

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Sandra KOZLAR

**VPLIV LETNIKA NA VSEBNOST SLADKORJEV IN KISLIN
V MEDU**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE EFFECT OF VINTAGE ON THE CONTENT OF SUGAR AND
ACIDS IN HONEY**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je bilo opravljeno v laboratoriju Katedre za vrednotenje živil Oddelka za živilstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. T. Golob in za recenzenta doc. dr. R. Vidriha.

Mentorica: prof. dr. Terezija Golob

Recenzent: doc. dr. Rajko Vidrih

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega dela.

Sandra KOZLAR

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
DK UDK 638.16:543.61:544.1(043)=863
KG med/ slovenski med/ kemijska sestava/ saharoza/organske kisline/ laktoni/ pH/ fizikalno – kemijske lastnosti/ specifični kot zasuka
AV KOZLAR, Sandra
SA GOLOB, Terezija (mentorica)/ VIDRIH, Rajko (recenzent)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI 2007
IN VPLIV LETNIKA NA VSEBNOST SLADKORJEV IN KISLIN V MEDU
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP X, 81 str., 21 pregl., 14 sl., 85 vir.
IJ SL
JI sl/en
AI V vzorcih osmih vrst medu (akacijev, cvetlični, lipov, kostanjev, smrekov in repični), letnik 2006 je bila analizirana vsebnost saharoze, prostih kislin, laktonov in skupnih kislin ter izmerjena pH vrednost. Dobljeni rezultati so primerjani z rezultati analiz medu letnika 2005. Analizirani vzorci medu so imeli povprečno vrednost pH 5,04, vsebnost prostih kislin je bila od 6,97 do 29,19 meq/kg, vsebnost laktonov je bila od 0 meq/kg do 5,87 meq/kg, vsebnost skupnih kislin pa od 8,32 meq/kg do 30,69 meq/kg. Primerjava proučevanih parametrov v medu iz leta 2006 in leta 2005 je pokazala, da so imeli analizirani vzorci medu iz 2006 višje vrednosti pH, manjšo vsebnost prostih in skupnih kislin ter sladkorjev. Večja odstopanja so bila v medovih iz mane. Statistična analiza je pokazala, da obstajajo statistično značilne razlike ($P \leq 0,05$) med posameznimi vrstami medu v naslednjih obravnavanih parametrih: vsebnosti saharoze določene polarimetrično, specifičnemu kotu zasuka, vsebnosti fruktoze in rafinoze. Medtem ko so bile statistično značilne razlike med vzorci različnih letnikov medu ugotovljene za vsebnost vode, vsebnost laktonov, fruktoze in rafinoze.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dn
DC UDK 638.16:543.61:544.1(043)=863
CX honeys/ Slovenian honey/ chemical composition/ saccharose/ organic acids/ lactones/
pH/ physico- chemical properties/ specific rotation
AV KOZLAR, Sandra
AA GOLOB, Terezija (supervisor) / VIDRIH, Rajko (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science Tehnology
PY 2007
TI THE EFFECT OF VINTAGE ON THE CONTENT OF SUGAR AND ACIDS IN
HONEY
DT graduation thesis (university studies)
NO X, 81 p., 21 fig., 14 ann., 85 ref.
LA SL
AL sl/en
AB 8 sorts of honey (acacia, flower, chest nut, pine and rape) of the year 2006 were analysed for the content of saccharose, free acids, lactones and common acids as well as for pH. All results were compared with the results of honey analyses in 2005. The average pH in the analysed samples of honey was 5.4, and the samples contained from 6.97 to 29.19 meq/kg free acids, from 0 meq/kg to 5.87 meq/kg lactones, and from 8.32 meq/kg to 30.69 meq/kg common acids. The comparison of the researched parameters of honey from the years 2005 and 2006 showed, that the 2006 samples had a higher pH but a lower content of free and common acids and sugars. Major deviations occurred in the manna honeys. The statistic analysis showed that there were statistically characteristic differences ($P \leq 0.05$) between different honey sorts in the following parameters: the polarimetrically defined content of saccharose, the specific angle of turn, the content of fructose and raffinose. The statistically characteristic differences between the samples of different years of honey were established for the content of water, lactones, fructose and raffinose.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 NAMEN DELA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 NASTANEK MEDU	2
2.2 VRSTA IN IZVOR MEDU	3
2.2.1 Med iz nektarja	3
2.2.2 Med iz mane	3
2.3 SESTAVA MEDU	4
2.3.1 Pravilniki o medu	5
2.3.2 Vsebnost vode v medu	6
2.3.3 Ogljikovi hidrati	6
2.3.3.1 Monosaharidi	8
2.3.3.2 Disaharidi	9
2.3.3.3 Oligosaharidi	11
2.3.3.4 Polisaharidi	12
2.3.4 Kisline	12
2.3.5 Encimi	15
2.4 ZNAČILNOSTI MEDU	16
2.4.1 Kristalizacija	16
2.4.2 Higroskopnost medu	16
2.4.3 Optične lastnosti medu	17
2.5 KROMATOLOGRAFIJA	17
2.5.1 HPAEC-PAD kromatografija	17
2.5.1.1 Metoda HPAEC-PAD	17
2.6 SPECIFIČNI KOT ZASUKA	19
2.7 SPECIFIČNA ELEKTRIČNA PREVODNOST MEDU	20
2.8 DOLOČANJE SLADKORJEV S HPAEC-PAD METODO (NOZAL IN SOD., 2005)	21
2.9 POLARIMETRIČNA ANALIZA	23
3 MATERIAL IN METODE	24
3.1 MATERIAL	24

3.2 FIZIKALNO-KEMIJSKE METODE	24
3.2.1 Določanje kislosti s titrimetrično metodo (AOAC 962.19, 1999)	24
3.2.2 Določanje vsebnosti vode z ročnim refraktometrom (Plestenjak in Golob, 2000)	25
3.2.3 Merjenje specifične električne prevodnosti s konduktometrom (Bogdanov, 1997) (modificirana metoda)	26
3.2.4 Polarimetrično določanje saharoze (Plestenjak in Golob, 2000).....	26
3.2.5 Specifični kot zasuka medu.....	27
3.3 STATISTIČNA ANALIZA.....	28
4 REZULTATI Z RAZPRAVO	31
4.1 REZULTATI VSEBNOSTI SAHAROZE DOLOČENE S POLARIMETRIČNO METODO	31
4.2 REZULTATI VSEBNOSTI RAZLIČNIH SLADKORJEV V MEDU PO METODI HPAEC-PAD.....	34
4.3 REZULTATI MERJENJA SPECIFIČNEGA KOTA ZASUKA.....	36
4.4 REZULTATI MERJENJA SPECIFIČNE ELEKTRIČNE PREVODNOSTI	38
4.5 REZULTATI VSEBNOSTI PROSTIH IN SKUPNIH KISLIN, LAKTONOV IN VREDNOSTI pH V POSAMZNIH VRSTAH MEDU	39
4.6 REZULTATI STATISTIČNE ANALIZE	47
4.6.1 Levenov test homogenosti variance.....	47
4.6.2 Analiza variance (ANOVA)	48
4.6.3 Duncanov test.....	48
4.6.4 Analiza povezanosti spremenljivk.....	50
5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	52
5.1 RAZPRAVA.....	52
5.2 SKLEPI.....	54
6 POVZETEK.....	55
7 VIRI	56
PRILOGE.....	64

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Minimalne in maksimalne vsebnost sestavin posameznih vrst medu (Pravilnik o medu, 2004)	5
Preglednica 2: Vsebnost vode (%) v akacijevem, cvetličnem in kostanjevem medu različnega evropskega geografskega porekla	6
Preglednica 3: Sladkorji, ki so bili identificirani v medu (Doner, 2003)	7
Preglednica 4: Vsebnost fruktoze, glukoze, njuna vsota in razmerje ter vsebnost saharoz v različnih sortah francoskega medu (Cotte in sod., 2004)	8
Preglednica 5: Vsebnost monosaharidov v medu glede na geografsko poreklo	9
Preglednica 6: Povprečna vsebnost saharoze (g/100 g) v akacijevem, cvetličnem in kostanjevem medu različnega evropskega geografskega porekla	10
Preglednica 7: Primerjava vsebnosti prostih in skupnih kislin laktonov in vrednosti pH v španskem medu iz nektarja (cvetlični) in medu iz mane (Terrab in sod., 2002)	13
Preglednica 8: Vsebnost prostih in skupnih kislin ter vrednosti pH v medu glede na geografsko poreklo	14
Preglednica 9: Disociacijske konstante nekaterih tipičnih ogljikovih hidratov (v vodi pri 25 °C) (Analysis of carbohydrates by HPAE-PAD, 2000)	18
Preglednica 10: Specifična električna prevodnost (mS/cm) akacijevega, cvetličnega in kostanjevega medu različnega geografskega porekla	21
Preglednica 11: Delovni pogoji črpalke	22
Preglednica 12: Vrste medu, število vzorcev in oznake posameznih vzorcev medu letnika 2006 in repični vzorci letnika 2007	24
Preglednica 13: Vsebnost saharoze (g/100 g) v medovih letnikov 2006 določena s polarimetrično metodo	31
Preglednica 14: Vsebnost saharoze (g/kg) v medu letnika 2005 določena s HPAEC-PAD in s polarimetrično metodo, ter vsebnost saharoze (g/kg) v medu letnika 2006 določena s polarimetrično metodo	33
Preglednica 15: Rezultati vsebnosti različnih sladkorjev v medu po metodi HPAEC-PAD	35

Preglednica 16: Specifična električna prevodnost medu (mS/cm) z izračunanimi statističnimi parametri	38
Preglednica 17: Osnovni statistični parametri za vrednost pH, vsebnost skupnih in prostih kislin ter laktonov	40
Preglednica 18: Duncanov test za vsebnost vode, skupnih in prostih kislin, ter saharoze in fruktoze v posamezni vrsti medu	48
Preglednica 19: Duncanov test za vsebnost vode in laktonov glede na letnik medu	49
Preglednica 20: Korelacijski koeficient med analiziranimi parametri	50
Preglednica 21: Linearani regresijski modeli ter pripadajoče vrednosti	51

KAZALO SLIK

Slika 1: Vsebnost saharoze določena s polarimetrično metodo v medovih letnika 2006	32
Slika 2: Vsebnost saharoze v medu letnikov 2005 in 2006	34
Slika 3: Specifični kot zasuka v različnih vrstah medu	37
Slika 4: Specifična električna prevodnost analiziranih vzorcev medu	39
Slika 5: Primerljivost različnih parametrov v medu glede na izvor in letnik	40
Slika 6: Vrednost pH v posameznih vrstah medu letnika 2006	41
Slika 7: Primerljivost vrednosti pH v medu različnih letnikov	42
Slika 8: Vsebnost prostih kislin v posameznih vrstah medu letnika 2006	43
Slika 9: Vsebnost prostih kislin v medu različnih letnikov	44
Slika 10: Vsebnost laktonov v posameznih vrstah medu letnika 2006	44
Slika 11: Vsebnost laktonov v medu različnih letnikov	45
Slika 12: Vsebnost skupnih kislin v posameznih vrstah medu letnika 2006	46
Slika 13: Vsebnost skupnih kislin v medu različnih letnikov	47
Slika 14: Zveze med vsebnostjo skupnih in prostih kislin v posameznih vrstah medu	51

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

FA – proste kisline

F/G – razmerje med fruktozo in glukozo

F+G – vsota fruktoze in glukoze, tj. invertni oz. reducirajoč sladkor

HPLC – visokotlačna tekočinska kromatografija (High Pressure Liquid Chromatography)

HPAEC-PAD – anionsko izmenjevalna tekočinska kromatografija visoke zmogljivosti s pulzno amperometrično detekcijo (ang. high-performance anion-exchange chromatography with pulsed amperometric detection)

KV – koeficient variabilnosti

LA – laktoni

n – število statističnih enot

SD – standardna deviacija

TA – skupne kisline

$\bar{\chi}$ – povprečna vrednost

Vrste medu:

A – akacijev med

C – cvetlični med

G – gozdni med

L – lipov med

K – kostanjev med

S – smrekov med

1 UVOD

Med je od nekdaj cenjen kot dragoceno hranilo, saj so ga že v starih civilizacijah uporabljali tudi kot zdravilo in še danes ima v ljudskem zdravilstvu visoko mesto. Tisočletja je bil edino sladilo, kasneje so raziskovalci našli v medu še veliko drugih za človeka koristnih sestavin.

Naravno živilo, ki je gosto tekoče ali kristalizirano, proizvedejo čebele. Nastane iz različnih virov: cvetličnega nektarja ali drugih izločkov rastlinskih delov oziroma iz različnih vrst mane, to je izločkov žuželk, ki živijo na različnih delih rastlin. Osnovni material prinašajo čebele v panj, ga obdelajo, mu dodajo izločke svojih žlez, zgostijo in nato shranjujejo v pokritih celicah satja (Božnar in Senegačnik, 1998).

Med je naravno živilo in odlični naravni nadomestek sladkorja, ki poleg enostavnih sladkorjev (fruktoza in glukoza), saharoze in drugih sestavljenih sladkorjev (maltoza, turanoza, melibioza, izomaltoza, maltotrioza, melecitoza, rafinoza, erloza, panoza, gentibioza, izomaltotrioza in drugi), vsebuje še druge snovi, kot so organske kisline, aminokisline, beljakovine, encimi, voda, vitamini, dušikove spojine, barvila, minerali, trdni delci itd. Vsebnost kislin (prostih in skupnih) in vrednost pH sta odvisni predvsem od procesa in pogojev nastajanja medu. Vsebnosti posameznih sladkorjev in razmerja med njimi pa so odvisni od botaničnega porekla, sestave nektarja oziroma mane, klimatskih razmer in vrste čebel. Vrste, vsebnosti in razmerja sladkorjev določajo fizikalno kemijske lastnosti medu.

1.1 NAMEN DELA

Namen diplomskega dela je bil analizirati vzorce medu letnika 2006 in jim določiti pH vrednost, vsebnost saharoze s polarimetrično metodo ter vsebnost prostih in skupnih kislin ter laktonov s titrimetrično metodo (AOAC 962.19, 1999). Rezultate smo primerjali s podatki o vsebnostih posameznih sladkorjev v slovenskem medu starejših letnikov in s podatki iz literature.

2 PREGLED OBJAV

2.1 NASTANEK MEDU

Med je živilo z veliko hranilno vrednostjo, ki ga medonosne čebele (*Apis mellifera*) pripravljajo iz nektarja cvetov medonosnih rastlin ali iz mane.

Med nastane iz različnih virov: iz cvetličnega nektarja ali mane. Nektar je sladek sok, ki ga izločajo posebne rastlinske žleze nektarji ali medovne žleze. Običajno je koncentracija sladkorja v nektarju 20 do 40 %, lahko pa doseže tudi do 80 %. Poleg sladkorjev vsebuje vodo, eterična olja, organske kisline, pelodna zrna in majhno količino mineralov, proteinov, lipidov, vitaminov, antioksidantov, alkaloidov, fenolov in saponinov (Poklukar in sod., 1998). Sestava nektarja se razlikuje glede na vrsto rastline, v kateri nastane. Od vrste sladkorja, ki prevladuje v določeni vrsti nektarja, so odvisne tudi lastnosti medu, predvsem njegova gostota (Pedrotti, 2003).

Mana je sladkasta, lepljiva tekočina, ki jo izločajo različni drobni insekti, kot so listne uši, kaparji in mušice, ki se hranijo z drevesnimi sokovi listavcev in iglavcev. Ti insekti asimilirajo le majhen del sokov, ostanek pa izločijo v obliki sladkih lepljivih kapljic- mane, ki jo nabirajo čebele. Mana vsebuje različne sladkorje, aminokislino, elemente v sledovih, dekstrin, škrobni sladkor (Pedrotti, 2003). Mana tako vsebuje vse sestavine rastlinskega soka, ki so ohranile prvotno obliko ali pa so se spremenile v prebavilih žuželk. Encimi, ki so v slini in črevesnih sokovih žuželk, razkrajajo sestavljene sladkorje v enostavne sladkorje (saharozo, maltozo v fruktozo in glukozo) ali pa spajajo enostavne sladkorje v višje (npr. v melicitozo, fruktomaltozo, itd.). Bakterije v črevesju uši izkoriščajo dušikove spojine in jih lahko celo pretvorijo v vitamin B₁₂, ki v drevesnem soku prvotno ni prisoten (Božnar in Senegačnik, 1998).

Osnovni material, medicino, prinašajo čebele v panj, ga obdelajo, mu dodajo izločke svojih žlez, ga zgostijo in nato shranijo v pokritih celicah satja. Čebele lahko nabirajo cvetni prah, nektar rastlin ali pa mano. Mana je drevesni sok ali pa nastane tako, da določene žuželke srkajo drevesni sok, ki ga deloma prebavijo, preostanek pa izločajo v obliki drobnih kapljic.

Delavke, ki se vrnejo s paše, svojo bero razdelijo več mladim »hišnim čebelam«. Te s posebnimi gibi iztiskajo medicino iz svoje golše tako, da se v obliki kapljice prikaže vsakih 5 do 10 sekund na koncu rilčka. Nato se sladki sok nekaj sekund suši na toplem in sorazmerno suhem zraku, potem pa se vrne v medeno golšo, od koder kmalu ponovno pripolzi na kratko osuševanje. To se dogaja kakih 20 minut, dokler medicina ni že precej zgoščena in primerna za shranjevanje v satju, kjer bo še naprej dozorevala in izgubljala odvečno količino vode. Čebele dopolnijo satne celice in jih zaprejo z voščenimi pokrovčki, ki preprečujejo, da bi med vpiljal vodo iz zraka. Ko se količina vode v medu zmanjša pod 20 %, je med zrel. Predelava medicine v med je po enem do treh dneh končana. Seveda pa čebele medicino obogatijo z izločki nekaterih svojih žlez. Pri tem v medicino pridejo tudi različni hidrolitični encimi, katerih delovanje je zelo pomembno.

Dogajajo se namreč kemijske spremembe, vidne zlasti na ogljikovih hidratih. Ti razpadejo v glukozo, fruktozo in nekatere druge enostavne sladkorje. Vzporedno s tem včasih nastajajo novi sladkorji, ki jih v izhodnem materialu ni, vendar so značilni za določeno vrsto medu. Zato štejemo sladkorni spekter kot končni rezultat delovanja rastlinskih in živalskih invertaz (čebeljih in tistih iz nektarja ali mane) (Božnar in Senegačnik, 1998). Čebelarji dobijo med iz satovja s centrifugiranjem in točenjem. Slovenija je dežela z raznoliko in bogato floro. Zato je glede na izvor surovine (vrsta nektarja ali mane) raznolik tudi med, na raznolikost medu pa vplivata tudi letni čas in geografska lega. Čisti sortni medovi po večini vsebujejo med, nabran na točno določeni rastlinski vrsti, mešani med pa vsebuje med različnih rastlin in v nekaterih primerih tudi mano (Meglič, 2004). Sortni med mora imeti značilen okus, vonj in barvo. Pri nas so poznani predvsem akacijev, cvetlični, lipov, kostanjev, gozdni, smrekov, škržatov in hojev med.

2.2 VRSTA IN IZVOR MEDU

Različne vrste medu so dobile ime po rastlinah, na katerih čebele naberejo večji del medicine. Za naš cvetlični med je značilno, da ga čebele ne naberejo samo na eni vrsti cvetic, temveč na različnih, tako da je tudi njegova sestava različna, prav tako tudi njegov okus, vonj in barva. Včasih imajo čebele pašo na različnih manah, npr. hrastovi, javorovi, leskovi, smrekovi, hojevi in tudi kostanjevi. V naših krajih je zaradi tega največ mešanega medu (gozdnega ali cvetličnega). Barva medu se spreminja v vseh odtenkih od skoraj prozorne do temno rjave, skoraj črne (Božnar in Senegačnik, 1998).

2.2.1 Med iz nektarja

Cvetlični nektar vsebuje poleg vode in sladkorjev v majhnih količinah tudi rudninske snovi, eterična olja, organske kisline in zrnca cvetnega prahu. Odstotek sladkorja se zelo spreminja in znaša od 3 do 72 %, vode pa je lahko od 28 do 97 %. Čebele so najbolj delavne, kadar je v nektarju okrog 50 % sladkorja. Nektar vsebuje še druge sestavine, kot so dušikove spojine, vitamini, barvne in atraktivne snovi, ki privabljajo tako čebele kot druge žuželke (Poklukar, 1998).

Med cvetličnega izvora ima vonj in aromo cvetice, iz katere izhaja, ker vsebuje precej cvetnega prahu, na osnovi katerega tudi določamo vrsto medu s pelodno analizo. Okus je običajno slajši kot pri medu iz mane, barva je običajno svetlejša, kislost pa višja (Golob in Plestenjak, 1999a). K medom in nektarja štejemo akacijev, lipov, cvetlični in kostanjev med.

2.2.2 Med iz mane

Mana je sladka in lepljiva snov na rastlinskih listih, ki jo izločajo listne uši in kaparji. Na zraku kapljice spreminjajo barvo (Kapš, 1998). Poglavitna sestavina mane so različni sladkorji, ki jih dobimo v floemskem soku. Najdemo pa tudi povsem nove sladkorje, ki so nastali iz floemskega soka pod vplivom prebavnih sokov sesajočih insektov.

Invertirajoči encimi hidrolizirajo sestavljene sladkorje, iz njih pa nato prenosni encimi lahko oblikujejo nove, z drugačnimi lastnostmi. Pri tem se včasih na že obstoječe sladkorje vežejo še molekule glukoze in fruktoze. Ta proces prenašanja se imenuje transfruktozidacija ali transglukoizidacija. Pri tem najpogosteje nastanejo disaharidi, trisaharidi in polisaharidi. Na ta način iz saharoze v floemskem soku po pripojitvi molekule glukoze nastane trisaharid melecitoza. Le ta povzroča, da med, ki je nastal iz ustrezne mane, v satju zelo hitro kristalizira (Poklukar, 1998). Poleg sladkorjev so v mani še dušikove spojine, povečini v obliki aminokislin in amidov, steroli, vitamini (zlasti vitamin C), aminokisliline, organske kisline, karbohidraze. V nasprotju z nektarjem je mana precej bogata z rudninskimi snovmi, pri čemer prevladujejo zlasti spojine kalija, magnezija in fosforja (Javornik in sod., 1984).

Med iz mane je bolj moten, temnejši kot med iz nektarja in je bolj adheziven. Od vrst medu cvetličnega izvora se razlikuje tudi po gostoti in sestavi. Pravilnik dovoljuje, da je v gozdnem medu 2-kratna količina saharoze (do 10 %), več dekstrinov in mineralnih snovi (Golob, 1999). K medom iz mane štejemo gozdni, smrekov, hojev in škržatov med.

2.3 SESTAVA MEDU

Sestava medu je po Whiteu (White, 1978) splet vplivov okolja, klime, botaničnega izvora in sposobnosti čebelarja, medtem ko so fizikalno-kemijske lastnosti odvisne od nektarja ali mane rastline. Posledica tega je pester spekter barv, arome, različne vsebnosti vode, ogljikovih hidratov in proteinov. Vrsta, količina in razmerje ogljikovih hidratov določajo fizikalno-kemijske lastnosti medu.

Swallow in Low (1990) trdita, da je med ena najbolj kompleksnih mešanic ogljikovih hidratov in drugih komponent proizvedenih v naravi, s čimer se strinja tudi Ojeda de Rodriguez s sodelavci (2004)

Kemijske analize medu so se v zadnjih letih izjemno razvile. Na sodobnih aparataturah dajejo kvalitativne in kvantitativne podatke o medu, na osnovi katerih lahko zakonodajalec (EU, država) postavlja precej stroge pogoje glede kakovosti medu za prodajo. Ti pogoji so prikazani v preglednici 1. Slovenski Pravilnik o medu (2004) je usklajen z evropsko zakonodajo (Council Directive, 2001).

Preglednica 1: Minimalne in maksimalne vsebnosti sestavin posameznih vrst medu po slovenski zakonodaji (Pravilnik o medu, 2004)

Parameter	Vrsta medu	Vrednost	
		Minimalna	Maksimalna
fruktoza in glukoza (vsota)	cvetlični	60 g/100 g	
	gozdni, mešanica gozdnega in cvetličnega	45 g/100 g	
saharoza	splošno		5 g/100 g
	akacijev		10 g/100 g
voda	splošno		20 %
v vodi netopne snovi	splošno		0,1 %
električna prevodnost	nektarjev		0,8 mS/cm
	manin	0,8 mS/cm	
proste kisline	splošno		50 meq/kg
diastazno število	splošno	8	
HFM	splošno		40 mg/kg

Po svoji sestavi je med koncentrirana raztopina sladkorjev. Vsebuje od 33 do 42 % fruktoze, 27 do 36 % glukoze in 1 do 4 % saharoze. Njihovo razmerje je v medu različno in delno odvisno od vrste medu, nekoliko pa tudi od učinkovitosti encima invertaze oz. saharaze. V medu sta pomembna tudi encima amilaza in glukoza oksidaza. Naravni čebelji med vsebuje do 20 % vode, manjše količine organskih in anorganskih kislin, beljakovin, aminokislin vitaminov, aromatičnih snovi in barvil (Božnar in Senegačnik, 1998; Golob in Plestenjak, 1999a). Povprečne vrednosti glavnih sestavin v medu so prikazane v preglednici 1.

2.3.1 Pravilniki o medu

Pogoje za minimalno kakovost, ki jih mora v prometu izpolnjevati med kot predpakirano živilo, določata Pravilnik o medu, ki je bil objavljen v Uradnem listu RS št. 31 z dne 31.3. 2004 ter popravljen s Pravilnikom o spremembi pravilnika o medu (2004). Pravilnik je harmoniziran z direktivo Evropske unije (Council directive ..., 2002) in določa enake pogoje. Po tem pravilniku je med naravna sladka snov, ki ga izdelajo čebele *Apis mellifera*, iz nektarja cvetov ali izločkov iz živih delov rastlin ali izločkov na živih delih rastlin. Te snovi čebele zberejo, predelajo z določenimi lastnimi snovmi, shranijo, posušijo in pustijo dozoreti v satju. Med, ki se daje v promet kot med ali je namenjen za uporabo v kateremkoli živilu, namenjenem za prehrano ljudi, ne sme vsebovati nobenih dodanih sestavin, vključno z aditivi za živila, niti nobenih drugih dodatkov.

Kolikor je mogoče, mora biti med brez organskih ali anorganskih tujih primesi, ne sme imeti tujega okusa ali vonja, ne sme začeti fermentirati, njegova stopnja kislosti ne sme biti umetno spremenjena in ne sme biti pregret tako, da so naravni encimi, bodisi uničeni, bodisi je znatno zmanjšana njihova aktivnost (Pravilnik o medu, 2004).

Nekatere lastnosti medu, ki so pomembne za našo raziskavo in jih določa Pravilnik o medu in Pravilnik o spremembi pravilnika o medu, so prikazane v preglednici 2.

2.3.2 Vsebnost vode v medu

Pravilnik o medu (2004) dovoljuje največ 20 % vode v medu. V naših klimatskih pogojih zrel med navadno te vrednosti ne presega. Zrel med vsebuje od 15 do 18 % vode. Med, ki vsebuje manj vode je bolj viskozen, če pa je vsebnost vode večja, je redkejši in lažje tekoč. Tak med je slabše obstojen in lahko prične vreti, če je kontaminiran z ozmofilnimi kvasovkami, ki pretvarjajo sladkorje v medu v alkohol, kasneje pa v očetno kislino in ogljikov dioksid (Plestenjak, 1999). Lastnost medu, da veže in zadržuje vodo iz svoje okolice, imenujemo higroskopičnost. Zvišanje temperature z 20 na 32 °C poveča tekočnost za štirikrat (Božnar in Senegačnik, 1998). Poznavanje vsebnosti vode je pomembno pri določanju električne prevodnosti in izračunu specifičnega kota zasuka (Bogdanov in sod., 1997). Vsebnost vode v akacijevem, cvetličnem in kostanjevem medu različnega evropskega geografskega porekla je podana v preglednici 2.

Preglednica 2. Vsebnost vode (%) v akacijevem, cvetličnem in kostanjevem medu različnega evropskega geografskega porekla

Vir	Vsebnost vode (%)								
	min	max	\bar{x}	min	max	\bar{x}	min	max	\bar{x}
slovenski med (Golob, 1999b)	16,5	14,2	19,9	16	14,3	17,4	15,4	14,6	16,9
slovenski med (Karo, 2004)	/	/	/	16,4	15	18	15,5	14,4	16,9
slovenski med (Šifrer, 2005)	15,3	/	/	/	15,3	/	15,6	/	/
poljski med (Popek, 2002)	17,7	15,9	19,5	16,2	14,2	18,2	/	/	/
francoski med (Devillers in sod., 2004)	18,5	17,2	20,3	/	/	/	18,8	17	20,5
italijanski med (Persano Oddo in Piro, 2004)	/	/	/	/	/	/	17,5	15,2	19,8

/- ni podatka

2.3.3 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati so najbolj razširjene organske spojine in so bistven sestavni del živih organizmov. So poglavitni vir energije, ki je potrebna za normalno delovanje celic, poleg tega pa so surovina, iz katere lahko v živi celici posredno ali neposredno nastanejo vse organske sestavine (Tišler, 1991). Delež in navzočnost posameznih sladkorjev v medu sta odvisna od izvora medu, botaničnega porekla in sestave nektarja, klimatskih razmer, vrste in fizičnega stanja čebel ter moči čebelje družine (Božnar in Senegačnik, 1998). Sladkorji, ki jih vsebuje med, spadajo med enostavno zgrajene ogljikove hidrate. Med vsebuje od 33 do 42 % fruktoze (v povprečju okrog 40 %), 27 do 36 % glukoze (v povprečju okrog 34 %) in 1 do 4 % saharoze. Njihovo razmerje v medu je različno in delno odvisno od vrste medu, nekoliko pa tudi od učinkovitosti encima invertaze ali saharaze, ki saharozo cepi na mešanico glukoze in fruktoze (Božnar in Senegačnik, 1998). Fruktoza in glukoza skupaj

sestavljata 85 do 95 % skupne količine ogljikovih hidratov v medu, preostali sladkorji pa so lahko disaharidi (saharoza, maltoza, koibioza, izomaltoza, nigerzoza itd.) in trisaharidi (melecitoza, erloza, maltotrioza itd.) (Meglič, 2004).

Ogljikovi hidrati so ene izmed osnovnih komponent in najbolj razširjene organske spojine na zemlji ter prav tako sestavni del vseh živih bitij. Sestavljeni so iz ogljika, vodika in kisika. Ogljikovi hidrati so polihidroksi aldehidne ali ketonske molekule s splošno formulo $(CH_2O)_n$ (Nelson in Cox, 2000; Stylianopoulos, 2005). So pomemben vir energije, potrebne za normalno delovanje celic. Poleg tega so pomembni gradniki, saj se v živi celici posredno ali neposredno razgradijo in iz nje nastanejo druge organske sestavine (Esti in sod., 1997; Klofutar, 1993; Nelson in Cox, 2000; Stylianopoulos, 2005; Tišler, 1991).

Organizacija za prehrano in kmetijstvo (FAO- Food and Agriculture Organization) in Svetovna zdravstvena organizacija (WHO- World Health Organization) sta se na konferenci o ogljikovih hidratih dogovorili, da beseda sladkor opisuje monosaharide in disaharide (Stylianopoulos, 2005).

Ogljikovi hidrati, ki jih vsebuje med, spadajo med enostavno zgrajene ogljikove hidrate. Ti so odgovorni za fizikalno-kemijske lastnosti, kot so viskoznost, kristalizacija in higroskopsnost (Cavia in sod., 2002).

Količina in razmerje med različnimi ogljikovimi hidrati v medu sta odvisna predvsem od botaničnega porekla, encimov, sestave in intenzivnosti izločanja nektarja, od klimatskih razmer, vrste čebel, fiziološkega stanja ter nenazadnje od moči čebelje družine (Cotte in sod., 2004; Esti in sod., 1997; Nanda in sod., 2003).

Ogljikove hidrate razvrščamo v štiri skupine, ki temeljijo na njihovi kemijski strukturi in stopnji polimerizacije (Stylianopoulos, 2005):

- monosaharidi,
- disaharidi,
- oligosaharidi,
- polisaharidi.

Preglednica 3: Sladkorji, ki so bili identificirani v medu (Doner, 2003)

Monosaharidi	Disaharidi	Trisaharidi	Višji saharidi
fruktoza	saharoza	melecitoza	izomaltotrehaloza
glukoza	meltoza	maltotrioza	izomaltopentaoza
	maltutoza	izomaltotrioza	
	izomaltoza	3- α -izomaltozil glukoza	
	nigerzoza	1- kestoza	
	turanoza	panoza	
	kojibioza	izopanoza	
	laminaribioza	erloza	
	α , β -trehaloza	teanderoza	
	gentibioza	centoza	
	palaminoza	laminaritrioza	
	celibioza	rafinoza	

2.3.3.1 Monosaharidi

Monosaharidi ali preprosti sladkorji so najpreprostejša oblika ogljikovih hidratov in se ne morejo hidrolizirati v manjše enote. To so spojine z dvema do šestimi ogljikovimi atomi, eno karbonilno (C=O) in več hidrosilnimi (OH) skupinami. Tvorijo lahko pet ali šest členske obročje. Monosaharidi so derivati aldehydov ali ketonov, to je tudi njihova delitev glede na naravo karbonilne skupine. Aldoze so polihidroksialdehidi in ketoze polihidroksiketoni. So brezbarvne kristalinične spojine sladkega okusa, topne v vodi, težko topne v alkoholu in netopne v etru (Klofutar in sod., 1998; Klofutar, 1993; Nelson in Cox, 2000; Stylianopoulos, 2005; Tišler, 1991). S kemičnega in biološkega vidika so najpomembnejše heksoze in pentoze sestavni deli polisaharidov (Stylianopoulos, 2005). Večina vrst medu je sestavljena predvsem iz monosaharidov, in sicer fruktoze in glukoze. Mešanica glukoze in fruktoze se imenuje invertni ali reducirajoči sladkor in skupaj predstavlja od 85-95 % vseh ogljikovih hidratov v medu (Finola in sod., 2007; Božnar in Senegačnik, 1998).

Esti in sodelavci (1997) trdijo, da je spodnja meja vsebnosti reducirajočih sladkorjev 65 g/100 g. Fruktoza ali D(-)fruktoza je monosaharid iz šestih ogljikovih atomov, je ketoheksoza in je furanozne oblike. Med je vsebuje v povprečju okrog 40 %. Je zelo higroskopična, dobro topna v vodi in ne kristalizira hitro. Fruktoza suče ravnino polarizirane svetlobe v levo (Aurand in sod., 1987; Božnar in Senegačnik, 1998; Johnson, 1993). Glukoza ali D(+)glukoza (dekstroza) je monosaharid iz šestih ogljikovih atomov, je aldoheksoza in je piranozne oblike. Med je vsebuje povprečno 34 %. Glukoza je slabše topna v vodi. Stabilna kristalna oblika je α -D glukoza monohidrat, ki kristalizira pri temperaturah nižjih od 50 °C. Viskoznost raztopine glukoze narašča s koncentracijo in pada s temperaturo. Glukoza suče ravnino polarizirane svetlobe v desno (Aurand in sod., 1987; Božnar in Senegačnik, 1998; Scott, 1993).

Preglednica 4: Vsebnost fruktoze, glukoze, njuna vsota in razmerje ter vsebnost saharoz v različnih sortah francoskega medu (Cotte in sod., 2004)

Parameter (g/100 g)	Vrsta medu				
	akacijev	kostanjev	hojev	sivkin	sončničen
fruktoza	43,9	40,7	38,2	38,5	40
glukoza	26,3	26,5	32,7	32,3	37,9
invertni sladkor	70,2	67,5	70,9	70,8	77,9
F/G	1,7	1,5	1,2	1,2	1,1
saharoza	2,0	0,2	0,5	4,7	0,1

Batsoulis in sodelavci (2005) navajajo naslednje vsebnosti glukoze in fruktoze v grškem medu: 27-44 % fruktoze in 22-38 % glukoze v medovih iz nektarja ter 29-38 % fruktoze in 19-32 % glukoze v medovih iz mane. V povprečju znaša vsebnost invertnega sladkorja v medu iz nektarja 65,5 % in 59 % v medu iz mane. Sklepamo lahko, da medovi iz mane

vsebujejo manj invertnega sladkorja kot medovi iz nektarja, kar je razvidno tudi v slovenskem Pravilniku (2004). Razmerje med fruktozo in glukozo je karakteristično za posamezno sorto medu, zaradi različne vsebnosti invertnega sladkorja. Anklam (1998) trdi, da je v veliki meri odvisno od botaničnega izvora. Običajno velja, da je v medu več fruktoze kot glukoze. Izjema so ogrščni, regratov in bršljanov med (Božnar in Senegačnik, 1998; Cavia in sod., 2002). Ojeda de Rodríguez in sod. (2004) ter White (1980) navajajo povprečno vrednost razmerja med fruktozo in glukozo (F/G) 1,2. Finola in sod. (2007) pa poročajo o nekoliko višjem deležu, 1,3. Kot vzrok navajajo sortnost in večjo aromatičnost medu (fruktoza je bolj sladka od glukoze). Vsi, Finola in sod. (2007), Ojeda de Rodríguez in sod. (2004) ter White in Doner (1980), trdijo, da razmerje F/G vpliva na hitrost kristalizacije medu. Večje kot je razmerje več fruktoze vsebuje med glede na glukozo, torej bo stopnja kristalizacije manjša. Tak med bo ostal dlje časa tekoč. Vzrok temu je, da se glukozo slabše topi v vodi kot fruktoza.

Preglednica 5: Vsebnost monosaharidov v medu glede na geografsko poreklo

Parameter (g/100 g)	Geografsko poreklo medu				
	argentinski (Finola in sod., 2007)	italijanski (Esti in sod., 1997)	slovenski (Golob in Plestenjak, 1999)	španski (Sanz in sod., 2005)	venezuelski (Ojeda de Rodríguez in sod., 2004)
fruktoza	41,1	40,6	40,3	35,8	40,5
glukoza	31,7	33,5	29,5	29,7	34,7
F + G	72,8	74,1	69,7	65,5	75,2
F/G	1,29	1,21	1,37	1,2	1,17
saharoza	-	1,09	1,69	-	3,41

– podatek ni naveden; podatki za argentinski med so izračunani kot povprečje cvetličnih vrst medu; podatki za italijanski med so 75 % cvetlične vrste; podatki slovenskega medu so povprečje akacijevega, cvetličnega, gozdnega, hojevega, kostanjevega in lipovega medu; podatki za španski med so povprečje cvetličnega, akacijevega, maninega ter mešanih medov; venezuelski med je povprečje petih vrst medov (*Citrullus vulgaris*, *Curcubita maxima*, *Achras sapota*, *Passiflora* sp. *Annona muricata*, *Persea americana*).

Iz preglednic 4 in 5 je razvidno, da je razmerje F/G tem večje, čim večja je vsebnost fruktoze glede na glukozo. Večje razmerje F/G vpliva na manjšo stopnjo kristalizacije. Iz istih preglednic lahko sklepamo, da bo francoski med ostal najdlje tekoč, sledi slovenski. Med različnimi sortami medu pa akacijev in kostanjev. Golob in Plestenjak (1999a) navajata, da sta s fruktozo bogata akacijev in kostanjev med, kjer je razmerje F/G 1,5 za akacijev in 1,42 za kostanjev. Sledijo gozdni (1,31), cvetlični (1,29), mešani (1,26), lipov (1,24) in hojev (1,24).

2.3.3.2 Disaharidi

Ta skupina ogljikovih hidratov je sestavljena iz dveh monosaharidov povezanih z glikozidno vezjo, ki poteka od enega ogljikovega atoma monosaharida na enega od ogljikovih atomov drugega monosaharida. Najpogostejši glikozidni vezi sta 1-2 in 1-4 (Stylianopoulos, 2005; Tišler, 1991). V medu se nahajajo disaharidi naštetih v preglednici 3. Najpomembnejša in najbolj zastopana disaharida sta saharoza in maltoza. Saharoza je disaharid, ki je sestavljen iz dveh različnih fragmentov, in sicer glukoze in fruktoze, D-

glukopiranoze in D-fruktofuranoze. Povezani sta z α , β -1,2-glikozidno vezjo med ogljikovim atomom C1 v D-glukozi in ogljikovim atomom C2 v D-fruktozi.

Saharoza je dobro topna v vodi, topnost narašča s temperaturo. Zanja je značilno, da je optično aktivna, desnosučna spojina ter prijetnega okusa celo pri večjih koncentracijah. Pod vplivom čebeljega encima saharaze in vode se razgradi do glukoze in fruktoze, zato je njena vsebnost v medu majhna, v povprečju pod 5 g/100 g. Slovenski pravilnik (2004) dovoljuje v medu iz nektarja do 5 % saharoze. Izjeme so akacijev, sivkin in manin med, kjer je dovoljeno do 10 g/100 g saharoze. Povečane koncentracije saharoze nakazujejo na potvorbo medu (Anklam, 1998; Brand-Miller, 2005; Božnar in Senegačnik, 1998; Klofutar, 1993). Količina saharoze se lahko zmanjša med skladiščenjem medu pri višji temperaturi zaradi prisotnosti encima invertaze, ki saharozo konvertira v fruktozo in glukozo (White, 1992). Večja količina saharoze je zaznana, če so bile čebele spomladi preveč nahranjene s sladkorji (Anklam, 1998).

Povprečna vsebnost saharoze v akacijevem, cvetličnem in kostanjevem medu različnega evropskega geografskega porekla je podana v preglednici 5.

Preglednica 6: Povprečna vsebnost saharoze (g/100 g) v akacijevem, cvetličnem in kostanjevem medu različnega evropskega geografskega porekla

Geografsko poreklo medu/vrsta medu	Vsebnost saharoze (g/100 g)		
	akacijev	cvetlični	kostanjev
slovenski med (Ipavec, 1997)	2,00	0,07	0,28
slovenski med (Golob, 1999)	2,34	1,59	0,77
slovenski med (Žolnir, 2002)	0,38	0,00	0,00
slovenski med (Šifrer, 2002)	3,2	1,8	0,7
francoski med (Devillers in sod., 2004)	2,049	/	0,250
poljski med (Popek, 2002)	6,13	2,19	/
Italijanski med (Persano Oddo in Piro, 2004)	/	/	0,2

/ - ni podatka

Majhna vsebnost saharoze je lahko rezultat encimske aktivnosti diastaze, ki pod vplivom višjih temperatur skladiščenja hidrolizira saharozo do monosaharidov ali pa pride do povezovanja saharoznih molekul z monosaharidnimi, kar tvori kompleksne sladkorje, kot je na primer trisaharid melecitoza (White, 1992).

Maltoza je disaharid sestavljen iz dveh molekul glukoz, ki sta med seboj povezani z α -1,4-glikozidno vezjo (prva glukoza je preko mesta α vezana na drugo glukoza na mestu 4). Je

dobro topna v vodi in najbolj zastopan disaharid v medu poleg saharoze (Aurand in sod., 1987). Vsebnost maltoze se spreminja glede na geografsko poreklo. V brazilskih medovih so jo našli 3,05 % (Da Costa Leite in sod., 2000), madžarskih 3,36 % (Földházi, 1994), španskih 9,7 % (Nozal in sod., 2005), kanadskih 1,01 % (Swallow in Low, 1990) in ameriških 7,31 % (Doner, 1977). Slednji podatki so izračunani kot povprečje velikega števila vzorcev medu različnih vrst.

Palatinozo sestavlja glukozna enota, ki se preko mesta α veže na mesto 6 v fruktozni enoti (Swallow in Low, 1990). Turanoza je disaharid sestavljen iz glukozne in fruktozne enote, ki sta med seboj povezani z glikozidno vezjo (glukoza je preko mesta α vezana na fruktozo na mestu 3) (Da Costa Leite in sod., 2000). Gentibioza je disaharid sestavljen iz dveh molekul glukoze, kjer se prva glukoza poveže preko mesta β na drugo glukozo na mestu 6 (Swallow in Low, 1990). Izomaltoza je sestavljena prav tako kot gentibioza iz dveh molekul glukoze, le da se tukaj prva glukoza veže na drugo preko mesta α (Swallow in Low, 1990).

2.3.3.3 Oligosaharidi

Sestavljeni so iz verig s kovalentno povezavo od treh do devetih monosaharidnih enot. Delimo jih na trioze, tetroze, pentoze itd., odvisno od števila ogljikovih atomov v molekuli (Stylianopoulos, 2005). Intenziteta okusa oligosaharidov se zmanjšuje z naraščajočo molsko maso oligosaharida (Belitz in Grosch, 1999).

V medu se nahaja večina oligosaharidov, naštetih v preglednici 3, v obliki trisaharidov. V brazilskem medu je največji delež trisaharidov v obliki maltotrioze, 0,79 %, in melecitoze, 0,33 %, (Da Costa Leite in sod., 2000), v kanadskih je največ erloze, 2,63 %, in maltotrioze, 0,07 %, (Swallow in Low, 1990), prav tako je tudi v francoskih največ erloze, 1,17 %, in maltotrioze, 0,26 %, (Cotte in sod., 2003).

Melecitoza je trisaharid, v katerem fruktoza na vsaki strani veže molekulo glukoze: glukoza-fruktoza-glukoza. V vodi se raztaplja precej slabše kot glukoza, zato hitro kristalizira. To in večja molekulska teža melecitoze v primerjavi z drugimi sladkorji sta vzrok, da se iz iztočenega medu izloča na dno posode v obliki belih kristalov. Pri blagi hidrolizi razpade v glukozo in turanozo (tako imenovano izomero saharoze).

Medovi z melecitozo so večinoma desnosučni (Božnar in Senegačnik, 1998). V brazilskih medovih (Da Costa Leite in sod., 2000) so jo našli 0,21-0,37 %, kar je več kot v kanadskih 0,04 %, in bistveno manj kot v španskih, 5,88 %, (Nozal in sod., 2005). Rezultati španskega medu kažejo na veliko vsebnost melecitoze v medu iz mane (gozdni), kar 24,7 % (Nazol in sod., 2005). Da Costa Leite s sodelavci (2000) trdi, da je prisotnost melecitoze v medu iz nektarja posledica kontaminacije z mano. Cotte s sodelavci (2004) pa pojasnjuje prisotnost melecitoze v maninem medu kot posledico encima listne uši, ki konvertira saharozo v melecitozo.

Maltotriozo sestavljajo tri enote glukoze. Glukozne enote so povezane z glikozidno vezjo preko mesta α na mestu 4 (Da Costa Leite in sod., 2000). Panoza je sestavljena iz treh glukoznih enot, ki se povezujejo na naslednji način: prva glukoza se preko mesta α veže na

mesto 6 v drugi glukozi, ki je preko α mesta vezana na mesto 4 v tretji enoti glukoze (Da Costa Leite in sod., 2000). Erloza je sestavljena iz dveh enot glukoze in ene enote fruktoze, ki so med seboj povezane z glikozidno vezjo (Swallow in Low, 1990). Rafinozo sestavljajo galaktozna, glukozna in fruktozna enota (Da Costa Leite in sod., 2000).

2.3.3.4 Polisaharidi

Sestavljeni so iz več kot devetih monosaharidnih gradbenih enot povezanih z glikozidno vezjo (Stylianopoulos, 2005). V mnogih primerih je D-glukoza edini monosaharid, ki sestavlja polimerno molekulo (Klofutar, 1993). Teh vrst ogljikovih hidratov ni v naravnem medu. S pomočjo njih se lahko odkrije, če je bil med ponarejen, in sicer s kromatografijo ali masno spektroskopijo. S slednjo se določa razmerje $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. Razmerje kaže na dodane količine primešanega koruznega sirupa ali sirupa sladkornega trsa (Božnar in Senegačnik, 1998).

2.3.4 Kisline

V medu najdemo različne kisline, ki lahko precej prispevajo k njegovemu okusu in obstojnosti proti različnim mikroorganizmom. Med iz mane je manj kislega okusa, čeprav vsebuje več kislin, kot med iz nektarja (Golob in Plestenjak, 1999a). Med je kislo živilo, z vrednostjo pH med 3,2 in 6,5. Vrste medu, ki vsebujejo veliko mineralnih snovi, običajno dosegajo višje vrednosti pH. Poleg anorganskih kislin, od katerih je najpomembnejša predvsem fosforjeva, lahko med vsebuje precejšnje število organskih kislin: očetno, masleno, citronsko, mravljično, glukonsko, mlečno, maleinsko, jabolčno, oksalno, piroglutaminsko, glikolno, piruvično, vinsko itn. Večinoma vse izvirajo iz čebeljih žlez (Kapš, 1998). Glukonska kislina je prisotna v precej večjih količinah kot ostale, ker je produkt encimske reakcije, ki poteka v medu. Encim glukoza oksidaza oksidira glukozo in nastaja glukonska kislina.

Nekatere kisline so vmesni členi bioloških procesov, druge lahko pridejo v med z nektarjem ali mano, vir nekaterih pa še ni poznan (Božnar in Senegačnik, 1998).

Celotna vsebnost kislin v medu ni odvisna od vrste medu, ampak predvsem od pogojev njegovega nastanka. Šele z identifikacijo glukonske kisline so bile pojasnjene mnoge težave pri določanju skupne vsebnosti kislin v medu. D glukonska kislina namreč obstaja v ravnotežju z D-glukono- γ -laktonom. Laktoni nastajajo v procesu zorenja medu, kar kaže na prisotnost aktivnega encima glukoza oksidaze. Tega encima je veliko v akacijevem in cvetličnem medu, kar sta dokazala Piotraszewska-Pajak in Ciszak (2001), saj sta ugotovila, da je v teh medovih vsebnost laktonov relativno visoka (21 – 26 %). Vsebnost prostih kislin se sprosti ob titraciji z NaOH, vsebnost laktonov pa je presežek kislosti, ko med postane alkalen in se sprosti ob titraciji s HCl.

Iz kislosti medu lahko z določeno zanesljivostjo sklepamo o njegovi pristnosti. Če je bil ponarejen z neinvertirano saharozo, bo manj kisel, kot navadno, če pa mu je bil dodan industrijsko invertiran sladkor, bo precej bolj kisel, saj pri razpadu saharoze, lahko nastajata tudi mravljična kislina in nekatere druge kisline. Povečano kislost lahko opazimo tudi pri medovih, ki so fermentirali, zaradi prevelike vsebnosti vode, ki omogoča rast

določenim mikroorganizmom, predvsem ozmofilnim kvasovkam, ki so v medu naravno prisotne. Takrat opazimo povečane količine mlečne in očetne kisline (Božnar in Senegačnik, 1998).

Med je kislo živilo, z vrednostjo pH med 3,2 in 6,5. Kisline dajejo medu značilen okus in aromo, prispevajo k njegovi obstojnosti proti mikroorganizmom, povečajo število kemijskih reakcij ter antibakterijsko in antioksidativno aktivnost (White, 1975).

Preglednica 7: Primerjava vsebnosti prostih in skupnih kislin, laktonov in vrednosti pH v španskem medu iz nektarja (cvetlični) in medu iz mane (Terrab in sod., 2002)

Parametri	Med in njegov izvor	
	Med iz nektarja	Med iz mane
pH	3,72	4,28
proste kisline (meq/kg)	29,8	88,6
laktoni (meq/kg)	12,1	8,08
skupne kisline (meq/kg)	41,9	96,7

Vrednost pH izraža aktivnost medu. Disocirane kisline prispevajo največji delež k aktivni kislosti, medtem ko ostale substance z lastnostmi kislin ne vplivajo bistveno na kislost medu (Poppek, 2002). Doner (1977) ter Cavia in sod. (2002) ugotavljajo, da lahko kisel pH medu vpliva na nastanek di- in trisaharidov iz monosaharidov. Vrednost pH ima velik pomen med ekstrakcijo in skladičenjem medu, zaradi vpliva na teksturo, stabilnost in obstojnost medu. Odvisna je od prisotnosti organskih kislin, ki so v ravnotežju z njihovimi ustreznimi laktoni ali estri in nekaterimi anorganskimi ioni, kot so fosfat, sulfat in klorid (Finola in sod., 2007; Özcan in sod., 2007; Terrab in sod., 2002). Cavia in sod. (2007) navajajo parametre, ki vplivajo na vrednost pH medu. Ti so diisocirane kisline, minerali, encimska aktivnost, tekstura in mikroorganizmi.

Medovi z veliko vsebnostjo mineralnih snovi, predvsem manini, dajo običajno večjo vrednost pH. Med iz mane je manj kislega okusa, čeprav vsebuje več kislin kot med iz nektarja (White in Doner, 1980). Slednjo trditev podpira preglednica 7, kjer rezultati kažejo večjo vrednost pH pri medu iz mane.

Kisline in laktone se v medu določa titrimetrično. Proste kisline se sprostijo ob titraciji z NaOH, laktoni pa ob titraciji s HCl. Vsebnost laktonov oziroma laktonska kislina je presežek kislosti, ko med postane alkalen.

Vsebnost prostih kislin je eden najpomembnejših parametrov za kontrolo kakovosti medu (Cavia in sod., 2007). Cavia in sod. (2007) ter White (1975) poročajo o povečanju vsebnosti prostih kislin s časom in med fermentacijo. Vzrok so osmofilne kvasovke, ki lahko živijo v močno koncentriranih sladkornih raztopinah. Te pretvarjajo sladkor v alkohol, kasneje pa lahko nastane kislina in ogljikov dioksid.

Laktioni so organske spojine, ki nastanejo kot produkt reakcije med alkoholom in kislino. So ciklični estri in predstavljajo aromatske substance v sadju, mlečni maščobi itd. Zanje velja, da so rezerva kislosti (dodatek vode povzroči hidrolizo, ki vodi v nastanek kisline) (White in Doner, 1980). V medu jo najdemo v obliki glukono- δ -laktone, ki je v ravnotežju s pripadajočo glukonsko kislino (Belitz in Grosch, 1999).

Skupna vsebnost kislin v medu in vrednost pH medu sta odvisna predvsem od pogojev nastanka in ne od vrste medu. Vsebnost kisline je odvisna tudi od časa med nabiranjem nektarja ali mane, končne specifične teže medu (zgoščen med v celicah) v satovju in izvora medu (Božnar in Senegačnik, 1998).

Glede na kislost medu se lahko z veliko zanesljivostjo sklepa o pristnosti medu. Ponarejenemu medu z manjšo kislostjo je bil dodan neinvertni sladkor. Pri dodatku invertnega sladkorja je med znatno bolj kisel in kislina sorazmerna količini kisline, ki je bila porabljena za hidrolizo. Vrednost pH takšnega medu je okrog 3,1 ali manj. Pri industrijskem kislinskem hidroliziranju del saharoze ter del nastalega invertnega sladkorja razpade v levulinsko in mravljično kislino. Ti dve še povečata kislost (Božnar in Senegačnik, 1998).

Preglednica 8: Vsebnost prostih in skupnih kislin ter vrednosti pH v medu glede na geografsko poreklo

Parametri	Geografsko poreklo medu		
	indijski (Nanda in sod., 2003)	irski (Downey in sod., 2005)	španski (Sanz in sod., 2005)
pH	-	4,1	4,09
proste kisline (meq/kg)	23,4	32,6	34,0
laktioni (meq/kg)	15,8	4,5	3,9
skupne kisline (meq/kg)	39,2	37	37,9

– podatek ni naveden; podatki za indijski med so izračunani kot povprečje šestih vrst medov (evkaliptusov, citrusov, sončničen, cvetlični, *Brassica campestris*, *Trifolium alexandrinum*); podatki za irski med so izračunani kot povprečje 25 različnih vzorcev medu, letnika 2000/01; podatki za španski med so izračunani kot povprečje cvetličnih, akacijevih, maninih ter mešanih medov.

Slovenski Pravilnik o medu (2004) dovoljuje maksimalno količino prostih kislin 50 mg/kg medu. Koncentraciji laktonov in skupnih kislin nista določeni.

2.3.5 Encimi

Encimi so beljakovine, ki nastajajo v živih organizmih in delujejo kot katalizatorji v biokemičnih reakcijah (Družinska enciklopedija Guinness, 1999). So med najpomembnejšimi naravnimi sestavinami medu, saj pomagajo pri nastajanju medu iz medičine. Izvirajo iz žlez čebel (goltne, slinske) in rastlin (Božnar, 2003; Doner, 2003). Božnar (2003), Doner (2003) in Honey: A reference guide to nature's sweetener (2005) navajajo tri glavne encime v medu. To so diastaza (amilaza), invertaza (glukozidaza) in glukoza oksidaza. Encima katalaza in kislja fosfataza sta prisotna v manjših količinah.

Encim invertaza se imenuje tudi saharaza ali glukozidaza. Delno izvira iz nektarja, največ pa iz čebelje slin. Njegovo delovanje se začne v medičini in se močno okrepi v čebelji medeni golši. Je najbolj tipičen encim v medu, ki pretvarja disaharid, saharozo, v monosaharida, glukozo in fruktozo. Proces se imenuje inverzija, od tod tudi ime encimu. Zelo pomemben je za kristalizacijo, saj saharoza hitro kristalizira. α -glukozidaza in β -glukozidaza katalizirata reakcije, ki vodijo preko transglukozilacijskih reakcij v nastanek različnih sladkorjev (nigeroza, maltoza, izomaltoza, turanoza, trehaloza, erloza, laminaribioza, gentibioza) (Honey: A reference guide ..., 2005; Božnar, 2003; Doner, 2003; Doner, 1977; Swallow in Low, 1994).

Encim glukoza oksidaza izvira iz čebel in je odgovoren za antibakterijsko delovanje medu. Glukoza se pretvarja v glukonolakton, ta pa se z delovanjem glukoza oksidaze razgradi v glukonsko kislino in vodikov peroksid. Glukonska kislina je odgovorna za nizko vrednost pH, ki pomaga pri stabilizaciji medu pred fermentacijo (Honey: A reference guide ..., 2005; Doner, 2003).

Katalaza ali hidrogen peroksidaza pretvarja vodikov peroksid v vodo in kisik (Honey: A reference guide ..., 2005; Doner, 2003).

Kislja fosfataza odstranjuje fosfat iz organskih fosfatov. Raziskave kažejo na izvor iz kvasovk v rahlo fermentiranem medu, bolj verjetna možnost pa je v izvoru peloda in nektarja določenih rastlin. Iz slednje študije lahko sklepamo, da je odvisna od botaničnega porekla (Honey: A reference guide ..., 2005; Doner, 2003).

Diastazo izločajo v med čebele v obliki mešanice α - in β -amilaze. Encim pretvarja molekule škroba v dekstrine, oligo- in disaharide. Med ne vsebuje škroba, zato njegova vloga ni znana. Znano pa je, da se aktivnost diastaze med segrevanjem manjša in da jo je lahko izmeriti. Pravilnik (2004) določa, da v medu po obdelavi in mešanju, aktivnost diastaze, izražene kot diastazno število, ne sme biti manjše od 8.

Encimi so torej beljakovinske snovi v medu in izvirajo deloma iz nektarja, deloma iz peloda, večinoma pa iz čebeljih žlez. Podnebje, vlažnost, tla in vrsta rastlin vplivajo na količino encimov v nektarju. Količina encimov v medu se drastično zmanjša, če med segrevamo ali, če ga zelo dolgo shranjujemo preden ga uporabimo (Golob in Plestenjak, 1999a; Sporns, 1991; Kapš, 1998).

Pravilnik o medu (2004) določa, da v medu po obdelavi in mešanju, aktivnost najbolj odpornega izmed encimov v medu, diastaze, izražene kot diastazno število, ne sme biti manjše od 8.

2.4 ZNAČILNOSTI MEDU

2.4.1 Kristalizacija

Kristalizacija medu je naraven pojav, do katerega pride slej ko prej, odvisno od vrste medu. Pomeni nastanek in rast kristalov. Pogoj za kristalizacijo je prekoračenje topnosti (Božnar, 2003; White, 1978). Kristalizacija medu in velikost formiranih kristalov sta odvisni od mnogo faktorje: razmerja med fruktozo in glukozo (F/G), količine vode, prisotnosti mikro kristalizacijskih jeder, temperature in časa shranjevanja, postopka pridobivanja medu.

Kristalizacija vpliva na celotno konsistenco medu. Med kristalizacijo medu obstajata določen čas tako tekoča kot kristalna faza, na koncu pa lahko postane med v celoti trden, čeprav kristalizira le glukozo. V tekoči fazi se vodna aktivnost poveča v primerjavi z originalnim tekočim medom. Vzrok kristalizacije je velika količina sladkorja (več kot 70 %) glede na vodo (20 %). Glukoza povzroča prenasičenost, zato se pričnejo izločati kristalčki glukoze v stabilni obliki glukoze monohidrata (Cavia in sod., 2002; Honey: A reference Guide ..., 2005; Tosi in sod., 2004).

Tendenco kristalizacije medu lahko predvidimo z dvema parametroma, in sicer z razmerjem med fruktozo in glukozo ter razmerjem med glukozo in vodo (Manikis in Thrasivoulou, 2001, cit. po Finola in sod., 2007). Večje kot je razmerje med fruktozo in glukozo, težje med kristalizira. Med z razmerjem fruktoza-glukoza 1,5 ali več ostane zelo dolgo tekoč (Božnar, 2003). Med, ki kristalizira hitreje, vsebuje več kot 28-30 g/100 g glukoze, razmerje glukozavoda (F/V) je 2,1 ali več, F/G pa manjše od 1,14 (White, 1975).

Med iz mane, ki vsebuje sladkorje trehalozo, rafinozo in predvsem melecitozo, kristalizira zelo hitro (White in LandisDoner, 1980).

Kristaliziran med se utekočini s segrevanjem pri temperaturi 40 °C. Reakcija je reverzibilna, torej se lahko kristalizacija ponovno pojavi (Božnar, 2003). Kristalizacijo se prepreči s filtracijo, ultrazvokom in elektromagnetnimi valovi, vendar prihaja pri zadnjih dveh do mehaničnih poškodb glukoze ter poškodb encimov (Božnar in Senegačnik, 1998).

2.4.2 Higroskopnost medu

Higroskopnost je lastnost medu, da vsrka in zadržuje vlago oziroma vodo iz svoje okolice. S tehnološkega stališča je ta lastnost zelo pomembna. Če pride med v stik z atmosfersko vlago, jo absorbira in se tako razredči, da omogoča alkoholno vrenje kvasovkam (Božnar in Senegačnik, 1998). Finola s sod. (2007) navajata, da je med z vsebnostjo vode nad 21 % podvržen fermentaciji osmofilnih kvasovk, s čimer se strinja tudi Božnar (2003). Obe navajata, da je vsebnost vode v medu odvisna od časa pobiranja medu, klime in panja, Doner (2003) pa še dodajata faktorja moč čebelje družine in botanični izvor. Posamezne

vrste sladkorjev različno vežejo vodo, fruktoza jo veže močneje kot glukoza. S poskusi so ugotovili, da med povprečne sestave pri temperaturi 20 °C veže vlago iz svoje okolice, če je te več kot 60 %, oddaja pa vodo, če je relativna vlaga v zraku manjša od 60 % (Božnar in Senegačnik, 1998).

2.4.3 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 medovi iz nektarja levosučni, medovi iz mane pa desnosučni. Desnosučni so tudi potvorjeni medovi. Tako je zato, ker v medovih iz nektarja nad desnosučnostjo glukoze, ki je v manjšini, prevladuje levosučna fruktoza, ki se nahaja v večjih količinah, pa tudi njeni specifični kot zasuka je močnejši kot pri glukozi.

Medovi iz mane imajo pogosto manj fruktoze in več glukoze, dostikrat vsebujejo že omenjeno desnosučno melecitozo ali erlozo, kar skupaj z glukozo povečata desnosučnost (Božnar in Senegačnik, 1998).

2.5 KROMATOGRAFIJA

2.5.1 HPAEC-PAD kromatografija

Kromatografija je separacijski proces, analiza kromatografije pa postopek za ločitev posameznih komponent vzorca z ustrezno detekcijo s ciljem kvalitativne in kvantitativne določitve (Žorž, 1991). Osnova ločevanja v kromatografskem sistemu je porazdelitev snovi (topljenca) med obema fazama, do katere pride zaradi različno močnih vezi na stacionarno fazo oziroma zaradi različne topnosti v stacionarni in mobilni fazi (Kregar, 1996). Ogljikove hidrate se lahko analizira s številnimi metodami, ki se med seboj razlikujejo in temeljijo na fizikalni, kemijski ali encimski karakteristiki. Tankoplastna, plinska, ionska in tekočinska kromatografija so tipične za analizo ogljikovih hidratov (Anklam, 1998). Swallow in Low (1990) sta z uporabo HPAEC-PAD kromatografije zaznala in izmerila vsebnost 20 sladkorjev, vključno z nekaterimi redkimi oligosaharidi (izopanoza, laminaritriosa). Metodo HPAEC-PAD odlikuje hitrost, občutljivost, ločljivost, majhna množina nederivatiziranega vzorca in večkratna uporaba kolone (Lee, 1996).

2.5.1.1 Metoda HPAEC-PAD

HPAEC-PAD – Razlaga kratice: high-performance anion-exchange chromatography with pulsed amperometric detection, high-pH anion-exchange chromatography with pulsed amperometric detection ali anionsko izmenjevalna tekočinska kromatografija visoke zmogljivosti s pulzno amperometrično detekcijo.

HPAEC je poleg reverzno-fazne in gelsko permeatne kromatografije ena izmed treh prevladujočih oblik kromatografske separacije. Razvita je bila konec 1960. leta in je odlična zveza med tekočinsko kromatografijo in elektrokemično detekcijo ter omogoča

ločitev nederivatiziranih ogljikovih hidratov v kompleksnem matriksu, kot na primer v hrani, pijači itd. (Lee, 1996; Moreno-Arribas in Polo, 2003).

HPAEC kromatografija temelji na šibki kislinski naravi/stopnji ogljikovih hidratov z uporabo močne anionsko izmenjevalne stacionarne faze. S tem karakterizira visoko mehanično in kemično stabilnost ter značilno selektivnost stacionarne faze. Stacionarna faza je polimerno anionsko izmenjevalna faza in zagotavlja stabilnost pri velikem razponu vrednosti pH, s tem pa je tudi učinkovita separacijska tehnika za ogljikove hidrate in podobne komponente (Cataldi in sod., 2000; Analysis of carbohydrates by HPAE-PAD, 2000; Jahnel in sod., 1998).

Ta tip kromatografije se uporablja za analizo kisljih ogljikovih hidratov in glikopeptidov. Ogljikovi hidrati so šibke kisline s pKa vrednostjo med 12 in 14. To so pri Dionex-u (Analysis of carbohydrates by HPAE-PAD, 2000) dokazali ravno s preiskavo vrednosti pKa nevtralnih monosaharidov. Rezultati so prikazani v preglednici 1 in dokazujejo zgornjo trditev. Pri visoki vrednosti pH so ogljikovi hidrati vsaj delno ali v celoti ionizirani, odvisno od njihove vrednosti pKa. To je pogoj, da se ločujejo z anionskim izmenjevalnim mehanizmom. Ta mehanizem ne sme vsebovati klasične silicijeve kolone, ker je matriks nestabilen v alkalni raztopini pri visokem pH (pH > 8,5). Nevtralni ali kationski deli vzorca eluirajo v matriks ali pa blizu praznega (void) volumna kolone ter tako ne motijo analize ogljikovih hidratov (Cataldi in sod., 2000; Analysis of carbohydrates by HPAE-PAD, 2000; Johnson in LaCourse, 1990).

Preglednica 9: Disociacijske konstante nekaterih tipičnih ogljikovih hidratov (v vodi pri 25 °C) (Analysis of carbohydrates by HPAE-PAD, 2000)

Sladkor	pKa
fruktoza	12,03
manoza	12,08
ksiloza	12,15
glukoza	12,28
galaktoza	12,39
dulcitoza	12,43
sorbitol	13,60
α -metil glukozid	13,71

Osnovne komponente HPAEC-PAD sistema so: rezervoar z mobilno fazo, črpalka, injektor, kolona, detektor in rekorder za zapis signala (Moreno-Arribas in Polo, 2003; Prošek, 1992; Rouessac in Rouessac, 2000; Žorž, 1991).

Črpalka dovaja vzorec raztopljen v mobilni fazi (topilo, v našem primeru NaOH/H₂O), skozi injektor v kolono. Zagotavljati mora enakomeren in konstanten pretok (0,1–10 mL/min), visoke tlake (do 6000 psi) ter biti odporna na korozijo (Moreno-Arribas in Polo, 2003; Skoog in sod., 2004).

Kolona je bistveni del tega sistema. Najpogosteje je izdelana iz nerjavečega jekla (prokrom), zaprta in zatesnjena s posebnimi elementi ter napolnjena s stacionarno fazo.

Premer kolone je 2-5 mm, dolžina 15-25 cm in velikost delcev stacionarne faze 3-10 μm . Slednji dve (dolžina kolone in velikost delcev) sta pogojeni/omejeni s pritiskom, ki je potreben za pretok topila (mobilne faze) skozi kolono in je obratno sorazmeren velikosti delcev stacionarne faze. Povezave med injektorjem in kolono ter kolono in detektorjem so tako kratke, kot je to le mogoče (Moreno-Arribas in Polo, 2003; Skoog in sod., 2004; Žorž, 1991).

Injektor dovaja vzorec v kolono naenkrat, v čim manjšem tekočinskem segmentu, ki je definiran in ponovljiv. Doziranje je avtomatsko, volumni doziranja različni, vendar tekom analize isti in s tem tudi koncentracije vzorcev (Prošek, 1992; Žorž, 1991).

Po ločitvi na koloni se komponente (signal) zazna s pomočjo detektorja. Detektor meri spremembo neke fizikalne količine, ki jo povzroči prehod komponente (eluent) skozi merilno pretočno celico z majhnim volumnom (pod 10 μL), da ne pride do razširitve vrhov, v električni signal. Signal se s pomočjo računalnika pretvori v analogni oziroma digitalni zapis, kot elucijski diagram - kromatogram. Detektorjev za analizo ogljikovih hidratov v HPAEC tehniki je veliko, vendar velja, da je pulzno amperometrični detektor najbolj natančen (Jensen, 1998; Kregar, 1996; Žorž, 1991).

Pulzna amperometrična detekcija temelji na mehanizmu elektrokatalitične oksidacije na površini zlate elektrode, kjer se katalizira polarna alifatska zmes v alkalnem mediju. Ta vrsta detekcije omogoča selektivno in občutljivo detekcijo reduciranih in nereduciranih sladkorjev, alditolov, oligosaharidov in podobnih komponent, kot so: deoksi sladkorji, amino sladkorji, N acetilirani amino sladkorji, kisli sladkorji itd. (Cataldi in sod., 2000; Johnson in LaCourse, 1990).

Ogljikovi hidrati se pri visokem pH, zaradi delovanja pozitivnega električnega potenciala, elektrokatalitično oksidirajo na površini zlate elektrode. Tok, ki se pri tem proizvaja, je sorazmeren koncentraciji ogljikovih hidratov, na ta način pa se le-ti zaznajo in kvantificirajo. Če se dovaja le en potencial na elektrodo, potem oksidacijski produkti zastrupljajo površino elektrode, kar povzroči izgubo signala. To se prepreči s čiščenjem elektrode s serijo potencialov, ki se aplicirajo v znanem časovnem obdobju z znanimi potenciali po detekciji prvega potenciala, ki nam izmeri ogljikov hidrat (Analysis of carbohydrates by HPAE-PAD, 2000; Optimal settings for PAD ..., 1998).

2.6 SPECIFIČNI KOT ZASUKA

Delovanje invertaze je lahko pojasniti tudi v količinskem razmerju: iz 95 g saharoze in 5 g vode nastane 100 g invertnega sladkorja, tj. mešanice grozdnega in sadnega sladkorja v razmerju 1:1 (vsakega torej po 50 g).

Marsikatera vrsta medicinskega medu pa vsebuje precej več saharoze kot glukoze in fruktoze, kar se seveda potem v medu spremeni. Tako npr. nektar travniške kadulje vsebuje kar 76 % saharoze ter le 18,5 % fruktoze in 4,9 % glukoze. Med iz navedenega nektarja pa potem vsebuje le še desetino začetne količine saharoze iz nektarja ali pa celo manj.

Raztopine navedenih treh sladkorjev se med seboj ločijo po tem, kako sučejo ravnino polarizirane svetlobe: ali v levo ali pa v desno. Vendar pri isti koncentraciji fruktoza suče v levo za večji kot kakor glukoza v desno, tako da je končni rezultat prevladujoča sučnost v levo.

Oznako invertni sladkor so na splošno sprejeli za poimenovanje raztopin, ki vsebujejo glukozo in fruktozo še v drugih, le približno enakovrednih razmerjih, ne pa tudi 1:1: Zato pri medu, v katerem omenjeni spojini skoraj nikoli nista natančno v razmerju 1:1, govorimo o invertnem sladkorju. Proces, pri katerem se raztopina saharoze spremeni v ustrezno raztopino invertnega sladkorja, ki potem vsebuje dva sladkorja, tj. glukozo in fruktozo namesto prejšnje saharoze, se imenuje tudi invertiranje (Poklukar, 1998).

2.7 SPECIFIČNA ELEKTRIČNA PREVODNOST MEDU

Specifična električna prevodnost medu je odvisna od koncentracije mineralnih soli, organskih kislin, beljakovin in verjetno tudi od kompleksnejših spojin, kot so sladkorji in poliol, ki v vodni raztopini medu razpadejo na ione in tako prevajajo električni tok. Električna prevodnost medu je dobro merilo pri določanju botaničnega izvora medu. Definirana je kot prevodnost 20 % (suha snov medu) raztopine medu pri 20 °C. Rezultat je izražen v milisiemensih na centimeter (Bogdanov in sod., 1997). Vrednosti so lahko zelo različne in so značilne za določeno vrsto medu (Golob in Plestenjak, 1999a). Pri vrstno čistem akacijevem medu je precej nizka, nekje do 0,3 mS/cm, pri cvetličnem do 0,8 mS/cm, pri sortnem kostanjevem medu pa je večja od 0,8 mS/cm.

Različne vrednosti za električno prevodnost medu so tesno povezane tudi s količino pepela pri posameznih vrstah medu. Svetli medovi imajo lahko do 0,6 % pepela, temni gozdni pa do 1 % ali več. Pepel vsebuje le anorganske snovi (ostanek po upepelitvi medu), ki skoraj v celoti povzročijo električno prevodnost raztopine medu. Tako je torej tudi električno prevodnost eno dodatnih meril za prepoznavanje različnih vrst medu (Božnar in Senegačnik, 1998). Specifična električna prevodnost akacijevega, cvetličnega in kostanjevega medu različnega evropskega geografskega porekla je podana v preglednici 4.

Preglednica 10: Specifična električna prevodnost (mS/cm) akacijevga, cvetličnega in kostanjevega medu različnega geografskega porekla

Geografsko poreklo medu/vrsta medu	Specifična električna prevodnost (mS/cm)								
	akacijev			cvetlični			kostanjev		
	\bar{x}	MIN	MAX	\bar{x}	MIN	MAX	\bar{x}	MIN	MAX
slovenski med (Golob, 1999b)	0,235	1,175	0,286	0,669	0,330	0,960	1,483	0,977	2,030
slovenski med (Karo, 2004)	/	/	/	0,48	0,25	0,75	1,44	0,74	1,46
francoski med (Devillers in sod., 2004)	0,195	0,120	0,289	/	/	/	1,308	0,785	1,883
poljski med (Popek, 2002)	0,220	0,170	0,268	0,684	0,643	0,724	/	/	/
italijanski med (Marini in sod., 2004)	/	/	/	/	/	/	1,48	1,28	1,68
italijanski med (Persano Oddo in Piro, 2004)	/	/	/	/	/	/	1,38	0,86	1,91
slovenski med (Šifrer, 2005)	0,430	/	/	0,641	/	/	1,395	/	/
slovenski med (Novak, 2006)	0,24	0,16	0,32	0,56	0,32	0,78	1,51	1,21	1,93

/ - ni podatka

2.8 DOLOČANJE SLADKORJEV S HPAEC-PAD METODO (Nozal in sod., 2005)

Namen:

S HPAEC-PAD metodo ločimo posamezne sladkorje v vzorcih medu. Kvantitativno ovrednotimo vsebnost glukoze, fruktoze, melicitoze, maltotrioze, gentibioze, rafinoze, turanoze, izomaltoze, erloze, maltoze, palatinoze, izomaltotrioze, panoze in saharoze.

Princip:

Vzorce medu raztopimo v dvakrat destilirani vodi. Raztopino prefiltriramo in analiziramo z anionsko izmenjevalno kromatografijo visoke zmogljivosti (HPAEC) s pulzno amperometrično detekcijo (PAD).

Reagenti in material:

- Mobilna faza: 400 mM natrijev hidroksid in voda MiliQ (90/10). Mešanico pred uporabo razplinimo in premešamo (ultrazvočna kopel) ter počakamo, da se temperatura stabilizira. Pripravimo jo v takšni količini, da bo zadostovala za analizo celotne serije vzorcev.

Standardne raztopine sladkorjev: analitsko čiste standarde (Sigma) pripravljamo vsakega posebej. V 10 mL bučki odtehtamo naslednje standarde: 3,45 mg glukoze, 4,15 mg fruktoze, 3 mg turanoze, 3 mg izomaltoze, 3 mg palatinoze, 3 mg izomaltotrioze, 3 mg panoze, 3 mg saharoze, 2 mg maltoze, 2 mg erloze, 2 mg rafinoze, 2 mg gentibioze, 2 mg maltotrioze in 2 mg melicitoze. Bučko dopolnimo do oznake z dvakrat destilirano vodo in jo damo v ultrazvočno kopel za 5 minut.

Aparature in pribor:

- Tekočinski kromatograf Waters 2690 s kvarterno črpalko, avtomatskim podajalnikom vzorcev in elektrokemijskim detektorjem Coulochem III (Pulse Mode), proizvajalca Esa.
- Kolona: anionsko izmenjevalna kolona RCX-10, proizvajalca Hamilton, dolžina 250 mm, širina 4,1 mm, velikost delcev 7 μm .
- Filtri za filtracijo (Millipore) vzorcev in standardov so vsebovali najlonsko membrano z velikostjo por 0,45 μm .

Delovni pogoji:

Preglednica 11: Delovni pogoji črpalke

Čas (min)	Pretok (mL/min)	Topilo A (% 400 mM NaOH)	Topilo B (% H ₂ O)
0	0,8	10	90
10	0,8	10	90
15	0,8	25	75
20	1,0	30	70
25	1,2	30	70
40	1,2	30	70
45	0,8	10	90

Program za detektor:

E1 = 200 mV, t1 = 500 ms, td = 300 ms

E2 = -1000mV, t2 = 10 ms

E3 = 600 mV, t3 = 1 ms

E4 = -100 mV, t4 = 10 ms

E1 pomeni analitski električni potencial oksidacije, E2 primeren električni potencial za kondicioniranje elektrode pri povečani oksidaciji in E3 ter E4 sta primerna potenciala za kondicioniranje elektrode z redukcijo. t1, t2, t3 in t4 so časi potrebni za potek električnega potenciala, td pa čas zamude pri prvem potencialu.

Temperatura kolone je bila 25 °C. Volumen injiciranega vzorca je bil 25 μL . Občutljivost smo pri 14 min zamenjali z 20 nC na 500 nC, zaradi boljše detekcije di- in tri- saharidov.

Priprava vzorcev za analizo:

V majhno čašo odtehtamo 100 mg medu na 0,0001 g natančno, ga raztopimo v dvakrat destilirani vodi, razplinimo in premešamo v ultrazvočni kopeli (10 min). Dobro raztopljen med prenesemo kvantitativno v 50 mL bučko in dopolnimo do oznake z dvakrat destilirano vodo. Tako pripravljeno raztopino medu prefiltriramo skozi filter s porami velikosti 0,45 µm v vijalo. Vijalo takoj zapremo.

Izvedba analize:

Umeritveno krivuljo naredimo vedno, kadar imamo večje število vzorcev s širokim koncentracijskim razponom. Pripravimo in analiziramo raztopine standardnih sladkorjev z znanimi koncentracijami, ki pokrivajo ves interval pričakovanih koncentracij. Za umeritveno krivuljo injiciramo naslednje volumne, in sicer za oligosaharide (občutljivost je 500 nC): 5, 10 in 15 µL ter za monosaharida (občutljivost je 20 nC): 25, 45 in 65 µL. Vzorce analiziramo v dveh ponovitvah.

Izračun podatkov:

Sladkorje kvantitativno ovrednotimo glede na primerjavo površin vrhov standardov in vzorcev. Pri preračunanju upoštevamo tudi dejansko maso odtehtanega vzorca medu in faktor razredčitve (v našem primeru 5). Rezultate za posamezne sladkorje podamo v g/100 g. Standardne raztopine znanih koncentracij sladkorjev nam dajo umeritveno krivuljo z enačbo $y = a \cdot x + b$, kjer je x koncentracija določenega standardnega sladkorja, a naklon premice, b presečišče premice z osjo y in y površina pika.

2.9 POLARIMETRIČNA ANALIZA

Služi za določanje čistosti in koncentracije raztopin optično aktivnih snovi. Kot sukanja nihajne ravnine polarizirane svetlobe je odvisen od valovne dolžine svetlobe, dolžine poti žarka, temperature raztopine in koncentracije raztopljenega sladkorja. Ker je specifičen zasuk posameznih sladkorjev poznan, lahko na osnovi kota zasuka določimo vrsto in izračunamo koncentracijo sladkorja. Polarimetrično določanje sladkorjev je preprosta, hitra metoda, vendar manj natančna metoda od kromatografije. Uporabljamo jo za kontrolno ugotavljanje vsebnosti saharoze v medu, primerna pa je tudi v analitiki topnih mono-, di-, oligo-, in polisaharodov (Plestenjak, 1993).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Analizirali smo 92 vzorcev slovenskega medu letnik 2006 ter 22 vzorcev repičnega medu letnik 2007. Vzorci so bili znanega botaničnega in geografskega porekla. Označili in grupirali smo jih glede na vrsto medu.

Preglednica 12: Vrste medu, število vzorcev in oznake posameznih vzorcev medu letnika 2006 in repični vzorci letnika 2007

Vrsta medu, letnik	Število vzorcev	Oznaka vzorcev
akacijev, 2006	22	A33, A34, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A41, A42, A43, A44, A45, A46, A47, A48, A49, A50, A51, A52, A53, A54
cvetlični, 2006	13	C32, C33, C34, C35, C36, C37, C38, C39, C40, C41, C42, C43, C44
gozdni, 2006	10	G31, G32, G33, G34, G35, G36, G38, G39, G40, G41
hojev, 2006	15	H16, H17, H18, H19, H20, H21, H22, H23, H24, H25, H26, H27, H28, H29, H30
kostanjev, 2006	14	K27, K28, K29, K30, K31, K32, K33, K34, K35, K36, K37, K38, K39, K40
lipov, 2006	13	L17, L18, L19, L20, L21, L22, L23, L24, L25, L26, L27, L28, L29
smrekov, 2006	5	S27, S28, S29, S30, S31
repični, 2007	22	1610, 1611, 1612, 1613, 1614, 1615, 1616, 1617, 1618, 1619, 1620, 1621, 1622, 1623, 1624, 1625, 1626, 1627, 1628, 1629, 1630, 1631

3.2 FIZIKALNO-KEMIJSKE METODE

3.2.1 Določanje kislosti s titrimetrično metodo (AOAC 962.19, 1999)

Princip:

Titracija vzorca z 0,05 M NaOH do pH 8,5 dodatek 10 ml NaOH in ponovna titracija z 0,05 M HCl do pH 8,3.

Reagenti:

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

Izvedba:

- Vzorec: V čašo odtehtamo 10 g vzorca in ga raztopimo v 75 ml destilirane vode, dodamo magnet in na magnetnem mešalu mešamo ves čas tritracije. Po kalibraciji pH metra potopimo elektrode pH metra v raztopino in zabeležimo pH. Titriramo z 0,05 M NaOH do pH 8,5. Dodamo 10 ml 0,05 M NaOH in titriramo z 0,05 M HCl do pH 8,3.
- Slepí vzorec: Titracija 85 ml destilirane vode z 0,05 M NaOH do pH 8,5.

Račun:

Kislost izrazimo kot miliekvivalent/kg vzorca.

- Proste kisline:
 $FA = (a - b) \cdot c(\text{NaOH}) \cdot 100 \quad \dots(1)$

A = ml 0,05 M NaOH pri 1. titraciji vzorca

B = ml 0,05 M NaOH pri titraciji slepega vzorca

- Laktioni:
 $LA = (10 - \text{ml } 0,05 \text{ M HCl pri } 2. \text{ titraciji vzorca}) \cdot c(\text{HCl}) \cdot 100 \quad \dots(2)$

- Skupne kisline:
 $TA = FA + LA \quad \dots(3)$

3.2.2 Določanje vsebnosti vode z ročnim refraktometrom (Plestenjak in Golob, 2000)

Princip:

Metoda temelji na refraktometrijskem določanju vsebnosti vode.

Pribor:

- steklena čaša
- steklena palčka
- refraktometer, ATAGO, HHR-2N

Izvedba:

Če je med tekoč, ga pred začetkom analize premešamo s palčko. Če je med kristaliziran, ga v zaprti posodi segrevamo pri temperaturi 65 °C, dokler se ne utekočini. Nato ga ohladimo. Tako pripravljenemu vzorcu določimo vsebnost vode pri konstantni temperaturi 20 °C. S stekleno palčko nanese tanko plast medu na prizmo refraktometra in na skali odčitamo vsebnost vode v %. Upoštevamo tudi temperaturni popravek.

3.2.3 Merjenje specifične električne prevodnosti s konduktometrom (Bogdanov, 1997) (modificirana metoda)

Princip:

Merjenje električne prevodnosti raztopine medu s konduktometrom.

Pribor:

- steklena čaša
- steklena palčka
- konduktometer, ISKRA, MA 5950

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 (100 g) vsebovala 20 ut.% suhe snovi. Metodo smo modificirali tako, da smo v čašo odtehtali določeno količino medu, dolili destilirano vodo do 100 g ter med raztopili namesto, da bi med najprej raztopili, prenesli kvantitativno v 100 ml merilno bučko in dopolnili do oznake. Tako smo metodo poenostavili, skrajšali postopek in porabili manj pribora za izvedbo analize. Dobili smo raztopino medu z 20 ut.% suhe snovi, ki smo ji izmerili prevodnost, tako da smo v raztopino potopili elektrodo predhodno umerjenega konduktometra in odčitali električno prevodnost raztopine.

3.2.4 Polarimetrično določanje saharoze (Plestenjak in Golob, 2000)

Princip:

Merjenje kota zasuka bistre raztopine medu pred in po inverziji na polarimetru v območju 175- 180 kotnih stopinj.

Reagenti:

- Al- kaša: pripravimo nasičeno vodno raztopino $AlCl_3$ ali $Al(SO_4)_3$, oborimo s c. NH_3 , filtriramo, filtrat spiramo z destilirano vodo, dokler reakcija na Cl^- ali SO_4^- ni negativna ($AgNO_3$ oz. $BaCl_2$). Al-kašo speremo s filtrirnega papirja v steklenico s toliko destilirane vode, da dobimo suspenzijo.
- koncentrirana HCl
- 8 M NaOH

Pribor:

- 50 ml, 25 ml, 5 ml, in 3 ml pipeta
- 250 ml merilni valj
- 100 ml merilne bučke
- termostat (67°- 70°)
- lakmus papir
- polarimeter

Izvedba:

Pripravimo »osnovno raztopino«: 50 g medu raztopimo v 250 ml destilirane vode.

A) Določanje direktnega sladkorja - pred inverzijo

V 100 ml merilno bučko odpipetiramo 50 ml osnovne raztopine medu, dodamo 3 ml Al-kaše, dopolnimo do 100 ml, premešamo in prefiltriramo skozi filtrirni papir - modri trak ter nato polarimetriramo v območju 175–180.

B) Določanje celokupnega sladkorja - po inverziji

V 100 ml merilno bučko odpipetiramo 50 ml osnovne raztopine medu, dodamo 25 ml destilirane vode ter 5 ml koncentrirane HCl. Postavimo za 5 min v termostat pri 67- 70°C. Hitro ohladimo pod tekočo vodo, nevtraliziramo z 8 M NaOH ob prisotnosti lakmus papirja. Dodamo 3 ml Al-kaše in dopolnimo z dest. vodo do 100 ml. Premešamo, prefiltriramo skozi filtrirni papir-modri trak in polarimetriramo v istem območju.

Račun:

% saharoze= (kot zasuka pred inverzijo – kot zasuka po inverziji) · 5,725 ... (4)

Ocena:

Pravilnik dovoljuje v medu največ 5 % saharoze

Gozdni med, čist ali mešan s cvetličnim medom, akacijev in sivkin med pa lahko vsebujejo največ 10 % saharoze.

3.2.5 Specifični kot zasuka medu

Princip:

Specifični kot zasuka, $[\alpha]_D^{20}$ je zaradi polarizirane svetlobe pri valovni dolžini natrijeve D linije pri 20 °C vodne raztopine, v 1 dm cevi polarimetra, ki vsebuje 1g/ml vzorca.

Specifični kot zasuka je merjenje v čisti, prefiltrirani vodni raztopini s polarimetrom. Vrednost meritve se nanaša na sladkorno sestavo raztopine.

Aparatura in pribor:

Polarimeter, ki je sestavljen iz svetlobnega vira (natrijeva svetilka), dveh polarizacijskih filtrov in 2 dm dolge cevi. Zmožen je merjenja v mejah 0,05 ° natančno.

Čaše (50 ml), merilne bučke (50 ml), liji, filtrni papir (modri trak), erlenmajerice (100 ml) in pipeta (10 ml).

Reagenti:

Carrezova raztopina I: 10,6 g 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 ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2 H_2O$) raztopimo v destilirani vodi, dodamo 3 g ledeno očetne kisline in dopolnimo z destilirano vodo do 100 ml.

Priprava vzorca:

Odtehtamo $6,0 \pm 0,5$ g vzorca medu (to ustreza približno 5 g suhe snovi) v 50 ml stekleno čašo in ga raztopimo v destilirani vodi. Ko se med raztopi, ga kvantitativno prenesemo v 50 ml merilno bučko, nato dodamo 5 ml Carezove raztopine I in temeljito mešamo 30 s. Sledi dodatek Carrezove raztopine II, ponovno temeljito mešamo 30 s in dopolnimo z destilirano vodo do oznake. Tako pripravljeno raztopino pustimo stati 24 h.

Izvedba analize:

Naslednji dan prefiltriramo skozi filtrirni papir (modri trak). Prve ml filtrata zavržemo. Preostali bistri filtrat polarimetriramo pri $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ v 2 dm cevi polarimetra. Izmerimo kot zasuka. Posamezni vzorec medu delamo v paralelki, zato opravimo dve meritvi za en vzorec medu.

Za izračun rezultatov uporabimo formulo specifičnega kota zasuka, ki kvantitativno ovrednoti vsebnost sladkorjev v raztopini. Rezultate za posamezne vzorce zapišemo v kotnih stopinjah na dve decimalki natančno.

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha \cdot \chi \cdot 100}{l \cdot \rho \cdot p} \quad [^{\circ}\text{cm}^3/\text{gdm}] \quad \dots(5)$$

$[\alpha]_D^{20}$ = specifični kot zasuka

l = dolžina polarimetrične cevi

p = suha snov v g

3.3 STATISTIČNA ANALIZA

Rezultate fizikalno-kemijskih analiz medov smo statistično obdelali s pomočjo računalniškega programa Microsoft Excel. Za ugotavljanje razlik med posameznimi vrstami medu smo uporabljali analizo variance.

Dobljene rezultate smo statistično obdelali in ovrednotili z naslednjimi statističnimi parametri:

- povprečna vrednost (\bar{x})
- standardna deviacija (SD)
- koeficient variabilnosti (KV)
- Pearsonov koeficient korelacije (R)
- koeficient determinacije (R^2)
- Levenov test homogenosti variance
- analiza variacije – ANOVA
- Duncanov test

Povprečna vrednost ali aritmetična sredina

To povprečje je najpogosteje uporabljena srednja vrednost. Izračunamo jo tako, da vsoto vseh vrednosti enot (x_i) v statistični množici delimo s številom enot (n). Vsota vseh odklonov od povprečja je vedno nič (Nemec, 2000).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n x \quad \dots(6)$$

Standardni odklon ali standardna deviacija

Standardni odklon je pozitivna vrednost kvadratnega korena iz variance (s^2), enačba (7). Varianca je osnovna mera razpršenosti podatkov okoli aritmetične sredine in je povprečje kvadratov odklonov posameznih vrednosti od aritmetične sredine. Izračunamo jo po enačbi (7) (Adamič, 1989).

$$SD = \sqrt{s^2} \quad \dots(7)$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad \dots(8)$$

Koeficient variacije ali variabilnosti

Absolutne mere variacije, kot sta varianca in standardni odklon, za primerjavo variiranja več statističnih spremenljivk z različnimi povprečnimi vrednostmi, običajno niso primerne. Objektivno primerjavo takšnih statističnih spremenljivk nam omogoča koeficient variabilnosti. Izračunamo ga po enačbi (9) tako, da standardni odklon delimo z aritmetično sredino in to izrazimo v odstotkih (Adamič, 1989).

$$KV(\%) = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100 \quad \dots(9)$$

Pearsonov koeficient korelacije (R)

Koeficient korelacije je merilo stopnje povezanosti med opazovanima spremenljivkama, ki sta naključni, med seboj povezni, vendar ne nujno odvisni ena od druge. Zavzema lahko vrednosti med -1 in $+1$. Vrednost $+1$ oz. -1 dobimo, če gre za največjo pozitivno (vrednost ene spremenljivke narašča z vrednostjo druge) oz. negativno (vrednost druge pada) korelacijo. Enak je razmerju med kovarianco (c_{xy}), ki jo izračunamo po enačbi (11) in zmnožkom standardnih odklonov obeh spremenljivk x in y (SD_x in SD_y), kot je prikazano v enačbi (10) (Adamič, 1989).

$$R = \frac{c_{xy}}{SD_x \times SD_y} \quad \dots(10)$$

$$c_{xy} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \times \sum y}{n}}{n - 1} \quad \dots(11)$$

Koeficient determinacije (R^2)

Koeficient determinacije je merilo povezanosti in izraža odstotek variabilnosti odvisne številke spremenljivke (y), ki je pojasnjen z regresijskim modelom ene ali več neodvisnih številskih spremenljivk (x). V primeru linearnega regresijskega modela je koeficient determinacije enak kvadratu Pearsonovega korelacijskega koeficienta (Košmelj in sod., 2002; Košmelj, 2001).

Levenov test homogenosti variance

S pomočjo tega testa ugotavljamo ali so variance v vseh obravnavanih statističnih vzorcih enake, torej če so vzorci homogeni. Prednost Levenovega testa je manjša občutljivost za morebitna odstopanja podatkov od normalne porazdelitve, zato je primeren tudi ko za obravnavano spremenljivko ne moremo privzeti normalne porazdelitve. Ničelna hipoteza Levenovega testa pravi, da ni razlik med variancami med vrstami, alternativna pa, da med vsaj enim parom varianc obstaja statistično značilna razlika. Vrednost statistične značilnosti, ki nam jo da test, pove, katera izmed domnev je pravilna. Vrednost statistične značilnosti, ki je manjša od stopnje tveganja 0,05 vodi k sprejetju alternativne hipoteze, vrednost večja od 0,05 pa k potrditvi ničelne. Kadar je sprejeta ničelna hipoteza, se potrди homogenost vzorcev. V primeru, da vzorci niso homogeni, ne moremo nadaljevati z analizo variance (Adamič, 1989).

Analiza variance (ANOVA)

Pri uporabi te analize domnevamo, da se variance statističnih vzorcev med seboj statistično ne razlikujejo. Enakost varianc med vzorci imenujemo homogenost varianc in smo predhodno preverili z Levenovim testom. Ničelna hipoteza pravi, da vsi statistični vzorci izhajajo iz populacije z enakim povprečjem, alternativna pa, da med opazovanimi statističnimi vzorci obstajata vsaj dva, katerih povprečji sta statistično različni. Kadar je vrednost signifikance manjša od 0,05, sklepamo, da vzorci pripadajo različnim populacijam oz., 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).

Duncanov test

Duncanov test je zaključni test, namenjen analizi vzorcev, za katere je znano, da so homogeni (Levenov test) in ne pripadajo isti populaciji (ANOVA). S pomočjo tega testa razdelimo posamezne vzorce v več podskupin, v katerih se vzorci glede na opazovano statistično spremenljivko statistično značilno ne razlikujejo.

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

Praktični del naloge je obsegal kvantitativno določanje vsebnosti saharoze, določanje vsebnosti prostih kislin, laktonov in merjenje vrednosti pH v izbranih vzorcih slovenskega medu letnika 2006. Analizirali smo 22 vzorcev akacijevega medu, 13 vzorcev cvetličnega, 14 lipovega, 10 vzorcev gozdnega, 15 vzorcev hojevega, 5 vzorcev smrekovega in 14 vzorcev kostanjevega medu.

Vzorci medu so bili pridobljeni neposredno od čebelarjev in nato hranjeni v ustrezni embalaži, pri sobni temperaturi, zaščiteni pred svetlobo. Vrsta medu je bila predhodno določena s strani čebelarjev, na Katedri za vrednotenje živil pa je bila opravljena še senzorična analiza, ki je potrdila vrsto medu. Analize smo opravili v dveh vzporednih določitvah. Vrednosti opravljenih kemijskih analiz so predstavljene v preglednicah 10–15, slikah 1-14 in prilogah A1-A7, B in C1-C8. Opisali smo jih z osnovnimi statističnimi parametri, jih z različnimi metodami statistično obdelali ter iskali morebitne povezave med analiziranimi parametri. Rezultate smo primerjali tudi z razpoložljivo tujo in domačo literaturo.

4.1 REZULTATI VSEBNOSTI SAHAROZE DOLOČENE S POLARIMETRIČNO METODO

V sedmih vrstah medu smo določali vsebnost saharoze s polarimetrično metodo.

Preglednica 13: Vsebnost saharoze (g/100 g) v medovih letnikov 2006 določena s polarimetrično metodo

Vrsta medu, letnik 2006	Saharoza (g/100 g)			
	n	$\bar{x} \pm SD$	interval	KV (%)
akacijev	22	2,51 ± 0,98	0,86-4,29	39,0
cvetlični	13	1,91 ± 1,22	0,58-3,44	63,8
lipov	14	1,54 ± 1,16	0,57-4,29	75,3
gozdni	10	1,08 ± 0,44	0,57-3,15	41,0
smrekov	5	1,69 ± 0,67	1,14-2,86	39,5
hojev	15	2,31 ± 1,16	0,86-4,58	50,2
kostanjev	14	1,90 ± 1,00	1,14-4,01	52,4

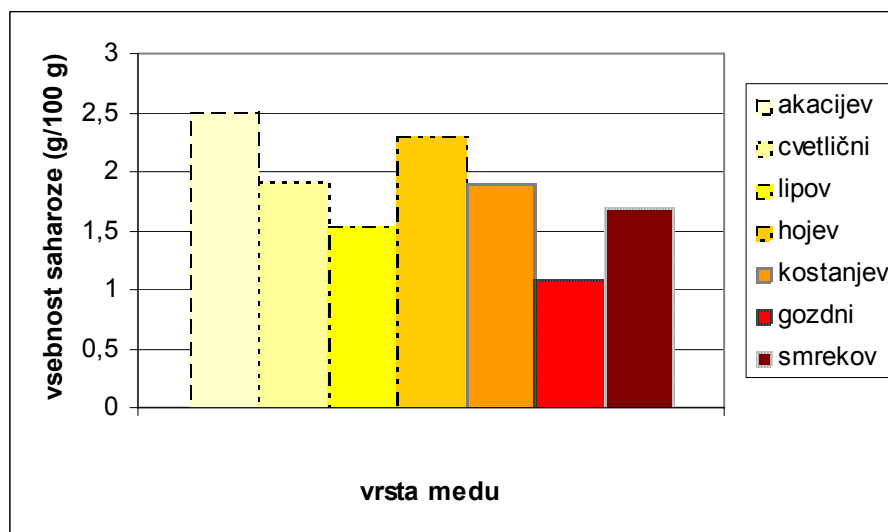
n – število vzorcev; \bar{x} – povprečna vrednost; SD – standardna deviacija; interval – minimalna in maksimalna vrednost; KV – koeficient variabilnosti

Iz preglednice 13 lahko razberemo povprečno vsebnost saharoze v posameznih vrstah medu. Njena vsebnost se giblje od 1,90 g/100 g v kostanjevem medu do 2,51 g/100 g v akacijevem medu. Statistična analiza je pokazala, da se vsebnost saharoze med posameznimi vrstami medu statistično značilno ne razlikuje. Najvišji interval območij je bil pri vsebnosti saharoze v lipovem medu z največjim koeficientom variabilnosti, 75,3 %, naožji in posledično največja zgoščenost podatkov pa je bila v akacijevem medu.

Najmanjša vsebnost je bila določena v vzorcih L16, C32, G41 (0,57 g/100 g), največja pa v hojevem medu H29 (4,58 g/100 g).

Slovenski Pravilnik o medu (2004) dovoljuje 5 g saharoze v 100 g medu. Izjema je akacijev med z največjo dovoljeno vsebnostjo 10 g saharoze v 100 g medu. Analizirani vzorci akacijevga, cvetličnega, lipovega, hojevega, kostanjevega, gozdnega in smrekovega medu izpolnjujejo ta pogoj v celoti.

Golob in Pletenjak (1999a) navajata podatke o vsebnosti saharoze v akacijevem, cvetličnem in gozdnem medu, ki so dosti manjše od naših analiziranih vsebnosti, medtem ko Popek (2002) poroča o večji vsebnosti tega disaharida v akacijevem medu. Cotte s sod. (2004), Földhazi (1994) in Žolnir(2002) poročajo o manjši vsebnosti saharoze v akacijevm medu v primerjavi z našim, medtem ko, Nozal s sod. (2005) ter Da Costa Leite s sod. (2000) poročajo o manjši vsebnosti saharoze v cvetličnem medu. Nozal in sod. (2005) ter Žolnir (2002) navajajo enako oz. manjšo vsebnost saharoze v gozdnem medu, slednja pa tudi manjšo v gozdnem in smrekovem medu. Vsi navedeni avtorji so izvajali analize z naslednjimi metodami: HPAEC- PAD (Cotte in sod., 2004; Nozal in sod., 2005), HPLC (Da Costa Leite in sod., 2004; Földhazi, 1994; Golob in Plestenjak, 1999a; Žolnir, 2002) in Codex Standard (1981) (Popek, 2002).



Slika 1: Vsebnost saharoze določena s polarimetrično metodo v medovih letnika 2006

Dobljene rezultate vsebnosti saharoze medov 2006 smo primerjali z vsebnostjo saharoze medov 2005. (Preglednica 14)

Preglednica 14: Vsebnost saharoze (g/100 g) v medu letnika 2005 določena s HPAEC-PAD in s polarimetrično metodo, ter vsebnost saharoze (g/100 g) v medu letnika 2006 določena s polarimetrično metodo

Vrsta medu, letnik	Metoda					
	HPAEC-PAD			Polarimetrična		
	saharosa (g/100 g)			saharosa (g/100 g)		
	$\bar{x} \pm SD$	interval	KV (%)	$\bar{x} \pm SD$	interval	KV
akacijev, 2005	4,22±2,08	1,92-8,28	49,29	2,83±1,56	1,15-6,87	55,12
cvetlični, 2005	2,71±0,91	1,31-4,35	33,58	2,5±1,22	0,57-5,44	48,80
gozdni, 2005	3,54±1,06	1,71-5,61	29,94	3,94±1,87	0,90-7,60	47,46
smrekov, 2005	2,52±0,69	1,12-3,78	27,38	3,77±1,42	1,43-6,55	37,67
akacijev, 2006				2,51±0,98	0,86-4,29	39,0
cvetlični, 2006				1,91±1,22	0,57-3,44	63,8
gozdni, 2006	3,08±0,78	2,40-4,05	25,32	1,08±0,44	0,57-3,15	41,02
smrekov, 2006				1,69±0,67	1,14-2,86	39,53

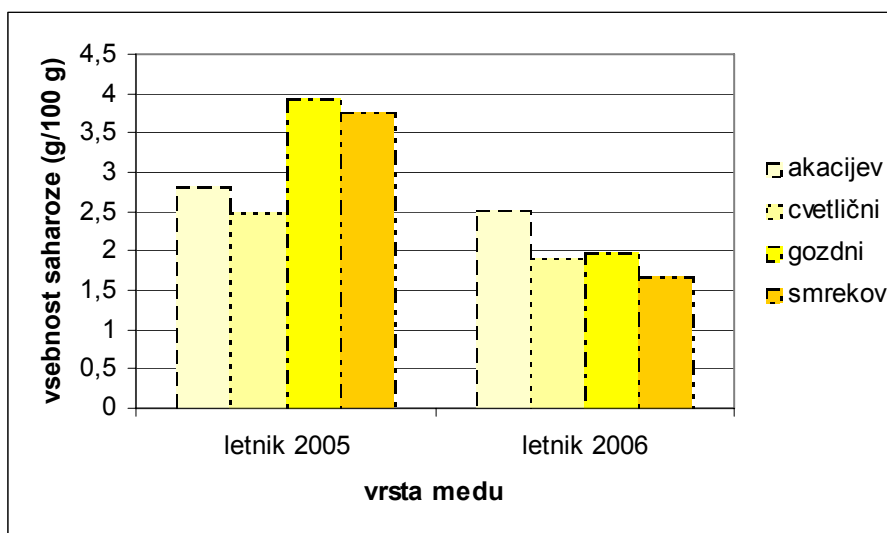
n – število vzorcev; \bar{x} – povprečna vrednost; SD – standardna deviacija; interval – minimalna in maksimalna vrednost; KV – koeficient variabilnosti

Preglednica 14 prikazuje povprečno vsebnost saharoze, dobljeno z metodama HPAEC-PAD in polarimetrično v medu letnika 2005, ter vsebnost saharoze dobljene s polarimetrično metodo v medu letnika 2006. Kot je razvidno iz preglednice 14 in predvsem iz slike 2, je vsebnost saharoze v medu iz nektarja letnik 2006 nižja v primerjavi z vsebnostjo saharoze določene v medu iz nektarja, letnik 2005. Največji interval je bil pri cvetličnem medu. KV so bili pri vseh štirih vrstah medu pri metodi HPAEC-PAD veliki, vendar so bili pri polarimetrični metodi še večji.

Statistična analiza je pokazala, da se vsebnost saharoze med posameznimi letniki statistično značilno razlikuje. Dokaj primerljive rezultate smo ugotovili v akacijevem medu obeh letnikov, saj je določena vsebnost 2,83 g saharoze/100 g oz. 2,51 g saharoze/100 g medu.

Kasenburger (2006) v svoji diplomski nalogi navaja ugotovitve, da je glede na rezultate in prebrano literaturo HPAEC-PAD kromatografija natančnejša in manj agresivna. Polarimetrična metoda se bolj uporablja za rutinsko preverjanje vsebnosti saharoze v medu (glede na predpise), ob razpoložljivosti sodobnih natančnejših metod pa le redko še za določanje absolutne vsebnosti saharoze v medu. Prednost je le v tem, da je cenejša. Zahteva pa dobro vpeljanega analitika. Rezultati v medu iz mane in nektarja so pri

polarimetrični metodi večji oz. manjši kot pri HPAEC-PAD. Vzrok je princip same metode in njena slaba ponovljivost, viskoznost in barva medu ter encimska razgradnja saharoze.



Slika 2: Vsebnost saharoze v medu letnikov 2005 in 2006

4.2 REZULTATI VSEBNOSTI RAZLIČNIH SLADKORJEV V MEDU PO METODI HPAEC-PAD

V preglednici 15 so podani rezultati vsebnosti glukoze, fruktoze, saharoze, rafinoze in melecitoze, ki smo jih dobili z analizo s pomočjo HPAEC – PAD metode, ki so jo izvedli na Oddelku za biologijo.

Preglednica 15: Rezultati vsebnosti različnih sladkorjev v medu po metodi HPAEC-PAD

Vrsta medu, letnik	n		Vrsta sladkorja					
			glukoza	fruktoza	F+G	saharoza	rafinoza	melecitoza
lipov, 2006	7	\bar{x}	24,96	22,78	47,74	2,79	3,00	1,46
		Min	17,38	17,65	35,03	2,02	2,03	1,30
		Max	32,71	31,71	62,29	3,51	4,50	1,57
		SD	5,97	4,55	9,44	0,46	0,92	0,10
gozdni, 2006	4	\bar{x}	29,30	23,62	52,92	3,08	5,08	1,64
		Min	22,94	18,74	41,68	2,40	4,60	1,29
		Max	38,62	29,92	68,54	4,05	5,67	2,05
		SD	7,32	5,35	12,65	0,78	0,50	0,36
smrekov, 2006	1	\bar{x}	26,03	21,69	47,72	2,72	3,97	1,46
		Min	26,03	21,70	47,72	2,72	3,97	1,46
		Max	26,03	21,70	47,72	2,72	3,97	1,46
		SD						
akacija, 2007	16	\bar{x}	26,70	39,26	65,96	4,37	0,00	0,01
		Min	21,97	33,65	56,49	2,12	0,00	0,00
		Max	31,26	44,98	74,91	8,28	0,03	0,16
		SD	2,70	3,25	5,74	2,10	0,01	0,04
cvetlični, 2007	15	\bar{x}	30,90	35,91	66,81	2,60	0,05	0,05
		Min	28,51	33,15	63,24	1,32	0,00	0,00
		Max	35,49	38,97	71,59	4,20	0,67	0,67
		SD	2,06	1,85	2,45	0,83	0,17	0,17
smreka, 2007	12	\bar{x}	26,76	36,40	63,17	2,42	2,40	2,66
		Min	23,11	21,69	47,72	1,13	0,80	1,04
		Max	30,26	42,81	73,06	3,47	5,45	6,53
		SD	2,23	5,67	7,33	0,62	1,55	1,78
gozdni, 2007	19	\bar{x}	27,98	30,24	58,22	3,44	2,66	2,19
		Min	22,94	18,74	41,68	1,72	0,34	0,61
		Max	38,62	36,43	68,54	5,60	5,97	6,45
		SD	3,73	4,97	7,32	1,02	1,83	1,38

Podatki iz preglednice 15 kažejo vsebnosti različnih vrst sladkorjev v medovih letnikih 2006 in 2007. Vsebnost glukoze v medovih letnika 2006 se giblje od 17,65 g/100 g v lipovem do 31,71 g/100 g tudi v lipovem medu. V medovih letnika 2007 pa se vsebnost glukoze giblje med 21,97 g/100 g v akacijevem medu do 38,62 v gozdnem medu. Nozal in sod. (2005) navajajo večje vsebnosti za gozdni in cvetlični med, Cotte in sod. (2004) pa manjše za akacijev med. Esti in sod. (1997) ter Ojeda de Rodriguez in sod. (2004) navajajo večje povprečne vrednosti v italijanskem oz. venezuelskem medu. Kasenburger (2006) je v

svoji diplomski nalogi za medove letnika 2005 določila vsebnost glukoze med 26,95 g/100 g v smrekovem do 31,51 g/100 g v cvetličnem medu.

Povprečna vsebnost fruktoze se je v posameznih vrstah medu gibala od 21,69 g/100 g v smrekovem medu letnika 2006 do 39,26 g/100 g v akacijevem medu letnika 2007. Cotte in sod. (2004) poročajo o večji vsebnosti fruktoze v madžarskem oz. francoskem akacijevem medu, Nozal in sod. (2005) pa o večji v španskem cvetličnem in gozdnem medu. Kasenburger (2005) navaja povprečno vsebnost fruktoze v posameznih vrstah medu od 32 g/100 g v gozdnem do 39,29 g/100 g v akacijevem medu letnika 2005.

Pravilnik (2004) predpisuje skupno vsebnost glukoze in fruktoze tj. invertni sladkor za cvetlični med oz. med iz nektarja najmanj 60 g/100 g, medtem ko za gozdni med oz. med iz nektarja (čisti ali mešanica s cvetličnim) najmanj 45 g/100 g. Naši povprečni podatki ustrezajo tej zahtevi. Največji delež invertiranega sladkorja vsebuje cvetlični med letnika 2007, najmanj pa smrekov med letnika 2006.

Iz preglednice 13 lahko razberemo povprečno vsebnost saharoze v posameznih vrstah medu letnikov 2006 in 2007. Njena vsebnost se giblje od 2,42 g/100 g v smrekovem medu letnika 2007 do 4,37 g/100 g v akacijevem medu letnika 2007. Podobne ugotovitve, najmanjšo povprečno vsebnost 2,52 g/100 g v smrekovem medu in največjo povprečno vsebnost 4,22 g/100 g v akacijevem medu, navaja Kasenburger (2006) v svoji diplomski nalogi za medove letnika 2005.

Slovenski Pravilnik o medu (2004) dovoljuje 5 g saharoze v 100 g medu. Izjema je akacijev med z največjo dovoljeno vsebnostjo 10 g saharoze v 100 g medu. Analizirani vzorci medu letnikov 2006 in 2007 izpolnjujejo ta pogoj v celoti.

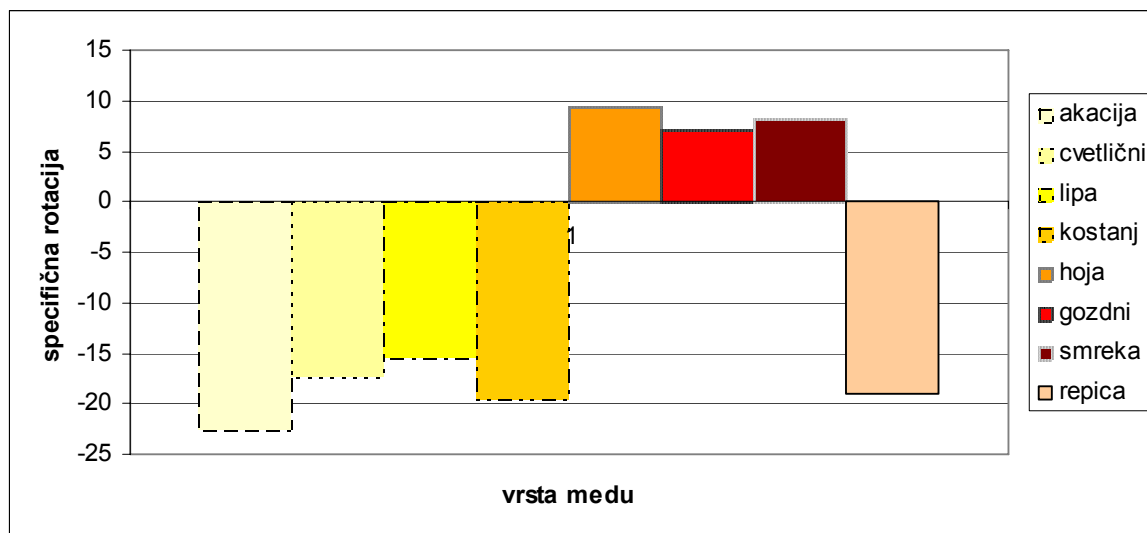
Analizirana trisaharida v medovih sta bila rafinoza in melecitoza. Največja povprečna vsebnost rafinoze je bila v gozdnem medu letnika 2006 in je znašala 5,08 g/100 g. V brazilskem medu je bilo povprečno določene rafinoze 0,15 g/100 g (Da Costa Leite in sod., 2000), kar je manj v primerjavi z našimi medovi letnikov 2006 in 2007 razen akacijevga in cvetličnega letnika 2007. Kasenburger (2006) je ugotovila največjo povprečno vsebnost rafinoze v smrekovem medu (2,23 g/100 g).

Izmed vseh analiziranih medov smo določili največjo povprečno vsebnost melicitoze v smrekovem medu letnika 2007, ki znaša 2,66 g/100 g. Podobno vrednost navaja tudi Kasenburger (2006). V smrekovem medu letnika 2005 je določila 2,72 g/100 g.

4.3 REZULTATI MERJENJA SPECIFIČNEGA KOTA ZASUKA

Med suče ravnino polarizirane svetlobe. To je lastnost, ki je odvisna od sladkorjev v medu, in sicer vrste in njihovih relativnih razmerij. Ugotovitev, da so cvetlični medovi levosučni, medovi iz mane pa desnosučni, na splošno velja in je razvidna iz slike 3. Na sliki so predstavljeni analizirani medovi letnika 2006 in med iz mane letnik 2007. Razvidna je tipična sučnost za medove iz nektarja: akacija, cvetlični, lipa, kostanj in repica ter medovi iz mane-hoja, gozdni, smreka.

Izmerjeni specifični kot zasuka v repičnem medu letnik 2007 je primerljiv z izmerjenim specifičnim kotom pri kostanjevem medu, letnik 2006. Najnižji izmerjeni specifični kot zasuka pri medovih iz nektarja ima akacijev med, $-22,56 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$, največjega pa lipov med letnik 2006, $-15,39 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$. Med medovi iz mane, ki so sicer desnosučni smo določili najvišji specifični kot zasuka pri hojevem medu letnika 2006, in sicer $9,43 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$, najnižjega pa pri gozdnem medu, in sicer $5,10 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g}$.



Slika 3: Specifični kot zasuka v različnih vrstah medu

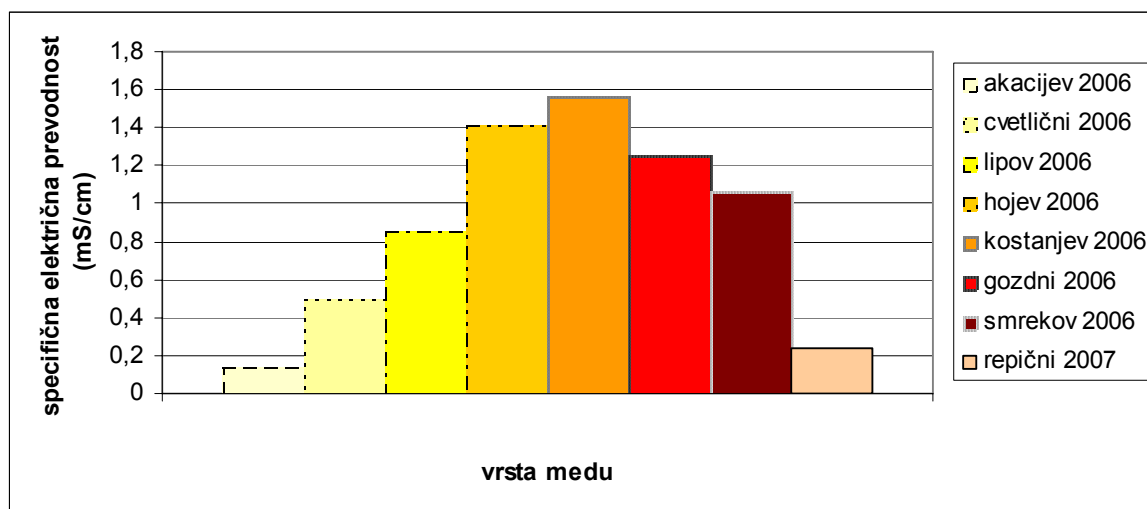
4.4 REZULTATI MERJENJA SPECIFIČNE ELEKTRIČNE PREVODNOSTI

Rezultati specifične električne prevodnosti za vzorce repičnega medu letnika 2007 so zbrani v preglednici 16 in prilogi E1.

Preglednica 16: Specifična električna prevodnost medu (mS/cm) z izračunanimi statističnimi parametri

Specifična električna prevodnost (mS/cm)						
Vrsta medu	n	\bar{x}	Min	Max	SD	KV (%)
repični 2007	22	0,24	0,12	0,45	0,08	35,3
akacijev 2006	22	0,14	0,11	0,18	0,02	14,5
cvetlični 2006	13	0,50	0,27	0,69	0,14	28,3
lipov 2006	14	0,85	0,68	1,08	0,11	13,0
kostanjev 2006	14	1,56	1,24	1,88	0,17	10,8
hojev 2006	15	1,41	1,22	1,57	0,10	7,2
gozdni 2006	10	1,25	1,02	1,47	0,15	12,0
smrekov 2006	5	1,07	0,91	1,25	0,14	12,6

Iz prilog C1-C8 ter slike 4 lahko razberemo, da so vsi vzorci ustrezali Pravilniku o medu (2004) in Pravilniku o spremembi pravilnika o medu (2004), ki predpisuje vrednost specifične električne prevodnosti za akacijev in cvetlični med največ 0,8 mS/cm, za kostanjev med pa najmanj 0,8 mS/cm. Za akacijev med smo postavili mejo pri 0,32 mS/cm.



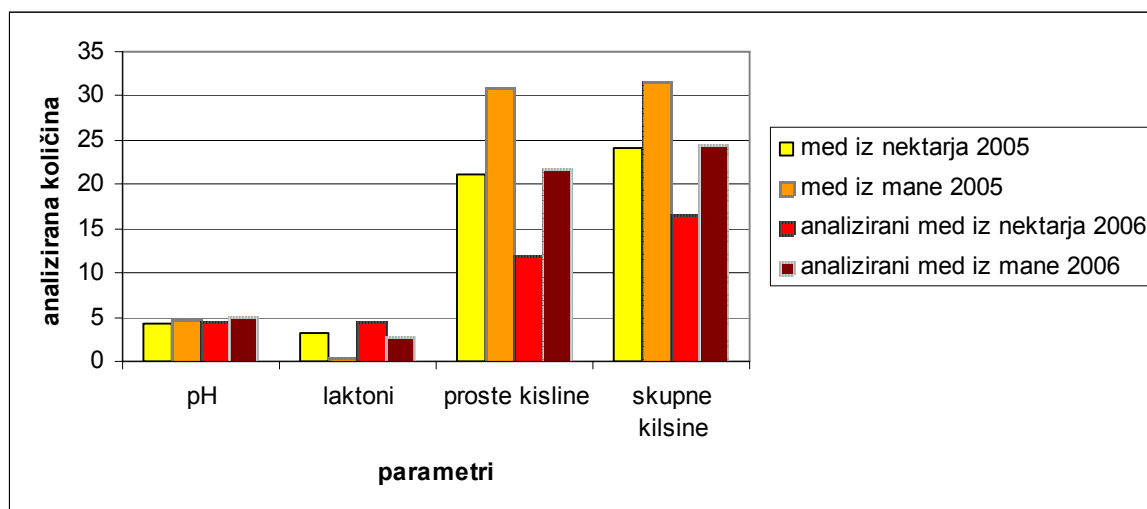
Slika 4: Specifična električna prevodnost v analiziranih vzorcih medu

Iz slike 4 je razvidno, da je vrednost specifične električne prevodnosti značilna za posamezno vrsto medu. Najvišjo povprečno specifično električno prevodnost je imel kostanjev med (1,557 mS/cm), nato hojev med (1,409 mS/cm), najnižjo pa je imel akacijev med (0,136 mS/cm). Vzorec A45 (akacijev med) je imel najnižjo prevodnost, 0,113 mS/cm, najvišjo pa smo izmerili v vzorcu K27 (kostanjev med), in sicer 1,88 mS/cm. Vrednost specifične električne prevodnosti repičnega medu letnika 2007 je 0,236 mS/cm, kar je nekoliko višja vrednost od določene v akacijevem medu letnika 2006, 0,136 mS/cm. Medtem ko je vrednost v cvetličnem medu letnika 2006 0,499 mS/cm, torej višja kot repičnem medu letnika 2007.

4.5 REZULTATI VSEBNOSTI PROSTIH IN SKUPNIH KISLIN, LAKTONOV IN VREDNOSTI pH V POSAMZNIH VRSTAH MEDU

V prilogi A1-A7 so zbrani podatki določanja vsebnosti prostih in skupnih kislin, vsebnost laktonov ter vrednosti pH v sedmih vrstah medu.

Rezultati kemijskih analiz so pokazali, da imajo medovi iz mane (gozdni, smrekov, kostanjev, hojev) v primerjavi z medovi iz nektarja (akacija, lipa, cvetlični) večje vrednosti pH, več prostih in skupnih kislin, vendar manjšo vsebnost laktonov. Sklepamo lahko, da se med iz mane značilno razlikuje od medu iz nektarja.



Slika 5: Primerljivost različnih parametrov v medu glede na izvor in letnik

Iz slike je razvidno, da analizirani vzorci iz mane tako letnika 2005 kot letnika 2006 vsebujejo večje količine prostih in skupnih kislin in manjšo vsebnost laktonov v primerjavi z analiziranimi medovi iz nektarja. Največja primerljivost med medovi letnika 2005 in 2006 je v vrednosti pH, kjer ni večjih odstopanj. Podobne ugotovitve navaja tudi Kasenburger (2006) v svoji diplomski nalogi.

Preglednica 17: Osnovni statistični parametri za vrednost pH, vsebnost skupnih in prostih kislin ter laktonov

Parameter	\bar{x}	Min	Max	SD	KV (%)
vrednost pH	5,04	4,1	6,18	0,52	10,3
proste kisline (meq/kg)	14,42	6,97	29,15	5,62	38,97
laktoni (meq/kg)	3,84	0,00	7,57	1,69	44,01
skupne kisline (meq/kg)	18,09	8,32	30,69	5,12	28,30

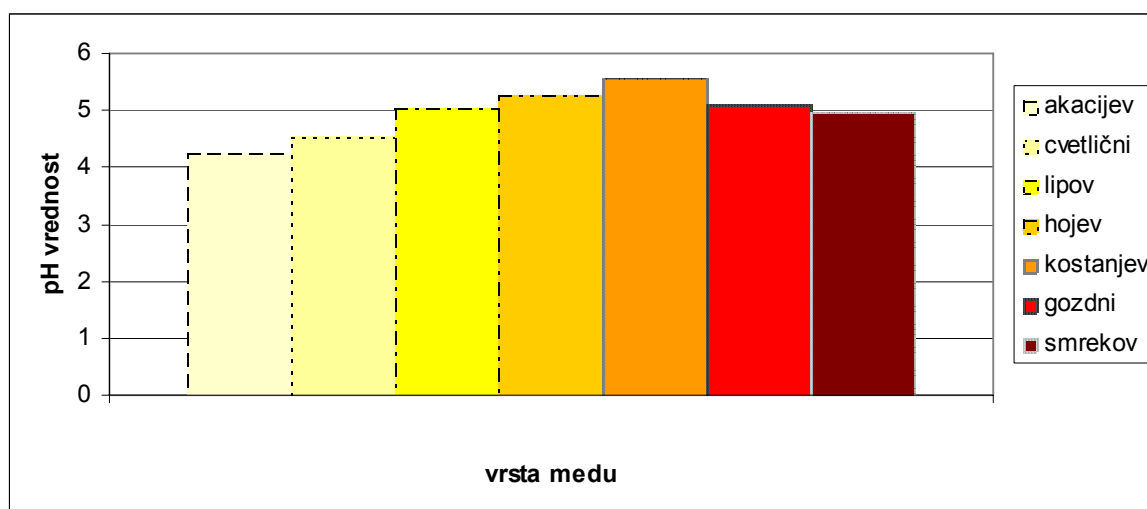
\bar{x} – povprečna vrednost; SD – standardna deviacija; Min – minimalna vrednost; Max – maksimalna vrednost; KV – koeficient variabilnosti

V preglednici 17 so zbrani rezultati kemijskih analiz določanja vrednosti pH ter vsebnosti prostih kislin, laktonov in skupnih kislin. Podane so povprečne vrednosti vseh določitev, intervali oz. najmanjša in največja vrednost (min in max), standardna deviacija in koeficient variabilnosti.

Vrednost pH v analiziranih vzorcih medu se je gibala od 4,1 do 6,18, povprečje vseh analiziranih vzorcev pa je bilo 5,04. Iz preglednice je razvidno, da so vzorci vsebovali od 6,97 do 29,12 meq/kg prostih kislin v kg medu, povprečno 14,42 meq/kg. Vsebnost laktonov se je gibala od 0,00 do 7,57 meq/kg, povprečno 3,84 meq/kg. Interval vsebnosti skupnih kislin je bil med 8,32 meq/kg in 30,69 meq/kg s povprečno vrednostjo 18,09 meq/kg.

Razmeroma veliki razponi med minimalnimi in maksimalnimi vrednostmi kažejo na veliko variabilnost tako med vrstami kot tudi znotraj posamezne vrste medu. Največji koeficient variabilnosti je bil določen pri vsebnosti laktonov in nekoliko manjši pri vsebnosti prostih kislin.

Če primerjamo rezultate s podatki iz literature, ugotovimo, da je povprečna vrednost pH naših vzorcev nekoliko višja od vrednosti pH italijanskega in ameriškega medu. Esti in sod. (1997) navajajo povprečno vrednost pH 3,5 v italijanskih medovih, Belitz in Grosch (1999) pa sta za ameriški med določila povprečno vrednost pH 3,9. Ista avtorja navajata tudi višje povprečne vsebnosti prostih kislin (22 meq/kg) in laktonov (7,01 meq/kg) v primerjavi z našimi rezultati. Golob in Plestenjak (1999) sta v predhodnih raziskavah slovenskega medu določila nekoliko višje povprečne vsebnosti skupnih kislin (25, 46 meq/kg) v primerjavi z rezultati naših analiz (19,30 meq/kg).

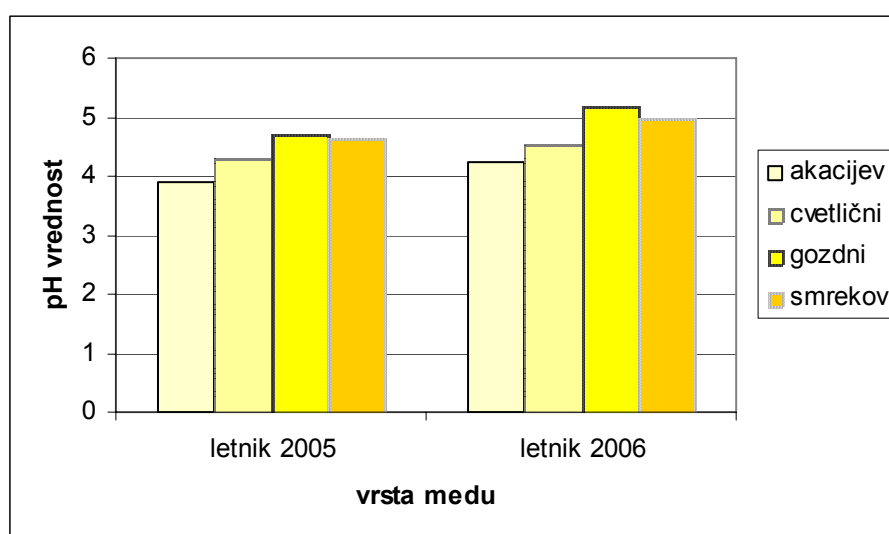


Slika 6: Vrednost pH v posameznih vrstah medu letnika 2006

Iz slike 6 lahko razberemo povprečne vrednosti pH posameznih vrst medu. Vrednost pH je bila od 4,24 v akacijevem do 5,58 v kostanjevem medu. Statistična analiza je pokazala, da se vrednost pH med posameznimi vrstami medu statistično razlikuje. Kostanjev med, je imel najvišjo povprečno vrednost pH, se je statistično razlikoval od vseh ostalih vrst. Najnižjo vrednost pH pa je imel akacijev med, in sicer 4,24, in se je prav tako statistično značilno razlikoval od vseh ostalih vrst.

Največja razlika med minimalno in maksimalno vrednostjo pH je bila določena pri lipovem medu, kjer je bil največji koeficient variabilnosti, 8,10 %. Najmanjša variabilnost pa je bila pri gozdnem medu, KV = 2,58 %. Najvišja vrednost pH je bila določena pri vzorcu kostanjevega medu K 33, in sicer 6,12, najnižja pa pri vzorcu akacijevega medu A41, pH = 4,00.

Tudi Golob in Plestenjak (1999a) navajata najnižjo vrednost pH v akacijevem medu, in sicer 3,73, medtem ko ima najvišjo vrednost pH kostanjev med, 5,39. Persano Oddo in sod. (1995) so določili najvišje vrednosti pH pri kostanjevem (5,50) in pri hojevem medu (5,30), najnižjo vrednost pH, 4,00, pa so določili pri akacijevem medu, kar je primerljivo z našimi rezultati kostanjevega in akacijevega medu. Downey s sod. (2005) poroča o povprečni vrednosti pH v irskih medovih, ki je znašala 4,2, Ojeda de Rodriguez s sod. (2004) je za venezuelski med določila vrednost pH 3,65, in Esti s sod. (1997) za italijanski med 3,5. Vrednosti so primerljive z našimi rezultati za akacijev med. Devillers s sod. (2003) navaja vrednosti pH za akacijev (3,9), ki je enaka naši vrednosti in smrekov med (5,15), ki ima višji pH kot analiziran smrekov med. Marini s sod. (2004) poroča o večji vrednosti pH, 5,3, v italijanskih medovih iz mane.

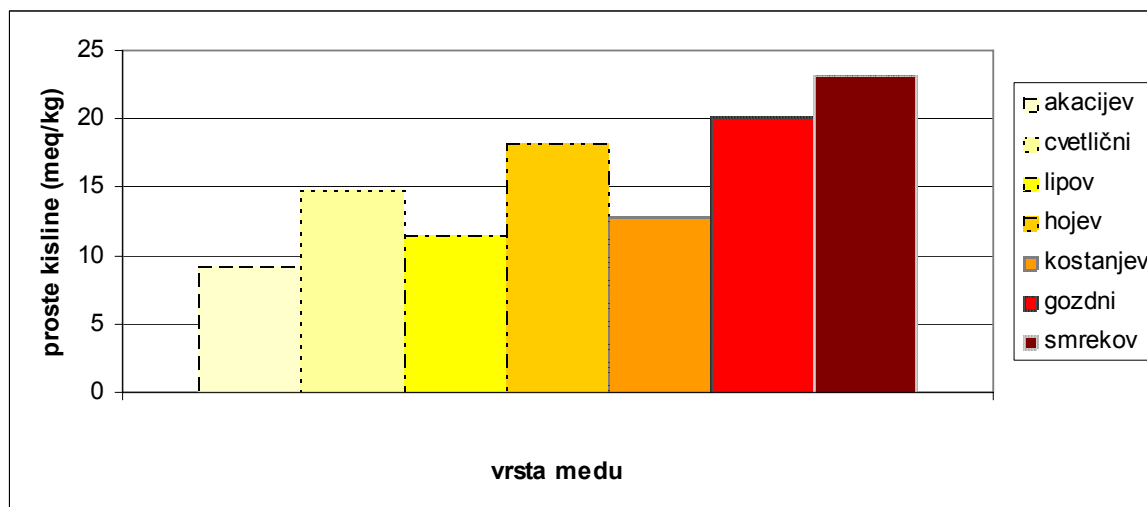


Slika 7: Vrednost pH v medu različnih letnikov

Slika 7 prikazuje primerljivost rezultatov vrednosti pH v medu različnih letnikov. Najboljše ujemanje rezultatov vrednosti pH je v cvetličnem medu. V cvetličnem medu letnika 2005 so določili povprečno vrednost 4,32 vrednosti pH, v letniku 2006 pa 4,53.

Pri vseh ostalih vrstah medu, pa ugotavljamo v letniku 2006 višje vrednosti pH, v primerjavi z vrstami letnika 2005. Akacijev med letnika 2005 ima povprečno vrednost 3,91, medtem ko smo v letniku 2006 pri vzorcih akacijevega medu določili povprečno vrednost 4,24. Enaka so opažanja pri gozdnem in smrekovem medu, saj smo pri obeh vrstah določili v letniku 2006 višje vrednosti pH kot v prejšnjem letniku.

Torej povprečna vrednost pH v gozdnem medu letnika 2005 je bila 4,71, v medu letnika 2006 pa smo določili višjo povprečno vrednost pH 5,05. V smrekovem medu je bila izmerjena povprečna vrednost leta 2006 višja, in sicer 4,97, v primerjavi z vrednostjo letnika 2005, ko so določili 4,64 povprečno vrednost.



Slika 8: Vsebnost prostih kislin v posameznih vrstah medu letnika 2006

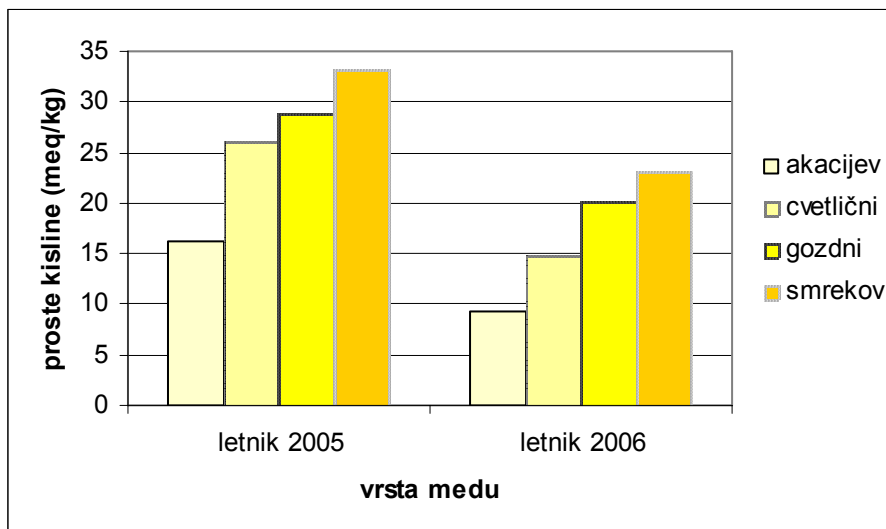
Statistična analiza je pokazala, da se vsebnosti prostih kislin med posameznimi vrstami medu statistično razlikuje. Smrekov med z največjo povprečno vsebnostjo skupnih kislin se statistično značilno razlikuje od akacijevga in cvetličnega medu ter se statistično značilno ne razlikuje od gozdnega. Največja razlika med največjo in najmanjšo vsebnostjo prostih kislin je bila določena pri cvetličnem medu, z največjim koeficientom variabilnosti, 32,97 %. Najmanjša variabilnost pa je bila izračunana pri akacijevem medu, 3,39 %.

Največ prostih kislin, 29,15 meq/kg medu je vseboval smrekov med in se je statistično razlikoval od vseh ostalih vrst, razen gozdnega, v katerem je bilo 23,76 meq/kg. Najmanj prostih kislin, 6,00 meq/kg, je imel lipov med. Lipov in kostanjev med se nista statistično razlikovala. Vsebnost prostih kislin je bila, 11,52 meq/kg v lipovem oz. 12,81 meq/kg v kostanjevem medu.

Vsi vzorci so ustrezali zahtevam Pravilnika (2004), ki dovoljuje do 50 meq prostih kislin na kg medu.

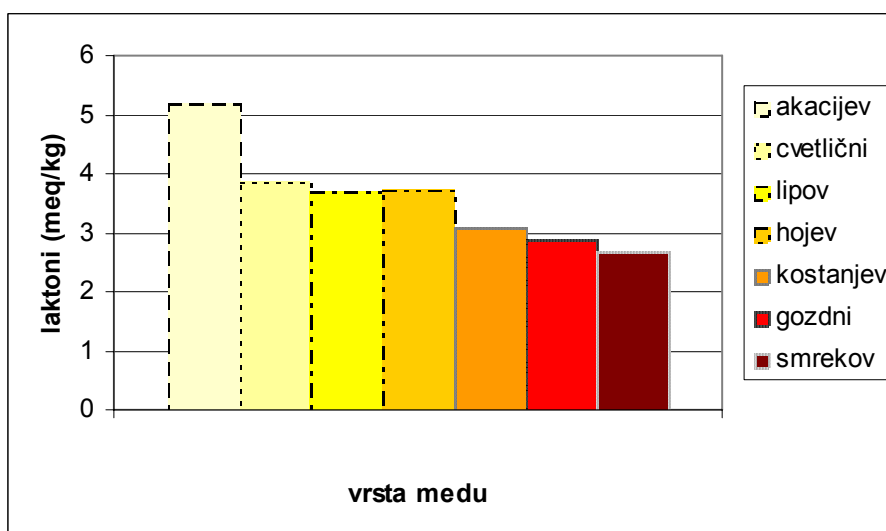
Kreuze in Zalewski (1990) navajata višjo vsebnost prostih kislin, in sicer vsebuje poljski akacijev med povprečno 15,16 meq prostih kislin/kg medu, lipov 23,22 meq/kg, cvetlični pa 27,90 meq/kg medu.

Za francoski med (Devillers in sod. 2003) navajajo manjšo vsebnost prostih kislin v akacijevem (8,86 meq/kg) in smrekovem (24/24 meq/kg) kot v enakih analiziranih vrstah medu. Škorjak (2004) in Žolnir (2002) navajata v svojih diplomskih nalogah manjše vsebnosti prostih kislin v akacijevem (8,53 meq/kg oz. 13,47 meq/kg), cvetličnem (19,03 meq/kg oz. 19,32 meq/kg), gozdnem (24,58 meq/kg oz. 22,22 meq/kg) in smrekovem (22,50 meq/kg oz. 32,04 meq/kg) medu. Downey s sod. (2005) navaja večji razpon, od 23,8 meq/kg do 42,1 meq/kg, za vsebnost prostih kislin v irskem medu v primerjavi z našimi rezultati. Ōzcan s sod. (2005) navaja povprečno vsebnost prostih kislin v maroškem medu iz mane (hrast, cedra), 88 meq/kg, ter zelo velik razpon, 61-102 meq/kg.



Slika 9: Vsebnost prostih kislin v medu različnih letnikov

Primerjava vsebnosti prostih kislin v medu letnika 2005 in 2006 je razvidna iz slike 9. V medu letnika 2006 smo opazili manjšo vsebnost prostih kislin pri vseh vrstah medu. V akacijevem medu letnika 2005 so določili 16,18 meq/kg prostih kislin, letniku 2006 pa 9,26 meq/kg. Prav tako je bila izmerjena v cvetličnem medu letnika 2005 večja vsebnost prostih kislin (26,06 meq/kg), kot pa cvetličnemu medu letnika 2006 (14,83 meq/kg). Največje odstopanje med letnikoma smo opazili pri gozdnem medu, saj smo določili v medu iste vrste letniku 2006 občutno manjšo vsebnost prostih kislin. Letnik 2005 je vseboval 28,79 meq/kg, letnik 2006 prav tako gozdnega medu 23,04 meq/kg. V smrekovem medu smo določili največjo vsebnost prostih kislin v primerjavi z ostalimi vrstami medu, ampak vseeno velja ugotovitev, da je vseboval smrekov med letnika 2005 (33,25 meq/kg), večjo vsebnost kisline kot med letnika 2006 (23,19 meq/kg).

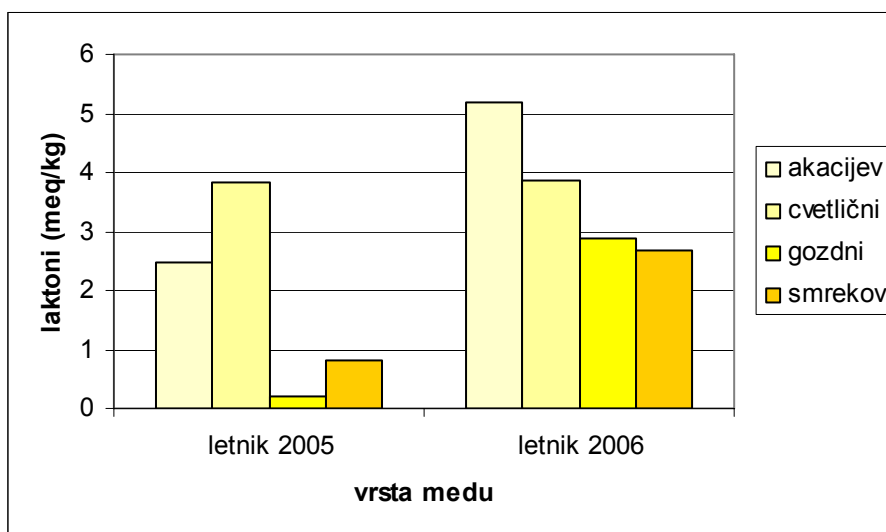


Slika 10: Vsebnost laktonov v posameznih vrstah medu letnika 2006

Vsebnost laktonov se med posameznimi vrstami medu statistično značilno ni razlikovala. Največja razlika med minimalno in maksimalno vsebnostjo laktonov je bila določena pri smrekovem medu, ki ima največji koeficient variabilnosti, 76,2 %, najmanjša variabilnost pa je bila 27,39 %, pri akacijevem medu. Najmanjša vsebnost laktonov je bila 0 meq/kg v vzorcih K40 kostanjevega medu in S27 smrekovega medu, največja pa v hojevem medu, 25,54 meq/kg.

Terrab s sod. (2002) in Sanz s sod. (2005) navajata večje vsebnosti laktonov v maroškem oz. španskem medu v primerjavi z našimi rezultati. Maroški jih je vseboval povprečno 9,74 meq/kg, španski pa 3,91 meq/kg. Maroški med iz mane je imel več kot 0 meq laktonov v kg medu. Tudi Downey s sod. (2005) poroča o večji povprečni vsebnosti laktonov v irskem medu, ki je bila 4,5 meq/kg, njen interval pa od 0,2 meq/kg do 14,9 meq/kg. Soria s sod. (2004) je določil med 0 in 13,9 meq/kg laktonov v medu iz Madrida. Nanda s sod. (2003) poroča o zelo veliki povprečni vsebnosti laktonov v indijskem medu, 15,8 meq/kg.

Škorjak (2004) in Žolnir (2002) sta v svojih diplomskih nalogah določali večje vsebnosti laktonov v medu v primerjavi z našimi rezultati. Tudi Marini s sod. (2004) poroča iz Italije o večji vsebnosti laktonov v medu iz mane, ki je znašala 1,99 meq/kg, in večji vsebnosti v medu iz nektarja.

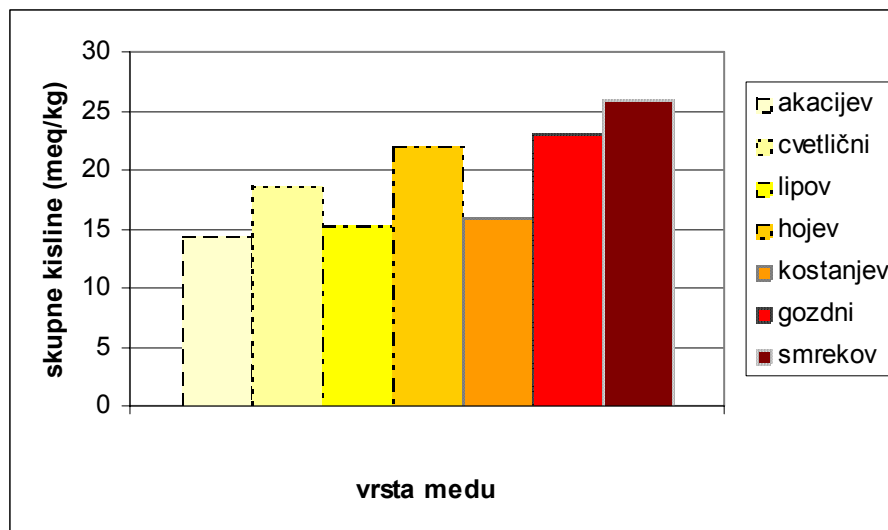


Slika 11: Vsebnost laktonov v medu različnih letnikov

Iz slike 11, ki kaže primerljivost vsebnosti laktonov v medu različnih letnikov, je razvidna precejšnja razlika med medovi različnih letnikov. Majhno odstopanje je opazno pri cvetličnem medu, saj so povprečne vrednosti določene v obeh letnikih dokaj primerljive. Vsebnost laktonov, določena v cvetličnem medu letnik 2005, je znašala 3,82 meq/kg, v letniku 2006 enake vrste meda pa 3,87 meq/kg.

Precejšnje razlike so pri ostalih vrstah medu, saj so vsebnosti laktonov določene v letniku 2006, dosti višje kot vsebnosti laktonov, določene v letniku 2005. Tako so v akacijevem medu v letniku 2005 določili 2,48 meq/kg laktonov, v letniku 2006 pa 5,19 meq/kg.

Pri gozdnem medu letnika 2005 so določili 0,22 meq/kg laktonov, v letniku 2006 pa 2,88 meq/kg. V smrekovih medovih je znašala povprečna vsebnost laktonov v letniku 2005 0,81 meq/kg, v letniku 2006 enake vrste medu pa 2,69 meq/kg.

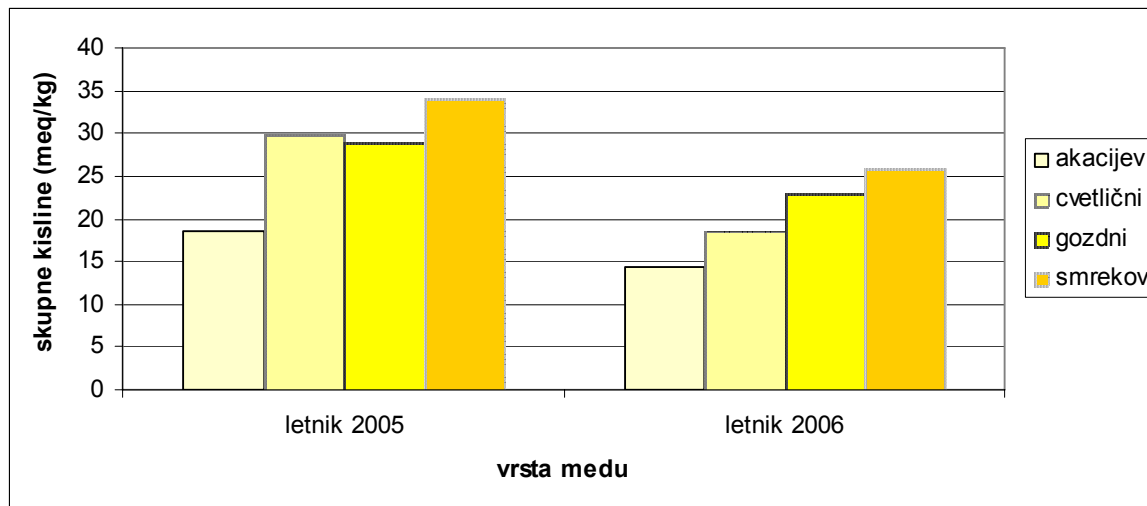


Slika 12: Vsebnost skupnih kislin v posameznih vrstah medu letnika 2006

S statistični analizo smo ugotovili, da se vsebnost skupnih kislin med posameznimi vrstami medu ni statistično značilno razlikovala. Slika 13 prikazuje vsebnost skupnih kislin v posameznih vrstah medu. Akacijev med, ki ima najmanjšo povprečno vsebnost skupnih kislin, se statistično značilno razlikuje od ostalih vrst, največja razlika med minimalno in maksimalno vsebnostjo skupnih kislin je bila določena v kostanjevem medu, ki ima največji koeficient variabilnosti, 24,02 %, najmanjša variabilnost 8,2 % je bila pri gozdnem medu. Najmanj skupnih kislin smo določili v lipovem medu vzorca L28, 8,32 meq/kg, največ, 30,69 meq/kg, pa v vzorcu H16 hojevega medu.

Downey s sod. (2003) piše o večji vsebnosti skupnih kislin v irskem medu, Nanda s sod. (2005) v indijskem, Ojeda de Rodriguez s sod. (2004) v venezuelskem medu in Sanz s sod. (2005) v španskem v primerjavi z našimi rezultati. Marini s sod. (2004) je v italijanskem medu iz mane določil manj skupnih kislin, in sicer 28,45 meq/kg. Precejšen razpon med maksimalno in minimalno vsebnostjo skupnih kislin je bil določen v maroškem medu iz mane, poroča Terrab s sod. (2002) (med 69,5 meq/kg in 110 meq/kg). Golob in Plestenjak (1999a) sta v medovih letnika 1996 določili več skupnih kislin v akacijevem ter manj v cvetličnem in gozdnem medu v primerjavi z našimi rezultati. Slovenski med letnika 2001 (Žolnir, 2002) je vseboval enako količino skupnih kislin v smrekovem, nekoliko manjšo v akacijevem ter precej manjšo v cvetličnem in gozdnem medu v primerjavi z vzorci letnika 2005. Vsebnost skupnih kislin v slovenskem medu letnika

2000 (Škorjak, 2004) je primerljiva pri gozdnem medu, medtem ko je v akacijevem in smrekovem njihova vsebnost manjša v primerjavi z medom letnika 2006.



Slika 13: Vsebnost skupnih kislin v medu različnih letnikov

Slika 13 kaže primerjavo vsebnosti skupnih kislin v medu letnikov 2005 in 2006. Iz slike je razvidna nižja vsebnost skupnih kislin v medu letnika 2006 pri vseh vrstah medu.

Največje odstopanje se opazi v cvetličnem medu, ko so v letniku 2005 določili 29,77 meq/kg skupnih kislin, v letniku 2006 pa smo določili manjšo vsebnost 18,66 meq/kg. Manjša je tudi vsebnost v akacijevem medu, ko so podatki 18,66 meq/kg v letniku 2005 in 14,45 meq/kg v letniku 2006. Enaka so opažanja tudi pri gozdnem in smrekovem medu, saj smo pri obeh vrstah medu določili v letniku 2006 višje vrednosti skupnih kislin kot v prejšnjem letniku. Torej povprečna vsebnost v gozdnem medu letnika 2005 je bila 29,02 meq/kg, v medu letnika 2006 pa smo določili manjšo povprečno vsebnost, 23,04 meq/kg. V smrekovem medu je bila določena povprečna vsebnost leta 2005 večja (34,05 meq/kg) v primerjavi z vsebnostjo letnika 2005 (25,88 meq/kg).

4.6 REZULTATI STATISTIČNE ANALIZE

4.6.1 Levenov test homogenosti variance

Levenov test za rezultate analiz sladkorjev, razmerja med fruktozo in glukozo, invertnega sladkorja, vrednosti pH, laktonov in prostih in skupnih kislin smo opravili s pomočjo programa za statistično obdelavo podatkov SPSS. Podal nam je statistično značilnost za vsak parameter posebej. Parametri s statistično značilnostjo večjo od 0,05, ki je statistično značilno izbrana meja, so bili: vsebnost vode, vsebnost prostih in skupnih kislin, polarimetrično določena vsebnost saharoze in vsebnost fruktoze.

Pri teh parametrih je bilo tveganje zavrnitve ničelne hipoteze preveliko. S tem smo potrdili, da so variance statističnih vzorcev parametrov s signifikacijo večjo od 0,05 v šestih vrstah medu med seboj primerljive, torej smemo vzorce medsebojno primerjati z dejansko analizo variance, ki sledi.

4.6.2 Analiza variance (ANOVA)

Na osnovi vrednosti signifikacije manjše od 0,05 med različnimi vrstami medu pri vsebnosti saharoze določene polarimetrično, specifičnemu kotu zasuka, vsebnosti fruktoze in rafinoze, ki jo je po izračunu podal test, smo zavrnilo ničeno hipotezo pri 0,05 stopnji tveganja. Na osnovi vrednosti signifikacije manjše od 0,05 med medovi različnih letnikov pa pri vsebnosti vode, vsebnosti laktonov, fruktoze in rafinoze.

Za nadaljnje razvrščanje vzorcev skupine s podobnimi statističnimi značilnostmi smo uporabili Duncanov test.

4.6.3 Duncanov test

Duncanov test je zaključni test, namenjen vzorcem, za katere je znano, da so homogeni (Levenov test variance), a ne pripadajo isti populaciji (ANOVA). Rezultati Duncanovega testa so podani v preglednici 15. Šest preiskovanih vrst medu se po Duncanovi analizi razvrsti v tri razrede: a, b in c. Parametri, ki niso opisani v preglednici 18, se statistično značilno ne razlikujejo med posameznimi vrstami medu.

Preglednica 18: Duncanov test za vsebnost vode, skupnih in prostih kislin, ter saharoze in fruktoze v posamezni vrsti medu

Parameter	Vrsta medu					
	akacija	cvetlični	lipa	kostanj	gozdni	smreka
vsebnost vode	a, b	a, b	a	a,b	a	b
skupne kisline	a	b, c	a,b	b	b	c
proste kisline	a	b	a,b	b	b	c
saharoza	b, c	b, c	c	b	c	c
fruktoza	c	c	c	b	b	c

a, b, c – različne črke v vrstici označujejo vrste medu, ki se med seboj statistično značilno razlikujejo glede na povprečne vrednosti parametrov

Vrste medu, ki so uvrščene v različne razrede, se statistično značilno razlikujejo glede na vsebnost vode, skupnih in prostih kislin, ter vrednosti saharoze in fruktoze, vrste v istem razredu pa ne. Iz preglednice lahko razberemo, da se vsebnost fruktoze v kostanjevem in gozdnem medu statistično značilno razlikuje od akacijevega, cvetličnega, lipovega in smrekovega medu.

Preglednica 19: Duncanov test za vsebnost vode in laktonov glede na letnik medu

Parameter	Letnik medu		
	2005	2006	2007
vsebnost vode	a,b	a	a,b
laktoni	a	b	/

a, b, c –različne črke v vrstici označujejo letnike medu, ki se med seboj statistično značilno razlikujejo na povprečne vrednosti parametrov

/- ni podatka

Letniki medu, ki so uvrščeni v različne razrede, se statistično značilno razlikujejo glede na vsebnost vode in laktonov, letniki v istem razredu pa ne. Iz preglednice lahko razberemo, da se vsebnost laktonov v medovih letnika 2006 statistično značilno razlikuje od vsebnosti laktonov v medovih letnika 2005.

4.6.4 Analiza povezanosti spremenljivk

Preglednica 20: Korelacijski koeficient med analiziranimi parametri

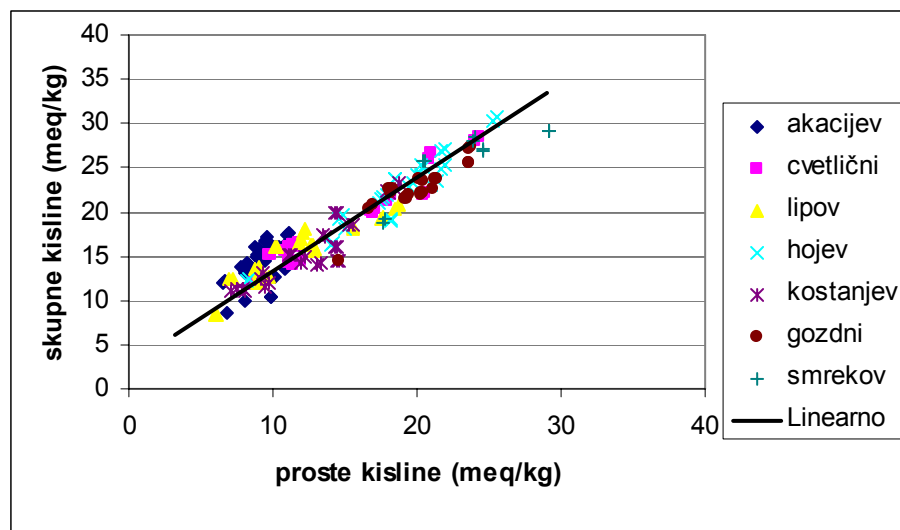
	Vrsta medu	Voda	SEP	pH	Skupne kisline	Laktioni	Proste kisline	Saharoza (polar.)	SKZ	Glukoza	Fruktoza	F+G	Saharoza	Rafinoza	Melcitoza	Leto
Vrsta medu	1	- 0,074	0,739 **	0,380 **	0,462 **	0,540 **	0,558 **	0,377 **	0,769 **	0,086	0,387 **	0,330 **	0,170	0,666 **	0,713 **	- 0,172 **
Voda		1	0,099	0,003	0,006	0,100	0,023	0,196 **	0,138 *	0,072	0,140	0,137	0,156	0,048	0,030	- 0,217 **
SEP			1	0,607 **	0,214 **	0,421 **	0,303 **	0,190 **	0,536 **	0,002	0,414 **	0,312 **	0,303 *	0,634 **	0,617 **	- 0,264 **
pH				1	0,282 **	0,119	0,136 *	0,026	0,228 **	0,123	0,637 **	0,536 **	0,181	0,639 **	0,395 **	0,001
Skupne kisline					1	0,208 **	0,958 **	0,415 **	0,445 **	0,272 *	0,092	0,188	0,376 **	0,104	0,347 **	- 0,258 **
Laktioni						1	0,406 **	0,293 **	0,517 **	0,116	0,048	0,015	0,095	0,262 *	0,482 **	- 0,446 **
Proste kisline							1	0,454 **	0,536 **	0,237	0,096	0,176	0,339 **	0,145	0,416 **	- 0,329 **
Saharoza (polar.)								1	0,467 **	0,060	0,223	0,143	0,256 *	0,071	0,339 **	- 0,143 *
SKZ									1	0,166	0,060	0,116	0,151	0,404 **	0,554 **	- 0,302 **
Glukoza										1	0,372 **	0,712 **	0,112	0,123	0,126	- 0,164
Fruktoza											1	0,917 **	0,143	0,578 **	0,233	- 0,780 **
F+G												1	0,059	0,490 **	0,230	- 0,660 **
Saharoza													1	0,120	0,110	- 0,113
Rafinoza														1	0,799 **	0,606 **
Melcitoza															1	0,089
Leto																1

FA- proste kisline; LA- laktioni; TA skupne kisline; F/G – razmerje med fruktozo in glukozo; F+G – vsota fruktoze in glukoze, tj. invertni sladkor; - nad številom pomeni negativno korelacijo; * oz. ** zveza je statistično značilna pri 0,01 oz. 0,05 stopnji tveganja; obarvana polja- med parametri je močna zveza

Da bi ugotovili, kakšne so povezave med posameznimi analiziranimi parametri, smo izračunali korelacijske koeficiente, ki so podani v preglednici 17. Iz izračunanih korelacijskih koeficientov vidimo, da so med posameznimi parametri pozitivne in negativne zveze.

Vidimo, da je vsebnost skupnih kislin v negativni korelaciji z laktoni, saharozo in vsebnostjo vode. Vsebnost glukoze in fruktoze sta v močni povezavi z vsebnostjo invertnega sladkorja. Vsebnost rafinoze pa v močni povezavi z vsebnostjo melecitoze.

Dobili smo pozitivno korelacijo med vsebnostjo skupnih in prostih kislin v določenih vrstah medu. Slika 14 prikazuje pozitivno korelacijo ($r = 0,968$) med tema dvema parametroma. Podobno ugotavlja pozitivno korelacijo ($r = 0,97$) med tema dvema parametroma tudi Kasenburger (2006) v svojem diplomskem delu, kjer je analizirala vrste medu letnika 2005.



Slika 14: Zveze med vsebnostjo skupnih in prostih kislin v posameznih vrstah medu

Preglednica 21: Linerani regresijski modeli ter pripadajoče vrednosti

Vrsta medu	Linearni regresijski model ($y = b \cdot x + a$)	Koeficient determinacije (R^2)	Koeficient korelacije (R)
akacijev	$y = 1,0552 \cdot x + 4,677$	0,3395	0,5827
cvetlični	$y = 0,9572 \cdot x + 4,4608$	0,9474	0,9734
lipov	$y = 0,8268 \cdot x + 5,6906$	0,8648	0,9300
hojev	$y = 1,0557 \cdot x + 2,7107$	0,9209	0,9596
kostanjev	$y = 1,037 \cdot x + 2,5629$	0,8557	0,9250
gozdni	$y = 0,9714 \cdot x + 3,3247$	0,8108	0,9004
smrekov	$y = 0,803 \cdot x + 7,2562$	0,7519	0,8671

Vse premice so naraščajoče, kar kažejo pozitivno predznačeni regresijski naklonski koeficienti b . Večji naklonski koeficienti b kažejo, v katerih sortah medu igrajo proste kisline večjo vlogo glede na delež skupnih kislin.

Vrednost parametrov a predstavljajo povprečne deleže skupnih kislin, ki bi jih izmerili, če v medu ne bi bilo prostih kislin

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Eksperimentalni del raziskave je obsegal kvantitativno analizo vsebnosti saharoze, prostih in skupnih kislin, laktonov in določitev vrednosti pH v vzorcih slovenskega medu, letnika 2006.

Povečana vsebnost saharoze v medu je parameter, ki kaže na potvorbo medu s sladkorjem, zato je v Pravilniku o medu (2004) predpisana največja dovoljena vsebnost saharoze, in sicer, do 5 g/100 g saharoze v medu, za gozdni (manin; čisti ali mešanica s cvetličnim), akacijev in sivkin pa do 10 g/100 g. V analiziranih vzorcih je bila vsebnost saharoze, določena s polarimetrično metodo, v območju med 0,57-4,58 g saharoze v 100 g medu.

Največ saharoze je v povprečju vseboval akacijev med (2,51g/100 kg), kar ustreza tudi ugotovitvam, saj po podatkih iz literature (Ipavec, 1997; Golob 1999; Šifrer, 2002) vidimo, da je navadno v akacijevem medu največ saharoze. Maksimalno vsebnost saharoze pa smo določili v hojevem medu (vzorec H28). Vsi avtorji navajajo največ saharoze ravno v akacijevem medu, najmanj pa v kostanjevem medu, kar je pričakovano, saj kostanjev med vsebuje največ encimov, ki saharozo razgrajujejo. Novak (2006) je ugotovila ravno obratni vrstni red, največ saharoze v kostanjevem medu (1,1/100 g), malo manj v cvetličnem (1,0 g/100 g), še manj pa akacijev (0,8 g/100 g).

Primerljivost vsebnosti saharoze v medu letnikov 2005 in 2006 je pokazala manjšo vsebnost saharoze v letniku 2006 pri vseh vrstah medu (akacijev, cvetlični, gozdni, smrekov). Večja odstopanja so bila v medovih iz mane (gozdni, smrekov).

Z metodo HPAEC – PAD smo v nekaterih vzorcih analizirali vsebnost posameznih sladkorjev. S pomočjo standardov, smo kvantitativno ovrednotili vsebnost glukoze, fruktoze, saharoze, rafinoze in melecitoze. Ugotovili smo, da je bila vsebnost posameznega sladkorja v medu zelo variabilna. Razlike so bile med različnimi vrstami kot tudi znotraj iste vrste. Vsebnost fruktoze se je gibala od 21, 69 g/100 g v smrekovem medu, letnika 2006 do 39,26 g/100 g v akacijevem medu, letnika 2007, vsebnost glukoze pa od 24,96 g/100 g v lipovem, letnika 2006 do 30,9 g/100 g v cvetličnem, letnika 2007. Vsebnost saharoze je bila v mejah dovoljenih količin, od 2,42 g/100 g smrekovega medu, letnika 2007, do 4,37 g/100 g akacijevnega medu, letnika 2007. Vsebnosti ostalih dveh sladkorjev, rafinoze in melecitoze so se gibale od 0,00 g/100 g v akacijevem medu, letnika 2007 do 5,08 g/100 g v gozdnem medu, letnika 2006, oziroma od 0,01 g/100 g v akacijevem medu, letnika 2007, do 2,66 g/100 g v smrekovem medu, letnika 2007 za melecitozo.

Potrdili smo ugotovitev, da so cvetlični medovi levosučni, medovi iz mane pa desnosučni. Najnižji izmerjeni specifični kot zasuka je imel akacijev med, letnik 2006, najvišjega pa lipov med, letnik 2006. Med medovi iz mane, ki so sicer desnosučni, smo določili najvišji specifični kot zasuka pri hojevem medu letnika 2006, $9,43 \text{ } ^\circ\text{cm}^3/\text{g dm}$, najnižjega pa pri gozdnem medu z $5,10 \text{ } ^\circ\text{cm}^3/\text{g dm}$.

Merjenje specifične električne prevodnosti je pokazalo, da je specifična električna prevodnost statistično značilna za posamezno vrsto medu. Ugotovili smo, da so vsi vzorci ustrezali Pravilniku o medu (2004), ki predpisuje vrednost specifične električne prevodnosti za akacijev in cvetlični med največ $0,8 \text{ mS/cm}$, za kostanjev med pa najmanj $0,8 \text{ mS/cm}$. Povprečna vrednost specifične električne prevodnosti v akacijevem medu je bila $0,136 \text{ mS/cm}$. Povprečna specifične električne prevodnosti kostanjevega medu je bila $1,557 \text{ mS/cm}$, pri čemer so bile posamezne vrednosti med $1,24$ in $1,88 \text{ mS/cm}$.

Nekateri avtorji navajajo nižjo povprečno specifično električno prevodnost akacijevga medu, Buzuk (1995) pa nekoliko višjo od naših meritev. Izmerili smo nižjo povprečno specifično električno prevodnost cvetličnega medu, kot jo navajajo Golob in Plestenjak (1999a), Buzuk (1995) in Popek (2002), medtem ko Karo (2004) navaja nižjo vrednost od naših meritev. Samo Buzuk (1995), navaja višjo povprečno vrednost specifične električne prevodnosti kostanjevega medu od naših meritev.

Vrednost pH je pomemben parameter kakovosti medu. Terrab s sod. (2002) navaja, da so tekstura, stabilnost in obstojnost medu odvisne od vrednosti pH, le-ta pa je odvisna od prisotnih organskih kislin. Organske kisline so v ravnotežju z njihovimi pripadajočimi laktoni, estri in nekaterimi anorganskimi ioni, kot so fosfat, sulfat in klorid. V analiziranih vzorcih medu smo določili povprečno vrednost pH $5,04$. Za med iz nektarja je bila vrednost pH $4,4$ in za med iz mane $5,08$, najmanjša vrednost pH $4,00$ je bila izmerjena v akacijevem medu, največja pa v kostanjevem medu, $6,12$.

Proste kisline prispevajo bistveni delež k skupnim kislinam medu. V analiziranih vzorcih medu so bile vrednosti v intervalih od $6,97$ do $29,19 \text{ meq/kg}$, kar ustreza zahtevi Pravilnika o medu (2004), ki dovoljuje do 50 miliekvivalentov prostih kislin v kg medu. Vsebnost prostih kislin se je statistično značilno razlikovala med posameznimi vrstami medu.

Vsebnost laktonov oz. laktonska kislost predstavlja presežek kislosti, ko med postane alkalen. V analiziranih vzorcih medu je bilo laktonov od 0 meq/kg do $5,87 \text{ meq/kg}$. V kostanjevem medu je bilo laktonov $0,00 \text{ meq/kg}$, K40 in do $5,87$ v lipovem medu, L21. Vsebnost laktonov je zelo variabilen parameter s koeficientom variacije $76,2 \%$ pri smrekovem medu.

Vsebnost skupnih kislin, ki predstavlja vsoto prostih kislin in laktonov, je lahko pokazatelj morebitne alkoholne fermentacije ali produkcije oetne kisline. Z našo analizo smo jih določili povprečno od $8,32 \text{ meq/kg}$ v lipovem medu do $30,69 \text{ meq/kg}$ v hojevem medu.

Vrednost pH, vsebnost laktonov, prostih in skupnih kisline ne povedo nič o botaničnem poreklu, ampak lahko na osnovi njihove vsebnosti sklepamo o izvoru medu. Rezultati naše raziskave so pokazali, da vsebuje med iz mane več prostih in skupnih kislin, manj laktonov ter večjo vrednost pH kot med iz nektarja. Podobne rezultate navajata tudi White in Landis Doner (1980).

Primerljivost vrednosti pH v medu različnih letnikov pove, da smo v medovih istih vrst medu v letniku 2006 določili nekoliko višje vrednosti pH v primerjavi z letniki 2005.

Prostih in skupnih kislin smo v medu letnika 2006 istih vrst določili manj v primerjavi z letnikom 2005.

SKLEPI

Na podlagi rezultatov analiz vsebnosti saharoze, laktonov, prostih in skupnih kislin, merjena vrednost pH v sedmih vrstah medu ter rezultatov statistične analize, smo povzeli naslednje sklepe:

- Vsebnost saharoze je bila od 1,08 g/100 g v gozdnem medu do 2,51 g/100 g akacijevem medu,
- Vsebnosti saharoze do 5 g/100 g v cvetličnem, gozdnem in smrekovem medu ter do 10 g/100 g v akacijevem kažejo na prisotnost in ustreznost analiziranih vzorcev medu s slovenskim Pravilnikom o medu (2004),
- Vsebnost saharoze je bila v analiziranih vzorcih medu iz leta 2006 značilno manjša kot v vzorcih iz leta 2005,
- Vsebnost invertnega sladkorja je bila najnižja v lipovem medu, 47, 7 g /100 g, največja pa v cvetličnem medu, 66, 81 g/100 g,
- Med iz mane je vseboval več prostih in skupnih kislin ter imel višjo vrednost pH kot med iz nektarja, pri čemer je bila vsebnost prostih in skupnih kislin v medovih iz leta 2006 opazno manjša kot v vzorcih iz leta 2005, vrednost pH pa nižja,
- Medtem ko je med analiziranimi vrstami medu najmanj prostih in skupnih kislin vseboval akacijev med, največ smrekov med, pa je bilo najmanj laktonov v smrekovem, največ pa v akacijevem medu,
- Vsi analizirani vzorci medu so ustrezali zahtevam slovenskega Pravilnika o medu (2004), ki dovoljuje največ 50 meq prostih kislin v kg medu,
- V vzorcih repičnega medu smo izmerili specifični kot zasuka od $-10,5 \text{ } ^\circ\text{cm}^3/\text{g dm}$ do $-25,4 \text{ } ^\circ\text{cm}^3/\text{g dm}$.

6 POVZETEK

Že od nekdanj je človek uporabljal med v svoji prehrani ne samo kot sladilo, ampak predvsem kot dragoceno krepčilo in zdravilo. Poleg različnih sladkorjev (fruktoze, glukoze, saharoze, maltoze in melecitoze in še ostalih di- in oligosaharidov) vsebuje med še različne encime, kisline, vitamine, rudninske snovi, beljakovine, aminokisline, flavonoide, aromatične snovi itd. Med je edino živilo, ki ohrani svoje lastnosti brez dodatkov kakršnih koli konzervansov. Slovenija je dežela z raznoliko floro, znana zlasti po nekaterih tipičnih maninih (gozdni, hojev, smrekov, škržatov) in nektarjevih medovih (akacijev, cvetlični, lipov, kostanjev), ki se med seboj razlikujejo po barvi, okusu, vonju, konsistenci in vsebnosti različnih sestavin, ki opredeljujejo našete posebnosti posameznih vrst medu. Pridelava medu v Sloveniji je razmeroma draga, ker ni intenzivnih paš, količina pridelka na panj pa je majhna, zato so pridelki bolj kakovostni.

Cilj diplomske naloge je bil s kemijskimi analizami določiti vsebnost saharoze, skupnih in prostih kislin, ter laktonov in izmeriti vrednost pH v vzorcih sedmih vrst slovenskega medu (akacijevem, cvetličnem, gozdnem, hojevem, kostanjevem, lipovem in smrekovem). Vse te rezultate smo potem statistično obdelali in ugotavljali, če se parametri, ki smo jim določali, razlikujejo med posameznimi vrstami medu in predvsem med različnimi letniki medu.

Eksperimentalni podatki vseh določitve vsebnosti saharoze so bili med vrednostma 0,57 in 4,58 g/100 g. Ker vsebnosti saharoze v lipovem, cvetličnem, hojevem, kostanjevem, gozdnem, smrekovem medu ne presegajo 5 g/100 g, ter vrednost saharoze v akacijevem medu ne presegajo 5 g/100 g, lahko zaključimo, da vzorci medu ustrezajo zahtevam Pravilnika o medu (2004), ki predpisuje ti meji.

Analizo prostih kislin, laktonov in vrednost pH smo opravili z metodo AOAC (1999). Vsebnost skupnih kislin smo izračunali kot vsoto prostih kislin in laktonov. S statistično analizo smo ugotovili, da so med posameznimi vrstami medu v vsebnosti prostih kislin, laktonov in skupnih kislin, ter vrednosti pH statistično značilne razlike. Najvišjo vrednost pH ima kostanjev med, največ prostih in skupnih kislin vsebuje smrekov med, največ laktonov pa akacijev med.

Vsebnost prostih kislin v analiziranih vzorcih je v intervalu od 5,52 meq/kg medu do 29,15 meq/kg medu, povprečno 14,42 meq/kg medu. Vsi vzorci ustrezajo zahtevam pravilnika, ki dovoljuje do 50 meq prostih kislin v kg medu.

Vsebnost laktonov oz. laktonska kislost predstavlja presežek kislosti, ko med postane alkalen. Analizirani vzorci vsebujejo od 0 do 7,57 meq/kg, povprečje pa znaša 3,84 meq laktonov v kg medu.

Vsebnost skupnih kislin, izračunana kot vsota prostih kislin in laktonov, je bila v razponu od 8,32 meq/kg do 8,32 meq/kg, povprečno 18,09 meq skupnih kislin v kg medu.

Med vsebnosti prostih in skupnih kislin smo ugotovili zvezo (korelacijo). Visok koeficient korelacije ($r=0,968$) je kazal na to, da sta spremenljivki močno povezani.

7 VIRI

AOAC Official Method 962.19. Acidity (free, lactone, and total) of honey. 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

Adamič Š. 1989. Temelji biostatistike. 2. izd. Ljubljana, Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani: 27- 36, 44- 48, 113- 122

Analysis of carbohydrates by high performance anion exchange chromatography with pulsed amperometric detection (HPAE-PAD). 2000. Technical note 20. Sunnyvale, CA, Dionex Corporation: 13 str.

Anklam E. 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. Food Chemistry, 63, 4: 549-562

Aurand L. W., Woods A. E., Wells M.R. 1987. Food composition and analysis. New York, AVI Publishing Company: 100-176, 283-346

Bajc M. 2004. Med. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije(2002)
<http://www.slovenski-cebelarji.com/cvet-cebela-cebelarstvo-obranovic> (november 2007): 1 str.

Batsoulis A.N., Siatis N.G., Kimbaris A.C., Alissandrakis E.K., Pappas C.S., Tarantilis P.A., Harizanis P.C., Polissiou M.G. 2005. FT-Raman spectroscopic simultaneous determination of fructose and glucose in honey. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 207-210

Belitz H.D., Grosch W. 1999. Food chemistry. 2nd ed. Berlin, Springer-Verlag: 350, 821-829

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: 582-586

Božnar M. 1999. Spoznavanje medu. V.: Predelava in kontrola medu v okviru kolektivne blagovne znamke za slovenski med. Golob T. (ur.) Ljubljana, Čebelarska zveza Slovenije in Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 45-48

Božnar A., Senegačnik J. 1998. Med. V: Od čebele do medu. Poklukar J.(ur.). Ljubljana, Založba Kmečki glas: 376-414

Brand-Miller J. 2005. Sucrose: nutrition role, absorption and metabolism. V: Encyclopedia of human nutrition. Vol. 4. 2nd ed. Caballero B., Allen L., Prentice A. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 204-205

Buzuk S. 1995. Novi kakovostni parametri slovenskega sortnega medu. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 30-40

Cavia M. M., Fernández-Muino M.A., Alonso-Torre S.R., Huidobro J.F., Sancho M.T. 2007. Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 100,4: 1728-1733

Cavia M. M., Fernández-Muino M.A., Gómez-Alonso E., Montes-Pérez M. J., Huidobro J.F., Sancho M.T. 2002. Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 78: 157-161

Cotte J.F., Casabianca H., Chardon S., Lheritier J., Grenier-Loustalot M.F. 2004. Chromatographic analysis of sugars applied to the characterisation of monofloral honey. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 380, 4: 698-705

Cotte J.F., Casabianca H., Chardon S., Lheritier J., Grenier-Loustalot M.F. 2003. Application of carbohydrate analysis to verify honey authenticity. *Journal of Chromatography A*, 1021: 145-155

Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. Composition criteria for honey. 2002. *Official Journal of the European Communities*, L 10: 47-52

Družinska enciklopedija Guinness. 1999. 6. izd. Crofton I., Žnidaršič M. (ur.). Ljubljana, Slovenska knjiga: 196-196

Da Costa Leite J.M.D., Trugo L.C., Costa L.S.M., Quinteiro L.M.C., Barth O.M., Dutra V.M.L., de Maria C.A.B. 2000. Determination of oligosaccharides in Brazilian honeys of different botanical origin. *Food Chemistry*, 70, 1: 93-98

Devillers J., Doré J., Maranco M., Poirier-Duchêne F., Galand N., Viel C. 2002. Chemometrical analysis of 18 metallic and nonmetallic elements found in honeys sold in France. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 5998-6007

Devillers J., Morot M., Pham-Delegue M. H., Dore J.C. 2004. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. *Food Chemistry*, 86: 305-312

Doner L.W. 2003. Honey. V: *Encyclopedia of food science and nutrition*. Vol. 5. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Elsevier Science Ltd., Academic Press: 3125-3130

Doner L.W. 1977. The sugar of honey – A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28: 443-456

Downey G., Hussey K., Kelly J.D., Walshe T.F., Martin P.G. 2005. Preliminary contribution to the characterisation of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physico-chemical data. *Food Chemistry*, 91: 347-354

Esti M., Panfili G., Maraconi E., Trivisonno M.C. 1997. Valorization of the honeys from the Molise region through physico-chemical, organoleptic and nutritional assessment. *Food Chemistry*, 58, 1-2: 125-128

Finola M.S., Lasagno M.C., Marioli J.M. 2007. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chemistry*, 100,4: 1649-1653

Földhazi G. 1994. Analysis and quantitation of sugar in honey of different botanical origin using high performance liquid chromatography. *Acta Alimentaria*, 23: 299-311

Golob T., Plestenjak A. 1999a. The physico-chemical characteristics of Slovenian honey. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani*, 73: 209-217

Golob T., Plestenjak A. 1999b. Quality of Slovene honey. *Food Technology and Biotechnology*, 37, 3: 195-201

Honey: A reference guide to nature's sweetener. 2005. Longmont, (USA), National Honey Board

<http://www.nhb.org/download/fastsht/HoneyReferenceGuide.pdf> (november 2007): 8 str.

Ipavec H. 1997. Vsebnost sladkorjev in skupnih kislin v slovenskih sortnih medovih. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 60 str.

Javornik F., Kastelic L., Kranjc A., Mihelič J., Senegačnik E., Senegačnik J., Vidmar U. 1982. Čebelarstvo. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 378 str.

Jahnel J.B., Ilieva P., Frimmel F.H. 1998. HPAE.PAD – a sensitive method for the determination of carbohydrates. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, 360: 827-829

Jensen M.B. 1998. An integrated approach to instruction in liquid chromatography and electrochemistry. Moorhead, Mn, Concordia College, Department of Chemistry

<http://www.cord.edu/faculty/jensen/poster/> (november 2007): 16 str.

Johnson J.M. 1993. Fructose. V: *Encyclopedia of food science, food technology and nutrition*. Vol. 3. Macrae R., Robinson R.K., Sadler M.J.(eds.). London, Academic Press: 2080-2081

Johnson D.C., LaCourse W.R. 1990. Liquid chromatography with pulsed electrochemical detection. *Analytical Chemistry*, 62, 10: 589A-597A

Kapš P. 1998. *Med in zdravje*. Novo mesto, Založba ERRO: 261 str.

Karo P. 2004. *Kakovost medu kontrolirane blagovne znamke »Slovenski med«*. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 49 str.

Kasenburger P. 2006. Vsebnost sladkorjev ter prostih in skupnih kislin v različnih vrstah slovenskega medu. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 44-46

Klofutar C., Šmalc A., Rudan-Tasič D. 1998. Laboratorijske vaje iz kemije. 3.izd.Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 268-274

Klofutar C. 1993. Fizikalno kemijske lastnosti ogljikovih hidratov. V: Ogljikovi hidrati. 15. Bitenčevi živilski dnevi '93. Ljubljana, 10-11 junij 1993. Plestenjak A., Žlender B., Hribar J., Zelenik-Blatnik M.(ur.).Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 1-10

Košmelj B., Arh F., Urbanc D., Ferligoj A., Omladič M. 2002. Statistični terminološki slovar. Razširjena izdaja z dodanim slovarjem ustreznikov v angleščini. 1. izd. Ljubljana, Študentska založba:13, 53-54

Košmelj B.2001. Uporabna statistika. Ljubljana: Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani. 48-52

Kregar I. 1996. Kromatografske metode. V: Biotehnologija. Osnovna znanja. Raspor P. (ur.). Ljubljana, BIA: 609-623

Kreuze A., Zalewski R.I.1991. Classification of honeys by principal component analysis on the basis of chemical and physical parameters. Zeitschrift fur Lebensmittel, Untersuchung und Forschung, 192: 19-23

Lee Y.C. 1996 Carbohydrate analyses with high-performance anion-exchange chromatography. Journal of Chromatography A, 720:137-149

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, 1: 117-125

Meglič M. 2004. Čebelji pridelki: pridobivanje in trženje. Brdo pri Lukovici, Čebelarstva zveza Slovenije: 15-40

Moreno-Arribas M.V., Polo M.C. 2003. High-performance liquid chromatography. V: Encyclopedia of food science and nutrition. Vol. 2. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Elsevier Science Ltd, Academic Press: 1274-1280

Nanda V., Sarkar B.C., Sharma H.K., Bawa A.S. 2003. Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India. Journal of Food Composition and Analysis, 16: 616-619

Nelson D.L., Cox M.M. 2000. Lehninger: Principles of biochemistry. 3rd ed. New York, Word Publishers: 293-295

Nemec J. 2000. Statistika: obrazci in tabele. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo: 43-51

Nozal M.J., Bernal J.L., Toribio L., Alamo M., Diego J.C., Tapia J. 2005. The use of carbohydrate profiles and chemometric in the characterization of natural honeys of identical geographical origin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 3095-3100

Novak J. 2006. Karakterizacija akacijevga, cvetličnega in kostanjevega medu. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 58 str.

Ojeda de Rodriguez G., Sulbarán de Ferrer B., Ferrer A., Rodriguez B. 2004. Characterization of honey produced in Venezuela. *Food Chemistry*, 84:499-502

Optimal settings for pulsed amperometric detection of carbohydrates using the Dionex ED 40 electrochemical detector. 1998. Technical note 21. Sunnyvale, Dionex Corporation: 4 str.

Özcan M., Arslan D., Ceylan D.A. 2007. Effect of inverted saccharose on some properties of honey. *Food Chemistry*, 99,1:24-29

Pedrotti W. 2003. Med, cvetni prah, matični mleček, propolis in strup: lastnosti in učinki pridelkov čebeljega panja in apiterapija. Ljubljana, Pisanica: Delo revije: 12-16

Persano Oddo L., Piazza M. G., Sabatini A. G., Accorti M. 1995. Characterization of unifloral honeys. *Apidologie*, 26: 453-465

Piotraszewska-Pajak A., Ciszak S. 2001. The influence of botanical origin on sugar composition, acidity and colour of nectar honeys. V: Commodity science in global quality perspective: products-tehnology, quality and environment. Vol 1. 13th Internationale Gesellschaft für Warenwissenschaft und Tehnologie (IGWT) Symposium. Maribor, 2nd -8th September 2001. Denac M., Musil V., Pregrad B. (eds.). Maribor, Ekonomsko-poslovna fakulteta: 705-710

Plestenjak A., Golob T. 2000. Analiza kakovosti živil. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 80-86

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, Čebelarska zveza Slovenije in Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 14-17

Plestenjak A. 1993. Analitika ogljikovih hidratov. V: Ogljikovi hidrati. 15. Bitenčevi živilski dnevi '93. Ljubljana, 10-11.junij 1993. Plestenjak A., Žlender B., Hribar J., Zelenik-Blatnik M.(ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 21-31

Poklukar J.(ur.). 1998. Od čebele do medu. Ljubljana, Založba Kmečki glas: 472 str.

- Popek S. 2002 A procedure to identify a honey type. *Food Chemistry*, 79: 401-406
- Pravilnik o medu. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 31: 3611-3612
- Prošek M. 1992. Kromatografske metode v biotehnologiji. V: *Biotehnologija*. Raspor P. (ur.). Ljubljana, BIA: 341-354
- Rouessac F., Rouessac A. 2000. *Chemical analysis: modern instrumental methods and techniques*. Chichester, John Wiley & Sons, Ltd.: 46-64
- Sanz M.L., Gonzales M., de Lorenzo C., Sanz J., Martinez-Castro I. 2005. A contribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. *Food Chemistry*, 91: 313-317
- Scott F.W. 1993. Glucose. V: *Encyclopedia of food science, food technology and nutrition*. Vol. 4. Macrae R., Robinson R.K., Sadler M.J. (eds.). London, Academic Press: 2201-2206
- Skoog D.A., West D.M., Holler F.J., Crouch S.R. 2004. *Foundamentals of analytical chemistry*. 8th ed. Belmont, Thomson Brooks/cole: 973-989
- Sporns P. 1992. Honey analysis. V: *Encyclopedia of food science and technology*. Vol. 2. Hui. Y. H. (ed.). New York, John Wiley & Sons: 1417-1422
- Stylianopoulos C.L. 2005. Carbohydrates: Chemistry and classification. V: *Encyclopedia of human nutrition*. Vol. 1. 2nd ed. Caballero B., Allen L., Prentice A. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 303-308
- Swallow K.W., Low N.H. 1990. Analysis and quantitation of the carbohydrates in honey using high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38: 1828-1832
- Šifer K. 2005. Ugotavljanje kakovosti medu v blagovni znamki »Slovenski med«. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 27 str.
- Škorjak M. 2004. Vsebnost skupnih kislin in laktonov v medu. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 22-27
- Terrab A., Vega-Perez J. M., Diez M.J., Heredia F.J. 2002. Characterization of northwest Moroccan honeys by gas chromatographic-mass spectrometric analysis of their sugar components. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 2: 179-185
- Tišler M. 1991. *Organska kemija*. 3. izd. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 344-366
- White J.W., Jr. 1975. Composition of honey. V: *Honey: A comprehensive survey*. Crane E. (ed.). London, Heinemann: 157-206

White J.W., Jr., Doner L.W.1980. Honey composition and properties. Washington, US Department of Agriculture (handbook; 335): http://www.maarec.cas.psu.edu/bkCD/Products_Hive/honey_com.html (november 2007): 12 str

White J.W., Jr.1992. Internal standard stable carbon isotope ratio method for determination of C-4 plant sugars in honey: collaborative study, and evaluation of improved protein preparation procedure. Journal of AOAC International, 75: 543-548

Žolnir I. 2002. Vsebnost sladkorjev, prostih in skupnih kislin v medu. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 62 str.

Žorž M.1991. HPLC. Ljubljana, Samozaložba:154 str.

ZAHVALA

Za strokovni pregled diplomskega dela se zahvaljujem mentorici prof. dr. Tereziji Golob in recenzentu doc. dr. Rajku Vidrihu.

Hvala Katedri za vrednotenje živil v celoti za prijaznost in strokovne nasvete, še posebej Mojci Jamnik in Urški Doberšek za vodstvo med praktičnim delom in številne uporabne nasvete.

Pri iskanju gradiva in urejanju diplomskega dela se zahvaljujem osebju v knjižnici Oddelka za živilstvo Ivici Hočevar in Barbari Slemenik.

Zadnja, a zagotovo ne najmanj pomembna zahvala pa velja staršem in Stanetu za podporo in pomoč v času študija.

PRILOGE

Priloga A1: Vrednost pH in vsebnost laktonov ter prostih in skupnih kislin v akacijevem medu

Vzorec	pH	Proste kisline (meq/kg)	Laktoni (meq/kg)	Skupne kisline (meq/kg)
A33	4,37	9,44	2,88	12,38
	4,38	9,47	2,73	12,20
A34	4,27	8,14	6,03	14,17
	4,24	7,84	5,93	13,77
A35	4,35	6,82	1,70	8,52
	4,31	8,09	1,85	9,94
A36	4,41	9,92	0,41	10,33
	4,44	9,93	0,36	10,29
A37	4,18	8,29	5,36	13,65
	4,20	8,09	5,20	13,29
A38	4,19	10,17	5,87	16,04
	4,20	10,28	5,67	15,95
A39	4,27	8,95	5,97	14,92
	4,30	8,85	6,23	15,08
A40	4,16	9,00	6,79	15,79
	4,13	8,80	7,21	16,01
A41	4,00	11,14	6,44	17,58
	4,00	11,04	6,34	17,38
A42	4,12	9,66	5,82	15,48
	4,10	9,56	5,67	15,23
A43	4,11	9,51	5,97	15,48
	4,10	9,41	6,08	15,49
A44	4,06	10,48	5,56	16,04
	4,07	10,68	5,41	16,09
A45	4,08	9,38	5,12	14,50
	4,10	9,36	5,15	14,51
A46	4,15	9,82	5,92	15,74
	4,17	10,02	6,08	16,10
A47	4,45	6,46	5,51	11,97
	4,46	6,61	5,51	12,12
A48	4,12	8,29	5,77	14,06
	4,10	8,14	5,56	13,60
A49	4,16	9,92	6,39	16,31
	4,13	9,82	6,18	16,00
A50	4,26	9,46	7,36	16,82
	4,27	9,61	7,57	17,18
A51	4,25	8,09	5,25	13,34
	4,23	7,99	5,15	13,14
A52	4,23	11,04	5,41	16,45
	4,25	10,89	5,20	16,09
A53	4,43	8,90	6,08	14,98
	4,42	9,10	6,23	15,33
A54	4,26	10,78	2,79	13,57
	4,26	10,07	2,63	12,70
\bar{x}	4,24	9,26	5,19	14,45
MAX	4,45	11,14	6,23	17,58
MIN	4,00	8,14	0,36	8,52
SD	0,37	0,378	1,707	2,096
KV (%)	8,7	3,39	27,39	14,5

Priloga A2: Vrednost pH in vsebnost laktonov ter prostih in skupnih kislin v cvetličnem medu

Vzorec	pH	Proste kisline (meq/kg)	Laktoni (meq/kg)	Skupne kisline (meq/kg)
C32	4,39	24,32	4,17	28,49
	4,37	24,06	3,97	28,03
C33	4,47	11,45	4,79	16,24
	4,50	11,35	4,99	16,34
C34	4,86	11,09	3,86	14,95
	4,89	11,89	3,66	14,55
C35	4,11	16,89	2,99	19,88
	4,02	16,94	3,04	19,98
C36	4,84	9,67	5,51	15,18
	4,82	9,82	5,31	15,13
C37	4,11	18,21	3,66	21,87
	4,16	17,96	3,35	21,31
C38	5,12	11,14	3,09	14,23
	5,19	11,39	2,68	14,07
C39	4,29	11,09	4,89	15,98
	4,33	10,78	4,74	15,52
C40	5,02	8,80	3,14	11,92
	5,05	8,63	3,21	11,84
C41	4,29	16,84	3,28	20,12
	4,29	17,04	3,24	20,28
C42	4,24	20,50	1,65	22,15
	4,30	20,35	1,57	21,92
C43	4,88	11,85	4,69	16,54
	4,94	11,80	4,22	16,02
C44	4,20	21,01	5,61	26,62
	4,21	20,86	5,20	26,06
\bar{x}	4,53	14,83	3,87	18,66
MAX	5,19	24,32	5,51	28,49
MIN	4,02	8,63	1,57	11,84
SD	0,367	4,89	1,097	4,081
KV (%)	8,10	32,97	28,35	21,9

Priloga A3: Vrednost pH in vsebnost laktonov ter prostih in skupnih kislin v lipovem medu

Vzorec	pH	Proste kisline (meq/kg)	Laktoni (meq/kg)	Skupne kisline (meq/kg)
L16	4,56	18,52	1,85	20,37
	4,60	18,72	2,16	20,88
L17	4,92	15,52	2,58	18,10
	4,92	15,57	2,83	18,40
L18	5,17	12,87	2,73	15,60
	5,15	12,97	2,88	15,85
L19	5,15	12,67	3,51	16,18
	5,17	12,80	3,45	16,25
L20	4,51	17,45	1,65	19,10
	4,48	17,60	1,80	19,40
L21	4,19	10,17	5,87	16,04
	4,20	10,28	5,64	15,95
L22	5,12	8,95	3,09	12,04
	5,18	8,95	3,19	12,14
L23	5,44	6,97	5,46	12,43
	5,43	7,17	5,25	12,42
L24	4,77	12,26	5,72	17,98
	4,75	12,11	5,46	17,57
L25	5,28	12,01	4,94	16,95
	5,27	11,81	4,79	16,60
L26	5,26	8,70	4,84	13,54
	5,25	9,06	4,69	13,75
L27	5,27	9,46	3,25	12,71
	5,30	9,67	2,88	12,55
L28	5,77	6,00	2,42	8,42
	5,79	6,16	2,16	8,32
L29	5,22	9,06	4,12	13,18
	5,23	9,16	4,22	13,38
\bar{x}	5,05	11,52	3,69	15,22
MAX	5,79	18,72	5,87	20,88
MIN	4,19	6,00	1,65	8,32
SD	0,409	3,66	1,35	3,26
KV (%)	8,10	31,77	36,59	21,42

Priloga A4: Vrednost pH in vsebnost laktonov ter prostih in skupnih kislin v hojevem medu

Vzorec	pH	Proste kisline (meq/kg)	Laktoni (meq/kg)	Skupne kisline (meq/kg)
H16	5,01	25,28	4,95	30,23
	5,02	25,54	5,15	30,69
H17	5,09	20,30	4,90	25,20
	5,11	20,38	4,69	25,07
H18	5,63	13,99	2,22	16,21
	5,59	14,14	2,37	16,51
H19	5,12	21,92	3,45	25,37
	5,10	21,72	3,25	24,97
H20	5,23	14,65	4,53	19,18
	5,18	14,91	4,69	19,60
H21	5,42	18,26	0,93	19,19
	5,43	18,16	0,72	18,88
H22	5,43	17,70	3,97	21,67
	5,41	17,91	4,12	22,03
H23	5,18	20,91	2,16	23,07
	5,14	21,43	1,96	23,39
H24	5,27	17,50	3,86	21,36
	5,25	17,35	3,56	20,91
H25	5,25	19,67	3,50	23,17
	5,22	19,48	3,25	22,73
H26	5,10	20,21	3,91	24,12
	5,12	20,04	4,17	24,21
H27	5,29	18,52	5,20	23,72
	5,26	18,42	5,41	23,83
H28	5,13	21,61	5,25	26,87
	5,12	21,92	5,20	27,12
H29	5,19	8,39	4,12	12,51
	5,21	8,24	3,86	12,10
H30	5,76	15,01	2,99	18,00
	5,73	15,16	3,25	18,41
\bar{x}	5,27	18,29	3,72	22,01
MAX	5,76	25,54	5,41	30,69
MIN	5,01	8,24	0,72	12,10
SD	0,199	4,02	1,25	4,42
KV (%)	3,78	21,98	33,60	20,08

Priloga A5: Vrednost pH in vsebnost laktonov ter prostih in skupnih kislin v kostanjevem medu

Vzorec	pH	Proste kisline (meq/kg)	Laktoni (meq/kg)	Skupne kisline (meq/kg)
K27	6,18	9,67	2,32	11,99
	6,17	9,41	2,06	11,47
K28	6,03	7,07	3,97	11,04
	6,07	7,48	3,71	11,19
K29	5,27	14,29	5,51	19,80
	5,24	14,45	5,46	19,91
K30	6,08	9,36	3,66	13,02
	6,10	9,16	3,35	12,51
K31	5,70	11,28	3,76	15,04
	5,52	11,14	3,96	15,10
K32	5,57	13,64	3,50	17,14
	5,56	13,48	3,81	17,29
K33	6,08	8,04	3,09	11,13
	6,12	7,94	3,25	11,19
K34	5,25	14,39	1,67	16,06
	5,29	14,37	1,62	15,99
K35	5,13	17,91	4,53	22,44
	5,17	17,99	4,17	22,16
K36	5,51	13,07	0,98	14,05
	5,55	13,33	0,82	14,15
K37	5,27	12,26	2,68	14,94
	5,30	11,90	2,32	14,22
K38	5,14	18,72	4,48	23,20
	5,19	18,42	4,28	22,70
K39	5,30	15,32	3,12	18,44
	5,32	15,52	2,99	18,51
K40	5,50	14,45	0,00	14,45
	5,54	14,55	0,00	14,55
\bar{x}	5,58	12,81	3,04	15,86
MAX	6,12	18,42	5,46	23,20
MIN	5,19	7,48	0,00	11,13
SD	0,37	3,39	1,45	3,81
KV (%)	6,63	26,46	47,70	24,02

Priloga A6: Vrednost pH in vsebnost laktonov ter prostih in skupnih kislin v gozdnem medu

Vzorec	pH	Proste kisline (meq/kg)	Laktoni (meq/kg)	Skupne kisline (meq/kg)
G31	5,17	19,48	2,36	21,84
	5,20	19,36	2,42	21,78
G32	5,41	21,11	1,49	22,60
	5,48	20,24	1,91	22,15
G33	5,15	20,35	1,87	22,22
	5,17	20,22	1,79	22,01
G34	5,27	21,31	2,42	23,73
	5,29	21,43	2,38	23,81
G35	5,03	23,76	3,66	27,42
	5,04	23,60	3,55	27,15
G36	5,11	23,65	1,95	25,60
	5,21	23,58	2,01	25,59
G37	5,17	19,28	2,16	21,44
	5,19	19,16	2,22	21,38
G38	4,97	18,26	4,27	22,53
	4,96	18,01	4,53	22,54
G39	5,21	20,20	3,51	23,71
	5,23	20,48	3,04	23,53
G40	5,12	16,89	3,97	20,86
	5,15	16,69	3,71	20,40
G41	5,37	18,16	3,91	22,07
	5,36	18,31	4,22	22,53
\bar{x}	5,19	20,16	2,88	23,04
MAX	5,48	23,76	4,53	27,42
MIN	4,96	18,01	1,49	21,38
SD	0,134	2,12	0,96	1,89
KV (%)	2,58	10,5	33,3	8,20

Priloga A7: Vrednost pH in vsebnost laktonov ter prostih in skupnih kislin v smrekovem medu

Vzorec	pH	Proste kisline (meq/kg)	Laktoni (meq/kg)	Skupne kisline (meq/kg)
S27	4,73	29,15	0,00	29,15
	4,73	29,15	0,00	29,15
S28	4,87	20,40	5,46	25,86
	4,85	20,60	5,20	25,80
S29	5,03	24,62	2,52	27,14
	5,01	24,62	2,27	26,89
S30	4,74	24,06	4,48	28,54
	4,72	23,86	4,27	28,13
S31	5,48	17,81	1,44	19,25
	5,49	17,60	1,29	18,85
\bar{x}	4,97	23,19	2,69	25,88
MAX	5,03	29,15	5,46	29,15
MIN	4,72	17,60	0,00	19,25
SD	0,297	4,09	2,05	3,79
KV (%)	5,98	14,03	76,2	14,6

Priloga B: Vsebnost saharoze v sedmih vrstah medu dobljena s polarimetrično metodo

Vzorci akacijevega medu	Sah. (g/100g)	Vzorci lipovega medu	Sah. (g/100g)	Vzorci cvetličnega medu	Sah. (g/100g)	Vzorci hojevega medu	Sah. (g/100g)
A33	2,86	L16	0,57	C32	0,57	H16	1,43
	3,43		0,57		0,57		1,14
A34	2,86	L17	1,14	C33	1,72	H17	2,29
	2,86		1,15		1,14		2,86
A35	2,29	L18	2,29	C34	0,57	H18	1,43
	2,29		2,58		0,57		1,15
A36	3,44	L19	1,72	C35	3,72	H19	1,72
	3,15		1,72		3,44		1,14
A37	2,86	L20	0,57	C36	1,14	H20	3,43
	2,86		0,57		1,43		4,01
A38	2,29	L21	0,57	C37	3,43	H21	1,14
	2,29		0,29		3,15		1,72
A39	3,15	L22	0,86	C38	2,86	H22	2,29
	3,44		0,57		2,86		2,58
A40	0,86	L23	4,29	C39	1,72	H23	1,14
	0,86		3,72		1,43		1,43
A41	3,43	L24	2,29	C40	0,57	H24	2,86
	3,43		2,29		0,29		3,43
A42	1,15	L25	0,86	C41	3,44	H25	1,14
	1,15		0,57		3,61		0,86
A43	1,15	L26	2,86	C42	0,57	H26	1,43
	0,86		3,43		0,57		1,15
A44	4,01	L27	2,58	C43	1,72	H27	3,72
	3,15		2,86		2,00		4,01
A45	1,72	L28	0,29	C44	3,43	H28	3,43
	1,72		0,29		3,15		3,72
A46	4,29	L29	0,58	\bar{x}	1,91	H29	4,29
	4,01		0,86	MAX	3,44		4,58
A47	2,00	\bar{x}	1,54	MIN	0,57	H30	1,72
	2,29	MAX	4,29	SD	1,22		2,00
A48	2,00	MIN	0,57	KV (%)	63,8	\bar{x}	2,31
	2,29	SD	1,16			MAX	4,58
\bar{x}	2,51	KV (%)	75,3			MIN	0,86
MAX	4,29					SD	1,16
MIN	0,86					KV (%)	50,2
SD	0,98						
KV (%)	39,0						

Vzorci kostonjevega medu	Sah. (g/100g)
K27	1,72
	1,15
K28	2,58
	2,86
K29	2,29
	1,72
K30	3,43
	3,72
K31	1,14
	1,15
K32	1,72
	1,43
K33	0,29
	0,57
K34	1,00
	1,43
K35	4,01
	4,01
K36	1,14
	1,72
K37	1,72
	2,00
K38	1,72
	1,72
K40	1,14
	1,72
\bar{x}	1,90
MAX	4,01
MIN	1,14
SD	1,00
KV (%)	52,4

Vzorci gozdnega medu	Sah. (g/100g)
G31	2,58
	2,86
G32	4,58
	4,58
G33	2,29
	2,00
G34	2,29
	2,29
G35	2,29
	2,00
G36	2,29
	3,15
G37	2,58
	2,86
G38	1,72
	1,72
G39	0,57
	1,14
G40	1,17
	1,17
G41	0,57
	0,57
\bar{x}	1,08
MAX	3,15
MIN	0,57
SD	0,44
KV (%)	41,0

Vzorci smrekovega medu	Sah. (g/100g)
S27	1,14
	1,14
S28	2,86
	2,58
S29	1,72
	1,43
S30	0,86
	1,14
S31	2,00
	2,00
\bar{x}	1,69
MAX	2,86
MIN	1,14
SD	0,67
KV (%)	39,53

Priloga C1: Specifični kot zasuka v akacijevem medu

Vzorec	Specifični kot zasuka	Vsebnost vode(%)	SEP(mS/cm)
A33	-20,0 -16,7	13,5 13,5	0,120 0,121
A34	-18,1 -18,8	13,9 13,8	0,117 0,117
A35	-18,3 -20,0	14,5 14,5	0,116 0,116
A36	-20,8 -21,3	15,9 15,7	0,176 0,177
A37	-24,2 -24,7	13,9 13,7	0,122 0,122
A38	-25,8 -24,6	15,8 15,7	0,131 0,131
A39	-22,4 -22,8	13,4 13,5	0,114 0,114
A40	-19,0 -19,8	14,8 14,8	0,127 0,127
A41	-28,2 -26,6	15,8 15,8	0,146 0,147
A42	-24,4 -24,2	15,2 15,2	0,129 0,129
A43	-19,9 - 19,3	14,2 14,1	0,139 0,139
A44	-24,8 -25,2	15,0 15,0	0,153 0,153
A45	-24,4 -25,3	14,2 14,2	0,113 0,114
A46	-30,3 -22,7	14,5 15,0	0,157 0,157
A47	-21,5 -20,9	14,4 14,3	0,117 0,117
A48	-18,8 -17,8	14,9 14,9	0,117 0,118
A49	-28,0 -28,3	14,6 14,5	0,133 0,133
A50	-25,7 -26,0	14,5 14,2	0,172 0,173
A51	-17,5 -17,9	14,3 14,3	0,138 0,139
A52	-19,2 -19,3	14,8 14,4	0,146 0,146
A53	-21,1 -21,5	15,5 15,2	0,169 0,169
A54	-21,3 -21,3	14,7 14,5	0,152 0,153
$\bar{\chi}$	-22,56	14,61	0,136
MAX	-17,5	15,9	0,177
MIN	-28,3	13,4	0,113
SD	3,5	0,68	0,020
KV (%)	15,5%	4,66	14,49

Priloga C2: Specifični kot zasuka v cvetličnem medu

Vzorec	Specifični kot zasuka	Vsebnost vode(%)	SEP (mS/cm)
C32	-10,8	15,3	0,660
	-13,6	15,1	0,661
C33	-25,1	16,1	0,365
	-25,2	16,2	0,364
C34	-15,8	15,5	0,521
	-16,1	15,4	0,521
C35	-11,7	14,5	0,438
	-12,0	14,6	0,438
C36	-15,6	14,5	0,582
	-15,3	14,4	0,585
C37	-19,4	15,8	0,584
	-19,7	15,9	0,571
C38	-18,3	15,9	0,687
	-17,1	15,7	0,684
C39	-18,9	16,6	0,271
	-20,6	16,8	0,274
C40	-10,5	15,4	0,593
	-11,2	15,6	0,595
C41	-23,5	14,9	0,403
	-23,4	14,9	0,401
C42	-17,8	15,4	0,447
	-18,2	15,3	0,449
C43	-16,0	16,2	0,673
	-16,2	16,2	0,676
C44	-18,9	16,0	0,277
	-19,2	16,1	0,276
$\bar{\chi}$	-17,3	15,55	0,499
MAX	-10,5	16,8	0,687
MIN	-23,5	14,4	0,271
SD	4,2	0,66	0,14
KV (%)	24,28	4,2	28,29

Priloga C3: Specifični kot zasuka v lipovem medu

Vzorec	Specifični kot zasuka	Vsebnost vode(%)	SEP(mS/cm)
L16	-18,4	14,7	0,851
	-16,7	14,7	0,850
L17	-16,9	15,2	0,805
	-14,3	15,2	0,806
L18	-14,5	15,3	0,797
	-14,2	15,3	0,801
L19	-12,5	14,5	0,821
	-10,1	14,7	0,823
L20	-18,6	15,6	0,745
	-16,9	15,6	0,749
L21	-7,5	15,8	0,941
	-6,3	15,7	0,946
L22	-22,9	17,6	0,943
	-20,5	17,6	0,944
L23	-17,1	16,7	0,921
	-17,7	16,9	0,926
L24	-18,6	15,5	0,751
	-18,7	15,5	0,754
L25	-12,8	14,5	0,973
	-12,5	14,6	0,977
L26	-17,6	14,9	0,696
	-17,0	14,9	0,702
L27	-4,9	14,4	0,901
	-4,3	14,5	0,905
L28	-18,2	14,8	1,069
	-18,0	15,0	1,077
L29	-21,3	15,0	0,688
	-22,1	15,1	0,682
$\bar{\chi}$	-15,39	15,35	0,852
MAX	-4,3	17,6	1,077
MIN	-22,9	14,4	0,682
SD	5,0	0,88	0,111
KV (%)	32,43	5,72	13,04

Priloga C4: Specifični kot zasuka v hojevem medu

Vzorec	Specifični kot zasuka	Vsebnost vode(%)	SEP(mS/cm)
H16	6,8	17,7	1,377
	6,8	17,7	1,378
H17	9,2	14,6	1,365
	8,7	14,5	1,367
H18	30,2	14,4	1,276
	31,0	14,4	1,282
H19	11,4	14,0	1,321
	13,2	14,1	1,323
H20	6,5	13,8	1,220
	7,1	13,8	1,224
H21	8,4	14,5	1,473
	7,9	14,3	1,480
H22	8,8	15,0	1,480
	8,1	15,2	1,483
H23	3,4	15,3	1,546
	7,1	15,3	1,547
H24	1,9	15,1	1,540
	4,1	15,0	1,543
H25	7,0	15,9	1,350
	12,4	16,1	1,490
H26	4,9	16,2	1,377
	4,0	16,2	1,381
H27	7,2	14,9	1,427
	6,2	14,8	1,427
H28	16,3	14,9	1,426
	16,8	15,0	1,429
H29	2,7	16,7	1,301
	3,1	16,9	1,309
H30	11,1	14,9	1,561
	10,7	14,7	1,570
$\bar{\chi}$	9,43	15,20	1,409
MAX	31	17,7	1,57
MIN	1,9	13,8	1,22
SD	6,8	1,05	0,102
KV (%)	72,27	6,89	7,23

Priloga C5: Specifični kot zasuka v kostanjevem medu

Vzorec	Specifični kot zasuka	Vsebnost vode(%)	SEP(mS/cm)
K27	-20,9	17,2	1,876
	-23,3	17,1	1,880
K28	-26,0	16,0	1,558
	-26,9	16,1	1,565
K29	-19,5	15,9	1,751
	-21,7	15,8	1,758
K30	-9,6	15,4	1,527
	-9,6	15,6	1,534
K31	-24,8	16,2	1,779
	-24,1	16,2	1,773
K32	-17,0	18,1	1,530
	-17,1	18,2	1,534
K33	-21,2	15,8	1,634
	-22,6	15,7	1,634
K34	-19,3	16,8	1,499
	-22,2	16,8	1,494
K35	-6,8	15,2	1,446
	-7,1	15,1	1,453
K36	-20,2	14,5	1,567
	-22,6	15,6	1,575
K37	-25,1	14,8	1,506
	-26,9	14,8	1,511
K38	-14,5	15,1	1,236
	-15,5	14,9	1,238
K39	-23,4	15,0	1,305
	-24,4	14,9	1,309
K40	-17,1	15,6	1,558
	-17,9	15,5	1,562
$\bar{\chi}$	-19,54	15,85	1,557
MAX	-6,8	18,2	1,88
MIN	-26,9	14,5	1,24
SD	5,76	0,96	0,17
KV (%)	29,5	6,04	10,78

Priloga C6: Specifični kot zasuka v gozdnem medu

Vzorec	Specifični kot zasuka	Vsebnost vode(%)	SEP(mS/cm)
G31	15,8	15,6	1,183
	16,5	15,6	1,189
G32	3,4	15,0	1,456
	3,4	15,0	1,464
G33	2,4	15,1	1,050
	0,5	15,1	1,050
G34	13,5	14,5	1,304
	12,5	14,5	1,310
G35	9,8	14,2	1,203
	9,3	14,1	1,211
G36	8,1	14,7	1,282
	10,8	14,7	1,284
G38	6,6	14,6	1,023
	5,3	14,7	1,024
G39	1,9	15,3	1,352
	1,9	15,3	1,353
G40	6,2	14,3	1,153
	5,9	14,3	1,149
G41	5,7	14,6	1,464
	5,6	14,6	1,470
$\bar{\chi}$	7,15	14,79	1,25
MAX	16,5	15,6	1,47
MIN	0,5	14,1	1,023
SD	4,59	0,442	0,149
KV (%)	64,20	2,99	11,98

Priloga C7: Specifični kot zasuka v smrekovem medu

Vzorec	Specifični kot zasuka	Vsebnost vode(%)	SEP(mS/cm)
S27	6,8	15,60	0,914
	6,3	15,60	0,915
S28	0,0	15,30	0,954
	1,4	15,30	0,956
S29	4,9	15,0	1,170
	0,0	15,1	1,177
S30	3,3	14,8	1,034
	3,5	14,9	1,033
S31	28,1	14,2	1,249
	28,0	14,3	1,250
\bar{x}	8,23	15,01	1,065
MAX	28,1	15,6	1,25
MIN	0,0	14,2	0,914
SD	10,71	0,48	0,135
KV (%)	130,14	3,2	12,6

Priloga C8: specifični kot zasuka, vsebnost vode in specifična električna prevodnost v repičnem medu

Vzorec	Specifični kot zasuka	Vsebnost Vode (%)	SEP(mS/cm)
1610 repica	-17,0	14,5	0,195
	-17,2	14,6	0,200
1611 repica	-13,3	15,4	0,234
	-13,2	15,6	0,237
1612 repica	-11,0	16,3	0,195
	-11,7	16,4	0,195
1613 repica	-10,5	15,3	0,170
	-11,5	15,5	0,172
1614 repica	-25,4	15,7	0,263
	-25,2	15,8	0,267
1615 repica	-22,7	14,3	0,225
	-22,6	14,3	0,221
1616 repica	-19,8	17,4	0,178
	-20,6	17,5	0,183
1617 repica	-16,4	15,3	0,365
	-17,5	15,4	0,373
1618 repica	-13,4	14,4	0,359
	-13,4	14,4	0,362
1619 repica	-18,8	16,3	0,198
	-17,9	16,3	0,195
1620 repica	-19,5	14,8	0,254
	-18,8	14,8	0,258
1621 repica	-24,5	15,4	0,443
	-23,2	15,6	0,447
1622 repica	-22,8	19,3	0,300
	-21,1	19,4	0,312
1623 repica	-20,1	15,3	0,243
	-20,2	15,4	0,248
1624 repica	-19,5	15,2	0,133
	-19,3	15,3	0,137
1625 repica	-18,7	16,9	0,125
	-18,0	16,9	0,121
1626 repica	-18,6	14,6	0,160
	-18,7	14,5	0,169
1627 repica	-24,4	14,1	0,122
	-24,4	14,2	0,128
1628 repica	-21,9	15,4	0,287
	-22,4	15,3	0,292
1629 repica	-18,6	14,8	0,296
	-18,2	14,9	0,304
1630 repica	-23,0	15,00	0,214
	-22,6	15,00	0,217
1631 repica	-23,0	14,5	0,178
	-22,6	14,6	0,192
$\bar{\chi}$	-19,01	15,50	0,236
MAX	-10,5	19,35	0,45
MIN	-25,4	14,15	0,123
SD	4,06	1,21	0,083
KV (%)	21,35	7,78	35,30

LEGENDA:

Vrsta medu:

- A akacijev med
- C cvetlični med
- G gozdni med
- S smrekov med
- H hojev med
- L lipov med

Številka vzorca:

Številka vzorca za oznako vrste medu je zaporedna številka s katero so označeni vzorci na Katedri za vrednotenje živil

Kratice.

- KV - koeficient variabilnosti,
- MAX - maksimalna oz. največja vrednost,
- MIN - minimalna oz. najmanjša vrednost,
- SD - standardni odklon,
- \bar{x} - povprečna vrednost.

