medu zniža vrednosti intenzivnosti barve, kislosti, količino rudninskih snovi in določenih aminokislin, npr. aminokislina prolina (Božnar in Senegačnik, 1998). V medu mora biti vsaj 180 mg/kg prolina, drugače je to znak potvorjenosti (Bogdanov, 1999).

Zamisel o prolinu kot kazalcu pristnosti medu se je porodila že leta 1979. Vse od takrat raziskovalci po svetu vztrajno iščejo morebitno povezavo med vsebnostjo prolina in kakovostjo, zrelostjo, pristnostjo ter pripadajočim botaničnim izvorom medu. Pravilnik o medu iz leta 2011 ne vključuje vsebnosti prolina, Mednarodna komisija za med (IHC – International Honey Commission) pa ga omenja le kot dodatni (priporočeni) parameter kakovosti (zrelosti in pristnosti), zlasti če, je njegova vsebnost večja od 180 mg/kg medu (miligramov prolina v kilogramu medu).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 VZORCI MEDU

Fizikalnokemijske analize smo opravili na 22 vzorcih pristnega medu in na 21 vzorcih, katerim smo dodali fruktozno-glukozni sirup. Med smo dobili v času točenja neposredno od čebelarjev iz različnih predelov Slovenije. Vzorci medu so bili ves čas analize hranjeni v zaprtih steklenih kozarcih pri sobni temperaturi. Analizirali smo akacijev, lipov, kostanjev, hojev, cvetlični in gozdni med letnika 2010. Skupaj smo tako analizirali 43 vzorcev, ki so predstavljeni v preglednici 10.

Izbrali smo po en vzorec akacijevega, lipovega, kostanjevega medu ter jih namerno potvarjali z dodatkom fruktozno-glukoznega sirupa in sicer: 1 %, 2 %, 4 %, 8 %, 12 %, 16 % ter 20 %. To smo naredili tako, da smo odtehtali določeno maso sirupa in določeno količino medu, kar je razvidno iz preglednice 9. Analizirali smo tudi fruktozno-glukozni sirup, ki smo ga dodali namerno potvorjenim vzorcem medu.

Preglednica 9: Vzorci medu potvorjeni z dodatkom fruktozno-glukoznega sirupa

Vrsta in oznaka osnovnega vzorca medu	Oznaka potvorjenega vzorca	Masa osnovnega medu (g)	Masa dodanega sirupa (g)	Delež sirupa v medu (%)
akacijev A-1930	A-1	396	4	1
	A-2	392	8	2
	A-4	384	16	4
	A-8	368	32	8
	A-12	352	48	12
	A-16	336	64	16
	A-20	320	80	20
lipov L-1933	L-1	396	4	1
	L-2	392	8	2
	L-4	384	16	4
	L-8	368	32	8
	L-12	352	48	12
	L-16	336	64	16
	L-20	320	80	20
kostanjev K-1941	K-1	396	4	1
	K-2	392	8	2
	K-4	384	16	4
	K-8	368	32	8
	K-12	352	48	12
	K-16	336	64	16
	K-20	320	80	20

Preglednica 10: Vrsta medu, število vzorcev in njihove oznake

Vrsta medu	Število vzorcev	Oznaka vzorcev
akacijev	10	A-1930, A-1931, A-1932, A-1, A-2, A-4, A-8, A-12, A-16, A-20
cvetlični	5	C-1936, C-1938, C-1939, C-1945, C-1946
kostanjev	11	K-1934, K-1935, K-1941, K-1948, K-1, K-2, K-4, K-8, K-12, K-16, K-20
lipov	11	L-1933, L-1944, L-1947, L-1, L-2, L-4, L-8, L-12, L-16, L-20
gozdni	2	G-1937, G-1940
hojev	2	H-1949, H-1950

Senzorično analizo smo opravili na 24 vzorcih medu, od tega 3 pristnih in 21 potvorjenih.

Preglednica 11: Vrsta medu, število ter oznaka vzorcev na katerih je bil izvedena senzorična analiza

Vrsta medu	Število vzorcev	Oznaka vzorcev
akacijev	10	A-1930, A-1, A-2, A-4, A-8, A-12, A-16, A-20
lipov	11	L-1933, L-1, L-2, L-4, L-8, L-12, L-16, L-20
kostanjev	11	K-1941, K-1, K-2, K-4, K-8, K-12, K-16, K-20

3.1.1 Fruktozno-glukozni sirup

Sirup je močno koncentrirana raztopina fruktoze, glukoze, maltoze in višjih saharidov. Pridobiva se s kislinsko ali encimsko hidrolizo škroba. Je bistra brezbarvna viskozna tekočina, primerna za prehrano ljudi.

Uporabili smo fruktozno-glukozni sirup Cargill C*TruSweet 01730.

Surovine: koruzni, pšenični škrob.

Preglednica 12: Fizikalnokemijske lastnosti fruktozno-glukoznega sirupa, kot jih deklarira proizvajalec

Parameter	Enota	Minimalno	Maksimalno
suha snov	g/100 g	77	-
fruktoza	g/100 g	22	28
glukoza (dx)	g/100 g	30	37
disaharidi – maltoza (dp2)	g/100 g	17	24
višji saharidi (dp3)	g/100 g	5	15
pH	-	3,5	5,5
voda	g/100 g	22	22
žveplov dioksid	mg/kg	-	10

3.2 FIZIKALNOKEMIJSKE METODE

Na vzorcih medu so bile opravljene naslednje analize:

- določitev vsebnosti vode z ročnim refraktometrom,
- merjenje električne prevodnosti s konduktometrom,
- merjenje specifičnega kota zasuka s polarimetrom,
- določitev aktivnosti encima diastaze z metodo po Schadeju,
- določitev pH vrednosti medu,
- določitev kislosti s titrimetrično metodo,
- določitev hidrosimetilfurfurala (HMF) z metodo po Winklerju,
- določitev aminokislina prolina s spektrofotometrično metodo.

Vse analize smo opravili v dveh ponovitvah.

3.2.1 Določanje vsebnosti vode v medu (Bogdanov, 2009)

Princip:

Princip metode temelji na refraktometrijskem določanju deleža vode.

Aparatura in pribor:

- ročni refraktometer Atago HHR-2N z merilno skalo 12 – 30 % vode,
- čaše (50 mL),
- steklene palčke.

Priprava vzorca:

Če je med tekoč, ga pred začetkom analize premešamo s palčko. Če je med granuliran, damo zaprto posodo z vzorcem v vodno kopel in 30 min segrevamo pri temperaturi 60 °C, če je treba tudi pri 65 °C. Med segrevanjem ga premešamo s palčko ali krožno pretresemo, nato pa hitro ohladimo.

Izvedba:

Na merilno prizmo ročnega refraktometra s plastično žlico naneseemo tanko plast medu. Merilna prizma mora biti popolnoma pokrita, v medu ne sme biti zračnih mehurčkov. Poklopec merilne prizme nežno zapremo in pritisnemo, dokler med ne prekrije vse površine prizme. Temperatura, na katero je umerjen refraktometer, je 20 °C. Refraktometer usmerimo proti dovolj močnemu viru svetlobe in pogledamo skozi okular. Merjeno vrednost odčitamo v točki, kjer mejna črta seka skalo. Na korekcijski skali, ki je na spodnji strani refraktometra, odčitamo korekcijsko vrednost. Korekcijska vrednost odstopa od 0 (v + ali -), če temperaturna vrednost odstopa od 20 °C. Odčitamo korekcijsko vrednost prištejemo in odštejemo od izmerjene vrednosti. Takoj po opravljeni meritvi odstranimo med s prizme, očistimo z destilirano vodo in obrišemo do suhega.

Rezultat:

S skale direktno odčitamo % vode in upoštevamo temperaturno korekcijsko vrednost.

3.2.2 Merjenje električne prevodnosti medu (Kropf in sod., 2008)

Princip:

Merjenje električne prevodnosti raztopine medu s konduktometrom.

Pribor:

- plastična čaša (50 mL),
- steklena palčka ,
- mala plastična žlička,
- konduktometer, Cyberscan 510,
- pipeta.

Reagenti:

- destilirana voda ali deionizirana voda

Izvedba:

Odtehta medu je odvisna od količine vode, ki jo med vsebuje. Ko določimo vsebnost vode v medu, preračunamo kakšna mora biti odtehta medu, da bo končna raztopina (50 g) vsebovala 20 ut. % suhe snovi. V plastično čašo odtehtamo določeno količino medu in dolijemo destilirano vodo do 50 g ter med raztopimo. Raztopini medu izmerimo prevodnost tako, da v raztopino potopimo predhodno umerjen konduktometer in odčitamo prevodnost raztopine. Pred merjenjem speremo konduktometer z destilirano vodo in posušimo z papirnato brisačo. Aparat potopimo približno 4 cm globoko v raztopino medu; s tresenjem nekaj sekund mešamo, pustimo aparat v raztopini in preverimo, da na elektrodah ni zračnih mehurčkov (če so na elektrodah mehurčki, elektrodo dvignemo iz raztopine in jo nekajkrat lahko stresemo). Elektrodo pomočimo v raztopino tako, da se ne dotika dna in počakamo, da se na zaslonu pokaže izmerjena vrednost. Izmerjeno vrednost delimo s tisoč. Rezultat je »električna prevodnost vzorca medu«. Enota je mS/cm (miliSimens na centimeter), oznaka za specifično električno prevodnost pa χ .

3.2.3 Merjenje specifičnega kota zasuka medu s polarimetrom (Junk in Pancoast, 1973)

Princip:

Specifični kot zasuka, $[\alpha]_D^{20}$, je kot zasuka linearno polarizirane svetlobe pri valovni dolžini natrijeve D linije, ki ga izmerimo vodni raztopini snovi s temperaturo 20 °C v 2 dm cevi polarimetra. Rotacijo merimo v čisti, prefiltrirani vodni raztopini s polarimetrom. Vrednost meritve se nanaša na sladkorno sestavo raztopine.

Aparatura in pribor:

- polarimeter, A. KRÜSS: sestavljen iz svetlobnega vira (natrijeva svetilka), dveh polarizacijskih filtrov in 2 dm dolge cevi. Ponovljivost merjenja: $\pm 0,05^\circ$,
- čaše (50 mL),
- merilne bučke (50 mL),
- liji,
- filtrirni papir (modri trak),
- erlenmajerice (100 mL),
- pipeta (10 mL).

Reagenti:

- Carrezova raztopina I: 10,6 kalijevega fero cianida ($K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$) raztopimo v destilirani vodi in dopolnimo do 100 mL.
- Carrezova raztopina II: 24 g cinkovega acetata ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$) raztopimo v destilirani vodi, dodamo 3 g led-ocetne kisline in dopolnimo z destilirano vodo do 100 mL.

Priprava vzorca:

Odtehtamo 5,6 - 5,8 g vzorca medu v 50 mL stekleno čašo in ga raztopimo v destilirani vodi. Ko se med raztopi, ga kvantitativno prenesemo v 50 mL merilno bučko, dodamo 5 mL Carrezove raztopine I in temeljito mešamo 30 s. Sledi dodatek 5 mL Carrezove raztopine II, ponovno temeljito mešamo 30 s in dopolnimo z destilirano vodo do oznake. Tako pripravljeno raztopino pustimo stati 24 ur.

Izvedba analize:

Naslednji dan raztopino prefiltriramo skozi filtrirni papir (modri trak). Prve mL filtrata zavržemo. Preostali bistri filtrat polarimetriramo pri $20^\circ C$ v 2 dm cevi polarimetra. Odčitamo kot zasuka. Posamezen vzorec medu analiziramo v paralelkah, zato opravimo dve meritvi za vsak vzorec medu.

Izračun rezultatov:

Za izračun rezultatov uporabimo enačbo specifičnega kota zasuka (1), ki kvantitativno ovrednoti vsebnost sladkorjev v raztopini. Rezultat za posamezni vzorec zapišemo na dve decimalki natančno.

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha \cdot 100}{l \cdot c} \quad \dots (1)$$

α = izmerjeni kot zasuka linearno polarizirane svetlobe v kotnih stopinjah ($^\circ$)

l = dolžina polarimetrične cevi oz. dolžina poti žarka v dm

c = koncentracija raztopine v g/100 mL

3.2.4 Določanje aktivnosti encima diastaze z metodo po Schadeju (Bogdanov, 2009)

Princip:

Standardna raztopina škroba ob prisotnosti raztopine joda razvije intenzivno barvo, ki je odvisna od aktivnosti encima v vzorcu medu pod standardnimi pogoji. Intenzivnost modre barve se s časom zmanjšuje. Za določitev časa, potrebnega za zmanjšanje absorbance na vrednost 0,235, narišemo graf absorbance v odvisnosti od časa ter skozi najmanj tri točke potegnemo premico. Število 300 delimo s časom, izraženim v minutah, in tako dobimo diastazno število. To število izraža aktivnost diastaze kot volumen (mL) 1 % raztopine škroba, ki jo encim iz 1 g medu hidrolizira v 1 uri pri 40 °C.

Reagenti:

- 0,5 M raztopine natrijevega klorida (NaCl) (Carlo Erba):
2,9 g natrijevega klorida raztopimo v prekuhani destilirani vodi, ki smo jo ohladili na sobno temperaturo, in nato dopolnimo do 100 mL,
- acetatni pufer (pH = 5,3)
43,5 g natrijevega acetata ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) raztopimo v destilirani vodi. Dodamo približno 5 mL led-ocetne kisline in z destilirano vodo dopolnimo do 250 mL,
- škrobna raztopina, škrob (Merck):
raztopina mora biti dnevno sveža,
- 22 g kalijevega jodida (J.T. Baker).

Določitev vsebnosti suhe snovi v škrobu:

Natehtamo približno 2 g škroba v tehtič in sušimo 90 minut pri 130 °C ali 3 ure pri 105 °C. Tehtiče pustimo približno 1 uro v eksikatorju, nato pa jih stehtamo. Iz izgube mase lahko določimo vsebnost vode v škrobu in tako tudi vsebnost suhe snovi.

Priprava škrobne raztopine:

V 100 mL čašo odtehtamo količino škroba, ki ustreza masi 2 g suhega škroba. Dodamo nekaj kapljic destilirane vode, tako da se škrob rehidrira. Vse skupaj kvantitativno prenesemo v 100 mL bučko. Čašo spiramo z vročo destilirano vodo. S slednjo tudi dopolnimo bučko, tako da vsebuje približno 60 mL. Bučko pokrijemo z alufolijo, ki ima luknjico. Bučko postavimo na kuhalnik in pustimo, da 10 minut počasi vre. Vmes mešamo. Nato bučko čim hitreje ohladimo pod tekočo vodo. Z destilirano vodo dopolnimo do 100 mL.

Priprava osnovne raztopine joda:

11 g joda premešamo z 22 g kalijevega jodida in raztopimo v 30 do 40 mL destilirane vode. Nato razredčimo do 500 mL.

Dnevna raztopina joda:

Raztopina mora biti dnevno sveža. V 30 – 40 mL destilirane vode raztopimo 20 g kalijevega jodita, prelijemo v 500 mL merilno bučko, dodamo 2 mL osnovne raztopine joda in dopolnimo z destilirano vodo do oznake.

Aparatura in oprema:

- spektrofotometer (Cecil CE 2021),
- vodna kopel (Lab-line, Aqua bath),
- steklene čaše (50 mL),
- steklene merilne bučke (50 mL),
- erlenmajerice,
- steklene palčke,
- pipeta,
- štoparica.

Priprava vzorca:

V 50 mL čašo odtehtamo 10 g vzorca. Dodamo ca 15 mL destilirane vode in 5 mL acetatnega pufra. Vzorec raztopimo. Nato v 50 mL merilno bučko odpipetiramo 3 mL raztopine natrijevega klorida, dodamo raztopino medu in dopolnimo z destilirano vodo do oznake.

Določitev modre vrednosti škroba:

V čaši zmešamo 5 mL škroba in 10 mL vode ter jo temperiramo v vodni kopeli $T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pripravimo 6 novih čaš. V prvo čašo damo 5 mL dnevne raztopine joda in 0,5 mL škrobne raztopine. To razredčimo s toliko mL vode, da je vrednost absorbance pri 660 nm med 0,770 in 0,745. S tem določimo količino vode, ki jo nato dodamo vsakemu vzorcu.

Izvedba analize

Slepi vzorec: Zmešamo 2 mL vzorca medu in 1 mL vode. V čašo, v katero smo predhodno odpipetirali 5 mL raztopine dnevnega joda, dodamo 0,5 mL te raztopine in količino destilirane vode, ki smo jo določili za modro vrednost škroba. Absorbanco zmerimo takoj pri valovni dolžini 660 nm.

Merjenje absorbance vzorcev:

V 100 mL erlenmajerico s pipeto odmerimo 10 mL raztopine medu. V čašo odmerimo vsaj 6 mL dnevne raztopine škroba. Erlenmajerjevo bučko in čašo damo v vodno kopel pri $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ za 15 minut. Po tem času v erlenmajerico dodamo 5 mL škrobne raztopine. Po točno 5 minutah damo v čašo 0,5 mL vzorca in 5 mL joda. To dobro premešamo. Absorbanco zmerimo takoj pri valovni dolžini 660 nm. Meritev ponavljamo, dokler absorbanca ne pade pod vrednost 0,155. Naredimo minimalno 3 meritve.

Rezultati:

V grafikon vpišemo absorbance v odvisnosti od časa v minutah. Skozi najmanj tri točke, kjer je absorbanca med 0,456 in 0,155, potegnemo premico. Tako določimo čas (t), kjer reakcijska zmes doseže vrednost absorbance 0,235. Število 300 delimo s časom, izraženim v minutah, in tako dobimo diastazno število. To število izraža aktivnost diastaze kot volumen (mL) 1 % raztopine škroba, ko jo encim iz 1 g medu hidrolizira v 1 uri pri 40 °C.

$$\text{Diastazno število (DN)} = \frac{60}{t} \cdot \frac{0,10}{0,01} \cdot \frac{1,0}{2,0} = \frac{300}{t}$$

...(2)

t = čas v minutah

3.2.5 Določanje pH vrednosti in kislosti medu s titrimetrično metodo (AOAC 962.19, 1999)

Princip:

Na pH-metru izmerimo pH vrednost vodne raztopine medu. Sledi titracija vzorca z 0,05 M NaOH do pH 8,5, dodatek 10 mL 0,05 M NaOH in ponovna titracija z 0,05 M HCl do pH 8,3.

Aparatura in pribor:

- pH meter (Metrel MA 5736),
- steklene čaše (100 mL),
- steklene paličke.

Reagenti:

- 0,05 M NaOH,
- 0,05 M HCl.

Izvedba:

- Vzorec: V čašo odtehtamo 10,00 g vzorca in ga raztopimo v 75 mL destilirane vode, dodamo magnet in postavimo na električno mešalo. Po kalibraciji pH metra potopimo elektrodo pH metra v raztopino in zabeležimo pH vrednost. Titriramo z 0,05 M NaOH do 8,5. Dodamo 10 mL 0,05 M NaOH in titriramo do pH 8,3 z 0,05 M HCl.
- Slepi vzorec: Titracija 85 mL destilirane vode z 0,05 M NaOH do pH 8,5.

Račun:

Kislost izrazimo kot miliekvivalent/kg vzorca.

- Vsebnost prostih kislin:

$$FA = (a - b) \cdot c_{(NaOH)} \cdot 100 \quad \dots(3)$$

a = mL 0,05 M NaOH pri 1 titraciji vzorca

b = mL 0,05 M NaOH pri titraciji slepega vzorca

- Vsebnost laktonov:

$$La = (10 \cdot f_{(NaOH)} - ml_{(HCl)} \cdot f_{(HCl)}) \cdot c_{(HCl)} \cdot 100 \quad \dots(4)$$

- Vsebnost skupnih kislin:

$$TA = FA + LA \quad \dots(5)$$

3.2.6 Določanje hidroksimetilfurfurala (HMF) z metodo po Winklerju (Bogdanov, 2009)

Princip:

Reakcija HMF z barbiturno kislino in p-toluidinom, pri čemer nastane rožnata barva, katere absorbcijo merimo pri valovni dolžini 550 nm.

Pribor in aparatura:

- merilne bučke (50 mL in 100 mL),
- vodna kopel,
- spektrofotometer (Cecil CE 2021),
- pipeta.

Reagenti:

- Raztopina barbiturne kisline: 500 mg barbiturne kisline s 70 mL destilirane vode prenesemo v 100 ml merilno bučko. Postavimo v vodno kopel s temperaturo okoli 50 °C, da se raztopi in dopolnimo z destilirano vodo do oznake.
- Raztopina p-toluidina: 10 g toluidina raztopimo s počasnim segrevanjem na vodni kopeli (ca 50 °C) v približno 50 mL izopropanola. Kvantitativno prenesemo v 100 mL merilno bučko, dodamo 10 mL led-ocetne kisline in dopolnimo z izopropanolom do oznake. Raztopino hranimo v temnem prostoru in je ne uporabljamo najmanj 24 ur.

- Destilirana voda brez kisika: vročo destilirano vodo prepriamo z dušikom. Vodo nato ohladimo.

Izvedba:

Odtehtamo 10 g vzorca in ga raztopimo v 20 mL destilirane vode. Raztopino kvantitativno prenesemo v 50 mL merilno bučko in dopolnimo do oznake. S pipeto odmerimo 1 mL tako pripravljene raztopine medu in jo prenesemo v vsako od dveh epruвет ter dodamo 2,5 mL p-toluidina. V eno od epruвет odmerimo s pipeto 0,5 mL destilirane vode, v drugo pa 0,5 mL barbiturne kisline in nato vsebino dobro premešamo. Epruветo, v katero smo dodali destilirano vodo, uporabimo kot slepi vzorec. Ko doseže intenziteta barve maksimum (po 3 do 4 min), odčitamo absorbanco pri 550 nm. Količino HMF izrazimo v mg/kg medu.

Račun:

$$\text{mg HMF/kg medu} = (A_{\text{vzorca}} - A_{\text{slepe}}) \cdot 192 \quad \dots(6)$$

3.2.7 Določanje vsebnosti prolina z modificirano Oughovo spektrofotometrično metodo (Bogdanov, 2009)

Princip:

Vsebnost prolina določamo z modificirano Oughovo spektrofotometrično metodo, harmonizirano v okviru Mednarodne komisije za med (2009). Prolin in ninhidrin tvorita rumeni barvni kompleks. Po dodatku 2-propanola izmerimo absorbanco raztopine vzorca in referenčne (standardni) raztopine pri valovni dolžini 510 nm. Vsebnost prolina izračunamo z relacijo 11.

Aparatura in pribor:

- spektrofotometer (Cecil CE 2021),
- vodna kopel,
- čaše (50 mL),
- bučke (50 in 25 mL).

Reagenti:

- 3 % raztopina ninhidrina: 6,0 g ninhidrina (Merck) raztopimo v 100 mL etilenglikolmonometil etra (Merck). Raztopina je obstojna 1 teden v temi,
- L-prolin (Merck): vakuumsko osušen prolin hranimo do uporabe v eksikatorju,
- standardna raztopina prolina (0,8 mg/mL): 40 mg vakuumsko osušenega prolina razredčimo z destilirano vodo do volumna 50 mL. Raztopino pripravljamo tedensko in jo do uporabe hranimo v hladilniku,

- delovna raztopina prolina (0,032 mg/mL): 3 bučke, v katerih je 0,5 mL, 1 mL oz. 2 mL standardne raztopine prolina razredčimo do 2 mL z destilirano vodo. Raztopino pripravljamo vsak dan svežo,
- 2-propanol (Carlo Erba), razredčen z destilirano vodo v razmerju 1:1 (v:v),
- mravljična kislina, HCOOH (Merck).

Izvedba:

Priprava raztopine vzorca medu: V čašo odtehtamo 2,5 g vzorca medu, dodamo približno 10 mL destilirane vode in vzorec kvantitativno prenesemo v 50 mL bučko. Bučko dopolnimo do oznake z destilirano vodo in vsebino dobro premešamo.

V dve epruveti odpipetiramo 0,5 mL raztopine vzorca medu, v drugi dve epruveti pa 0,5 mL destilirane vode (slepi vzorec) in v naslednje tri epruvete po 0,5; 1,0 in 2,0 mL standardne raztopine prolina (umeritvena krivulja). V vsako epruveto (vzorec, slepi vzorec in umeritvena krivulja) dodamo še 1 mL mravljične kisline, 1 mL ninhidrina, dobro zapremo in 15 minut stresamo na stresalniku. Sledi 15 minutno termostatiranje v vreli vodni kopeli in nato 10 minut pri temperaturi 70 °C. Po dodatku 5 mL raztopine izopropanola epruvete pustimo na sobni temperaturi in po 45 minutah izmerimo absorbanco pri valovni dolžini 510 nm. Meritve opravljamo v dveh paralelkah.

Izračun:

Vsebnost prolina izrazimo v miligramih prolina na kilogram medu s pomočjo izpeljane enačbe umeritvene krivulje:

$$y = bx + a \quad \dots(7)$$

Končna enačba (7) za izračun vsebnosti prolina v mg/kg:

$$C_{prolin} \quad (mg/kg) \quad = \quad \frac{A + a}{b} \quad \times \quad \frac{100000}{m} \quad \dots(8)$$

C_{prolin}	koncentracija prolina	b	presečišče
A	Izmerjena absorbanca vzorca	100.000	razredčitev
a	naklon krivulje	m	masa vzorca

3.3 SENZORIČNO OCENJEVANJE MEDU

Pri senzorični analizi ugotavljamo in vrednotimo lastnosti živila z enim ali več čutili. Pri medu ocenjujemo njegov videz, vonj, okus in aromo. Senzorično smo ocenili 24 vzorcev medu, in sicer 3 pristne in 21 potvorjenih vzorcev. Od tega je bilo 8 vzorcev akacijevega, 8 lipovega ter 8 vzorcev kostanjevega medu. Ocenjevali smo intenzivnost sladkega okusa z razvrščanjem na lestvici od najmanj do najbolj sladkega ter z lestvico »ravno prav«. Rezultate smo predstavili v preglednicah.

3.3.1 Ocenjevanje intenzivnosti sladkosti medu z lestvicami (Golob in sod., 2006)

Princip:

Preskusi z lestvicami sodijo med najpogosteje in vsestransko uporabne senzorične preskuse. Uporabljajo se za določanje stopnje, velikosti ali intenzivnosti razlik senzoričnih lastnosti. Na lestvici smo razvrstili 8 vzorcev medu od najmanj do najbolj sladkega.

Izvedba:

Senzorično ocenjevanje vzorcev medu je izvedlo 9 preskuševalcev. Od tega so bili 3 izkušeni in 6 neizkušenih preskuševalcev. Približno po 100 g vsakega vzorca medu smo prenesli v steklen kozarec. V primeru, da je bil med kristaliziran, smo ga predhodno pokritega segrevali pri 40 °C, dokler se ni popolnoma utekočinil. Nato smo med ohladili na sobno temperaturo. Med okušanjem smo nevtralizirali usta z vodovodno vodo.

Razvrščanje (rangiranje) z lestvico od najmanj do najbolj sladkega

Uporabili smo številčno lestvico od 1 do 8, kjer je 1 pomenilo najmanj sladek, 8 pa najbolj. Ločeno smo ocenjevali vzorce akacije, lipe in kostanja.

SLADKO	1	2	3	4	5	6	7	8
	najmanj							najbolj

Slika 1: Lestvica za razvrščanje po intenzivnosti sladkega okusa medu

Razvrščanje z lestvico JAR (»ravno prav«)

Uporabili smo dvopolarno 5 točkovno lestvico s središčno oznako »ravno prav«. Ločeno smo ocenjevali vzorce akacije, lipa in kostanja. Ocenili smo po 8 vzorcev akacijevega, lipovega in kostanjevega medu.

SLADKO	1	2	3	4	5
	premalo		ravno prav		preveč

Slika 2: Dvopolarna 5 točkovna lestvica »ravno prav« za ocenjevanje ustreznosti sladkega okusa

3.4 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Statistika je znanost, ki razvija in uporablja čim bolj učinkovite metode zbiranja, urejanja in interpretiranja numeričnih podatkov, pri čemer pa možnosti napak, zaključkov in ocen temeljijo na verjetnostnem računu. Sama beseda statistika izhaja iz latinske besede status in pomeni »stanje« (Jesenko, 2001).

Dobljene podatke smo statistično obdelali s pomočjo programskega paketa (SPSS) in jih ovrednotili z naslednjimi statističnimi parametri:

- aritmetično sredino – povprečje \bar{x} ,
- standardnim odklonom (SD),
- koeficientom variacije (KV),
- analizo variance (ANOVA),
- Duncanovim testom.

3.4.1 Aritmetična sredina \bar{x}

Od srednjih vrednosti najpogosteje uporabljamo aritmetično sredino ali povprečje. Izračunamo jo tako, da seštejemo vrednosti spremenljivke vseh enot (x_i) in vsoto delimo s številom enot (n) (enačba 9). Aritmetična sredina predstavlja težišče podatkov, saj je vsota odklonov posameznih vrednosti spremenljivke od povprečja navzgor enaka vsoti odklonov navzdol. Zato je vsota vseh odklonov od aritmetične sredine vedno enaka nič (Adamič, 1989).

Aritmetična sredina kaže velikost učinkov pojava na enote populacije (Jesenko, 2001).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

...(9)

3.4.2 Varianca, standardni odklon in koeficient variacije

Najpomembnejši meri variabilnosti sta varianca (σ^2) in standardni odklon (SD), opredeljen na osnovi vsote kvadratnih odklonov (VKO) od aritmetične sredine. Če varianco, ki je razmerje med VKO in $(n - 1)$, korenimo, dobimo standardni odklon (Košmelj, 2007). Standardni odklon (SD) pove, koliko se v povprečju odklanjajo posamezne vrednosti od aritmetične sredine (Brvar, 2007).

$$\sigma^2 = \frac{VKO}{n-1} \quad \dots(10)$$

$$SD = \sqrt{\sigma^2} \quad \dots(11)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \dots(12)$$

Koeficient variance je relativna mera variabilnosti, ki meri kolikšen odstotek aritmetične sredine predstavlja standardni odklon in omogoča primerjavo variabilnosti različnih spremenljivk. Izračunamo ga tako, da standardni odklon delimo z aritmetično sredino istega vzorca, izražamo ga v odstotkih (Košmelj, 2007).

$$KV(\%) = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100 \quad \dots(13)$$

$$KV(\%) = \frac{\sqrt{\sigma^2}}{\bar{x}} \cdot 100$$

...(14)

3.4.3 Levenov test homogenosti variance

Pri Levenovem testu iz vsakega vzorca zgradimo nov vzorec, v katerem so združene absolutne vrednosti odmikov od povprečne vrednosti opazovanega vzorca. Na tako dobljenih novih vzorcih, ki opisujejo disperzije statističnih enot znotraj posameznih

vzorcev, izvedemo analizo variance, s katero preverimo homogenost varianc neodvisnih vzorcev. Osnovna domneva (prikazana z enačbo 16) pri Levenovem testu pravi, da med vsaj enim parom varianc obstaja statistično značilna razlika, ničelna (prikazana z enačbo 15) pa, da razlik med variancama ni:

$$H_0 : x_1 = x_2 = \dots = x_n \quad \dots(15)$$

$$H_1 : x_1 \neq x_2 \quad \dots(16)$$

Stopnja značilnosti (signifikanca) (*Sig*), ki nam jo vrne test pove, katera izmed domnev je prava. Stopnja značilnosti, ki je manjša od stopnje tveganja 0,05, vodi k sprejetju osnovne domneve, vrednost večja od 0,05 pa k potrditvi ničelna. Ničelna domneva je tista, ki si jo v danem trenutku želimo, saj pomeni, da smemo vzorce medsebojno primerjati z dejansko analizo variance, ki sledi. Omenjeni test je uporaben tudi, kadar za obravnavano spremenljivko ne moremo privzeti normalne porazdelitve, saj je ta test manj občutljiv na morebitno odstopanje podatkov od normalne porazdelitve (Košmelj in Kastelec, 2003)

3.4.4 Analiza variance – ANOVA

Analiza variance je parametrična metoda, ki temelji na dejstvu, da so porazdelitve vzorcev, ene statistične spremenljivke normalne in da se variance statističnih vzorcev med seboj statistično razlikujejo. Enakost varianc med vzorci imenujemo tudi homogenost varianc in jo predhodno preverimo z Levenovim testom (Adamič, 1989).

Bistvo analize variance je v tem, da celotno varianco vseh enot iz vseh vzorcev razstavimo na komponente, iz katerih je sestavljena, t.j. na varianco enot v vsaki posamezni skupini ali vzorcu in na varianco med temi skupinami (Adamič, 1989).

Ničelna domneva (enačba 15) trdi, da vsi vzorci izhajajo iz populacije z enakimi povprečji, in da varianca med skupinami ni večja od variance znotraj teh skupin. Osnovna (enačba 16) pa, da med opazovanimi statističnimi vzorci obstajata vsaj dva, katerih povprečji se statistično značilno razlikujeta. Kadar je stopnja značilnosti manjša od 0,05, sklepamo, da vzorci pripadajo različnim populacijam oziroma, da med statističnimi vzorci obstaja vsaj en par, ki ima različni povprečji. S tem je zavržena ničelna hipoteza, ki pravi, da razlike ne obstajajo (Adamič, 1989).

3.4.5 Duncanov test

Duncanov test je zaključni ali posthoc test, namenjen analizi večjega števila vzorcev, za katere je znano, da so homogeni (kar preverimo z Levenovim testom), a ne pripadajo isti populaciji (kar preverimo s testom ANOVA). Razlikovanje vzorcev je osnovano na večkratnem preizkušanju variacijskih razmikov. Stopnja značilnosti (signifikanca) temelji na številu neodvisnih primerjav med aritmetičnimi sredinami. S pomočjo tega testa

razdelimo posamezne vzorce v več podskupin, v katerih se vzorci glede na opazovano statistično spremenljivko statistično značilno ne razlikujejo (Adamič, 1989).

4 REZULTATI

4.1 REZULTATI FIZIKALNOKEMIJSKIH ANALIZ PRISTNIH VZORCEV MEDU

Praktični del naloge je obsegal kvantitativno določanje vsebnosti vode, hidrosimetilfurfurala (HMF), skupnih in prostih kislin, laktonov ter aminokislina prolina, meritve električne prevodnosti, specifičnega kota zasuka, vrednosti pH in diastaznega števila. Analize so bile opravljene v dveh ponovitvah. V preglednici 13 so zbrani povprečni rezultati 22 pristnih vzorcev medu letnika 2010. Rezultati za posamezne vzorce so predstavljeni v prilogah A1 in A2. Analizirali smo akacijev, cvetlični, lipov, kostanjev, gozdni ter hojev med. Opisali smo jih z osnovnimi statističnimi parametri, jih z različnimi metodami statistično obdelali ter iskali morebitne povezave med analiziranimi parametri.

4.1.1 Rezultati vsebnosti vode

Vsebnost vode v analiziranih vzorcih pristnega medu se je gibala v cvetličnem medu od 15,2 do 17,8 g/100 g, v akacijevem medu od 15,9 do 16,4 g/100 g, v kostanjevem od 15,4 do 16,9 g/100 g. Gozdnega in hojevega medu smo imeli le po dva vzorca. Tako je vsebnost vode v gozdnem medu letnika 2010 variirala od 15,9 do 16,9 g/100 g, v hojevem pa od 15,4 do 15,9 g/100 g. Iz podatkov v preglednici 13 vidimo, da so vsi vzorci ustrezali Pravilniku o medu (2011), ki dovoljuje do 20 % vode v medu. Najnižjo povprečno vsebnost vode smo izmerili v hojevem in akacijevem medu, sledili so kostanjev, gozdni in cvetlični med, najvišjo vsebnost vode pa je vseboval lipov med.

Sledila je statistična obdelava. Najprej smo testirali homogenost variance in ugotovili, da so variance homogeno razporejene ($p \geq 0,05$). Nadaljevali smo s statistično obdelavo z analizo variance, ANOVO. S statistično analizo smo ugotovili, da se vsebnost vode med posameznimi vrstami medu statistično značilno ni razlikovala.

Med vrhunske kakovosti lahko vsebuje največ 18,6 % vode (Doner, 2003). Iz dobljenih rezultatov vidimo, da večina analiziranih vzorcev ni presegla te vrednosti. Na osnovi tega lahko slovenski med označimo kot normalno dozorel, oziroma ga v tem parametru smatramo za med vrhunske kakovosti.

Preglednica 13: Rezultati fizikalnokemijskih parametrov v analiziranih vzorcih medu

Fizikalnokemijski parametri		Vrste medu					
		akacijev (n=5)	cvetlični (n=5)	lipov (n=3)	kostanjev (n=4)	hojev (n=2)	gozdni (n=2)
vsebnost vode (g/100 g)	$\bar{X} \pm SD$	15,9 ± 0,5	16,6 ± 0,9	17,3 ± 1,5	16,2 ± 0,5	15,6 ± 0,4	16,4 ± 0,7
	območje	15,5 □ 16,4	15,2 □ 17,8	16,2 □ 19,0	15,4 □ 16,9	15,4 □ 15,9	15,9 □ 16,9
	KV (%)	3,0	5,9	8,7	3,3	/	/
χ (mS/cm)	$\bar{X} \pm SD$	0,23 ± 0,06 ^a	0,60 ± 0,16 ^{a,b}	0,72 ± 0,02 ^{b,c}	1,55 ± 0,046 ^d	1,21 ± 0,21 ^{c,d}	0,98 ± 0,38 ^{b,c,d}
	območje	0,14 □ 0,26	0,38 □ 0,81	0,69 □ 0,74	0,81 □ 1,85	1,06 □ 1,36	0,71 □ 1,25
	KV (%)	0	81,65	0	32,73	/	/
ρ_{20}^{20} (° cm ³ /g dm)	$\bar{X} \pm SD$	-23,00 ± 1,23 ^a	-19,12 ± 0,85 ^a	-16,69 ± 7,71 ^a	-19,48 ± 4,38 ^b	10,95 ± 3,61 ^c	-6,54 ± 3,34 ^a
	območje	-24,25 □ (-21,41)	-20,37 □ (-18,48)	-25,26 □ (-10,30)	-26,64 □ (-14,86)	8,40 □ 13,50	-8,90 □ (-4,19)
	KV (%)	5,32	4,49	46,20	22,47	/	/
pH	$\bar{X} \pm SD$	3,92 ± 0,18 ^a	4,05 ± 0,16 ^{a,b}	4,75 ± 0,57 ^{a,b,c}	5,45 ± 0,85 ^c	5,02 ± 0,04 ^{b,c}	4,59 ± 0,71 ^{a,b,c}
	območje	3,62 □ 4,04	3,88 - 4,29	4,29 □ 5,39	4,47 □ 6,42	4,99 □ 5,04	4,09 □ 5,10
	KV (%)	5,10	4,28	12,09	15,57	/	/
SK (mekv/kg)	$\bar{X} \pm SD$	15,0 ± 5,8 ^a	28,3 ± 4,5 ^c	15,5 ± 7,9 ^{a,b}	14,6 ± 6,6 ^a	19,1 ± 3,9 ^{a,b,c}	26,2 ± 6,0 ^{b,c}
	območje	11,46 □ 23,65	23,44 □ 32,56	7,15 □ 23,04	8,54 □ 22,71	16,33 □ 21,90	21,92 □ 30,46
	KV (%)	38,71	15,75	51,51	45,12	/	/
PK (m e L)	$\bar{X} \pm SD$	9,87 ± 4,20 ^a	20,79 ± 3,26 ^b	11,34 ± 4,51 ^a	11,05 ± 5,19 ^a	17,74 ± 4,19 ^{a,b}	21,47 ± 2,80 ^b

	območje	7,25□16,12	17,22□23,95	6,49□15,39	6,07□18,25	13,77□19,70	19,49□23,45
	KV (%)	42,60	15,69	39,81	47,02	/	/
laktoni (mekv/kg)	$\bar{X} \pm SD$	5,14 ± 1,61 ^{a,b}	7,49 ± 1,27 ^b	4,11 ± 3,49 ^{a,b}	3,54 ± 1,82 ^a	2,38 ± 0,25 ^a	4,72 ± 3,25 ^{a,b}
	območje	4,19□7,53	6,04□9,01	0,67□7,65	1,90□6,31	2,20□2,56	2,42□7,02
	KV (%)	31,25	16,94	84,95	51,47	/	/
DŠ	$\bar{X} \pm SD$	14,13 ± 3,13 ^{a,b}	16,59 ± 3,78 ^{a,b}	15,75 ± 0,69 ^{a,b}	18,66 ± 1,49 ^b	14,56 ± 1,66 ^{a,b}	12,97 ± 4,99 ^a
	območje	10,74□17,87	10,09□19,73	14,95□16,15	16,79□20,42	13,39□15,74	9,44□16,50
	KV (%)	22,12	22,79	4,39	7,98	/	/
prolin (mg/kg)	$\bar{X} \pm SD$	297 ± 107 ^a	634 ± 236 ^b	388 ± 23 ^{a,b}	558 ± 51 ^{a,b}	536 ± 136 ^{a,b}	456 ± 264 ^{a,b}
	območje	190□445	504□1054	361□404	488□623	440□633	268□643
	KV (%)	36,30	37,3	5,93	9,24	/	/
HMF (mg/kg)	$\bar{X} \pm SD$	2,90 ± 1,52 ^a	11,25 ± 5,54 ^b	1,59 ± 0,65 ^a	1,70 ± 0,64 ^a	1,63 ± 0,27 ^a	5,52 ± 7,13 ^{a,b}
	območje	2,02□5,18	7,01□20,93	0,86□2,11	0,67□2,4	1,44□1,82	0,48□10,56
	KV (%)	52,52	49,25	41,42	37,20	/	/

^{a,b,c,d} vrednosti v stolpcu, ki imajo različne indekse, se statistično značilno razlikujejo med seboj ($p \leq 0,05$).

4.1.2 Rezultati merjenja električne prevodnosti

Električno prevodnost (χ) v raztopinah medu smo merili s konduktometrom. Povprečne vrednosti χ medu so: cvetlični med 0,6 mS/cm, gozdni med 0,98 mS/cm, akacijev med 0,23 mS/cm, lipov med 0,72 mS/cm, kostanjev med 1,55 mS/cm ter hojev med 1,21 mS/cm. Intervali električne prevodnosti v posameznih vrstah so bili za vzorce letnika 2010 naslednji: v cvetličnem medu od 0,38 do 0,81 mS/cm, v gozdnem medu od 0,71 do 1,25 mS/cm, v akacijevem od 0,14 do 0,26 mS/cm, v lipovem medu od 0,69 do 0,74 mS/cm, v kostanjevem od 0,81 do 1,85 mS/cm ter hojevem medu od 1,06 do 1,36 mS/cm.

S pravilnikom o medu (2011) je določeno, da mora električna prevodnost v medu iz mane znašati vsaj 0,80 mS/cm, v medu iz nektarja pa največ 0,80 mS/cm. Razvidno je, da so v povprečju vzorci medu letnika 2010 ustrezali predpisani vrednosti. Izmerjene vrednosti χ so značilne za posamezno vrsto medu, razen pri vzorcu gozdnega medu (G-1937), ki je imel nižjo χ (0,70 mS/cm) od predpisane vrednosti.

S statistično analizo smo ugotovili, da se akacijev, lipov in kostanjev med statistično niso značilno razlikovali v vrednosti električne prevodnosti. Akacijev in cvetlični med se statistično značilno nista razlikovala med seboj, tudi cvetlični, lipov in gozdni med ter lipov in gozdni, se niso razlikovali med seboj v vrednosti električne prevodnosti.

4.1.3 Rezultati merjenja specifičnega kota zasuka

Specifični kot zasuka v raztopinah medu smo merili s polarimetrom. Povprečne vrednosti specifičnega kota zasuka pristnih vzorcev medu z osnovnimi statističnimi parametri so zbrane v preglednici 13. Posamezni rezultati so predstavljeni v prilogi A1.

Kot je prikazano v preglednici 13, se je vrednost specifičnega kota zasuka gibala od $-23,00^{\circ} \text{ cm}^3/\text{g dm}$ v cvetličnih medovih do $10,95^{\circ} \text{ cm}^3/\text{g dm}$ v maninih medovih. Največjo variabilnost smo ugotovili v vzorcih lipovega medu z intervalom od $-25,26^{\circ} \text{ cm}^3/\text{g dm}$ do $-10,30^{\circ} \text{ cm}^3/\text{g dm}$. Najmanjšo razliko med najmanjšim in največjim specifičnim kotom zasuka pa smo ugotovili v cvetličnem medu, kjer je bil koeficient variabilnosti najmanjši 4,49 %.

S statistično analizo smo ugotovili, da se je specifični kot zasuka med posameznimi vrstami medu letnika 2010 statistično značilno razlikoval. Med seboj sta se razlikovala kostanjev in hojev med. Akacijev, cvetlični, lipov ter gozdni med se statistično značilno niso razlikovali med seboj, razlikovali pa so se od hojevega in kostanjevega medu.

4.1.4 Rezultati merjenja vrednosti pH, vsebnosti skupnih in prostih kislin ter laktonov

Območje vrednosti pH cvetličnega medu je bilo med 3,88 in 4,29, gozdnega medu 4,09 in 5,10, akacijevega medu od 3,62 do 4,04, lipovega medu med 4,29 in 5,39, kostanjevega medu od 4,47 do 6,24 in hojevega medu med 4,99 in 5,04. Medova iz mane, kostanjev in hojev dosegata nekoliko višjo povprečno vrednost pH od ostalih vrst medu, kar smo tudi pričakovali, saj vsebujeta več mineralnih snovi kot ostale vrste medu.

S statistično analizo (Duncanovim testom) smo ugotovili, da so se analizirani vzorci medu letnika 2010 statistično značilno razlikovali v vrednosti pH glede na botanični izvor.

Kot je prikazano v preglednici 13, se je vsebnost skupnih kislin gibala od 7,15 mekv/kg do 32,56 mekv/kg. Največ skupnih kislin je v povprečju vseboval cvetlični med, najmanj pa lipov med. Največjo variabilnost smo ugotovili v vzorcih lipovega medu z intervalom od 7,15 mekv/kg do 23,04 mekv/kg.

Najmanjšo razliko med najmanjšo in največjo vsebnostjo skupnih kislin smo ugotovili v cvetličnem medu, kjer je bil koeficient variabilnosti najmanjši 15,75 %. Razmeroma veliki razponi med minimalnimi in maksimalnimi vrednostmi kažejo na veliko variabilnost tako med vrstami kot tudi znotraj posamezne vrste medu.

S statistično analizo (Duncanovim testom) smo ugotovili, da so se analizirani medovi letnika 2010 statistično značilno razlikovali v vsebnosti skupnih kislin.

Iz tabele 13 je razvidno, da so vsi vzorci ustrezali Pravilniku o medu (2011), ki dovoljuje do 50 mekv/kg prostih kislin. Največja razlika v vsebnosti prostih kislin je bila v vzorcih kostanjevega medu z najvišjim koeficientom variabilnosti, ki je znašal 47,02 %, najmanjša pa v vzorcih cvetličnega medu s koeficientom variabilnosti 15,69 %.

S statistično analizo (Duncanovim testom) smo ugotovili, da so se analizirani medovi letnika 2010 statistično značilno razlikovali v vsebnosti prostih kislin.

V preglednici 13 so zbrani podatki vsebnosti laktonov v analiziranih vzorcih medu. Opazimo, da je bila največja razlika med najmanjšo in največjo vsebnostjo laktonov v lipovem medu. V povprečju je največ laktonov vseboval cvetlični med, 7,49 mekv/kg. Najmanj laktonov pa je vseboval hojev med, 2,20 mekv/kg.

S statistično analizo (Duncanovim testom) smo ugotovili, da so se vzorci statistično razlikovali v vsebnosti laktonov.

4.1.5 Rezultati določanja diastaznega števila

Aktivnost encima diastaze smo določali z metodo po Schadeju. Povprečni rezultati določanja diastaznega števila pristnih vzorcev medu z izračunanimi statističnimi parametri so zbrani v preglednici 13. V prilogi A1 so zbrani podatki analiz za posamezne vzorce.

Pravilnik o medu (2011) predpisuje, da mora diastazno število medu dosegati najmanj vrednost 8. Medovi z DŠ manj kot 8 so bili najverjetneje pregreti ali nepravilno skladiščeni, izpostavljeni previsoki temperaturi.

Iz preglednice 13 je moč opaziti, da so vsi analizirani medovi ustrezali Pravilniku o medu (2011). Največjo povprečno diastazno število so dosegli vzorci kostanjevega medu, in sicer 18,66, kar smo tudi pričakovali saj tak podatek navaja tudi literatura. Sledili so mu cvetlični med z vrednostjo 15,59, lipov z 15,75, hojev z 14,56 ter akacijev med z 14,13, gozdni z 12,97 pa je dosegel najmanjšo povprečno vrednost diastaznega števila.

Opravili smo tudi statistično analizo (Duncanov test), ki je pokazala, da sta se gozdni in kostanjev med statistično značilno razlikovala v vrednosti diastaznega števila. Akacijev, cvetlični, lipov, gozdni in hojev med se statistično značilno niso razlikovali med seboj, enako je veljalo za kostanjev, akacijev, cvetlični, lipov in hojev med.

4.1.6 Rezultati določanja vsebnosti aminokislina prolina

Vsebnost aminokislina prolina smo določali z Oughovo spektrofotometrično metodo. Največjo povprečno vrednost prolina smo analizirali v cvetličnem medu 634 mg/kg, najmanjšo pa v akacijevem medu, ki je znašala 297 mg/kg.

Območje vsebnosti aminokislina prolina v cvetličnem medu je bilo med 504 mg/kg in 1054 mg/kg, v gozdnem medu med 268 mg/kg in 643 mg/kg, v akacijevem medu med 190 mg/kg in 445 mg/kg, v lipovem medu med 361 mg/kg in 404 mg/kg, v kostanjevem medu od 488 mg/kg do 623 mg/kg in hojevem medu med 440 mg/kg in 663 mg/kg. Najmanjšo razliko med najmanjšo in največjo vsebnostjo skupnih kislin smo ugotovili v lipovem medu, kjer je bil koeficient variabilnosti najmanjši (5,93 %).

S statistično analizo smo ugotovili, da so se vsebnosti aminokislina prolina med posameznimi vrstami medu statistično značilno razlikovale.

4.1.7 Rezultati določanja vsebnosti hidroksimetilfurfurala (HMF)

Organsko spojino hidroksimetilfurfural smo v medu določali z metodo po Winklerju. Pravilnik za med (2011) navaja, da se za med vrhunske kakovost dovoljuje manj kot 40 mg HMF na kg medu. Iz naših podatkov v preglednici 13 je razvidno, da je analiziran med ustrezal Pravilniku (2011), ter dosegal status vrhunskega medu v tem parametru.

Najmanjšo povprečno vsebnost hidroksimetilfurfurala (HMF) so imeli vzorci lipovega medu in sicer 1,59 mg/kg. Sledili so mu hojev med z 1,63 mg/kg, kostanjev z 1,70 mg/kg akacijev z 2,90 mg/kg ter gozdni med z 5,52 mg/kg, cvetlični z 11,25 mg/kg pa je imel največjo povprečno vsebnost hidroksimetilfurfurala.

S statistično analizo smo ugotovili, da so je vsebnost hidroksimetilfurfurala v posameznih vrstah medu statistično značilno razlikovala.

4.2 REZULTATI FIZIKALNOKEMIJSKIH ANALIZ POTVORJENIH VZORCEV MEDU

Ponarejen med je nenaraven proizvod, ker ga niso proizvedle čebele. Tehnike ponarejanja medu temeljijo na dveh principih: na redčenju medu z vodo ali na dodajanju različnih vrst sirupov: invertnega sirupa (IS), konvencionalnega koruznega sirupa (CCS) ter visoko fruktozno koruznega sirupa (HFCS).

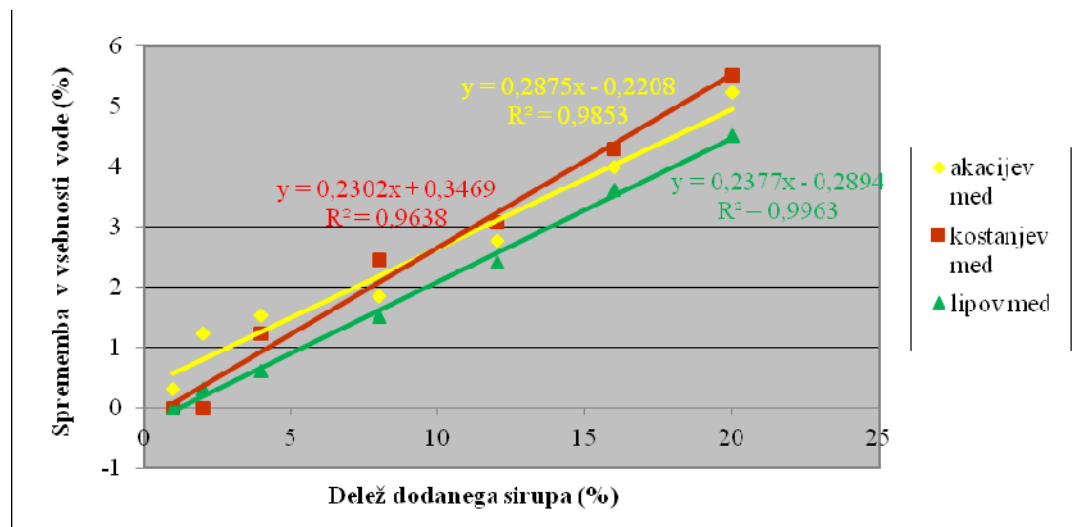
V preglednici 14 so zbrani rezultati 3 pristnih ter 21 potvorjenih vzorcev medu, ki smo jim namerno dodali fruktozno-glukočni sirup v različnih deležih. Prikazani so tudi rezultati fruktozno-glukočnega sirupa. Predstavljeni so rezultati določevanja fizikalnokemijskih parametrov: vsebnosti vode, hidroksimetilfurfurala (HMF), skupnih in prostih kislin, laktonov, aminokisliline prolina, meritve specifične električne prevodnosti, specifičnega kota zasuka, vrednosti pH in diastaznega števila.

Preglednica 14: Rezultati fizikalnokemijskih parametrov v potvorjenih vzorcih medu in fruktozno-glukočnem sirupu

Št. vzorca	Vrsta vzorca	Voda (g/100g)	χ (mS/cm)	$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)	DŠ	pH	PK (mekv/kg)	SK (mekv/kg)	Laktoni (mekv/kg)	HMF (mg/kg)	Prolin (mg/kg)
A-1930	A	16,2	0,262	-24,25	15,33	3,62	16,12	23,65	7,53	1,73	445,2
A-1	A	16,3	0,253	-23,03	15,10	3,65	15,83	23,48	7,65	2,02	430,3
A-2	A	16,4	0,249	-22,75	15,03	3,66	16,07	24,01	7,94	2,02	409,1
A-4	A	16,5	0,244	-21,63	13,52	3,65	16,22	23,05	6,83	2,98	406,3
A-8	A	16,5	0,244	-20,68	12,98	3,69	15,26	21,96	6,71	4,80	396,3
A-12	A	16,7	0,236	-19,89	12,48	3,69	15,45	21,77	6,32	4,80	366,4
A-16	A	16,9	0,227	-19,65	11,26	3,69	13,52	23,65	7,96	5,18	350,0
A-20	A	17,1	0,222	-18,83	9,40	3,70	13,93	19,05	5,12	7,30	336,2
L-1933	L	16,6	0,736	-14,53	16,15	5,39	6,49	7,15	0,67	0,86	397,8
L-1	L	16,6	0,714	-13,84	13,67	5,35	6,43	7,74	1,30	1,34	350,8
L-2	L	16,6	0,695	-12,45	12,45	5,35	6,64	7,96	1,33	1,34	338,1
L-4	L	16,7	0,680	-12,95	12,33	5,41	7,46	9,21	1,76	2,02	320,8
L-8	L	16,8	0,653	-11,91	11,95	5,10	8,97	12,29	3,32	2,21	316,2
L-12	L	17,0	0,593	-8,65	11,19	4,70	8,53	11,40	2,87	4,80	312,9
L-16	L	17,2	0,567	-7,31	11,01	4,71	8,41	11,51	3,11	5,66	295,3
L-20	L	17,3	0,546	-4,11	10,05	4,64	10,15	13,64	3,49	6,05	291,4
K-1941	K	16,3	1,791	-26,64	20,42	6,27	6,46	9,04	2,58	1,15	579,6
K-1	K	16,3	1,791	-26,40	20,14	6,25	6,46	8,96	2,51	1,34	559,6
K-2	K	16,3	1,770	-26,35	19,67	6,24	6,42	8,82	2,40	1,75	556,0
K-4	K	16,5	1,736	-25,99	19,12	6,24	6,20	8,47	2,46	1,92	516,3
K-8	K	16,7	1,668	-23,75	17,88	6,23	5,98	8,37	2,42	2,02	491,7
K-12	K	16,8	1,619	-22,72	15,17	6,23	5,93	8,27	2,40	2,98	484,2

K-16	K	17,0	1,549	-18,09	14,82	6,22	5,85	8,18	2,33	3,02	457,0
K-20	K	17,2	1,495	-12,80	13,78	6,21	5,83	8,04	2,26	3,26	451,1
SIRUP	SIRUP	21,5	0,024	53,95	0,98	4,71	0,82	1,91	1,10	33,79	118,9

4.2.1 Rezultati vsebnosti vode



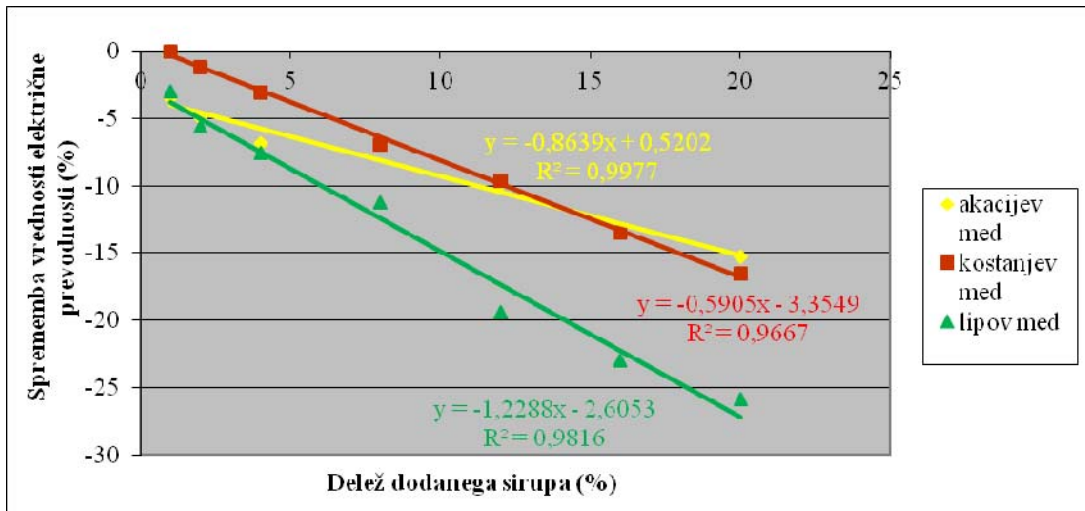
Slika 3: Sprememba vsebnosti vode v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa

Iz podatkov v preglednici 14 vidimo, da so vsi potvorjeni vzorci ustrezali Pravilniku o medu 2011, ki dovoljuje do 20 % vode v medu. Iz slike 3 razberemo, da je vsebnost vode linearno naraščala glede na delež dodanega fruktozno-glukoznega sirupa, kar je bilo tudi pričakovano, saj je sirup vseboval več vode kot vzorci pristnih medov.

Vsebnost vode v vzorcih akacijevega medu se je povečevala od 16,25 % v pristnem medu (vzorec A-1930) do 17,10 % v vzorcu z največ dodanega sirupa. Pri lipovem medu se je vsebnost vode večala od pristnega vzorca L-1933, kjer je bila vsebnost vode 16,6 % do potvorjenega L-20 z 17,35 % vode. Vsebnost vode v vzorcih kostanjevega medu se je prav tako večala od 16,30 % v pristnem vzorcu (vzorec K-1941) do 17,20 % v vzorcu z največ dodanega sirupa (vzorec K-20).

Rezultati, ki smo jih dobili pri določanju vsebnosti vode, so v akacijevem, lipovem in kostanjevem medu pričakovani. Delež vode se je v vzorcih potvorjenega medu večal z naraščajočim deležem sladkornega sirupa, ki je vseboval več vode kot pristni vzorci medu.

4.2.2 Rezultati merjenja specifične električne prevodnosti

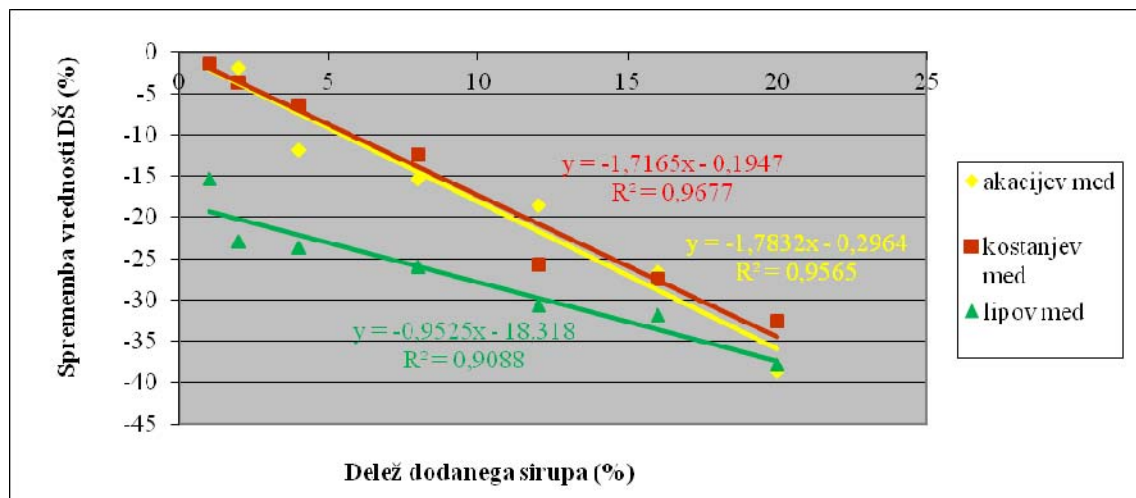


Slika 4: Sprememba vrednosti χ v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa

Iz podatkov v preglednici 14 vidimo, da so bile izmerjene vrednosti χ pri akacijevem medu med 0,262 □ 0,222 mS/cm, pri lipovem med 0,736 □ 0,546 mS/cm ter kostanjevem med 1,791 □ 1,495 mS/cm. Iz preglednice 14 in slike 4 lahko vidimo, da se je χ linearno zmanjševala glede na delež dodanega sladkornega sirupa. Električna prevodnost sirupa je bila namreč 0,024 mS/cm. Zveza je močna, saj je regresijski koeficient v vseh treh vrstah medu večji od 0,95.

Največjo spremembo opazimo pri lipovem in kostanjevem medu, kjer premica strmo pada. Tu so se vrednosti električne prevodnosti pristnega in potvorjenega medu, kateremu smo dodali 20 delež sirupa, razlikovale približno za 0,2 mS/cm. Manjše spremembe so opazne pri vzorcih akacije, kjer je premica položna.

4.2.3. Rezultati določanja diastaznega števila



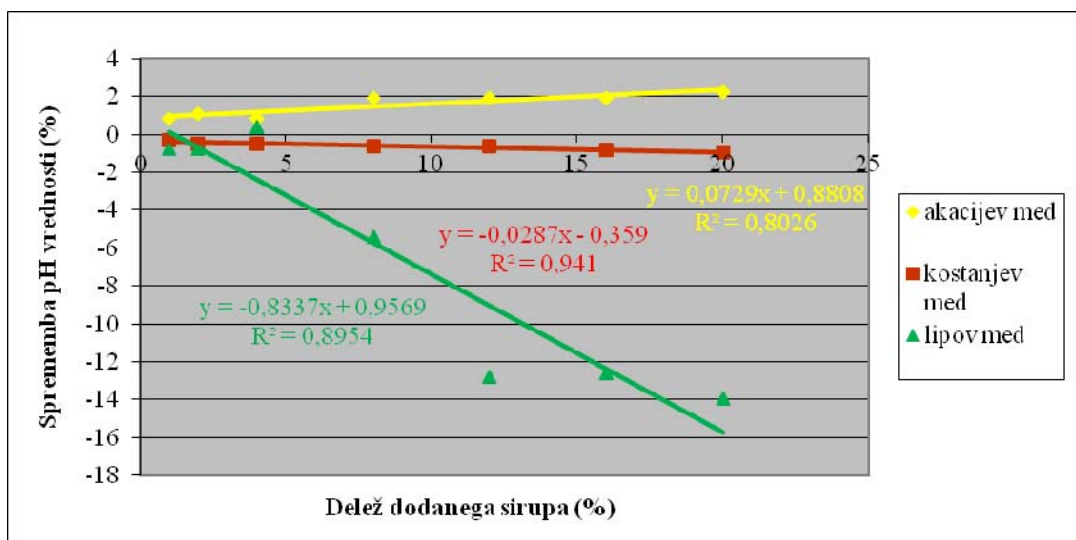
Slika 5: Sprememba vrednosti diastaznega števila v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa

Pravilnik o medu (2011) predpisuje, da diastazno število medu ne sme biti nižje od 8. Iz podatkov v preglednici 14 in slike 5 vidimo, da so vsi vzorci ustrezali Pravilniku, vendar pa se je diastazno število linearno zmanjševalo glede na delež dodanega fruktozno-glukoznega sirupa.

Izmerjene vrednosti DŠ v akacijevem medu so bile med 15,33 in 9,40, v lipovem med 16,15 in 10,05 ter v kostanjevem med 20,42 in 13,78. Iz slike 5 lahko vidimo, da se je DŠ linearno zmanjševalo glede na delež dodanega sladkornega sirupa. Diastazno število sirupa je bilo namreč 0,98. Zveza je močna, saj je regresijski koeficient med spremembo DŠ in deležem dodanega sladkornega sirupa v akacijevem in kostanjevem medu večji od 0,95, v lipovem pa večji od 0,90.

Največjo spremembo opazimo pri akacijevem in kostanjevem medu, kjer premica strmo pada. Manjše spremembe so opazne pri vzorcih lipovega medu, kjer premica ni tako strma.

4.2.4 Rezultati merjenja vrednosti pH



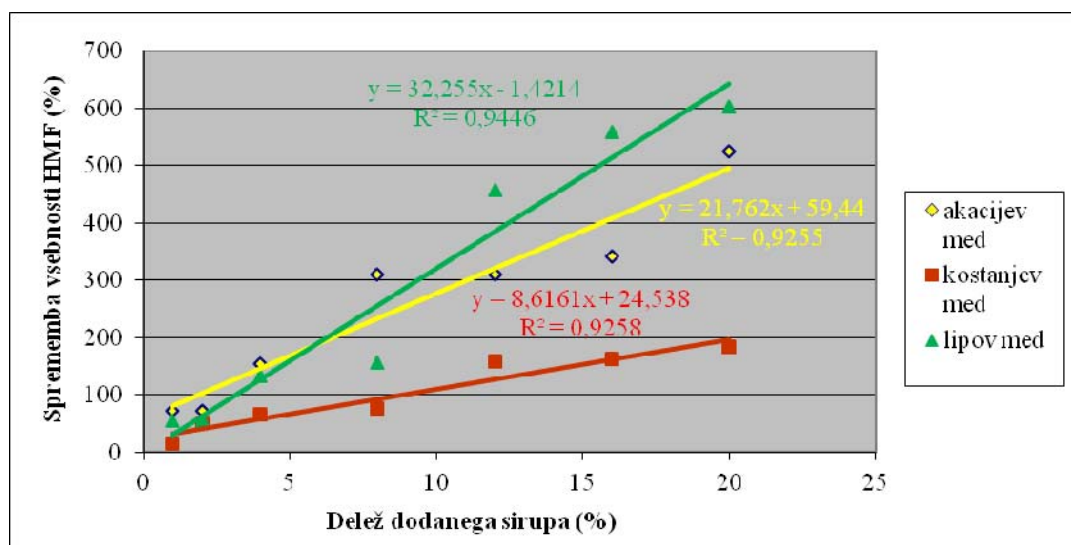
Slika 6: Sprememba vrednosti pH v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa

Iz podatkov v preglednici 14 vidimo, da so bile izmerjene vrednosti pH v akacijevem medu med 3,62 in 3,70. Vrednosti so linearno naraščale. V kostanjevem medu so se vrednosti pH gibale med 6,21 pa do 6,27. Tako kot iz preglednice 14 je vidno tudi na sliki 4, da so se

vrednosti pH linearno zmanjševale. Tudi pri vzorcih lipovega medu so se izmerjene vrednosti pH zmanjševale glede na dodan delež sladkornega sirupa. Rezultati izmerjenega pH lipovega medu so se gibali med 5,39 in 4,64.

Vrednost pH sirupa je bil 4,71. Zato so vrednosti pH lipovega in kostanjevega medu naraščale, akacijevega pa zmanjševale, glede na dodan delež sladkornega sirupa. V lipovem medu so se vrednosti močno znižale, medtem ko v akacijevem in kostanjevem spremembe pH niso bile tako opazne.

4.2.5 Rezultati določanja vsebnosti hidrosimetilfurfurala



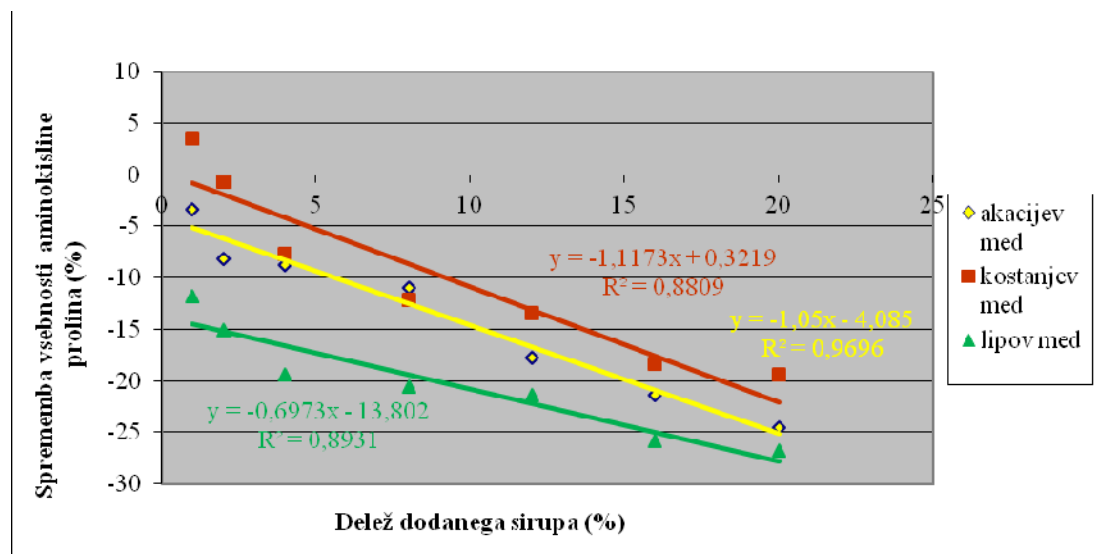
Slika 7: Sprememba vrednosti HMF v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa

Vsebnost hidroksimetilfurfurala smo v medu določali z metodo po Winklerju. Dobljeni rezultati določanja vseh pristnih in 21 potvorjenih vzorcev medu so zbrani v preglednici 14 in sliki 7.

V vzorcih ponarejenega kostanjevega medu se je vsebnost HMF linearno večala glede na odstotek dodanega sladkornega sirupa. Najmanjšo vsebnost HMF smo določili v pristnem vzorcu K-1941, kjer je bila ta vrednost 1,15 mg/kg, največjo pa v potvorjenem vzorcu K-20, 3,26 mg/kg. Tako kot pri kostanjevem medu opazimo tudi pri lipovem, da se je vsebnost HMF linearno večala glede na delež dodanega sladkornega sirupa. Tudi v vzorcih akacijevnega medu so se vsebnosti HMF večale do vzorca z največjim deležem sirupa (A-20). V tem vzorcu smo določili največjo vsebnost hidroksimetilfurfurala.

Vsebnost HMF v sirupu je bila 33,79 mg/kg, zato je bilo tudi pričakovano, da se bo vsebnost HMF v vzorcih medu večala glede na dodan delež sirupa. Večanje vsebnosti HMF je najbolj izrazito v lipovem medu, kjer je regresijski koeficient med spremembo HMF in deležem dodanega sladkornega sirupa največji 0,94. Pri akacijevem in kostanjevem medu pa je regresijski koeficient nekoliko nižji 0,93, posledično so manjše tudi razlike v vsebnosti HMF med pristnimi in potvorjenimi vzorci medu.

4.2.6 Rezultati vsebnosti aminokislina prolina



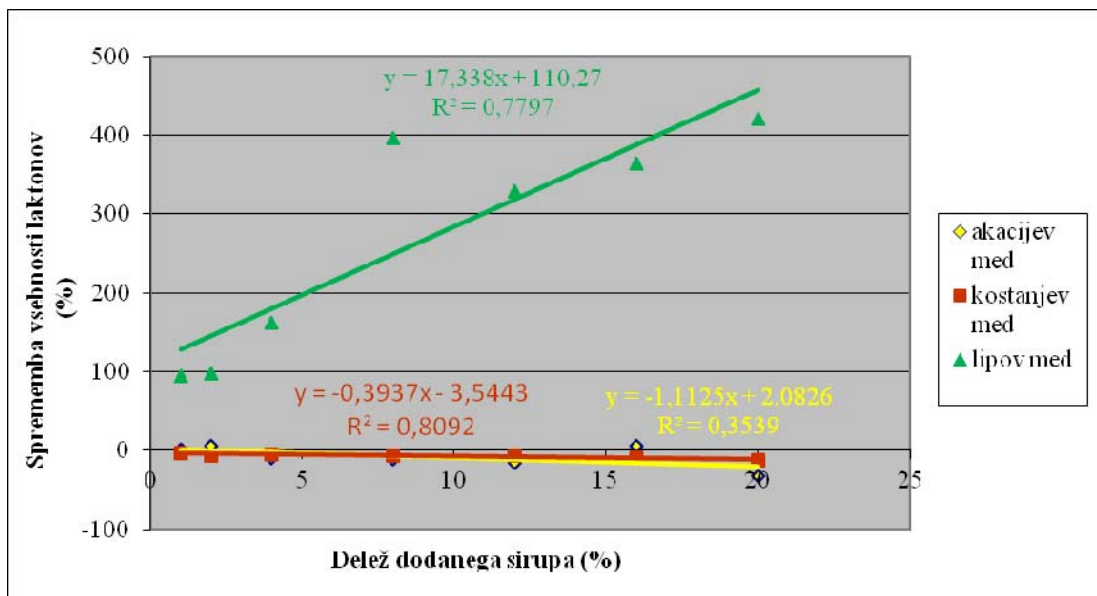
Slika 8: Sprememba vsebnosti aminokislina prolina v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa

Najbolj zastopano aminokislino v medu smo določali z Oughovo spektrofotometrično metodo. Dobljeni rezultati določanja vseh pristnih in 21 potvorjenih vzorcev medu so zbrani v preglednici 14. Rezultati sprememb vsebnosti aminokislina prolina glede na dodan delež sladkornega sirupa pa so predstavljeni na sliki 8.

Iz preglednice 14 in slike 8 opazimo, da so se vsebnosti aminokislina prolina zmanjševale, pri vseh treh vrstah medu akacijevem, lipovem in kostanjevem, glede na delež dodanega sladkornega sirupa. Rezultati so bili pričakovani, saj je bila izmerjena vsebnost prolina v sirupu 118,9 mg/kg. V akacijevem medu so se vsebnosti zmanjševale od 430,3 mg/kg do 336,2 mg/kg, v lipovem od 350,8 mg/kg do 291,4 mg/kg, v kostanjevem pa od 559,6 mg/kg do 451,1 mg prolina v 1kg medu.

Zveza spremembe vsebnosti prolina in deleža dodanega sladkornega sirupa je v akacijevem medu močna, saj je regresijski koeficient večji od 0,95. Za lipov in kostanjev med je ta koeficient 0,89.

4.2.7 Rezultati vsebnosti laktonov



Slika 9: Sprememba vsebnosti laktonov v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa

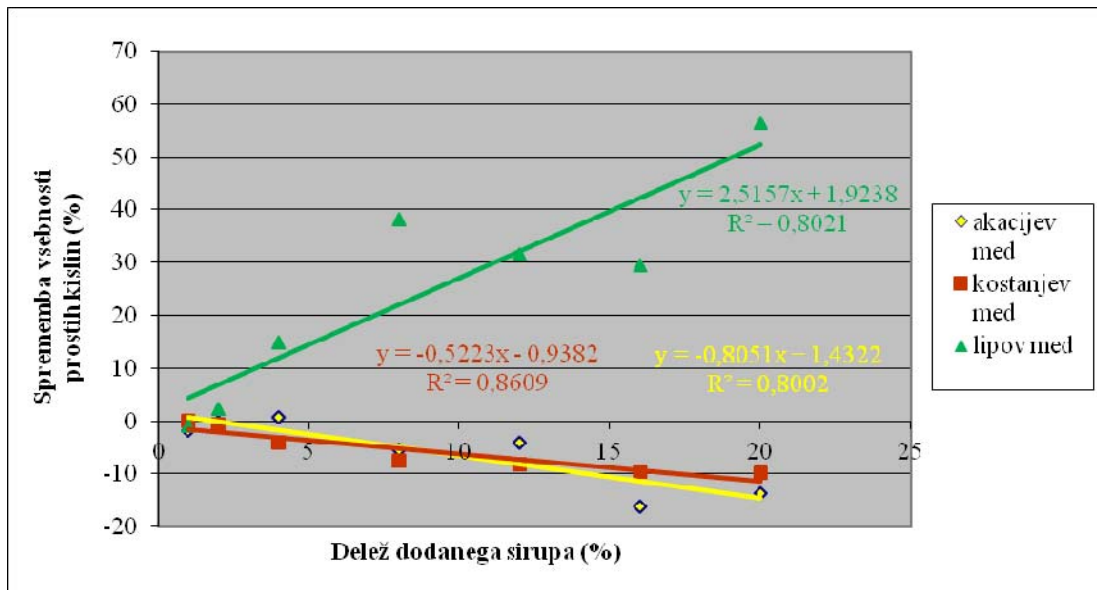
Dobljeni rezultati določanja vsebnosti laktonov v pristnih in 21 potvorjenih vzorcih medu so zbrani v preglednici 14. Rezultati sprememb vsebnosti laktonov glede na dodan delež sladkornega sirupa pa so predstavljeni na sliki 9.

Vidimo, da se je vsebnost laktonov v vzorcih akacijevega medu zelo počasi zmanjševala glede na dodan delež sladkornega sirupa. Največjo vsebnost laktonov smo določili v pristnem vzorcu A-1930, kjer je bila vsebnost 7,53 mekv/kg, najmanjšo pa v vzorcu A-20, kjer je bila vsebnost 5,12 mekv/kg. Do odstopanja je prišlo le v vzorcu A-16, kjer se vsebnost laktonov ni zmanjšala ampak ponovno povečala.

Tudi v kostanjevem medu se je vsebnost laktonov glede na dodan delež sladkornega sirupa zmanjšala. Največja izmerjena vsebnost laktonov je bila 2,58 mekv/kg v pristnem vzorcu K-1941, najmanjšo vsebnost laktonov pa smo določili vzorcu K-20, 2,26 mekv/kg.

V vzorcih lipovega medu se vsebnosti laktonov večajo glede na dodan delež sladkornega sirupa. Najmanjša dobljena vsebnost je bila 0,67 mekv/kg v vzorcu L-1933, največja pa 3,49 mekv/kg v vzorcu L-20. Do odstopanja je prišlo v vzorcu L-8.

4.2.8 Rezultati vsebnosti prostih kislin



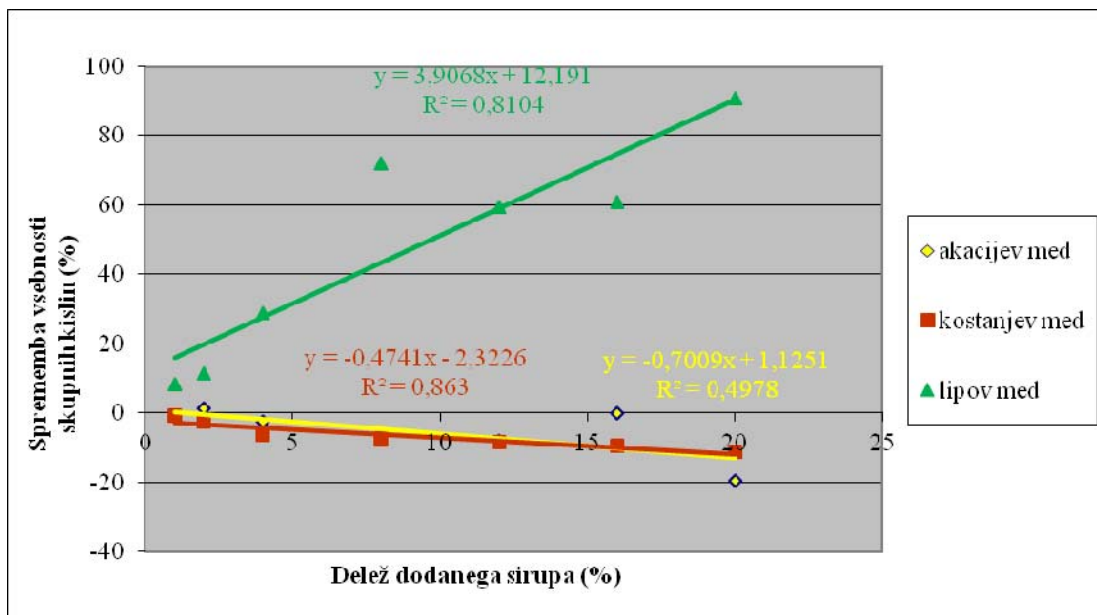
Slika 10: Sprememba vsebnosti prostih kislin v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa

Dobljeni rezultati določanja vsebnosti prostih kislin v pristnih in 21 potvorjenih vzorcev medu so zbrani v preglednici 14. Rezultati sprememb vsebnosti prostih kislin glede na dodan delež sladkornega sirupa pa so predstavljeni na sliki 10.

V kostanjevem in akacijevem medu so se vsebnosti prostih kislin glede na dodan delež sladkornega sirupa zmanjševale. Iz slike vidimo, da je bila ta sprememba pri akacijevem medu bolj izrazita kot pri kostanjevem, kjer se je vsebnost prostih kislin zmanjševala počasi. Največjo vsebnost prostih kislin smo določili pristnim vzorcem medu, najmanjšo pa vzorcem, katerim smo dodali največ sirupa. Takšni rezultati so bili pričakovani, saj smo v sirupu določili vsebnost 1,91 mekv/kg, kar je manj kot v pristnih vzorcih medu.

V lipovem medu so se vsebnosti prostih kislin močno povečevale glede na dodan delež sladkornega sirupa. Najmanjšo vsebnost laktonov smo določili vzorcu L-1 (6,43 mekv/kg), največjo pa vzorcu L-20, 10,15 mekv/kg. Do odstopanja pride v vzorcih L-8 in L-16. Takšni rezultati niso pričakovani, saj je sirup vseboval manj prostih kislin od pristnega vzorca lipovega medu.

4.2.9 Rezultati vsebnosti skupnih kislin



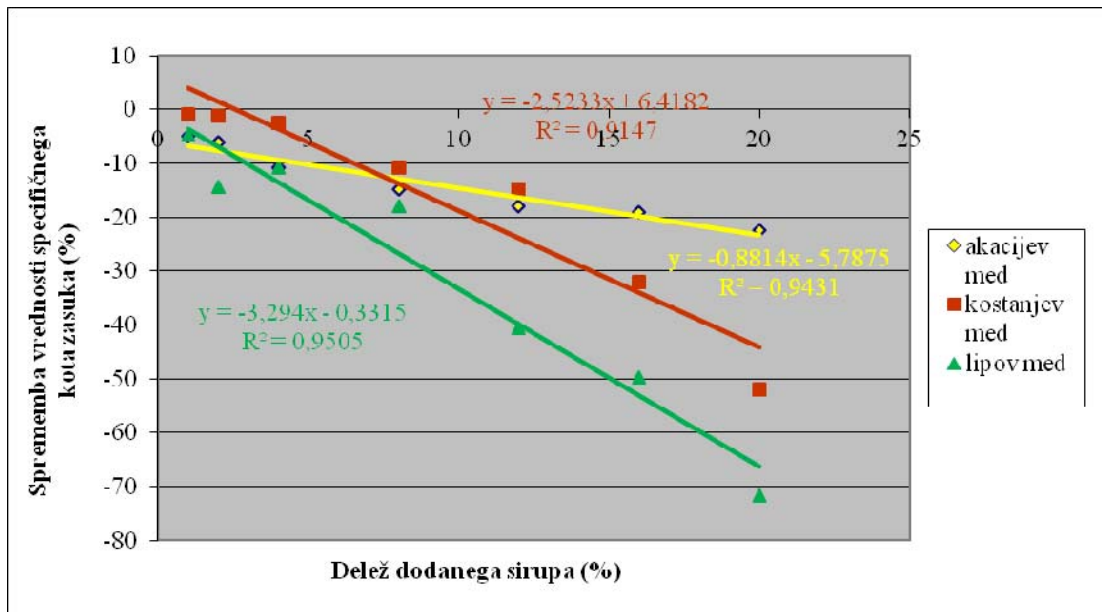
Slika 11: Sprememba vsebnosti skupnih kislin v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa

Dobljeni rezultati določanja skupnih kislin v pristnih in 21 potvorjenih vzorcih medu so zbrani v preglednici 14. Rezultati sprememb skupnih kislin glede na dodan delež sladkornega sirupa pa so predstavljeni na sliki 11.

Podobno kot vsebnost prostih kislin in laktonov, se je tudi vsebnost skupnih kislin v akacijevem in kostanjevem medu glede na dodan delež sladkornega sirupa zmanjševala. Največja vsebnost skupnih kislin v akacijevem medu je bila 24,01 mekv/kg (A-1930) najmanjša pa 19,05 mekv/kg (A-20). Do odstopanja je prišlo v vzorcu A-16. Med vzorci kostanjevega medu smo določili največjo vsebnost v pristnem vzorcu K-1941 (9,04 mekv/kg), najmanjšo pa v vzorcu K-20, kjer je bila vsebnost skupnih kislin 8,04 mekv/kg. Takšni rezultati so bili pričakovani, saj smo v sirupu določili 0,82 mekv/kg, kar je manj kot v pristnih vzorcih medu.

V lipovem medu so se vsebnosti skupnih kislin počasi večale glede na dodan delež sladkornega sirupa. Najmanjšo vsebnost smo določili v pristnem vzorcu medu, največjo pa v vzorcu (L-20). Iz slike 11 opazimo, da pride do velikega odstopanja v vzorcu L-8. Takšnega rezultata nismo pričakovali, saj je sirup vseboval manj skupnih kislin kot pristni vzorec lipovega medu

4.2.10 Rezultati merjenja specifičnega kota zasuka



Slika 12: Sprememba vrednosti specifičnega kota zasuka v medu glede na dodan delež fruktozno-glukoznega sirupa

Specifični kot zasuka v raztopinah medu smo merili s polarimetrom. Rezultati določanja so zbrani v preglednici 14. Rezultati sprememb vrednosti specifičnega kota zasuka glede na dodan delež sladkornega sirupa pa so predstavljeni na sliki 12.

Iz preglednice 14 in slike 12 opazimo, da je vrednost specifičnega kota zasuka v vseh treh vrstah medu močno naraščala glede na dodan delež sladkornega sirupa.

V lipovem medu je ta sprememba najbolj opazna. Tu smo najnižjo vrednost določili v pristnem vzorcu, najvišjo pa v vzorcu L-20, z največjim dodatkom sirupa. Ta sprememba je kar za $10^{\circ} \text{ cm}^3/\text{g dm}$. V kostanjevem in akacijevem medu sprememba ni tako opazna. V akacijevem medu je ta sprememba približno za $6^{\circ} \text{ cm}^3/\text{g dm}$, v kostanjevem pa za $4^{\circ} \text{ cm}^3/\text{g dm}$. Takšen rezultat je pričakovan, saj smo v sirupu določili vrednost $53,95^{\circ} \text{ cm}^3/\text{g dm}$, kar je veliko več kot v pristnih vzorcih medu.

4.3 REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE PRISTNIH IN POTVORJENIH VZORCEV MEDU

Senzorično smo ocenili 24 vzorcev medu, in sicer 3 pristne in 21 potvorjenih vzorcev. Vzorce akacijevega, lipovega in kostanjevega medu smo potvorili tako, da smo jim dodali naslednje deleže fruktozno-glukoznega sirupa: 1 %, 2 %, 4 %, 8 %, 12 %, 16 % ter 20 %. S senzoričnim panelom smo ocenjevali intenzivnost sladkosti v vzorcih in sicer tako, da smo jih razvrščali na lestvici od najmanj do najbolj sladkega ter na lestvici JAR »ravno prav«. Rezultati senzorične analize posamezne vrste medu so podani v preglednicah 15-26.

4.3.1 Rezultati senzoričnega ocenjevanja akacijevega medu

Preglednica 15: Rezultati razvrščanja vzorcev akacijevega medu po intenzivnosti sladkega okusa na lestvici 1-8 *

Št. vzorca	Razredi razvrščanja							
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	število odgovorov							
A-1930	1	-	1	1	2	2	1	-
A-1	-	2	-	2	1	2	-	1
A-2	1	1	2	1	1	1	1	-
A-4	3	3	1	1	-	-	-	-
A-8	-	-	1	-	-	1	4	2
A-12	1	-	1	1	2	1	1	1
A-16	2	-	1	1	2	1	-	1
A-20	-	2	1	1	-	-	1	3

* 1. - premalo sladko, 8. - preveč sladko

Iz preglednice 15 razberemo rezultate senzoričnega ocenjevanja intenzivnosti sladkosti akacijevega medu. Pristni vzorec akacije A-1930 je bil po enkrat razvrščen v 1., 3., 4. in 7. razred. Dva preizkuševalca sta ga razvrstila v 5. razred, dva pa v 6. razred. Nobeden od preizkuševalcev ga ni uvrstil v 2. ali 8. razred. Vzorec A-1, z najmanjšim deležem fruktozno-glukoznega sirupa, smo postavili enkrat v 5. in 8. razred, dvakrat pa v 2., 4. in 6. razred. Vzorec A-2 smo po enkrat uvrstili v 1., 2., 4., 5., 6. in 7. ter dvakrat v 3. razred. Vzorec A-4 so trije preizkuševalci postavili v 1. in 2., po eden pa v 3. in 4. razred. Vzorec A-8 so štirje preizkuševalci uvrstili v 7., po eden v 3. in 7. in po dva v 8. razred. Vzorec A-12 je po eden preizkuševalec razvrstil v 1., 3., 4., 6., 7. in 8. razred, po dva pa sta ga v 5. razred. Vzorec A-16 sta po dva preizkuševalca postavila v 1. in 5., po eden pa v 3., 4., 6. in 8. razred. Vzorec A-20 z najvišjim deležem sladkornega sirupa je bil trikrat razvrščen v 8. razred kot preveč sladek, dvakrat v 2. in po enkrat v 3., 4. in 7. razred.

Preglednica 16: Najpogostejši razred razvrščanja vzorcev akacijevega medu po intenzivnosti sladkega okusa

Št. vzorca	A-1930	A-1	A-2	A-4	A-8	A-12	A-16	A-20
najpogostejši razred	5., 6.	2., 4., 6.	3.	1., 2	7.	5.	1., 5.	8.

Preglednica 17: Rezultati ocenjevanja sladkega okusa v akacijevem medu z lestvico »ravno prav« *

Št.	Ocene
-----	-------

vzorca	1	2	3	4	5
	število odgovorov				
A-1930	-	-	3	5	-
A-1	-	1	1	4	2
A-2	-	-	3	5	-
A-4	-	2	5	1	-
A-8	-	-	2	1	5
A-12	-	-	2	2	4
A-16	-	2	2	4	-
A-20	-	-	4	1	3

* 1 – premalo sladek, 3 – ravno prav sladek, 5 – preveč sladek

Med smo ocenjevali z lestvico »ravno prav«, ki je imela pet ocen. Ocena 1 je pomenila, da je naš vzorec medu premalo sladek, 3 ravno prav sladek in 5 preveč sladek med. Iz preglednice 17 lahko razberemo rezultate ocenjevanja osmih preizkuševalcev akacijevega medu. Pristni vzorec akacijevega medu A-1930 je bil ocenjen trikrat z oceno ravno prav ter petkrat z oceno 4. Vzorec A-1 z najmanjšim deležem sladkornega sirupa je bil štirikrat ocenjen z oceno 4, dvakrat z oceno 5 in po enkrat z oceno 2 in 3. Vzorec A-2 je pet preizkuševalcev ocenilo z oceno 4, trije pa z oceno 3. Vzorec A-4 je pet preizkuševalcev ocenilo z oceno 3, dva z oceno 2 in eden z oceno 4. Vzorec A-8 je pet preizkuševalcev ocenilo z oceno 5, dva z oceno 3 ter eden z oceno 4. Vzorec A-12 sta po dva preizkuševalca ocenila z oceno 3 in 4, štirje pa z oceno 5. Vzorec A-16 so štirje ocenili z oceno 4, po dva preizkuševalca pa z oceno 2 in 3. Vzorec A-20, z največjim deležem sladkornega sirupa so štirje preizkuševalci ocenili z oceno 3 kot ravno prav sladek, trije z oceno 5, kot preveč sladek in eden izmed preizkuševalcev z oceno 4.

Preglednica 18: Najpogostejše ocene vzorcev akacijevega medu z lestvico »ravno prav«

Št. vzorca	A-1930	A-1	A-2	A-4	A-8	A-12	A-16	A-20
najpogostejša ocena	4	4	4	3	5	5	4	3

4.3.2 Rezultati senzoričnega ocenjevanja lipovega medu

Preglednica 19: Rezultati razvrščanja vzorcev lipovega medu po intenzivnosti sladkega okusa z lestvico od 1-8 *

Št. vzorca	Razredi razvrščanja							
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	Število odgovorov							
L-1933	2	1	1	3	-	-	2	-
L-1	1	-	-	1	1	1	3	2
L-2	2	4	1	1	1	-	-	-
L-4	3	2	1	1	-	2	-	-
L-8	1	2	2	-	1	1	1	1
L-12	-	1	2	2	1	2	-	1
L-16	-	1	1	-	2	1	1	3
L-20	-	-	-	1	3	1	2	2

* 1. - premalo sladko, 8. - preveč sladko

V preglednici 19 so zbrani rezultati ocenjevanja lipovega medu po intenzivnosti sladkega okusa z lestvico od 1 do 8. Pristni vzorec lipovega medu L-1933 je bil enkrat uvrščen v 2. in 3. razred po dva preizkuševalca sta ga uvrstila v 6. oziroma 1. razred, medtem, ko so ga kar trije postavili v 4. razred. Vzorec L-1 z najmanjšim deležem fruktozno-glukoznega sirupa smo po enkrat uvrstili v 1., 4., 5. in 6., po dvakrat v 8. in po trikrat v 7. razred. Vzorec L-2 smo po enkrat uvrstili v 3., 4. in 5., po dvakrat v 1. ter po štirikrat v 2. razred. Vzorec L-4 so trije preizkuševalci uvrstili v 1., po eden preizkuševalec v 3. in 4. in po dva v 2. in 6. razred. Vzorec L-8 sta po dva preizkuševalca uvrstila v 2. in 3. po eden preizkuševalec v 1., 5., 6., 7. in 8. razred. Vzorec L-12 je eden preizkuševalec uvrstil v 2., 5. in 8., dva preizkuševalca pa sta ga uvrstila v 3., 4. in 6. razred. Vzorec L-16 sta dva preizkuševalca uvrstila v 5., eden v 2., 3., 6. in 7. ter po trije v 8. razred. Vzorec L-20 z najvišjim deležem sladkornega sirupa je bil trikrat uvrščen v 5., razred, dvakrat v 7. in 8. ter enkrat v 4. in 6. razred.

Preglednica 20: Najpogostejši razred razvrščanja vzorcev lipovega medu po intenzivnosti sladkega okusa

Št. vzorca	L-1931	L-1	L-2	L-4	L-8	L-12	L-16	L-20
najpogostejši razred	4.	7.	2.	1.	2., 3.	3., 4., 6.	8.	5.

Iz preglednice 21 lahko razberemo rezultate ocenjevanja devetih preizkuševalcev lipovega medu z lestvico »ravno prav«, ki je imela pet ocen. Pristni vzorec lipe L-1933 je bil ocenjen petkrat z oceno 3, dvakrat z oceno 4 oziroma 5. Vzorec L-1 z najmanjšim deležem sladkornega sirupa je bil štirikrat ocenjen z oceno 5, dvakrat z oceno 4 in trikrat z oceno 3. Vzorec L-2 je šest preizkuševalcev ocenilo z oceno 3, dva z oceno 2 in eden z oceno 4. Vzorec L-4 so štiri preizkuševalci ocenili z oceno 3, dva z oceno 2 in trije z oceno 3. Vzorec L-8 so trije preizkuševalci ocenili z oceno 2, po dva pa z oceno 2, 3 oziroma 5. Vzorec L-12 so štiri preizkuševalci ocenili z oceno 4, trije z oceno 5 in eden z oceno 2 in 3.

Vzorec L-16 so štiri ocenili z oceno 5, dva preizkuševalca z oceno 3 ter trije z oceno 4. Vzorec L-20, z največjim delež sladkornega sirupa, je štirikrat prejel oceni 4 in 5, kot preveč sladek in enkrat oceno 3, kot ravno prav sladek.

Preglednica 21: Rezultati ocenjevanja sladkega okusa v lipovem medu z lestvico »ravno prav« *

Št. vzorca	Ocene				
	1	2	3	4	5
	število odgovorov				
L-1933	-	-	5	2	2
L-1	-	-	3	2	4
L-2	-	2	6	1	-
L-4	-	2	4	3	-
L-8	-	2	2	3	2
L-12	-	1	1	4	3
L-16	-	-	2	3	4
L-20	-	-	1	4	4

* 1 – premalo sladek, 3 – ravno prav sladek, 5 – preveč sladek

Preglednica 22: Najpogostejše ocene vzorcev lipovem medu z lestvico »ravno prav«.

Št. vzorca	L-1931	L-1	L-2	L-4	L-8	L-12	L-16	L-20
najpogostejša ocena	3	5	3	3	4	4	5	4, 5

4.3.3 Rezultati senzoričnega ocenjevanja kostanjevega medu

Preglednica 23: Rezultati razvrščanja vzorcev kostanjevega medu po intenzivnosti sladkega okusa z lestvico od 1-8 *

Št. vzorca	Razredi razvrščanja							
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	število odgovorov							
K-1941	1	1	-	-	3	-	3	-
K-1	2	1		-	-	-	3	2
K-2	-	2	1	2	-	1	-	2
K-4	-	1	3	-	1	2	-	1
K-8	1	-	1	3	3	-	-	-
K-12	1	2	2	1	-	-	-	2
K-16	1	-	1	2	-	1	2	1
K-20	2	1	-	-	1	1	3	-

* 1. - premalo sladko, 8. - preveč sladko

V preglednici 23 so zbrani rezultati razvrščanja kostanjevega medu po intenzivnosti sladkega okusa z lestvico od 1 do 8. Vzorec K-1 smo enkrat uvrstili v 2., dvakrat v 1. oziroma 8. in trikrat v 7. razred. Vzorec K-2 smo enkrat uvrstili v 3., in 5. razred, dvakrat v 2. in 4. razred. Vzorec K-4 so trije preizkuševalci uvrstili v 3., eden v 2., 5. oziroma 8. in dva v 6. razred.

Vzorec K-8 so trije preizkuševalci uvrstili v 4. in 5., eden preizkuševalec pa v 1. oziroma 3. razred. Vzorec K-12 je eden preizkuševalec uvrstil v 1. oziroma 4. razred, dva preizkuševalca pa sta ga uvrstila v 2., 3. in 8. razred. Vzorec K-16 sta dva preizkuševalca uvrstila v 4. in 7. in eden v 1., 3., 6. in 8. razred. Vzorec K-20 z najvišjim deležem sladkornega sirupa je bil trikrat razvrščen v 7., dvakrat v 1. In enkrat v 2., 5. in 6. razred.

Preglednica 24: Najpogostejši razred razvrščanja vzorcev kostanjevega medu po intenzivnosti sladkega okusa

Št. vzorca	K-1941	K-1	K-2	K-4	K-8	K-12	K-16	K-20
najpogostejši razred	5., 7.	7.	2., 4., 8.	3.	4., 5.	2., 3., 8.	4., 7.	7.

Preglednica 25: Rezultati ocenjevanja sladkega okusa v kostanjevem medu z lestvico »ravno prav« *

Št. vzorca	Ocene				
	1	2	3	4	5
	število odgovorov				
K-1941	-	1	3	4	-
K-1	-	1	2	-	5
K-2	-	1	2	3	2
K-4	-	2	2	2	2
K-8	-	1	3	4	-
K-12	-	3	1	3	1
K-16	-	1	3	4	-
K-20	-	1	2	3	2

* 1 – premalo sladek, 3 – ravno prav sladek, 5 – preveč sladek

Iz preglednice 25 lahko razberemo senzorične rezultate ocenjevanja kostanjevega medu z lestvico »ravno prav«, ki je imela pet ocen. Pristni vzorec kostanja K-1941 je bil ocenjen štirikrat z oceno 4, trikrat z oceno 3 in enkrat z oceno 1. Vzorec K-1 z najmanjšim deležem sladkornega sirupa je bil petkrat ocenjen z oceno 5, dvakrat z oceno 3 in enkrat z oceno 2. Vzorec K-2 so trije preizkuševalci ocenili z oceno 4, po dva z oceno 3 oziroma 5 ter eden z oceno 2. Vzorec K-4 sta po dva preizkuševalca ocenila z oceno 2, 3, 4 in 5. Vzorec K-8 so štiri preizkuševalci ocenili z oceno 4, trije z oceno 3 in eden z oceno 2. Vzorec K-12 so po trije preizkuševalci ocenili z oceno 2 oziroma 4, po eden pa z oceno 3 oziroma 5. Vzorec K-16 so štiri preizkuševalci ocenili z oceno 4, trije preizkuševalca z oceno 3 in eden z oceno 2. Vzorec K-20 z najvišjim deležem sladkornega sirupa je trikrat prejel oceno 4, dvakrat oceno 3 oziroma 5 in enkrat oceno 2.

Preglednica 26: Najpogostejše ocene vzorcev kostanjevem medu z lestvico »ravno prav«

Št. vzorca	K-1941	K-1	K-2	K-4	K-8	K-12	K-16	K-20
najpogostejša ocena	4	5	4	2, 3, 4, 5	4	2, 4	4	4

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V okviru diplomske naloge smo analizirali šest vrst medu: akacijevega, cvetličnega, lipovega, kostanjevega, gozdnega in hojevega ter vzorec fruktozno-glukoznega sirupa. Med 43 vzorci medu je bilo 22 vzorcev pristnih, 21 vzorcev pa potvorjenih, saj smo jim dodali fruktozno-glukozni sirup. Med smo dobili v času točenja neposredno od čebelarjev iz različnih predelov Slovenije. Vzorci medu so bili ves čas analize shranjeni v zaprtih steklenih kozarcih pri sobni temperaturi.

Vsem vzorcem, pristnim in potvorjenim, smo določili osnovne fizikalnokemijske značilnosti. Analizirali smo vsebnost: vode, aminokislina prolina, hidroksimetilfurfurala, prostih in skupnih kislin ter laktonov in izmerili električno prevodnost, specifični kot zasuka, vrednost pH in diastazno število. S senzorično analizo s preskusi z uporabo lestvic smo ugotavljali vpliv deleža dodanega sladkornega sirupa na intenzivnost sladkosti potvorjenih vrst medu. Zbrane rezultate smo nato statistično obdelali ter preučevali vpliv deleža dodanega sirupa in botaničnega porekla medu na analizirane parametre kakovosti medu.

Slovenski pravilnik o medu določa, da lahko med vsebuje največ 20 % vode, (Pravilnik o medu 2011). Normalno dozorel med vrhunske kakovosti lahko vsebuje največ 18,6 % vode (Doner, 2003). Rezultati analize vsebnosti vode so pokazali, da so vsi analizirani vzorci, tako pristni in kot potvorjeni, ustrezali Pravilniku o medu (2011). Največjo povprečno vsebnost vode med pristnimi vzorci so imeli vzorci lipovega medu, najmanjšo vsebnost vode pa smo določili v hojevem medu. Za vsebnost vode ne moremo reči, da je značilna za vrsto medu, saj je odvisna od zrelosti medu oziroma od časa točenja medu, kar pa je odvisno predvsem od posameznega čebelarja.

Od 22 pristnih vzorcev medu lahko 21 vzorcev uvrstimo v normalno dozorel med vrhunske kakovosti, le vzorec lipovega medu, L-1944, v katerem smo določili 19,0 % vode, temu ni ustrezal. Najmanj vode je vseboval vzorec cvetličnega medu (C-1945), ki smo mu izmerili 15,2 % vode. Naše podatke smo primerjali z že obstoječimi slovenskimi podatki (Golob in Plestenjak, 1999) in ugotovili, da so vrednosti primerljive. Grešak (2008) je v svojem diplomskem delu podobno kot mi, določila vsebnost vode v akacijevem (15,7 %) in kostanjevem medu (15,9 %), pri lipovem pa nekoliko odstopa od naše (16,5 %), saj smo mi določili nekoliko višjo vsebnost vode.

Med potvorjenimi vzorci akacijevega, lipovega in kostanjevega medu smo najmanjšo vsebnost vode določili v vzorcih, ki so vsebovali najmanj dodanega sladkornega sirupa. Večjo vsebnost vode smo določili v vzorcih, ki smo jim dodali največ sladkornega sirupa. To so bili vzorec akacijevega medu A-20, vzorec lipovega L-20 ter vzorec kostanjevega K-20. Rezultati, ki smo jih dobili pri določanju vsebnosti vode potvorjenega akacijevega, lipovega in kostanjevega medu so pričakovani.

Delež vode v vzorcih potvorjenega medu se je večal z večanjem deleža sladkornega sirupa, kar je razumljivo, saj je sladkorni sirup vseboval več vode kot pristni vzorci medu. Rezultati potvorjenih vrst medu, katerim smo dodali največ sladkornega sirupa, odstopajo v vsebnosti vode za približno 1 % vsebnosti vode od pristnih vzorcev medu.

Pravilnik o medu (2011) predpisuje, da mora imeti manin med električno prevodnost (χ) najmanj 0,8 mS/cm, χ za cvetlični oz. nektarni med pa največ 0,8 mS/cm. Večina analiziranih vzorcev je ustrezala predpisanemu normativu.

Med pristnimi vzorci je vzorec cvetličnega medu (C-1938) s prevodnostjo 0,809 mS/cm presegel predpisano vrednost. V vzorcu gozdnega medu (G-1937) je bila χ nižja od predpisane vrednosti. V povprečju je lipov med dosegal kar visoke vrednosti χ . Zanj je značilno, da je lahko nektarnega ali maninega izvora. Na vrednost χ imajo vpliv vremenske razmere, medenje in tudi čas točenja medu. Posledično so tudi razlike v izmerjenih vrednostih električne prevodnosti vzorcev lipovega medu večje. Prevodnost te vrste medu ni omejena, lahko je nizka, od 0,5 mS/cm naprej, lahko pa je tudi visoka, več kot 1 mS/cm (Golob in sod. 2008). Pri primerjavi s podatki iz slovenske literature (Golob in sod., 2008) vidimo, da so vrednosti električne prevodnosti zelo primerljive, saj nobene povprečne vrednosti posamezne vrste medu ne odstopajo. Ugotovili smo, da so povprečne vrednosti električne prevodnosti medu nektarnega in maninega izvora porazdeljujejo v skladu z pričakovanji. S statistično analizo (Duncanovim testom) smo ugotovili, da se je specifična električna prevodnost med posameznimi vrstami medu statistično značilno razlikovala.

Tudi potvorjeni vzorci so ustrezali zahtevam Pravilnika o medu (2011). V potvorjenih vzorcih medu se je električna prevodnost zmanjševala, glede na dodan delež sladkornega sirupa. Pri akacijevem medu ta razlika ni tako zelo opazna kot pri lipovem in kostanjevem medu. Pri akacijevem medu smo najvišjo vrednost χ izmerili vzorcu A-1, najnižjo vzorcu A-20. Pri kostanjevem in lipovem je sprememba električne prevodnosti tudi do 0,2 mS/cm od vzorca L-1 in K-1, ki vsebujeta najmanj sladkornega sirupa do vzorca L-2 in K-20, ki vsebujeta najvišji delež dodanega sladkornega sirupa. Kljub tolikšni spremembi električne prevodnosti, potvorjeni med še vedno ustreza predpisom, ki jih določa Pravilnik o medu (2011).

Med iz mane vsebuje več mineralnih snovi, zato je vrednost pH višja (Golob in sod. 2008). V vzorcih medu maninega izvora (kostanjev, gozdni in hojev med), smo pričakovano izmerili višji pH kot v medu nektarnega izvora (akacijev in lipov med). Lipov med je dosegel višji pH, saj je za lipov med značilno, da je lahko tako nektarnega kot maninega izvora. Po navedbah literature se pH vrednosti v medu gibljejo med 3,2 in 6,5 (Božnar, 2003). Tako pristni kot tudi potvorjeni vzorci medu so ustrezali navedbam literature, saj se je njihov izmerjeni pH gibal med 3,2 in 6,5. S statistično analizo (Duncanovim testom) smo ugotovili, da so se analizirani vzorci medu letnika 2010 statistično značilno razlikovali v vrednosti pH, glede na botanični izvor.

V potvorjenih vzorcih medu je pH akacijevega medu linearno naraščal, glede na dodan delež sladkornega sirupa. Izmerjeni pH v kostanjevem in lipovem se je nižal glede na dodan delež sladkornega sirupa, kar je bilo tudi pričakovano, saj je imel sirup nižji pH kot vzorci pristnega medu.

Vsebnost skupnih kislin predstavlja skupno vsebnost prostih kislin in laktonov. Pri primerjavi naših rezultatov s podatki različne tuje literature (Krauze in Zalewski, 1991, Persano-Oddo in sod., 1995, Marini in sod., 2004) opazimo, da so vsebnosti skupnih kislin v akacijevem, kostanjevem in hojevem medu primerljive, nekoliko večja odstopanja pa so v lipovem medu. S statistično analizo (Duncanovim testom) smo ugotovili, da se je vsebnost skupnih kislin med posameznimi vrstami medu statistično značilno razlikovala.

Za vzorce potvorjenega medu ugotavljamo, da se je vsebnost skupnih kislin v akacijevem in kostanjevem zmanjševala glede na delež dodanega sladkornega sirupa, kar smo tudi pričakovali, saj smo v sirupu določili manjšo vsebnost skupnih kislin kot v vzorcih pristnega medu. V vzorcih lipovega medu se je vsebnost skupnih kislin večala glede na delež dodanega sirupa, kar ni v skladu z našimi pričakovanji. Pri primerjavi s podatki tuje in domače literature se je vsebnost skupnih kislin potvorjenih vzorcev akacijevega, kostanjevega in lipovega medu manjšala. Lilek (2008) v svojem diplomskem delu navaja podatek za lipov med, in sicer 19,59 mekv/kg, ki je v primerjavi z našimi dobljenimi rezultati precej višji.

Laktoni nastajajo v procesu zorenja medu in kažejo na prisotnost aktivnega encima glukoza oksidaze (Božnar in Senegačnik, 1998). Rezultati naših analiz so pokazali, da je bila vsebnost laktonov v cvetličnem medu 7,49 mekv/kg, v gozdnem 4,27 mekv/kg, v akacijevem 5,14 mekv/kg, v lipovem 4,11 mekv/kg, v kostanjevem 3,54 mekv/kg ter v hojevem 2,38 mekv/kg. Krauze in Zalewski (1991) navajata podobne vsebnosti laktonov v akacijevem (4,88 mekv/kg) in kostanjevem medu (3,1 mekv/kg). Za lipov med navajata vsebnost (7,73 mekv/kg), medtem ko smo mi v tej vrsti medu določili nekoliko manjšo vsebnost laktonov. S statistično analizo (Duncanovim testom) smo ugotovili, da se je vsebnost laktonov med posameznimi vrstami medu statistično značilno razlikovala.

V potvorjenih vzorcih kostanjevega medu se je vsebnost laktonov zmanjševala z večanjem dodanega sladkornega sirupa. Do odstopanja je prišlo le pri enem vzorcu K-2. Tudi v akacijevem medu se je vsebnost laktonov manjšala. V lipovem medu pa se je vsebnost laktonov večala glede na % dodanega sladkornega sirupa, od najmanjše vsebnosti laktonov v vzorcu L-1, do največje v vzorcu L-20.

Ugotovili smo, da so vsi vzorci medu, tako pristni kot tudi potvorjeni, ustrezali Pravilniku o medu (2011), ki dovoljuje do 50 mekv prostih kislin/kg. Največjo povprečno vsebnost prostih kislin smo analizirali v cvetličnem medu, 20,79 mekv/kg, najmanj prostih kislin pa je bilo določenih v akacijevem medu, 9,87 mekv/kg. Pri primerjavi s podatki iz literature (Golob in sod., 2008) vidimo, da so vsebnosti prostih kislin primerljive.

S statistično analizo (Duncanovim testom) smo ugotovili, da se je vsebnost prostih kislin med posameznimi vrstami medu statistično značilno razlikovala.

V potvorjenih vzorcih kostanjevega in akacijevega medu se je vsebnost prostih kislin zmanjševala glede na delež dodanega sladkornega sirupa, kar je v skladu z našimi pričakovanji, saj je sirup vseboval manj prostih kislin kot pristni vzorci medu. V lipovem medu se je vsebnosti prostih kislin večala glede na dodan delež sladkornega sirupa. Potvorjene vzorce medu smo primerjali s pristnimi vzorci slovenske literature (Golob in sod., 2008). Pri primerjavi lahko opazimo, da so naši rezultati za akacijev in lipov med podobni in da ne odstopajo od objavljenih. V kostanjevem medu pa so naše vsebnosti prostih kislin nekoliko nižje v primerjavi z literaturo.

Pravilnik o medu (2011) predpisuje, da mora aktivnost encima diastaze v medu, ki jo opisujemo z diastaznim številom, dosegati najmanj vrednost 8. Iz aktivnosti encima diastaze v medu lahko precej zanesljivo sklepamo o pristnosti oz. ponarejenosti medu ali o morebitnem neustreznem postopanju z njim (Božnar in Senegačnik 1998). Razredčenje medu z dodajanjem primesi, kot so saharoza, hidroliziran škrob ter visoko fruktozno koruzni sirup (HFCS), vodi do zmanjšanja aktivnosti diastaze v medu (Voldrich in sod., 2009). Ugotovili smo, da so vsi pristni vzorci medu ustrezali Pravilniku o medu (2011).

Najvišjo povprečno vrednost diastaznega števila (DŠ) smo izmerili v kostanjevem 18,66 in cvetličnem medu 16,59, najnižjo pa v gozdnem 12,97. Primerjava naših rezultatov z rezultati slovenskih (Golob in sod., 2008) ter tujih avtorjev (Persano in Oddo, 1999) potrjuje, da imata kostanjev in cvetlični med najvišjo vrednost diastaznega števila. Golob in sod. (2008) v svoji literaturi navajajo vrednost DŠ 18,06 za cvetlični, 22,83 pa za kostanjev med, medtem ko Persano in Oddo za cvetlični 22,0, za kostanjev pa 24,9. Ovček (2007) je v svojem diplomskem delu podobno kot mi določila najvišjo vrednost diastaznega števila 22 vzorcu kostanjevega medu. Vsem vrstam medu smo izmerili nekoliko nižje povprečne vrednosti DŠ, razen že omenjenima akacijevega in lipovega medu v katerih smo določili nekoliko višjo povprečno vrednost DŠ v primerjavi s slovenskimi objavami. Z opravljeno statistično analizo (Duncanov test) smo ugotovili, da se gozdni in kostanjev med statistično značilno razlikujeta v vrednosti diastaznega števila. Akacijev, cvetlični, lipov, gozdni in hojev med se statistično značilno niso razlikovali med seboj, enako velja za kostanjev, akacijev, cvetlični, lipov in hojev med.

Tudi potvorjeni vzorci so ustrezali zahtevam Pravilnika o medu (2011), saj nobeden od vzorcev ni imel manjše vrednosti diastaznega števila od 8. Ugotovili smo, da dodatek sirupa vpliva na zmanjšanje DŠ. Zveza med deležem dodanega sirupa in velikostjo spremembe je linearna. Pri vseh treh vzorcih smo izmerili najvišjo vrednost diastaznega števila v vzorcu z najnižjim deležem sirupa, najnižjo pa v vzorcu, kateremu smo dodali največ fruktozno-glukoznega sirupa.

Cotte in sod. (2004) navajajo, da najbolj zastopana aminokislina prolin (550 do 570 mg/kg), predstavlja kar 50-60 % vsebnosti vseh aminokislin v medu. Pravilnik o medu iz leta 2011 ne vključuje zahtev glede vsebnosti prolina, Mednarodna komisija za med (IHC – International Honey Commission) pa ga omenja le kot dodatni (priporočeni) parameter kakovosti. V zrelem pristnem medu naj bi bilo več kot 180 mg prolina/kg medu. Največjo povprečno vsebnost prolina v pristnih vzorcih medu smo določili v cvetličnem medu najmanjšo pa v akacijevem. Naši rezultati ustrezajo priporočeni vsebnosti prolina, saj vsi vzorci presegajo 180 mg prolina na 1 kg medu. Naše rezultate smo primerjali s slovenskimi podatki (Jamnik in sod., 2004) in ugotovili, da so vrednosti primerljive. Opravili smo tudi statistično analizo (Duncanov test), ki je pokazala, da sta se cvetlični in akacijev med statistično značilno razlikovala v vrednosti diastaznega števila. Cvetlični, gozdni, lipov, kostanjev in hojev med se statistično značilno niso razlikovali med seboj, enako velja za gozdni, akacijev, lipov, kostanjev in hojev med.

V vseh treh vrstah potvorjenega medu smo določili največjo vsebnost prolina v vzorcu z najnižjim deležem sladkornega sirupa, najmanjšo pa v vzorcu z najvišjim deležem sladkornega sirupa. Ugotavljamo, da so takšni rezultati v skladu z našimi pričakovanji, saj ima sirup nižjo vrednost diastaznega števila kot pristni vzorci medu. Kljub dodatku sladkornega sirupa, so potvorjeni vzorci dosegali priporočeno vsebnost prolina, 180 mg/kg, ki jo navaja Mednarodna komisija za med.

HMF je snov, ki v svežem medu skoraj ni prisotna ali pa se nahaja v zelo majhnih količinah, njena koncentracija ne presega 1 mg/kg. V medu nastaja med dolgotrajnim skladiščenjem, mnogo hitreje pa med segrevanjem, npr. med utekočinjenjem ali pa s primesjo invertnega sirupa. Pravilnik o medu (2011) predpisuje, da lahko med vsebuje največ 40 miligramov hidroksimetilfurfurala v 1 kilogramu medu. Rezultati naših analiz so pokazali, da je bila povprečna vsebnost HMF v cvetličnem medu 11,25 mg/kg, v gozdnem 5,52 mg/kg, v akacijevem 2,90 mg/kg, v lipovem 1,59 mg/kg, v kostanjevem 1,70 mg/kg ter hojevem 1,63 mg/kg. Ugotovili smo, da so vsi pristni vzorci medu ustrezali Pravilniku (2011). S statistično analizo (Duncanovim testom) smo ugotovili, da so se akacijev, lipov, kostanjev in hojev med statistično značilno razlikovali od cvetličnega. Akacijev, lipov, kostanjev, hojev in gozdni med se statistično niso razlikovali med seboj, enako velja za cvetlični in gozdni med.

Tudi potvorjeni vzorci so ustrezali zahtevam Pravilnika o medu (2011), saj nobeden od vzorcev ni vseboval več hidroksimetilfurfurala od 40 mg/kg. Kerkvliet in Meijer (2000) sta poročala, da med s primesjo 50 % fruktoznega sirupa vsebuje dvakrat višjo vsebnost HMF kot čisti med. Vsem trem vrstam medu akacijevem, lipovem in kostanjevem se je vsebnost hidroksimetilfurfurala večala glede na delež dodanega sladkornega sirupa. Kot opazimo pa vsebnosti hidroksimetilfurfurala kljub potvorjenosti medu, ne presegajo vrednost 40 mg/kg, kot določa Pravilnik o medu (2011).

Med suče ravnino polarizirane svetlobe. To je ena od lastnosti, ki je odvisna od vrste sladkorjev v medu in njihovih relativnih razmerij (Božnar in Senegačnik, 1998). Dinkov (2003) navaja, da ima specifični kot zasuka nektarnega medu negativne vrednosti (npr. akacijev med ima $[\alpha]_D^{20} = -17,0^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$) ter med maninega izvora pozitivne vrednosti (npr. povprečni manin med ima $[\alpha]_D^{20} = 4,2^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$).

Lepen (2007) je v svojem diplomskem delu, enako kot mi, določila najmanjšo vrednost specifičnega kota zasuka za vzorce akacijevnega medu ($-16,93^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$), največjo pa za hojev med ($14,68^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$). Med iz nektarja (akacijev in cvetlični) je imel negativne vrednosti specifičnega kota zasuka, med iz mane (hojev) pa pozitivne vrednosti. Med mešanega izvora (lipov in kostanjev) je imel negativne vrednosti zaradi različnega odklanjanja polarizirane svetlobe glede na specifičen kot zasuka, odvisno od prisotnih sladkorjev in razmerij med njimi. Medtem ko Lepen (2007) v svoji diplomski nalogi navaja gozdni med s pozitivno vrednostjo specifičnega kota zasuka, smo mi v naših vzorcih izmerili negativno vrednost. Eden od možnih vzrokov za tak povprečni rezultat je premajhno število vzorcev.

Iz rezultatov opazimo, da so vrednosti specifičnega kota zasuka pri potvorjenih vzorcih medu naraščale glede na dodan delež sladkornega sirupa vsem trem vrstam medu, se pravi, da so vzorci postajali čedalje bolj desnosučni. Rezultate smo primerjali s slovenskimi podatki (Lepen, 2007). Naši rezultati so v primerjavi z objavljenimi rezultati primerljivi kljub temu, da smo medu dodajali fruktozno-glukozni sirup.

Susman (2011) je v svoji diplomski nalogi preučevala značilnosti dveh vrst potvorjenega medu (cvetličnega in gozdnega). Prišla je do podobnih zaključkov kot mi. Tako kot v naših vzorcih, se je tudi v njenih vzorcih medu vsebnost vode večala z večanjem dodatka sirupa. Tudi ona je določila v glukozno-fruktoznem sirupu večjo vsebnost vode kot v osnovnih vzorcih medu. Ugotovila je, da se je električna prevodnost, diastazno število in pH zmanjševalo glede na delež dodanega sladkornega sirupa. Do takšnih ugotovitev smo prišli tudi mi. Tudi njeni ponarejeni vzorci medu so ustrezali zahtevam Pravilnika o medu (2011), kljub 20 % dodajanju sladkornega sirupa.

Analizirani potvorjeni vzorci medu so ustrezali Pravilniku o medu (2011) v vseh fizikalnokemijskih parametrih. Ta podatek je zaskrbljujoč saj dokazuje, da je ponarejeni med težko odkriti s takšnimi analizami kot smo jih opravljali mi. Dokazali smo, da se vsebnosti nekaterih fizikalnokemijskih parametrov zvišajo, druge pa znižajo glede na dodan delež sladkornega sirupa. Vendar ti parametri nikoli ne presežejo vrednosti, ki jih predpisuje pravilnik. Ljudje, ki se poslužujejo takšnega načina goljufanja imajo velike dobičke, saj so cene sladkornih sirupov v primerjavi z navadnim sladkorjem veliko nižje in lahko dostopne na trgu.

V okviru raziskave smo izvedli tudi senzorično analizo treh pristnih in 21 potvorjenih vzorcev medu, in sicer z razvrščanjem intenzivnosti sladkosti od najmanj do najbolj sladkega ter z lestvico »ravno prav«.

Med vzorci akacijevega medu smo razvrstili kot najbolj sladek vzorec A-20. Tako so ga rangirali trije preizkuševalci od osmih. Tak rezultat smo tudi pričakovali, saj ta vzorec vsebuje najvišji delež dodanega sladkornega sirupa. Z lestvico »ravno prav« smo kar 3 vzorce ocenili z oceno 4 (nekoliko bolj sladek) to so: vzorec A-1930, vzorec A-1 ter A-2. Nobenega od vzorcev nismo ocenili z oceno 1, kot premalo sladek med.

Za lipov med smo razvrstili, da je najbolj sladek vzorec L-16. Tako so ga rangirali trije preizkuševalci od devetih. Sledila sta mu vzorec L-20, z najvišji deležem sladkornega sirupa in vzorec L-1 z najnižjim deležem sladkornega sirupa. Z lestvico »ravno prav« smo vzorce L-1, L-16 in vzorec L-20 ocenili z oceno 5 kot preveč sladek med. Nobenega od vzorcev nismo ocenili z oceno 1, kot premalo sladek med.

Med kostanjevim medom smo kot najbolj sladek vzorec razvrstili K-1. Tudi z lestvico »ravno prav« mu je namenilo oceno 5 največ preizkuševalcev ter ga označilo kot preveč sladek med.

Ugotovili smo, da nobena od uporabljenih lestvic ni omogočala pravilno določiti, kateremu vzorcu medu je bil dodan sladkorni sirup in kateremu ne. Ugotovili smo le nekatere nepravilnosti za posamezno vrsto medu glede samega okusa medu, kot so pekoč občutek in grenkoba medu.

5.2 SKLEPI

Na podlagi fizikalnokemijskih in senzoričnih analiz opravljenih na pristnih in potvorjenih vzorcih medu in na podlagi statistične obdelave rezultatov lahko povzamemo naslednje sklepe:

- Z večanjem deleža fruktozno-glukoznega sirupa se je vsebnost vode v vzorcih medu večala.
- Dodatek sladkornega sirupa je vplival na zmanjšanje električne prevodnosti medu.
- Vrednost pH se je z dodajanjem sladkornega sirupa v vzorcih kostanjevega in lipovega medu znižala v vzorcih akacijevga medu pa zvišala.
- Dodatek fruktozno-glukoznega sirupa je vplival na specifični kot zasuka v preučevanih vzorcih medu, vrednosti so se z večanjem količine dodanega sladkornega sirupa povečale.
- Dodajanje sladkornega sirupa je vplivalo na vsebnost HMF v vzorcih. Z večanjem deleža fruktozno-glukoznega sirupa se je vsebnost HMF v vzorcih medu povečala.
- Dodatek sladkornega sirupa je vplival na zmanjšanje diastaznega števila v vzorcih medu.
- Dodajanje vedno večjega deleža sirupa je vplivalo tudi na spremembo vsebnosti kislin v medu. Pri akacijevem in kostanjevem medu je dodajanje večjega deleža sirupa v med povzročilo zmanjšanje vsebnosti prostih in skupnih kislin, v lipovem pa povečanje. Tudi vsebnost laktonov se je v akacijevem in kostanjevem medu zmanjševala, v lipovem medu pa večala.
- Dodajanje sirupa je vplivalo na vsebnost prolina v vzorcih medu. Z večanjem deleža fruktozno-glukoznega sirupa se je vsebnost prolina zmanjšala.
- Vsi pristni in potvorjeni vzorci medu so ustrezali vrednostim parametrov kakovosti, ki jih predpisuje Pravilnik o medu (2011).
- Vzorci pristnih akacijevga, lipovega, kostanjevega, gozdnega, in hojevega medu so se statistično značilno razlikovali v naslednjih parametrih: v vsebnosti skupnih in prostih kislin, laktonov, aminokislini prolin, hidroksimetilfurfurala ter izmerjenih vrednostih električne prevodnosti, specifične rotacije, pH in diastaznega števila.

- Dodajanje sirupa je vplivalo na spremembe vrednosti parametrov kakovosti medu, vendar ne v tolikšni meri, da bi prekoračile zakonsko objavljene vrednosti. Kljub 20 % potvorbi pristnega medu z fruktozno-glukoznim sirupom so bili parametri še vedno v okviru dopustnih mej.
- Ugotovili smo, da nobena od uporabljenih senzoričnih lestvic ni omogočala razlikovati pristnega vzorca medu od potvorjenih.

6 POVZETEK

Med je naravno viskozno živilo, ki ga proizvajajo medonosne čebele (*Apis mellifera*). Poglavitna vira medu sta medicina in mana. Medičino ali nektar izločajo cvetovi večine cvetic, ki jih oprahujejo žuželke. Mana pa je lepljiva tekočina, ki jo žuželke izločajo na živih delih rastlin. Ti surovini čebele prinesejo v panj, kjer ju zgostijo in obogatijo s snovmi iz svojega telesa. Čeprav je med po evropskih predpisih naravni proizvod čebel, ki se mu ne sme ničesar dodati in ničesar odvzeti in je zapisano tudi v Pravilniku o medu (2011), v praksi to ne drži vedno. Trgovci pogosto stremijo le po večjem zaslužku, zato se na tržišču večkrat pojavlja potvorjen med. Takega proizvoda ni dovoljeno prodajati kot med. Tehnike ponarejanja medu temeljijo na dveh principih: redčenju medu z vodo ali z dodajanjem različnih vrst sirupov: invertnega sirupa (IS), konvencionalnega koruznega sirupa (CCS) ter visoko fruktozno koruznega sirupa (HFCS).

Cilj diplomske naloge je bil z izbranimi fizikalnokemijskimi analizami določiti nekatere parametre kakovosti v 22 vzorcih pristnega medu in v 21 namerno potvorjenih vzorcih medu, ki smo jim dodali fruktozno-glukozi sirup. V vseh analiziranih vzorcih smo določili vsebnost vode, hidrosimetilfurfurala (HMF), prostih in skupnih kislin ter laktonov, aminokislino prolin ter vrednosti električne prevodnosti, specifičnega kota zasuka in aktivnosti encima diastaze. S senzorično analizo s preskusi z uporabo lestvic smo v potvorjenih vzorcih akacijevega, kostanjevega in lipovega medu ugotavljali vpliv deleža dodanega sladkornega sirupa na intenzivnost sladkega okusa.

Vsi parametri analiziranih vzorcev cvetličnega medu so ustrezali predpisanim vrednostim Pravilnika o medu (2011). Ugotovili smo, da je cvetlični med v povprečju vseboval 16,6 g/100 g vode, 28,28 mekv/kg skupnih kislin, 20,79 mekv/kg prostih kislin, 7,49 mekv/kg laktonov 11,25 mg/kg hidrosimetilfurfurala, 634 mg/kg aminokislino prolin. Povprečna električna prevodnost je bila 0,6 mS/cm, vrednost pH 4,05, vrednost diastaznega števila 16,59 ter vrednost specifičnega kota zasuka $-19,12^{\circ} \text{ cm}^3/\text{g dm}$.

Za vzorce gozdnega medu smo ugotovili, da so v povprečju vsebovali 16,4 g/100 g vode, 26,19 mekv/kg skupnih kislin, 21,47 mekv/kg prostih kislin, 4,72 mekv/kg laktonov, 5,52 mg/kg hidrosimetilfurfurala, 456 mg/kg aminokislino prolin. Povprečna specifična prevodnost je bila 1,0 mS/cm, vrednost pH 4,59, vrednost diastaznega števila 12,97 ter vrednost specifičnega kota zasuka $-6,54^{\circ} \text{ cm}^3/\text{g dm}$.

Hojev med letnika 2010 je v povprečju vseboval 15,7 g/100 g vode, 19,12 mekv/kg skupnih kislin, 17,74 mekv/kg prostih kislin, 2,38 mekv/kg laktonov, 536 mg/kg aminokisliline prolin in 1,63 mg/kg hidrosimetilfurfurala. Električna prevodnost je bila 1,2 mS/cm, vrednost pH 5,02, vrednost diastaznega števila 14,56 ter vrednost specifičnega kota zasuka $10,95^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$. Vsi analizirani vzorci hojevega medu so ustrezali Pravilniku o medu (2011).

Pristni vzorci akacijevega medu so povprečno vsebovali 15,96 g/100 g vode, 15,01 mekv/kg skupnih kislin, 9,87 mekv/kg prostih kislin, 5,14 mekv/kg laktonov, 297 mg/kg prolina in 2,90 mg/kg hidrosimetilfurfurala. Povprečna vrednost električne prevodnosti je bila 0,2 mS/cm, pH 3,92, diastaznega števila 14,13, ter specifičnega kota zasuka $-23,00^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$. V vseh analiziranih vzorcih pristnega akacijevega medu so parametri ustrezali določbam Pravilniku o medu (2011).

Pri potvorjenih vzorcih akacije so se vrednosti električne prevodnosti, diastaznega števila, pH, specifičnega kota zasuka, vsebnosti hidrosimetilfurfurala in vode večale z večanjem deleža dodanega fruktozno-glukoznega sirupa. Najnižje vrednosti naštetim fizikalnokemijskim parametrom smo določili v vzorcu A-1, najvišje pa v vzorcu A-20. Vsebnost skupnih kislin, prostih kislin in laktonov se je zmanjševala glede na delež dodanega sladkornega sirupa. Pri teh fizikalnokemijskih parametrih smo največjo vsebnost izmerili v vzorcu A-1, najmanjšo pa v vzorcu A-20. Kljub dodatku fruktozno-glukoznega sirupa so analizirani parametri v potvorjenih vzorcih akacijevega medu še vedno ustrezali Pravilniku o medu (2011).

S senzorično analizo smo ocenili, da je preveč sladek vzorec akacijevega medu A-8, saj so ga preizkuševalci razvrstili kot najbolj sladek z obema ocenjevalnima lestvicama. Takega rezultata nismo pričakovali, saj je ta vzorec vseboval le 8 % sladkornega sirupa. Pričakovali smo, da bo kot preveč sladek ocenjen vzorec A-20, ki je vseboval največ dodanega sladkornega sirupa.

Vsi analizirani vzorci pristnega lipovega medu so ustrezali Pravilniku o medu (2011). Povprečna vsebnosti vode je bila 17,27 g/100 g, vsebnost skupnih kislin 15,48 mekv/kg, prostih kislin 11,34 mekv/kg, laktonov 4,11 mekv/kg, 388 mg/kg prolina in 1,59 mg/kg hidrosimetilfurfurala. Povprečna vrednost električne prevodnosti je bila 0,72 mS/cm, pH 4,75, diastaznega števila 15,75 ter specifičnega kota zasuka $-16,69^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$.

V potvorjenih vzorcih lipovega medu so se vrednosti električne prevodnosti, diastaznega števila, pH, vsebnosti prostih kislin in aminokisliline prolin zmanjševale glede na delež dodanega fruktozno-glukoznega sirupa. Vsebnost hidrosimetilfurfurala, skupnih kislin, laktonov in vode se je večala z naraščanjem deleža dodanega sladkornega sirupa. Kljub dodatku fruktozno-glukoznega sirupa so vsi parametri v potvorjenih vzorcih lipovega medu ustrezali Pravilniku o medu (2011).

Med osmimi vzorci lipovega medu je bil vzorec L-16 razvrščen kot najbolj sladek. Z lestvico ravno prav pa vzorec L-20. Kot premalo sladek med nismo ocenili nobenega od vzorcev. Za najbolj sladek med smo določili vzorec z najvišjim dodanim deležem sladkornega sirupa.

Po opravljenih analizah pristnih vzorcev kostanjevega medu smo ugotovili, da je povprečno vseboval 16,19 g/100 g vode, 14,60 mekv/kg skupnih kislin, 11,05 mekv/kg prostih kislin, 3,54 mekv/kg laktonov, 558 mg/kg aminokislina prolin in 1,70 mg/kg hidroksimetilfurfurala. Povprečna vrednost električne prevodnosti je bila 1,4 mS/cm, vrednost pH 5,45, vrednost diastaznega števila 18,66 ter vrednost specifičnega kota zasuka $-19,48^{\circ} \text{ cm}^3/\text{g}$. Vrednosti analiziranih parametrov v pristnih vzorcih kostanjevega medu so ustrezale zakonskim predpisom.

Vrednosti specifičnega kota zasuka, vsebnosti hidroksimetilfurfurala in vode so se v potvorjenih vzorcih kostanjevega medu večale glede na delež dodanega fruktozno-glukoznega sirupa. Vsebnost skupnih kislin, prostih kislin, laktonov, aminokislina prolin, hidroksimetilfurfurala, vrednost diastaznega števila, pH, ter električne prevodnosti so se nižale z naraščajočim deležom dodanega sladkornega sirupa. Vrednosti analiziranih parametrov v potvorjenih vzorcih kostanjevega medu so ustrezale zakonskim predpisom.

Kot najbolj sladek med je bil med vzorci kostanjevega medu ocenjen vzorec K-1. Rezultat ni bil pričakovan, saj je ta vzorec vseboval najmanj dodanega sladkornega sirupa.

7 VIRI

- Adamič Š. 1898. Temelji biostatike. 2. izd. Ljubljana, Medicinska fakulteta Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani: 195-195
- Ajlouni S., Sujirapinyokul P. 2010. Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 119: 1000-1005
- Anklam E. 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63, 4: 549-562
- AOAC 962.19. Acidity (free, lactone and total) of honey. Titrimetric method . 1999. V: Official methods of analysis of AOAC International. Vol. 2. 16th ed., 5th revision. Cunniff P.(ed.). Gaithersburg, AOAC International, Chapter 44: 31 – 31
- Belitz H. D., Grosch W. 1999. Food chemistry. 2nd ed. Berlin, Springer: 821-828
- Bernard I., Poklukar J. 2001. Kvantitativna analiza vsebnosti cvetnega prahu pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill) v medu, iztočenega v Sloveniji v letu 1999. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo (Zootehnika), 78, 2: 110-115
- Blaise W., Eggleston G., Sammataro D., Cornett C., Dufault R., Deeby T., St Cyr E. 2009. Formation of hydroxymethylfurfural in domestic high-fructose corn syrup and its toxicity to the honey bee (*Apis mellifera*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 7369–7376
- Bogdanov S. 2009. Harmonised methods of the International Honey Commission. Bern, Swiss Bee Research Centre, International Honey Commission, World network of Honey science: 63 str.
<http://www.bee-hexagon.net/en/network.htm> (februar, 2011)
- Bogdanov S. 1999. Honey quality and international regulatory standards review by the International Honey Commission. *Bee World*, 80: 61-69
- Božnar A., Senegačnik 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. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 579-588
- Božnar M. 2002. Zaklad iz čebeljega panja. Ljubljana, Kmečki glas: 9-20

- Brvar B. 2007. Statistika. Ljubljana, Fakulteta za varnostne vede: 108 str.
- Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. 2002. Official Journal of the European Communities, 45, L 10: 47-52
- Cotte J. F., Casabianca H., Giroud B., Albert M., Lheritier J., Grenier-Loustalot M. F. 2004. Characterization of honey: Amino acid profiles using high-pressure liquid chromatography to control authenticity. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 378: 1342–1350
- Dinkov D. 2003. A scientific note on the specific optical rotation of three honey types from Bulgaria. *Apidologie*, 34: 319-320
- Doner L.W. 2003. Honey. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 5. 2nd ed. Caballero B., Trugo L., Finglas P. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 3125-3130
- Golob T. 1999. Osnove refraktometrije in elektrolitske prevodnosti. V: *Pridelava in kontrola medu v okviru kolektivne blagovne znamke za slovenski med*. Golob T. (ur.). Ljubljana, Čebelarstva zveza Slovenije in Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 49-60
- Golob T., Bertonec J., Doberšek U., Jamnik M. 2006. *Senzorična analiza živil*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 40-50
- Golob T., Plestenjak A. 1999. Quality of Slovenian honey. *Food Technology and Biotechnology*, 37, 3: 195-201
- Golob T., Jamnik M., Kropf U., Bertonec J., Kandolf A. 2008. Fizikalno-kemijski parametri ter senzorične in mikroskopske značilnosti slovenskega medu. V: *Med. Značilnosti slovenskega medu*. Kandolf A. (ur.). Lukovica, Čebelarstva zveza Slovenije: 43–49
- Golob U. 2007. Prolin-parameter kakovosti medu. *Slovenski čebelar*, 109, 3: 75-77
- Grešak M. 2008. Določanje vrstne značilnosti medu. *Diplomsko delo*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 43–43
- Kapš P. 1998. *Med in zdravje*. Novo mesto, Založba ERRO: 261–261
- Kerkvliet J. D., Meijer, H. A. J. 2000. Adulteration of honey: Relation between microscopic analysis and d13C measurements. *Apidologie*, 31: 717–726

- Kmecl V. 2006. Kakovost slovenskega medu. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 27 str.
- Košmelj K. 2007. Uporabna statistika. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 239 str.
- Košmelj K., Kastelec D. 2003. Uporabna biostatistika. Načrtovanje in analiza poskusov: delovno gradivo za podiplomski študij. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 108 str.
- Krauze A., Zalewski R. I. 1991. Classification of honeys by principal component analysis on the basis of chemical and physical parameters. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 192: 19-23
- Krell R. 1996. Value-added products from beekeeping. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 5-85
- Kropf U., Jamnik M., Bertonec J., Golob T. 2008. Linear regression model of the ash mass fraction and electrical conductivity for Slovenian honey. *Food Technology and Biotechnology*, 46, 3: 335-340
- Kukurova K., Karovičeva J., Greif G., Kohajdova Z., Lehkoživova J. 2006. Determination of 5-hydroxymethylfurfural after winkerand by the HPLC method for authentication of honey. *Chemical and Food Technology*, 60, 3: 186-191
- Lepen A. 2007. Specifični kot zasuka medu. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 36-49
- Marini F., Magri A. L., Balestrieri F., Fabretti F., Marini D. 2004. Supervised pattern recognition applied to the discrimination of the floral origin of six types of Italian honey samples. *Analytica Chimica Acta*, 515: 117-125
- Molan P.C. 1996. Authenticity of honey. V: Food authentication. Ashurts P. R., Dennis M. J. (eds.). London, Blackie Academic & Professional; 257-303
- Meda A., Lamien C.E., Romito M., Millogo J., Nacoulma O.G. 2005. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91: 571-577
- Meglič M. 2004. Čebelji pridelki: pridobivanje in trženje. 1. izd. Brdo pri Lukovici, Čebelarstva zveza Slovenije: 15-40

- Ovčec S. 2007. Encimska aktivnost medu. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 31-31
- Ozcan M., Arslan D., Ali Ceylan D. 2006. Effect of inverted saccharose on some properties of honey. *Food Chemistry*, 99: 24-29
- Pedrotti W. 2003. Med, cvetni prah, matični mleček, propolis in sirup: lastnosti in učinki pridelkov čebeljega panja in apiterapija. Ljubljana, Pisanica, Delo revije: 12-30
- Persano-Oddo L., Piazza M. G., Sabatini A. G., Accorti M. 1995. Characterization of unifloral honeys. *Apidologie*, 26: 453-465
- Plestenjak A. 1999. Fizikalno-kemijske lastnosti medu, zakonodaja vzorčenje. V: Pridelava in kontrola medu v okviru kolektivne blagovne znamke za Slovenski med. Golob T. (ur.) Ljubljana, Čebelarstva zveza Slovenije in Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 14-17
- Plestenjak A., Golob T. 2000. Analiza kakovosti živil. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 80-86
- Pravilnik o medu. 2011. Uradni list Republike Slovenije, 21, 4: 345-347
- Jamnik M., Bertonec J., Golob T. 2004. Content of proline in Slovenian Honey. V: 2nd Central European Congress on Food, April 26-28, 2004, Budapest, Hungary. CEFood Congress, congress proceedings: oral presentations, poster session consumers, nutrition, safety, technology: 1-3
- Jesenko J. 2001. Statistika v organizaciji in managementu. Kranj, Moderna organizacija: 9 str.
- Junk W. R., Panacoast H. M. 1973. Handbook of sugars. Westport, AVI Publishing Company: 295-296
- Senegačnik J., Pokorn D., Orožen-Adamič A., Mihelič A. 1985. Med – sladilo, živilo, zdravilo. Ljubljana, ČGP Kmečki glas: 7-20
- Serrano S., Espejo R., Villarejo M., Jodral M. L. 2007. Diastase and invertase activities in Andalusian honeys. *Journal of Food Science and Technology*, 42: 76-79

Susman Š. 2011. Primerjava parametrov kakovosti pristnega in potvorjenega medu.
Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za
živilstvo: 65 str.

Tominec M. 2010. Kvantitativna določitev aminokislin v medu z metodo HPLC.
Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za
živilstvo: 31□31

Voldrich M., Rajchl A., Cizkova H., Cuhra, P. 2009. Detection of foreign enzyme addition
into the adulterated honey. Czech Journal of Food Sciences 27, Sp. Iss.: S280-S282

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. Tereziji Golob za njeno strokovno pomoč in vzpodbudo, ki sem jo bila deležna pri nastajanju diplomskega dela.

Zahvala velja tudi recenzentu doc. dr. Rajku Vidrihu za strokoven pregled diplomske naloge.

Zahvaljujem se asistentki Mojci Korošec za vodstvo, strokovno pomoč pri pisanju, za čas, ki si ga je vzela za podroben pregled moje diplomske naloge. S svojim znanjem in izkušnjam je veliko prispevala h končni obliki diplome.

Posebno omembo in zahvalo si zasluži tudi ga. Marinka, ki mi je pomagala reševati velike in majhne težave, ter poskrbela za dobro vzdušje v laboratoriju.

Hvala knjižničarki ga. Lini Burkan za pomoč pri zbiranju in urejanju literature.

Hvala tudi tebi mami, ker si me optimistično spodbujala, podpirala in verjela vame ves čas študija.

Zahvala gre tudi tebi Matevž, ker si mi ves čas nastajanja diplomske naloge stal ob strani.

PRILOGE

Priloga A1: Vsebnost vode, hidroksimetilfurfurala (HMF), vrednosti električne prevodnosti, specifičnega kota zasuka (α_{118}^{20}) in diastaznega števila (DŠ) v pristnih vzorcih medu letnik 2010. Vsi parametri so izračunano povprečje dveh paralelnih meritev

Št. vzorca	Vrsta medu	Voda (g/100)	χ (mS/cm)	α_{118}^{20} ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)	DŠ	HMF (mg/kg)
A-1930	akacija	16,25	0,262	-24,25	15,33	5,18
A-1931	akacija	16,40	0,238	-22,78	17,87	2,11
A-1932	akacija	15,50	0,171	-21,41	12,58	2,30
A-1942	akacija	15,50	0,136	-23,61	10,74	2,02
C-1936	cvetlični	16,70	0,640	-18,48	18,58	8,93
C-1938	cvetlični	16,45	0,809	-19,64	17,61	7,01
C-1939	cvetlični	17,00	0,592	-20,37	10,09	20,93
C-1945	cvetlični	15,20	0,583	-18,54	16,88	10,37
C-1946	cvetlični	17,80	0,375	-18,55	19,73	9,02
L-1933	lipa	16,60	0,736	-14,53	16,15	0,86
L-1944	lipa	19,00	0,731	-25,26	14,95	2,11
L-1947	lipa	16,20	0,698	-10,30	16,14	1,82
K-1948	kostanj	16,30	1,456	-14,86	19,93	1,82
K-1934	kostanj	16,15	0,807	-17,80	16,79	2,40
K-1935	kostanj	15,35	1,065	-18,40	18,09	1,92
K-1941	kostanj	16,30	1,791	-26,64	20,42	1,73
K-1943	kostanj	16,85	1,853	-19,70	18,06	0,67
G-1937	gozdni	16,90	0,717	-4,19	16,50	10,56
G-1949	gozdni	15,90	1,249	-8,90	9,44	0,48
H-1949	hoja	15,95	1,059	8,40	13,39	1,44
H-1950	hoja	15,35	1,362	13,50	15,74	1,82

Priloga A2: Vsebnosti prostih kislin (PK), skupnih kislin (SK), laktonov ter vrednosti pH in aminokislina prolina v pristnih vzorcih medu letnik 2010. Vsi parametri so izračunano povprečje dveh paralelnih meritev

Št. vzorca	Vrsta medu	pH	PK (mekv/kg)	Laktoni (mekv/kg)	SK (mekv/kg)	Prolin (mg/kg)
A-1930	akacija	3,65	16,12	7,53	23,65	445,2
A-1931	akacija	3,98	8,59	4,64	13,23	295,6
A-1932	akacija	4,02	7,53	4,19	11,71	257,4
A1942	akacija	4,04	7,25	4,21	11,46	190,5
C-1936	cvetlični	4,29	17,40	6,04	23,44	565,9
C-1938	cvetlični	4,10	23,45	9,01	32,46	1054,9
C-1939	cvetlični	4,01	21,91	7,18	29,09	536,2
C-1945	cvetlični	3,95	23,95	8,60	32,56	504,3
C-1946	cvetlični	3,88	17,22	6,65	23,87	509,4
L-1933	lipa	5,39	6,49	0,67	7,15	397,8
L-1944	lipa	4,56	12,25	4,01	16,26	361,8
L-1947	lipa	4,29	15,39	7,65	23,04	404,6
K-1948	kostanj	4,87	18,25	4,46	22,71	586,7
K-1934	kostanj	4,47	14,18	6,31	20,48	623,6
K1935	kostanj	5,27	10,33	1,90	12,23	533,5
K-1941	kostanj	6,22	6,46	2,58	9,04	559,6
K-1943	kostanj	6,42	6,07	2,47	8,54	488,5
G-1937	gozdni	4,09	23,45	7,02	30,46	643,6
G-1949	gozdni	5,10	19,49	2,42	21,92	268,9
H-1949	hoja	4,99	13,77	2,56	16,33	440,2
H-1950	hoja	5,04	19,70	2,20	21,90	633,3

