

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Sonja TOMAZINI

**PRIMERJAVA PARAMETROV KAKOVOSTI MEDU  
V VZORCIH SLOVENSKEGA IN TUJEGA IZVORA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Sonja TOMAZINI

**PRIMERJAVA PARAMETROV KAKOVOSTI MEDU V VZORCIH  
SLOVENSKEGA IN TUJEGA IZVORA**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**COMPARISON OF QUALITY PARAMETERS IN SLOVENIAN AND  
FOREIGN HONEY SAMPLES**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2012

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

Za mentorico diplomskega dela je imenovana prof. dr. Terezija Golob, za recenzenta pa prof. dr. Rajko Vidrih.

Mentorica: prof. dr. Terezija Golob

Recenzent: prof. dr. Rajko Vidrih

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Sonja Tomazini

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 638.162: 543.61(043)=163.6
KG	med/kakovost medu/fizikalnokemijske lastnosti/vsebnost vode/električna prevodnost/vsebnost prolina/diastazno število/vsebnost HMF/elementna sestava
AV	TOMAZINI, Sonja
SA	GOLOB, Terezija (mentorica) / VIDRIH, Rajko (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2012
IN	PRIMERJAVA PARAMETROV KAKOVOSTI MEDU V VZORCIH SLOVENSKEGA IN TUJEGA IZVORA
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	X, 64 str., 21 pregl., 17 sl., 18 pril., 57 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V diplomskem delu smo ugotavljali razlike med parametri kakovosti v vzorcih slovenskega in tujega medu. Vzorcem smo določili vsebnost vode z ročnim refraktometrom, električno prevodnost s konduktometrom, diastazno število (DŠ) z metodo po Schadeju ter vsebnost prolina s spektrofotometrično metodo. V nadaljnjo analizo smo vključili še podatke predhodnih raziskav, v katerih sta bili določeni vsebnost hidrosimetil furfurala (HMF) in elementna sestava medu, ki je bila narejena z rentgensko fluorescenčno spektrometrijo s totalnim odbojem (TXRF). Vse rezultate smo obdelali s statističnimi metodami, s pomočjo katerih smo ugotavljali razlike med vzorci medu glede na njihov izvor. Rezultate smo primerjali z vrednostmi v Pravilniku o medu (2011) ter s podatki iz raziskav domačih in tujih avtorjev. Ugotovili smo, da imajo slovenski vzorci medu v primerjavi s tujimi v povprečju manjšo vsebnost vode in HMF, višje vrednosti DŠ in električne prevodnosti ter večjo vsebnost prolina. V povprečju so vse vrste medu, tako slovenski kot tudi tuj med, ustrezale zahtevam Pravilnika o medu 2011, z izjemo vzorcev tujega maninega medu, kjer je bila povprečna električna prevodnost manj kot 0,8 mS/cm. Na osnovi rezultatov naše raziskave ugotavljamo, da so bili vzorci slovenskega medu boljše kakovosti kot vzorci tujega porekla.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	UDC 638.162: 543.61(043)=163.6
CX	honeys/quality of honey/physiochemical properties/water content/ electric conductivity /diastase number/ hydroxymethylfurfural content/ elemental composition
AU	TOMAZINI, Sonja
AA	GOLOB, Terezija (supervisor) / VIDRIH, Rajko (reviewer)
PP	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY	2012
TI	COMPARISON OF QUALITY PARAMETERS IN SLOVENIAN AND FOREIGN HONEY SAMPLES
DT	Graduation thesis (university studies)
NO	X, 64 p., 21 tab., 17 fig., 18 ann., 57 ref.
LA	Sl
AL	sl/en
AB	<p>The graduation thesis deals with the comparison of quality parameters of Slovenian and foreign honey samples. Water content was determined by hand refractometer, the electric conductivity with a laboratory conductometer, diastase number (DN) with the method after Schade and the content of amino acid proline with spectrophotometric method. For further study we included data from earlier studies in which the hydroxymethylfurfural (HMF) content and elemental composition of honey were determined. The results obtained were statistically processed and comparisons among honey quality parameters regarding the origin of honey were made. Analytical data were also compared with values in the rules on honey (Pravilnik o medu, 2011) and data from studies of other Slovenian researchers. We found that samples of Slovenian honey have on average a lower water and HMF content and higher diastase number, the higher electric conductivity and a higher content of proline in comparison with foreign honey samples. The average values of all types of honey, both Slovenian and foreign, met the regulatory requirements (Pravilnik o medu, 2011), except the sample of foreign forest honey, which had an average electric conductivity below 0.8 mS/cm. According to the results from present study it can be concluded that Slovenian honey from that study are of better quality than foreign.</p>

## KAZALO VSEBINE

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b>	<b>III</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION .....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE .....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC .....</b>	<b>VII</b>
<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>VIII</b>
<b>KAZALO PRILOG .....</b>	<b>IX</b>
<b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI .....</b>	<b>X</b>
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 NAMEN DELA IN HIPOTEZA .....	2
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>3</b>
2.1 NASTANEK MEDU .....	3
2.1.1 Medena rosa ali mana .....	3
2.1.2 Cvetlični nektar .....	4
2.2 LASTNOSTI MEDU .....	4
2.2.1 Sestava medu .....	4
2.2.2 Pravilnik o medu .....	5
2.2.3 Kakovost medu .....	6
2.2.4 Kristalizacija medu .....	6
2.2.5 Higroskopnost medu .....	7
2.2.6 Skladiščenje medu .....	7
2.3 VRSTE MEDU .....	8
2.3.1 Cvetlični med .....	9
2.3.2 Akacijev med .....	9
2.3.3 Lipov med .....	9
2.3.4 Med iz mane .....	10
2.3.5 Kostanjev med .....	10
2.3.6 Hojev med .....	11
2.4 FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI .....	11
2.4.1 Ogljikovi hidrati .....	12
2.4.2 Vsebnost vode .....	12
2.4.3 Beljakovine in aminokisliline .....	13
2.4.4 Encimi .....	14
2.4.5 Mineralne snovi .....	15
2.4.6 Hidroksimetilfurfural (HMF) .....	17
<b>3 MATERIAL IN METODE .....</b>	<b>19</b>
3.1 VZORCI MEDU .....	19

3.2	FIZIKALNO-KEMIJSKE METODE .....	20
3.2.1	Določanje vsebnosti vode z ročnim refraktometrom (Plestenjak in Golob, 2000) .....	20
3.2.2	Določanje električne prevodnosti (Plestenjak in Golob, 2000).....	21
3.2.3	Spektrofotometrično določanje aktivnosti diastaze po Schadeju (Bogdanov, 2002) .....	23
3.2.4	Določanje vsebnosti prolina (Bogdanov in sod, 1997).....	26
3.2.5	Določanje vsebnosti hidroksimetilfurfurala z metodo HPLC (Bogdanov, 2009) 28	
3.2.6	Rentgenska fluorescenčna spektrometrija s totalnim odbojem (TXRF) (Kropf, 2009).....	29
3.3	STATISTIČNE METODE.....	31
3.3.1	Enovzorčna analiza .....	31
3.3.1.1	Povprečna vrednost ali aritmetična sredina ( $\bar{X}$ ).....	31
3.3.1.2	Standardna deviacija (SD) .....	32
3.3.1.3	Koeficient variabilnosti.....	32
3.3.2	Več vzorčna analiza ene spremenljivke.....	33
3.3.2.1	Levenov test homogenosti variance.....	33
3.3.2.2	ANOVA – analiza variance .....	33
3.3.2.3	Duncanov test.....	34
3.3.2.4	Studentov $t$ – test.....	34
4	REZULTATI Z RAZPRAVO .....	35
4.1	REZULTATI VSEBNOSTI VODE.....	35
4.2	REZULTATI DOLOČANJA ELEKTRIČNE PREVODNOSTI .....	38
4.3	REZULTATI DOLOČANJA DIASTAZNEGA ŠTEVILA.....	41
4.4	REZULTATI DOLOČANJA VSEBNOSTI PROLINA .....	44
4.5	REZULTATI DOLOČANJA VSEBNOSTI HMF .....	47
4.6	REZULTATI DOLOČANJA ELEMENTNE SESTAVE MEDU .....	49
4.7	PRIMERJAVA PARAMETROV KAKOVOSTI MEDU MED POREKLOMA, GLEDE NA VRSTO MEDU .....	55
4.7.1	$t$ – test za akacijev med.....	56
4.7.2	$t$ – test za cvetlični med.....	56
4.7.3	$t$ – test za manin med .....	57
4.8	POTRDITEV HIPOTEZ .....	57
5	SKLEPI .....	58
6	POVZETEK.....	59
7	VIRI.....	61
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Minimalne in maksimalne vsebnosti sestavin v posameznih vrstah medu (Pravilnik o medu, 2011) .....	5
Preglednica 2: Tipi vrstnega in mešanega medu značilni za Slovenijo (Božnar in Senegačnik, 1998) .....	8
Preglednica 3: Hitrost razgradnje encimov diastaze in invertaze v odvisnosti od temperature (Božnar in Senegačnik, 1998) .....	15
Preglednica 4: Vsebnosti nekaterih elementov v različnih vrstah slovenskega medu (Kropf, 2009; Golob in sod., 2005) .....	16
Preglednica 5: Pregled elementov v medu pomembnih za človeško telo in priporočen dnevni vnos za odraslo osebo - RDA (Pravilnik o prehranskih dopolnilih, 2003; Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004; Veselič, 2006) .....	17
Preglednica 6: Inšpekcijski vzorci medu vključeni v raziskavo .....	19
Preglednica 7: Vzorci medu slovenskih čebelarjev vključeni v raziskavo .....	20
Preglednica 8: Vrednosti časovnih intervalov .....	23
Preglednica 9: Povprečne vrednosti in osnovni statistični parametri za vsebnost vode v šestih vrstah medu slovenskega in tujega porekla .....	35
Preglednica 10: Vsebnost vode v različnih vrstah medu, kot jo navajajo različni slovenski in tuji avtorji .....	37
Preglednica 11: Povprečne vrednosti in osnovni statistični parametri za električno prevodnost v šestih vrstah medu slovenskega in tujega porekla .....	38
Preglednica 12: Električna prevodnost v različnih vrstah medu kot jo navajajo različni slovenski in tuji avtorji .....	40
Preglednica 13: Povprečne vrednosti in osnovni statistični parametri za diastazno število v šestih vrstah medu slovenskega in tujega porekla .....	41
Preglednica 14: Diastazno število v različnih vrstah medu, kot jih navajajo različni slovenski in tuji avtorji .....	43
Preglednica 15: Povprečne vrednosti in osnovni statistični parametri za vsebnost prolina v šestih vrstah medu slovenskega in tujega porekla .....	45
Preglednica 16: Vsebnost prolina v različnih vrstah medu, kot jih navajajo različni slovenski in tuji avtorji .....	46
Preglednica 17: Povprečne vrednosti in osnovni statistični parametri za vsebnost HMF v šestih vrstah medu slovenskega in tujega porekla .....	47
Preglednica 18: Vsebnost HMF v različnih vrstah medu, kot jih navajajo različni slovenski in tuji avtorji .....	49
Preglednica 19: Rezultati določanja elementne sestave (S, Cl, K, Ca, Mn in Fe) glede na poreklo ter vrsto medu .....	50
Preglednica 20 : Rezultati določanja elementne sestave (Cu, Zn, Pb, Br, Rb, Sr in Ni) glede na poreklo ter vrsto medu .....	50
Preglednica 21: Vsebnost elementov v medu iz regije Lazio (Conti, 2000) .....	55



## KAZALO SLIK

Slika 1: Cvetlični med (ČZS, 2012) .....	9
Slika 2: Akacijev med (ČZS, 2012) .....	9
Slika 3: Lipov med (ČZS, 2012) .....	10
Slika 4: Med iz mane (ČZS, 2012).....	10
Slika 5: Kostanjev med (ČZS, 2012).....	11
Slike 6: Hojev med (ČZS, 2012) .....	11
Slika 7: L – prolin (NawiPro, 2012).....	13
Slika 8: Ročni refraktometer (Plut, 2012) .....	21
Slika 9: Ročni konduktometer (Plut, 2012).....	21
Slika 10: Delež vode v analiziranih vzorcih medu slovenskega in tujega izvora.....	36
Slika 11: Električna prevodnost analiziranih vzorcev medu slovenskega in tujega izvora.	39
Slika 12: Vrednost diastaznega števila v analiziranih vzorcih medu slovenskega in tujega izvora .....	42
Slika 13: Vsebnost prolina v analiziranih vzorcih medu slovenskega in tujega porekla ....	45
Slika 14: Vsebnost HMF v analiziranih vzorcih medu slovenskega in tujega porekla .....	48
Slika 15: Vsebnost elementov Cl in K v analiziranih vzorcih medu slovenskega in tujega porekla .....	51
Slika 16: Vsebnost elementov S, Ca, Mn in Fe v analiziranih vzorcih medu .....	52
Slika 17: Vsebnost elementov Ni, Cu, Zn, Pb, Br, Rb in Sr v analiziranih vzorcih medu..	53

## **KAZALO PRILOG**

- Priloga A: Volumen dodane vode glede na izmerjen % suhe snovi v medu
- Priloga B: Rezultati vsebnosti vode v vzorcih medu slovenskega izvora
- Priloga C: Rezultati vsebnosti vode v vzorcih medu tujega izvora
- Priloga D: Električna prevodnost vzorcev medu slovenskega izvora
- Priloga E: Električna prevodnost vzorcev medu tujega izvora
- Priloga F: Diastazno število v vzorcih medu slovenskega izvora
- Priloga G: Diastazno število v vzorcih medu tujega izvora
- Priloga H: Vsebnost prolina v vzorcih medu slovenskega izvora
- Priloga I: Vsebnost prolina v vzorcih medu tujega izvora
- Priloga J: Vsebnost HMF v vzorcih medu slovenskega izvora
- Priloga K: Vsebnost HMF v vzorcih medu tujega izvora
- Priloga L: Elementna sestava vzorcev medu slovenskega izvora
- Nadaljevanje priloge L: Elementna sestava vzorcev medu slovenskega izvora
- Priloga M: Elementna sestava vzorcev medu tujega izvora
- Nadaljevanje priloge M: Elementna sestava vzorcev medu tujega izvora
- Priloga N: Levenov test homogenosti varianc za primerjavo parametrov kakovosti medu med vrstami, glede na poreklo
- Priloga O: Duncanov test za vsebnost vode
- Priloga P: Duncanov test za diastazno število
- Priloga R: Duncanov test za vsebnost prolina
- Priloga S: Levenov test homogenosti varianc za primerjavo parametrov kakovosti medu med porekloma, ne glede na vrsto medu

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

A	akacijev med
ANOVA	analiza variance (ang. Analysis of variance)
Br	brom
C	cvetlični med
c	koncentracija raztopine, izražena v mol/L
Ca	kalcij
Cl	klor
Cu	baker
DŠ (DN)	diastazno število (ang. Diastase number)
Fe	železo
G	gozdni med
H	hojev med
HMF	hidroksimetilfurfural
K	kostanjev med
K	kalij
KBZ	Kolektivna blagovna znamka
KV	koeficient variabilnosti
L	lipov med
Mn	mangan
Ni	nikelj
Pb	svinec
Rb	Robidij
S	žveplo
SD	standardni odklon
Sig.	statistična značilnost
Sr	stroncij
$\bar{x}$	povprečna vrednost
$X_{\max}$	maksimalna vrednost
$X_{\min}$	minimalna vrednost
Zn	cink
$\alpha$	stopnja tveganja

## 1 UVOD

Med je najbolj poznan in cenjen čebelji pridelek. Je naravno sladka snov, ki jo čebele predelajo iz medičine (cvetlični nektar) ali mane (medena rosa) z dodajanjem izločkov – slinskih žlez ter jo shranjujejo v satnih celicah, kjer dozori. Je eno najstarejših živil, ki ga ljudje že več tisoč let uporabljajo pri pripravi hrane, pijače in pri pripravi naravnih zdravil ter kozmetičnih izdelkov.

Ko se pašna čebela vrne v panj, izloči iz mednega želodčka nabrano, že deloma predelano medičino ter jo odda mlajšim čebelam v panju, katerih naloga je, da sprejmejo in shranjujejo medičino. Čebele si hitro podajajo iz rilčka v rilček majhne kapljice medičine, ki so prepojene z izločki posebnih žlez. V teh izločkih je še posebno veliko encimov diastaze in invertaze, ki spreminjata polisaharide medičine v enostavne sladkorje. Diastaza razgradi škrob v glukozo, invertaza pa pretvori saharozo v glukozo in fruktozo, ki sta lahko prebavljiva in prehajata neposredno v kri (Pedrotti, 2003).

Med pomembnejše encime v medu sodita invertaza in diastaza, katerih aktivnost je odvisna od biološkega izvora medu ter od postopka pridobivanja ter shranjevanja medu. Če med segrevamo pri višji temperaturi, se encimi popolnoma uničijo. Toplotno najbolj odporen encim v medu je diastaza, zato diastazno število (DŠ) najpogosteje uporabljamo kot kriterij kakovosti medu.

Drugi pomembnejši pokazatelj pregretosti in svežosti medu je hidroksimetilfurfural (HMF), saj je hitrost njegovega nastanka odvisna od temperature. Povečana vsebnost kaže na neustrezno segrevanje in skladiščenje medu (Golob in sod., 2008a).

Vsebnost vode je eden izmed najpomembnejših meril kakovosti medu. Čim manjša je vsebnost vode, tem bolj je med viskozen in tudi obstojen, saj je v takih razmerah onemogočeno delovanje osmofilnih kvasovk, s tem pa je onemogočena tudi fermentacija. (Golob in sod., 2008a).

Električna prevodnost medu je odvisna od koncentracije elementov, organskih kislin, beljakovin in sladkorjev, ki v vodni raztopini medu razpadejo na ione in tako prevajajo električni tok. Nektarni med ima nižjo električno prevodnost od medu iz mane. Višja električna prevodnost maninega medu in mešanice nektarnega in maninega medu je posledica večje vsebnosti elementov. Nasprotno je nižja vrednost električne prevodnosti, kar je značilno za akacijev med, posledica majhne vsebnosti pepela v medu. V splošnem, pa je električna prevodnost medu zaradi visoke vsebnosti sladkorjev, ki zmanjšajo gibljivost ionov, sorazmerno nizka in jo merimo v raztopinah medu z 20 do 30 % suhe snovi. Meritev električne prevodnosti v medu nakaže botanični izvor medu (nektarni ali manin) in tudi vir nektarja (Črček, 2010).

## NAMEN DELA IN HIPOTEZA

Namen diplomskega dela je bila primerjava parametrov kakovosti vzorcev medu slovenskega in tujega izvora. V Sloveniji porabimo približno toliko medu kot ga pridelajo slovenski čebelarji, zato količine uvoženega medu niso velike in je tudi delež vzorcev tujega izvora v naši raziskavi manjši. Kljub temu pa tujih vzorcev medu na našem trgu ne smemo zanemariti, saj pogosto izstopajo (privlačijo) z nizko ceno. Vsi vzorci tujega izvora ter približno polovica vzorcev slovenskega izvora so bili vzorčeni v trgovinah s strani inšpekcijske službe. Druga polovica vzorcev slovenskega izvora pa je bil med domačih slovenskih čebelarjev, ki so sami oddali svoje vzorce v analizo.

Vsem vzorcem smo določili vsebnost vode, električno prevodnost, diastazno število ter vsebnost aminokislinske prolin. Podatke za vsebnost HMF ter elementno sestavo medu vzorcev odvzetih s strani inšpekcije pa smo dobili iz še neobjavljenih rezultatov analiz in raziskav, ki so bile narejene na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil, Oddelek za živilstvo na Biotehniški fakulteti. Te podatke smo uporabili za obsežnejšo statistično analizo ter primerjavo parametrov kakovosti v slovenskih in tujih vzorcih medu.

Pričakovali smo, da bodo med analiziranimi vzorci medu slovenskega ter tujega porekla obstajale statistično značilne razlike v vsaj nekaterih analiziranih parametrih ter da bodo vzorci medu domačih čebelarjev boljše kakovosti v primerjavi s tujimi vzorci medu, saj čebelarji bolje poskrbijo za ustrezno shranjevanje medu kot pa je za to poskrbljeno v dolgi trgovinski verigi.

Analitske rezultate smo obdelali s statističnimi metodami in jih primerjali med seboj. Primerjali smo jih tudi s podatki iz literature ter z vrednostmi predpisanimi v Pravilniku o medu (2011).

## 2 PREGLED OBJAV

### NASTANEK MEDU

Med je gosto tekoče ali kristalizirano živilo, ki ga proizvajajo čebele. Nastane iz različnih virov: iz cvetličnega nektarja ali drugih izločkov živih rastlinskih delov ali pa iz različnih vrst mane, to je izločkov žuželk, ki so na živih delih rastlin. Osnovni material prinašajo čebele v panj, ga obdelajo, mu dodajo izločke svojih žlez, ga zgostijo in nato shranjujejo v pokritih celicah satja (Molan, 1996).

Medičina, ki jo pašne čebele prinašajo v panj, je preveč vodena za shranjevanje v celicah, zato je potrebno iz nje odstraniti večje količine vode. Delavke, ki se vrnejo iz paše, svojo bero razdelijo mladim "hišnim čebelam", ki še ne izletavajo. Te s posebnimi gibi iztiskajo medičino iz svoje golše tako, da se v obliki kapljice prikaže vsakih 5 - 10 sekund na koncu rilčka. Nato se sladki sok nekaj sekund suši na toplem in suhem zraku, nakar se vrne v medeno golšo, od koder kmalu ponovno pripolzi na kratko osuševanje. To se dogaja kakšnih 20 minut, dokler medičina ni že precej zgoščena in primerna za shranjevanje v satju, kjer bo še naprej dozorevala in izgubljala odvečno količino vode. Če je celica še prazna, odlagajo kaplje ob njenem zgornjem robu, tako da medičina steče navzdol in se razlije po dnu. Če pa je v celici že med, tedaj čebela vanj potopi svoje čeljusti in po njih spusti svojo kapljo zgoščene medičine, ki pripolzi do medu in se združi z njim. Do vrha napolnjene celice čebele pokrijejo z voščenimi pokrovc, ki so neprepustni za vodo in zrak. V te namene uporabljen svež vosek nastaja povečini v voščenih žlezah mladih čebel in je bele do belorumene barve. Pokriti med pri čebelarjih velja kot zrel in ga smejo iztočiti. Celični pokrovc zelo uspešno preprečujejo dodatno vsrkavanje in oddajanje vode, preprečujejo pa tudi razne okužbe medu (Božnar in Senegačnik, 1998).

#### 2.1.1 Medena rosa ali mana

Je sladkasta in lepljiva tekočina, ki se pojavlja na listih različnih dreves kot so lipa, hrast, javor ter na iglavcih. Izločajo jo različni drobni insekti, kot so listne uši, kaparji in mušice, ki se hranijo z rastlinskim sokom dreves. Čebele jo zbirajo tako kot medičino s cvetov. Ti insekti asimilirajo le majhen del sokov, ostanek pa izločijo v obliki sladkih lepljivih kapljic - mane, ki jo nabirajo čebele. Mana vsebuje različne sladkorje, vendar ne toliko kot nektar, zato pa je bogatejša z aminokislinami, elementi v sledovih, dekstrini ter s škrobnim sladkorjem (Pedrotti, 2003).

Med iz mane je temnejši in bolj moten, ima višjo vrednost pH, vsebuje več mineralnih snovi, različnih sladkorjev, aminokislin in encimov. Od vrst medu cvetličnega izvora se razlikuje tudi po gostoti in sestavi (Golob in sod., 2008a).

### 2.1.2 Cvetlični nektar

Vsebuje poleg vode in sladkorjev v majhnih količinah tudi mineralne snovi, eterična olja, organske kisline in zrnca cvetnega prahu. Delež 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. V majhnih deležih vsebuje nektar še druge sestavine, kot so beljakovine, vitamini, barvila in eterična olja, ki privabljajo tako čebele kot druge žuželke. Za med iz nektarja je značilno, da ima vonj in aromo cvetlice, ki je vir nektarja, in da vsebuje cvetni prah dane rastline. Po navadi je svetlejše barve in ima izrazito sladek okus (Božnar in Senegačnik, 1998; Golob in sod., 2008a).

K vrstam medu iz nektarja štejemo akacijev, lipov, cvetlični in kostanjev med. V nekaterih primerih lahko neka rastlina daje med iz nektarja in/ali pa med iz mane. Pri nas sta kot mešana nektarno - manina medova znana lipov in kostanjev med (Božič, 1998).

## LASTNOSTI MEDU

### 2.2.1 Sestava medu

Med je biološko visoko vredno naravno živilo. Je kompleksna mešanica okoli 300 različnih kemijskih spojin. Med njimi je največ različnih sladkorjev (75 – 80 %) in vode (14 – 20 %), poleg tega pa so v medu še številne druge snovi: organske kisline (0,1 – 1 %), različni elementi (0,1 – 1,5 %), beljakovine (0,2 – 2 %), proste aminokisline, encimi (invertaza, katalaza, glukozydaza, fosfataza), vitamini (B1, B2, B6, C, pantotenska, nikotinska in folna kislina ter biotin), hormon acetilholin, barvila, flavonoidi in fenolne spojine ter v sledovih tudi različne organske snovi. Prav snovi, ki so v medu v manjših količinah, so odgovorne za senzorične značilnosti, to je za barvo, vonj, okus in aromo posameznih vrst medu (Golob in sod., 2008a).

Med sladkorji prevladujejo predvsem naslednje tri vrste:

- glukoza (grozdni sladkor - cca 34 %),
- fruktoza (sadni sladkor - cca 40 %),
- saharoza (1 do 4 %),

ki jih spremljajo še drugi sladkorji (Božnar in Senegačnik, 1998).

Na sestavo in s tem na fizikalno-kemijske lastnosti medu vplivajo različni dejavniki, od botaničnega in geografskega izvora, podnebja, količine padavin in temperature v obdobju medenja, do strokovnosti in doslednosti čebelarjevega dela. Posledica vseh teh dejavnikov je velika raznolikost medu na tržišču (Golob in sod., 2008a).

## 2.2.2 Pravilnik o medu

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

Med, ki se daje v promet kot med ali je uporabljen v proizvodni za prehrano ljudi, mora glede sestave ustrezati naslednjim merilom Pravilnika o medu (2011), ki je usklajen z evropsko zakonodajo (Council directive ..., 2002):

Preglednica 1: Minimalne in maksimalne vsebnosti sestavin v posameznih vrstah medu (Pravilnik o medu, 2011)

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



### 2.2.3 Kakovost medu

Čebele vedno pridelajo med prvinske kakovosti, ne glede na to, na katerih rastlinah so nabrale nektar ali mano. Čebelar te kakovosti ne more izboljšati, lahko jo z neustrezno tehnologijo kvečjemu poslabša. Čebele proizvajajo med vedno po istem receptu, saj ne znajo pridelati eno leto boljšega, drugo leto pa slabšega. Prav tako čebele na enem koncu Slovenije ne znajo pridelati slabšega medu kot na drugem koncu naše države. Lahko pa ga pridelajo eno leto več, drugo leto manj, na enem območju več, na drugem manj, to pa seveda nima nikakršne zveze s prvinsko kakovostjo medu (Meglič, 2008).

Poglavitna parametra za ocenjevanje svežosti ter ustreznosti skladiščenja medu sta merjenje aktivnosti encima diastaza in določanje vsebnosti HMF. Merjenje vsebnosti HMF je primernejše kot merjenje aktivnosti diastaznega števila, saj ga je v svežem medu zelo malo, poleg tega pa za razliko od aktivnosti encima, katerega izvor so tako čebelje žleze kot rastline, količina HMF ni odvisna od vrste medu. Pregrevanje medu spremeni kemijsko sestavo medu in zmanjšuje njegovo kakovost. Aktivnost naravnih encimov v medu se pri pregrevanju medu in skladiščenju pri neustreznih temperaturah zmanjšuje, poglavitna sprememba pri tem pa je povečanje vsebnosti HMF v medu. Po pravilniku o medu namreč med lahko vsebuje največ 40 mg HMF/kg oziroma 15 mg/kg po Pravilniku o KBZ, aktivnost diastaze pa mora biti, preračunano v diastazno število, najmanj 8 (Kandolf, 2007).

Čebelarji v Sloveniji povprečno pridelujejo med z izjemno majhno vsebnostjo vode (manj kot 17 %), zato je tak med zelo gost, poleg tega pa je manj podvržen procesom kvarjenja. Prvinsko kakovost medu čebelarji zagotavljajo s primerno tehnologijo. S pridobivanjem medu v čim mlajšem satju, po možnosti v deviškem satju že skrbijo za visoko higieno prve posode za med – satja. Med točijo takrat, ko je zrel, prostori, kjer točijo, hranijo ali polnijo med so primerni za higiensko pridelavo medu. Z upoštevanjem Smernic dobrih higienskih navad v čebelarstvu na načelih sistema HACCP nudijo porabniku med prvinske kakovosti (Meglič, 2008).

Za prezimovanje čebel čebelarji krmijo čebele s sladkorjem oziroma s sladkorno raztopino ali z ustreznimi sirupi. Predelana sladkorna raztopina ni med, zato čebelarji zlasti pred in med pašo skrbijo, da le ta, v kolikor je še v panju, ne bi prešla v med (Meglič, 2008).

### 2.2.4 Kristalizacija medu

Kristalizacija medu je naraven pojav, ki se pri nekaterih vrstah medu pojavi prej, pri drugih pa pozneje. Na nastanek, rast in velikost kristalov vplivajo različni dejavniki: razmerje med fruktozo in glukozo (F/G), vsebnost vode, navzočnost mikrokristalizacijskih jeder, temperatura in čas shranjevanja ter postopek pridobivanja medu. Kristalizacijo medu lahko predvidimo, če poznamo razmerje med fruktozo in glukozo ter razmerje med glukozo in

vodo. Vrednost  $F/G < 1,14$  kaže, da bo med razmeroma hitro kristaliziral, nasprotno pa vrednost  $F/G > 2,5$  kaže, da bo med zelo dolgo časa ostal tekoč. Prav tako bo hitreje kristaliziral med, v katerem je razmerje glukoza voda ( $G/V$ ) enako ali večje od 2,1. Znano je, da med iz mane, ki vsebuje sladkorje trehalozo, rafinozo in predvsem melecitozo, zelo hitro kristalizira (Golob in sod., 2008a)

Kristaliziran med utekočinimo s segrevanjem pri temperaturi  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Reakcija je reverzibilna, torej se kristalizacija lahko pojavi znova. Kristalizacijo lahko preprečimo s filtracijo, z ultrazvokom in elektromagnetnimi valovi, vendar zadnja dva postopka povzročata mehanične poškodbe glukoze in encimov (Golob in sod., 2008a).

### **2.2.5 Higroskopnost medu**

Za med je značilno, da ima veliko sposobnost vsrkavanja (absorbiranja) vlage oz. vode iz zraka, s tem pa se razredči. Optimalni pogoji skladiščenja medu so pri temperaturi do  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  in pri 60 % relativni vlagi. S poskusi so namreč ugotovili, da med pri temperaturi  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  veže vodo iz svoje okolice, če je relativna vlaga višja od 60 %, in da oddaja vodo, če je relativna vlaga v zraku manjša od 60 %. Med, ki vsebuje več kot 20 % vode, je bolj podvržen fermentaciji (Golob in sod., 2008a).

### **2.2.6 Skladiščenje medu**

V nasprotju z drugimi živali lahko med skladiščimo več kot leto dni brez bistvenih kakovostnih sprememb, če ustrežata prostor in posoda.

Dolgotrajno skladiščenje omogočajo:

- nizka temperatura,
- ustrezna zračna vlaga glede na vsebnost vode v medu,
- ustrezna embalaža.

V skladišču moramo doseči optimalne razmere za shranjevanje medu, sicer se njegova kakovost lahko bistveno poslabša. Skladišče mora biti po možnosti temno, predvsem brez neposredne sončne svetlobe (Božnar in Senegačnik, 1998).

## VRSTE MEDU

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

Popolnoma čist vrstni med je mogoče pridelati samo v rastlinjaki, v katerih je zasejana samo ena vrsta rastlin in iz katerih čebele nimajo izhoda v naravo. Čebele sicer hkrati obiskujejo različne medovite rastline in je praktično nemogoče trditi, da je bila določena vrsta medu pridelana iz izključno ene rastline, vendar lahko nektar določene rastline prevladuje v taki meri, da dobimo značilen okus, vonj, aromo, sestavo in lastnosti določene vrste medu (Meglič, 2008).

Preglednica 2: Tipi vrstnega in mešanega medu značilni za Slovenijo (Božnar in Senegačnik, 1998)

<b>Vrstni med</b>	<b>Mešani med</b>
akacijev	cvetlični
lipov	gozdni
kostanjev	
med oljne ogrščice	
med rešeljike	
med divje češnje	
hojev	
smrekov	
v tujini: žajbljev, evkaliptusov, med rese, citrusov	

### 2.3.1 Cvetlični med

Cvetlični med je po svojih senzoričnih lastnostih lahko raznovrsten, saj so te odvisne od vrste cvetov, na katerih so čebele nabrale nektar. Značilno zanj je, da je dokaj svetel in po okusu srednje do močno, celo zelo močno sladek. Pri tej vrsti je obvezno navzoč tudi kisel okus, ki pa je šibko do srednje močno izražen (Golob in sod., 2008b).



Slika 1: Cvetlični med (ČZS, 2012)

### 2.3.2 Akacijev med

Čebele pridobivajo akacijev med iz medicinske navadne robinije (*Robinia pseudoacacia*). Zanj je značilno, da je zelo svetel, skoraj brezbarven, da ima zelo nežen vonj in šibko aromo. V okusu je mogoče zaznati samo sladkost, ki je srednje do močno intenzivna. Akacijev med ima značilno zelo nizko električno prevodnost, najnižjo med vsemi vrstami medu v Sloveniji (Golob in sod., 2008b).

Zaradi visoke vsebnosti fruktoze počasi kristalizira in ostane dolgo tekoč (Fleetwood, 2009).



Slika 2: Akacijev med (ČZS, 2012)

### 2.3.3 Lipov med

Lipov med lahko nastane iz nektarja in mane, zato ima lastnosti tako nektarnih kot maninih medov. Je svetlo rumene do rumeno zelene barve. Aroma je značilna za lipov čaj, okus pa močan. Lipov med dokaj hitro kristalizira in tvori velike kristale. Po vsebnosti elementov se ne razlikuje dosti od akacijevega. Prevodnost te vrste medu ni omejena, lahko je nizka,

od 0,5 mS/cm naprej, lahko pa tudi visoka, več kot 1,0 mS/cm (Golob in Plestenjak, 1999; Božnar, 2002; Golob in sod., 2008b).



Slika 3: Lipov med (ČZS, 2012)

#### 2.3.4 Med iz mane

Med iz mane izdelajo čebele iz medene rose oziroma mane. Mano izločajo kljunate žuželke – listne uši, škržati in kaparji potem ko vsrkajo rastlinski sok listavcev in iglavcev in ga delno predelajo. Tako kot vrstni med iz nektarja, tudi med iz mane vedno nosi ime po rastlini na kateri so čebele nabrale večino surovine. Vrste maninega medu - kostanjev, hojev, smrekov in mnogi drugi so zelo cenjeni (ApiSlo – čebelarstvo, 2009). Kostanjev med, prav tako kot lipov med, lahko nastane iz nektarja in mane in ima lastnosti obeh tipov medu.

Manin med je svetlo do temno rjave barve, aroma je močna, okus pa sladek, poln, prijeten in običajno močan. Kristalizacija je počasnejša, ker vsebuje več fruktoze (Božnar, 2002).



Slika 4: Med iz mane (ČZS, 2012)

#### 2.3.5 Kostanjev med

Kostanjev med je iz nektarja in/ali mane. V tekočem stanju je temno rjavkasto rdeč, strjen pa je rjavkast in debelozrnat. Ima grenak okus. Grenčina izvira od zrnca cvetnega prahu, ki ga je v tem medu zelo veliko. Med vsemi medovi vsebuje največ vodikovega peroksida, ki ima bakteriostatične in bakteriocidne lastnosti.

Zelo visoko ima tudi električno prevodnost, tudi več kot 2 mS/cm. (Golob in sod, 2008b; Božnar in Senegačnik, 1998).



Slika 5: Kostanjev med (ČZS, 2012)

### 2.3.6 Hojev med

Hojev med je zelo temen, je sivorjave barve z zelenim odsevom. Po navadi je moten in navadno ne kristalizira. Aroma je zelo značilna, po karamelu in mleku v prahu. Električna prevodnost mora biti več kot 0,8 mS/cm (Golob in sod, 2008b).



Slike 6: Hojev med (ČZS, 2012)

## FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI

Na sestavo in s tem na fizikalno-kemijske lastnosti medu vplivajo različni dejavniki, od botaničnega in geografskega izvora, podnebja, količine padavin in temperature v obdobju medenja, do strokovnosti in doslednosti čebelarjevega dela (Golob in sod., 2008a).

Kakovost medu določa več fizikalno-kemijskih meril (parametrov), kot so vsebnost vode, sladkorjev, invertnega sladkorja, mineralnih snovi, vsebnost v vodi netopnih snovi in kislin, HMF, aktivnost diastaze, električna prevodnost, vsebnost cvetnega prahu, poleg tega pa tudi senzorične lastnosti, kot so značilnost in intenzivnost barve, vonja, okusa in arome (Golob in sod., 2008a).

### 2.4.1 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati so kot poglavitna sestavina medu odgovorni za njegove fizikalno-kemijske lastnosti, kot so viskoznost, kristalizacija in higroskopsnost. Vsebnost in razmerje med različnimi sladkorji v medu sta odvisna od botaničnega izvora, encimov, sestave in intenzivnosti izločanja nektarja, podnebnih razmer, vrste, fiziološkega stanja čebel in od moči čebelje družine (Golob in sod., 2008a).

Večina ogljikovih hidratov v medu, od 65 do 95 % vseh, je invertni sladkor, mešanica monosaharidov fruktoze in glukoze. V medu iz nektarja je vsebnost invertnega sladkorja večja kot v medu iz mane. Fruktoza ali D(-) fruktoza (levosučna) je zelo higroskopična, dobro topna v vodi in zelo počasi kristalizira. Glukoza ali D(+) glukoza (desnosučna) je v vodi slabše topna, njena stabilna kristalna oblika  $\alpha$ -D glukoza monohidrat pa kristalizira pri temperaturah, nižjih od 50 °C. Po navadi velja, da je v medu več fruktoze (približno 40 %) kot glukoze (približno 34 %), saharoze pa ne sme biti več kot 5 % (izjema je akacijev med, ki je lahko vsebuje do 10 %) (Golob in sod., 2008a).

Razmerje med fruktozo in glukozo (F/G) je različno in delno odvisno od sorte medu, nekoliko pa tudi od učinkovitosti encima invertaze (saharaze), ki saharozo cepi v ustrezno, količinsko izenačeno mešanico glukoze in fruktoze. Iz 95 g saharoze in 5 g vode nastane 100 g invertnega sladkorja, to je mešanica glukoze (grozdni sladkor) in fruktoze (sadni sladkor) v razmerju 1:1 (vsakega po 50 g). Invertaza pride v med delno že z medicino, večinoma pa iz tistih čebeljih žlez, ki sodelujejo pri prebavi medu (Božnar in Senegačnik, 1998).

Med slovenskimi medovi sta s fruktozo bogata predvsem akacijev in kostanjev med, saj je razmerje F/G enako 1,5 pri prvem in 1,4 pri drugem (Golob in sod., 2008a).

### 2.4.2 Vsebnost vode

Vsebnost vode je eno izmed najpomembnejših meril kakovosti medu. Pravilnik o medu (2011) določa, da med lahko vsebuje do 20 % vode. Vsebnost vode v slovenskem medu sicer ni odvisna od botaničnega ali geografskega porekla, je pa merilo, ki značilno vpliva na senzorično kakovost in fizikalno-kemijske parametre medu. Čim manjša je vsebnost vode, tem bolj je med viskozen in tudi obstojen, saj je v takih razmerah onemogočeno delovanje osmofilnih kvasovk, s tem pa je onemogočena tudi fermentacija. Vsebnost vode je odvisna od vrste in intenzivnosti paše, podnebnih razmer, predvsem v obdobju cvetenja oziroma medenja rastlin, od vrste panja in od dela čebelarjev. Če je v medu manj kot 15 % vode, je ta bolj viskozen, slabo tekoč in hitreje kristalizira. Med z večjim odstotkom vode je občutno bolj tekoč (Golob in sod., 2008a).

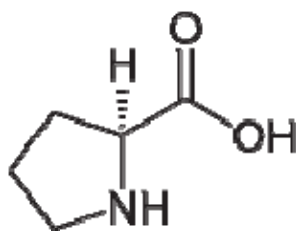
Najenostavnejši metodi, ki ju uporabljamo za določanje vode v medu, sta merjenje lomnega količnika z refraktometrom ali pa ugotavljanje relativne gostote s hidrometrom (areometer). Obe pripravi sta posebej prirejene za med, saj le ta vsebuje precej manj vode kot večina drugih raztopin.

### 2.4.3 Beljakovine in aminokisliline

Med vsebuje večinoma le malo beljakovin, okrog 0,2 %. Beljakovine v medu izvirajo iz medičine, deloma pa od čebel samih oz. iz nekaterih njihovih prebavnih žlez. Poznamo čiste in sestavljene beljakovine; prve sestojijo iz aminokislin, druge pa poleg aminokislin vsebujejo še nebeljakovinski del ali prostetično skupino. Neposreden in posreden izvor aminokislin za čebele je cvetni prah, v zelo majhnem obsegu pa lahko tudi nektar ali mana. Zelo malo aminokislin in beljakovin vsebujeta akacijev in lipov med. Medovi z večjo količino beljakovin so običajno temneje obarvani, saj pride do reakcije med aminoskupinami in aldehidno skupino glukoze (Božnar in Senegačnik, 1998).

Med aminokislinami ima največji delež prolin, in to od 50 do 85 % skupne količine aminokislin v medu. Prolin je indikator potvorjenosti medu, pripisujejo pa mu tudi sposobnost odstranjevanja prostih radikalov. Posamezne vrste medu vsebujejo različne količine prolina: najmanj ga vsebuje akacijev med (približno 300 mg/kg), največ pa kostanjev med (> 600 mg/kg) (Golob in sod., 2008a).

Prolin je tudi pokazatelj zrelosti medu. Če ga je premalo, je bil med verjetno prekmalu iztočen (Božnar in Senegačnik, 1998).



Slika 7: L – prolin (NawiPro. 2012)



#### 2.4.4 Encimi

Encimi so med najpomembnejšimi in zanimivejšimi spojinami v medu. Encimi so beljakovine in pospešujejo hitrost kemičnih reakcij v živih organizmih in biološkem materialu na splošno. Najdemo jih v vseh prebavnih sokovih, v slini, želodčnem, črevesnem in pankreasnem soku.

Sčasoma se encimi v medu podobno kot druge beljakovinske snovi začno razgrajevati, zato se njihova učinkovitost začne zmanjševati. Pri dovolj starem medu lahko encimsko delovanje popolnoma preneha, zlasti če smo ga nepravilno shranjevali ali preveč segrevali zaradi preprečevanja kristalizacije (Božnar in Senegačnik, 1998).

V medu so pomembni trije encimi:

- **invertaza (saharaza)** → Delno lahko izvira iz samega nektarja, zvečine pa iz čebelje sline. Mlade, razvite čebele delavke, izločajo mnogo sline, v njej pa je veliko tega encima. Nasprotno pa imajo stare čebele zaradi dela ali pa bolezni le še malo tega encima. Če čebele hranimo z raztopino saharoze, te snovi navadno ne morejo v celoti invertirati. Zato med v takih primerih še vedno vsebuje precej saharoze, to pa je pomembno pri ugotavljanju pristnosti (Božnar in Senegačnik, 1998).
- **amilaza (diastaza)** → Diastazo sestavljata dva encima:  $\alpha$ -amilaza in  $\beta$ -amilaza, ki razgrajujeta škrob. Diastaza izvira po večini iz čebeljih žlez, delno pa tudi iz cvetnega prahu in nektarja. Sodeluje pri razcepu velikih škrobnih molekul do maltoze, ki je sestavljena iz dveh molekul glukoze. Iz količine diastaze v medu lahko precej zanesljivo sklepamo o pristnosti oz. ponarejenosti medu ali o morebitnem neustreznem postopku z njim, saj je encim diastaza izjemno občutljiv na povišano temperaturo (Božnar in Senegačnik, 1998; Kandolf, 2007).
- **glukoza oksidaza** → Aktivna je samo v razredčenem ali nezrelem medu. Aktivnost je največja pri koncentraciji sladkorja 25 – 30 %. Oksidira glukozo, pri čemer nastane glukonska kislina, ki je glavna kislina medu. Vzoredni produkt te reakcije je vodikov peroksid, ki ima baktericiden učinek (Božnar in Senegačnik, 1998).

Preglednica 3: Hitrost razgradnje encimov diastaze in invertaze v odvisnosti od temperature (Božnar in Senegačnik, 1998)

Temperatura (°C)	Razpolovni čas	
	Diastaza (amilaza)	Invertaza (saharaza)
10	12600 dni	9600 dni
20	1480 dni	820 dni
25	540 dni	250 dni
30	200 dni	83 dni
32	126 dni	48 dni
35	78 dni	28 dni
40	31 dni	9,6 dneva
50	5,38 dneva	1,28 dneva
60	1,05 dneva	4,7 ure
63	16,2 ure	3,0 ure
70	5,3 ure	47 minut
71	4,5 ure	39 minut
80	1,2 ure	8,6 minute

#### 2.4.5 Mineralne snovi

Količine mineralnih snovi v različnih vrstah medu so odvisne od izvora in intenzivnosti paše. Kemijsko gledano mineralne snovi v medu sodijo med elektrolite – snovi, katerih vodne raztopine prevajajo električni tok. Čim več teh snovi bo v medu raztopljenih, tem boljša bo njegova električna prevodnost. Zaradi večje koncentracije elektrolitov v medovih iz mane, imajo ti večjo električno prevodnost kot svetli, nektarni medovi, kar se s pridom uporablja tudi pri identifikaciji medov. Mineralne snovi v medu običajno določamo v pepelu. Nektarni medovi navadno ne vsebujejo več kot 0,35 % mineralnih snovi, manine vrste pa jih vsebujejo tja do 1 % (Božnar in Senegačnik, 1998).

Vsebnost skupnega pepela v medu je količina anorganskega ostanka po sežigu medu. Torej vsebnost pepela ponazarja količino v medu prisotnih mineralnih snovi. Določanje pepela je dokaj zahtevno, zato se nadomešča z merjenjem električne prevodnosti medu, saj med tema dvema parametroma obstaja linearna zveza. Čim več je v medu prisotnih mineralnih snovi, večja je vsebnost skupnega pepela in višja je električna prevodnost (Kropf in sod., 2009).

Preglednica 4: Vsebnosti nekaterih elementov v različnih vrstah slovenskega medu (Kropf, 2009; Golob in sod., 2005)

Mineralni elementi (mg/kg)	Vrste medu						
	cvetlični	akacijev	lipov	manin	kostanjev	hojev	vir
<b>Br</b>	0,31	0,7	0,85	0,24	0,28	0,11	1
<b>Ca</b>	66,1	10,2	53,4	39,7	142	22,4	1
<b>Cl</b>	340	110	290	240	150	360	2
<b>Mn</b>	3,2	1,5	2,8	4,3	28	3,2	2
<b>Rb</b>	3,0	0,4	3,0	11,3	22,6	22,6	1
<b>S</b>	66	51	50	140	140	59	2
<b>K</b>	1130	241	1520	3460	4450	3470	1
<b>Fe</b>	0,64	0,22	1,1	2,8	0,71	2,95	1
<b>Zn</b>	1,18	0,29	0,46	4,11	0,69	1,57	1

Viri: 1 – Kropf, 2009, 2 – Golob in sod., 2005

Človeško in živalsko telo mora za svoj normalen obstoj s hrano poleg beljakovin, ogljikovih hidratov, maščob in vitaminov dobivati tudi določene mineralne snovi. Marsikatera prehranska snov, ki je medu v energijskem pogledu enakovredna, ne vsebuje nobenih mineralnih snovi (Božnar in Senegačnik, 1998).

Mineralne snovi so v prehrani izredno pomembne, saj sodelujejo pri številnih funkcijah organizma in predstavljajo pomembno gradbeno snov, človeško telo pa jih ni sposobno tvoriti. Potrebe organizma po posameznih elementih so običajno majhne, vendar njihova odsotnost ali pomanjkanje lahko povzroči različne bolezni (Kropf in sod., 2009).

Vsebnost posameznih elementov v medu je majhna, zato je njegov prispevek pri priporočenih dnevni vnosih (RDI – angl. recommended daily intake) različnih makro in mikroelementov le zgolj neznat. Dojenčki (otroci stari manj kot eno leto) naj ne bi uživali medu zaradi nevarnosti botulizma, okužbe s spori *Clostridium botulinum* (Kropf in sod., 2009).

Preglednica 5: Pregled elementov v medu pomembnih za človeško telo in priporočen dnevni vnos za odraslo osebo - RDA (Pravilnik o prehranskih dopolnilih, 2003; Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004; Veselič, 2006)

Element	Vloga v telesu	Posledica pomanjkanja	Posledica presežka	RDA (mg/dan)
<b>kalij</b>	- hitra rast - pomiritev živcev	motnje v ritmu srca, odpoved ledvic, konstantna žeja, suha koža, utrujenost, nervoza	povišana vrednost kalija je življenjsko nevarna	4000
<b>kalcij</b>	- rast kosti in zob - strjevanje krvi	zmedenost, pozabljivost, depresija, težave z dihanjem	slabost, bruhanje, zaprtje	800
<b>magnezij</b>	-pospešuje živčne impulze v mišicah - vzdržuje krvni sladkor	visok krvni tlak, boleznj žil in motnje v presnovi sladkorjev, zmedenost	ni podatka	300
<b>natrij</b>	-za normalno delovanje živčnih in mišičnih celic -za ohranjanje celičnega membranskega potenciala	prekomerno potenje, kronična diareja, slabost, motnje v dihanju	zavira absorpcijo Riboflavina in fosforja	2500
<b>Železo</b>	- nastanek hemoglobina - odpornost proti stresu in boleznim	težave pri dihanju, lomljivi nohti, anemičnost (bledoličnost, utrujenost), zaprtje	povečana možnost nastanka infekcij	14
<b>Baker</b>	- nastanek eritrocitov in hemoglobina - pomaga pri obnovi živcev - sodeluje pri celjenju ran	boleznj srca in ožilja, splošna oslabeledost, možganske motnje, slabokrvnost, oslabeledjen imunski sistem, počasno celjenje ran		1,2
<b>Mangan</b>	- aktivacija encimov, rast in razmnoževanje - produkcija spolnih hormonov	nekoordiniranost gibov (ataksija), omotica, šumenje v ušesih, oglušitev	možnost pojava blaznosti	3,5

#### 2.4.6 Hidroksimetilfurfural (HMF)

HMF nastane v medu iz sladkorjev, konkretno iz fruktoze. Na nastanek vplivata temperatura in vsebnost kislin. Na začetku so ob večji vsebnosti HMF v medu sumili na ponarejanje medu, saj se saharoza s segrevanjem in ob navzočnosti kislin invertira, tako da nastaneta fruktoza in glukoza. Vendar samo z analizo vsebnosti HMF še ne moremo z gotovostjo trditi, da je bil medu dodan sladkor. Ker pa so kmalu ugotovili, da vsebuje HMF tudi naravni med, ki je izpostavljen visokim temperaturam, je določanje vsebnosti HMF postalo merilo za dokazovanje pregrevanja medu (Kandolf, 2007).

Na nastanek HMF v medu vpliva več dejavnikov:

- temperatura in čas segrevanja medu,
- razmere, v katerih je med shranjen,

- kemijske lastnosti medu (pH, kisline v medu, vsebnost mineralov, vsebnost sladkorjev v medu) (Kandolf, 2007).

Tvorba HMF je odvisna tudi od vrednosti pH v medu. V splošnem imajo nektarni medovi nižje, manini medovi pa višje vrednosti pH. Pri medu z nižjo vrednostjo pH se tvori HMF hitreje kot pri tistih, z višjo vrednostjo (Gfeller in Bogdanov, 2006).

V svežem medu je vsebnost HMF minimalna, od 0,06 do 0,2 mg/kg. Povečana vsebnost kaže na neustrezno segrevanje medu oz. neprimerno skladiščenje. V skladu z direktivo Evropske unije (Council directive ..., 2002) pravilnik o medu dovoljuje 40 mg HMF v kilogramu medu, v medu iz držav s tropskim podnebjem pa do 80 mg/kg (Golob in sod., 2008a).

### 3 MATERIAL IN METODE

#### VZORCI MEDU

Analizirali smo 81 vzorcev medu letnikov 2007 in 2008. Od tega je bilo 43 vzorcev odvzetih v trgovinah s strani inšpekcije, 38 pa smo jih prejeli neposredno od slovenskih čebelarjev iz različnih predelov Slovenije. Med inšpekcijskimi vzorci je bilo 22 vzorcev slovenskega porekla ter 21 tujega porekla. Vzorci medu so bili shranjeni v plastičnih posodah ali v steklenih kozarcih, da je bila preprečena kakršnakoli kontaminacija. Shranjeni so bili v temnem prostoru in pri sobni temperaturi.

V času analize so bili vzorci medu stari približno 12 - 18 mesecev. Določili smo jim vsebnost vode, električno prevodnost, diastazno število ter vsebnost prolina. Podatke za vsebnost HMF ter za elementno sestavo pri inšpekcijskih vzorcih medu pa smo dobili iz še neobjavljenih analiz in raziskav, ki so bile narejene na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete. Te podatke smo uporabili za obsežnejšo statistično analizo ter primerjavo med slovenskim in tujim medom.

Preglednica 6: Inšpekcijski vzorci medu vključeni v raziskavo

Vrsta medu	Poreklo medu	Število vzorcev	Oznaka vzorcev
akacijev	slovensko	3	i1805, i11449, i11462
	tuje	2	i1659, i11457
cvetlični	slovensko	6	i1671, i1806, i11454, i11456, i11461, i11463
	tuje	12	i1657, i1658, i1670, i1800, i1804, i2469, i11447, i11448, i11450, i11453, i11455, i11465
lipov	slovensko	2	i1668, i1661
	tuje	1	i2466
kostanjev	slovensko	3	i1801, i11466, i1807
	tuje	1	i1802
manin	slovensko	8	i1667, i1669, i1809, i2468, i11452, i11459, i11460, i11464
	tuje	4	i1808, i2467, i11451, i11458
hojev	tuje	1	i1803

Preglednica 7: Vzorci medu slovenskih čebelarjev vključeni v raziskavo

Vrsta medu	Število vzorcev	Oznaka vzorcev
akacijev	5	1807, 1808, 1812, 1816, 1829
cvetlični	12	1651, 1656, 1657, 1665, 1666, 1669, 1806, 1809, 1811, 1815, 1821, 1825
lipov	4	1659, 1817, 1820, 1822
kostanjev	7	1652, 1654, 1655, 1660, 1662, 1810, 1814
gozdni	10	1661, 1663, 1664, 1682, 1683, 1684, 1763, 1779, 1823, 1826

## FIZIKALNO-KEMIJSKE METODE

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

Med, ki se daje v promet, ne sme vsebovati več kot 20 % vode; izjema so nekatere vrste medu (npr. med iz rese), ki lahko vsebujejo do 23 % vode. Med vrhunske kakovosti pa lahko vsebuje največ 18,6 % vode (Pravilnik o kolektivni ..., 2002).

#### Princip:

Metoda temelji na refraktometričnem določanju deleža vode na osnovi merjenja lomnega količnika medu.

#### Pribor:

- steklena čaša,
- steklena palčka,
- ročni refraktometer ATA60 z termometrom,
- grelnik vode LAB – LINE (pri 40 °C ± 0,2 °C).

#### Izvedba:

Če je med tekoč, ga pred pričetkom analize premešamo s palčko. Če je med kristaliziran, damo zaprto posodo z vzorcem v vodno kopel in 30 min segrevamo pri temperaturi 40 °C. Med segrevanjem ga premešamo s palčko, nato pa hitro ohladimo. Tako pripravljenemu vzorcu določimo delež vode tako, da s stekleno palčko naneseemo tanko plast medu na prizmo refraktometra in pri tem pazimo, da ni v medu nobenih zračnih mehurčkov. Merilno prizmo moramo popolnoma prekrit z vzorcem medu. Nato nežno zapremo poklopec refraktometra ter pritismo, da se med razporedi po celotni površini prizme. Refraktometer usmerimo proti viru svetlobe in pogledamo skozi okular. Merjeno vrednost odčitamo v točki, kjer mejna črta seka skalo. Če temperatura merjenja odstopa od 20 °C, odčitamo še korekcijsko vrednost na korekcijski skali, ki je na spodnjem delu

refraktometra, saj je refraktometer umerjen na 20 °C. Odčitano korekcijsko vrednost prištejemo ali odštejemo od izmerjene vrednosti, odvisno od temperature merjenja. Takoj po opravljeni meritvi prizmo očistimo z destilirano vodo ter jo do suhega obrišemo.



Slika 8: Ročni refraktometer (Plut, 2012)

### 3.2.2 Določanje električne prevodnosti (Plestenjak in Golob, 2000)

Merjenje električne prevodnosti lahko služi kot koristna informacija o kakovosti in morebitni potvorjenosti medu, lahko pa je v pomoč tudi pri določanju vrste medu.

Med, ki se daje v promet, mora imeti električno prevodnost največ 0,8 mS/cm če med izvira iz nektarja (cvetlični med, akacijev med) ter minimalno 0,8 mS/cm za med iz mane (gozdni med, hojev med, kostonjev med) (Pravilnik o medu, 2011).

#### **Princip:**

Merjenje specifične električne prevodnosti 20 % vodne raztopine medu s konduktometrom.



Slika 9: Ročni konduktometer (Plut, 2012)



**Pribor:**

- merilna posoda (lonček),
- čaša,
- pipeta,
- plastična žlička,
- ultrazvočna kopel ELMA IVI 2006,
- ročni konduktometer CD 601 WP,
- namizni konduktometer CYBER SCAN 510.

**Reagenti:**

- destilirana voda.

**Izvedba:**

- 1) Med, ki smo mu že izmerili vsebnost vode, zajamemo s plastično žličko in z njim do roba, brez zračnih mehurčkov, napolnimo merilni lonček. Z ravnim delom žličke odstranimo odvečni med, prav tako odstranimo tudi med, ki ostane na zunanji strani lončka. Tako napolnjen lonček v poljubni legi položimo v čašo in dodamo zahtevano količino vode.

Volumen vode je odvisen od tega, koliko vode oz. suhe snovi vsebuje med. Odčitamo ga iz diagrama za Volumen dodane vode glede na izmerjen % vode (priloga A). Izhajamo iz % vode ali % suhe snovi. Volumen vode, ki ga odčitamo iz diagrama, velja le, če uporabljamo ročnemu konduktometru pripadajoči originalni lonček.

Mešamo s čisto plastično žličko tako dolgo, da se med popolnoma raztopi. Pred merjenjem speremo konduktometer z destilirano vodo in posušimo s papirnato brisačo. Aparat potopimo v raztopino medu; s tresenjem nekaj sekund mešamo, pustimo aparat v raztopini in preverimo, da na elektrodah ni zračnih mehurčkov (če so na elektrodah mehurčki, aparat dvignemo iz raztopine in ga nekajkrat lahko stremo). Aparat mirno držimo tako, da se ne dotika dna in počakamo, da se na okencu pokaže izmerjena vrednost. Izmerjeno vrednost delimo s 1000. Rezultat je električna prevodnost vzorca medu, enota pa je mS/cm.

- 2) Merjenje z laboratorijskim konduktometrom

Količino medu za pripravo 20 % vodne raztopine izračunamo iz spodnje enačbe:

$$\text{odtehta za el. prevodnost} = \frac{1000}{100 - \% \text{ H}_2\text{O}} \quad \dots(1)$$

Odtehto do 50 g dopolnimo z destilirano vodo.

Primer:

% H<sub>2</sub>O = 17,30 (smo izmerili z refraktometrom) →  $\frac{1000}{100 - 17,30} = 12,09 \text{ g} + \text{H}_2\text{O}$ ,  
da bo vse skupaj znašalo 50 g

V čašo natehtamo 12,09 g medu ter dopolnimo z destilirano vodo, do skupne mase 50 g. Raztopino mešamo tako dolgo, da se med raztopi. Uporabljamo le plastičen ali stekleni pribor. Pomagamo si lahko z ultrazvočno kopeljo, ki pospeši raztapljanje vzorca v vodi. Pred merjenjem speremo elektrodo konduktometra z destilirano vodo in posušimo s papirnato brisačo. Aparat potopimo v raztopino medu ter s tresenjem nekaj sekund mešamo, nato pustimo aparat nekaj časa v raztopini, da se merjena vrednost ustali, nakar jo odčitamo.

Rezultat je električna prevodnost vzorca medu, enota pa je mS/cm.

### 3.2.3 Spektrofotometrično določanje aktivnosti diastaze po Schadeju (Bogdanov, 2002)

#### Princip:

Enourna hidroliza 1 % raztopine škroba z encimom iz 1 g medu pri temperaturi 40 °C, ki se po dodatku raztopine joda in nastanku modro obarvanega produkta spremlja z merjenjem absorbance pri A = 660 nm v določenih časovnih intervalih. Linearno zvezo dobimo v absorpcijskem območju med A = 0,456 in A = 0,155.

Preglednica 8: Vrednosti časovnih intervalov

Absorbanca po 5 minutah	Časovni interval
A > 0,658	10 min ali več
0,658 > A > 0,523	5 do 10 min
0,523 > A > 0,456	2 do 5 min

#### Pribor:

Poleg običajne laboratorijske opreme uporabljamo še:

- spektrofotometer (Cecil, CE2021, 2000 series); meritve pri valovni dolžini 660 nm,
- grelnik vode LAB – LINE (pri 40 °C ± 0,2 °C),
- ultrazvočna kopel ELMA IVI 2006,
- mešalna miza IKA – VIBRAX – VXR,
- stresalnik VIBROMIX 114,
- tehtnica METTLER PC 2000,
- tehtnica SCALTEC SPB 31.

## **Reagenti:**

### destilirana voda

#### osnovna raztopina joda (0,07 M)

- 5,5 g joda (Kemika) in 11 g kalijevega jodida (Merck) zmešamo na suho in raztopimo v 13 mL destilirane H<sub>2</sub>O. Prelijemo v 250 mL bučko in dopolnimo do oznake. Hranimo lahko do 1 leto v temni steklenici.

#### 0,0007 M raztopina joda (dnevni jod)

- Odtehtamo 20 g kalijevega jodida (Merck), prilijemo 30 - 40 mL destilirane H<sub>2</sub>O ter prelujemo v 500 mL bučko, dodamo 2 mL osnovne raztopine joda in dopolnimo z destilirano H<sub>2</sub>O do oznake.

#### acetatni pufer (pH = 5,3)

- V 400 ml destilirane H<sub>2</sub>O raztopimo 87 g natrijevega acetata (CH<sub>3</sub>COONa·3H<sub>2</sub>O; Kemika), dodamo približno 10,5 mL ledocetne kisline (Merck) in dopolnimo z destilirano vodo do 500 mL. Izmerimo vrednost pH in jo, če je potrebno, uravnamo na 5,3 z natrijevim acetatom ali očetno kislino.

#### 0,5 M raztopina natrijevega klorida

- 7,25 g natrijevega klorida (Carlo ERBA) raztopimo v prekuhani destilirani H<sub>2</sub>O, prelujemo v 250 mL bučko ter dopolnimo do oznake.

#### raztopina škroba (dnevni škrob)

- V čašo odtehtamo 2,0 g brezvodnega škroba (Merck), dodamo nekaj kapljic destilirane H<sub>2</sub>O, da dobimo gladko maso ter vse skupaj prenesemo v 100 mL bučko. Čašo spiramo v bučko z vrelo destilirano H<sub>2</sub>O (cca 40 mL). Bučko postavimo na grelnik, kjer pustimo da počasi vre 10 minut. Nato na hitro ohladimo in dopolnimo z destilirano vodo do oznake.

Opomba: 1x na teden smo določili suho snov v škrobu (Merck), da smo dobili koliko škroba (Merck) moramo odtehtati, da dobimo 2,0 g brezvodnega škroba. Vrednosti odtehte so se gibale med 2,1407 g in 2,1484 g.

## **Izvedba:**

### Priprava vzorca

Vzorcev medu za analizo ne smemo segrevati!

V čašo odtehtamo 10 g vzorca medu, dodamo 5 mL acetatnega pufera in 20 mL vode ter vse skupaj dobro premešamo, da se med raztopi. Raztopino kvantitativno prenesemo v 50 mL merilno bučko, dodamo 3 mL 0,5 M raztopine natrijevega klorida ter dopolnimo do oznake z destilirano H<sub>2</sub>O (raztopina medu).

### Standardizacija raztopine škroba (modra vrednost) → dobimo volumen dnevne vode (mL)

V čašo odmerimo s pipeto 5 mL dnevnega škroba, dodamo 10 mL destilirane H<sub>2</sub>O ter vse skupaj termostatiramo pri 40 °C 15 minut. V drugo čašo odpipetiramo 0,5 mL te raztopine in 5 mL dnevnega joda ter razredčimo s toliko mL destilirane H<sub>2</sub>O, da je vrednost absorbance pri 660 nm 0,745 - 0,770. Pred tem še spektrofotometer umerimo na vrednost 0 z destilirano H<sub>2</sub>O.

Opomba: Volumen dodane vode (dnevne vode) se je gibal med 12 in 15 mL.

### Merjenje absorbance

S pipeto odmerimo 10 mL raztopine medu in jo prenesemo v 50 mL bučko ter damo v vodno kopel s temperaturo 40 °C ± 0,2 °C skupaj s posodo, v kateri je raztopina dnevnega škroba. Po 15 minutah odmerimo s pipeto 5 mL raztopine dnevnega škroba in jo dodamo v raztopino medu, premešamo in vključimo uro. V 5 minutnih presledkih odvezamo 0,5 mL alikvotne delce in jih dodamo v 10 mL raztopine dnevnega joda (0,0007 M). premešamo ter razredčimo z ustreznim volumnom dnevne vode (dobimo pri standardizaciji raztopine škroba – modra vrednost). Absorbanco izmerimo pri valovni dolžini 660 nm. Naredimo minimalno tri meritve pri A<sub>660</sub> = 0,456 - 0,155 (linearno območje) in zabeležimo čase, pri katerih smo izmerili absorbance.

### **Izračun:**

V grafikon vpišemo absorbanco kot funkcijo časa v minutah. Skozi najmanj tri točke potegnemo premico, da določimo čas (t), ko reakcijska vrednost doseže vrednost absorbance 0,235 nm. Število 300 delimo s časom pri A<sub>660</sub> = 0,235, izraženim v minutah in tako dobimo diastazno število. To število izraža aktivnost diastaze kot volumen (mL) 1 % raztopine škroba, ki jo encim iz 1 g medu hidrolizira v 1 uri pri 40 °C.

$$DN = \frac{60 \times 0,10 \times 1,0}{t \times 0,01 \times 2,0} = \frac{300}{t} \quad \dots(2)$$

DN – diastase number (diastazno število)

t – čas v minutah

### 3.2.4 Določanje vsebnosti prolina (Bogdanov in sod, 1997)

Vsebnost prolina v medu smo določili z Oughovo fotometrično metodo (1969), prilagojeno po Bogdanovu (1997), ki je bila leta 1999 sprejeta s strani mednarodne komisije za med.

#### **Princip:**

Aminokislina prolin daje z reagentom ninhidrinom rumen barvni kompleks. Po dodatku 2 - propanola, merimo absorbanco v raztopini vzorca in referenčni (standardni) raztopini pri valovni dolžini 510 nm. Delež prolina določimo računsko ob upoštevanju razmerij.

#### **Pribor:**

Poleg običajne laboratorijske opreme uporabljamo še:

- spektrofotometer (Cecil, CE2021, 2000 series); meritve pri valovni dolžini 510 nm,
- grelnik vode LAB – LINE,
- ultrazvočno kopel ELMA IVI 2006,
- mešalno mizo IKA – VIBRAX – VXR,
- stresalnik VIBROMIX 114,
- tehtnico METTLER PC 2000,
- tehtnico SCALTEC SPB 31.

#### **Reagenti:**

##### 3 % raztopina ninhidrina

- 3,0 g ninhidrina (Merck) raztopimo v 100 mL etilenglikolmonometil etra (Merck). Raztopina je obstojna 1 teden v temi.

##### L-prolin (Merck)

- Vakumsko osušen prolin hranimo do uporabe v eksikatorju.

##### standardna raztopina prolina (0,8 mg/mL)

- 40 mg vakumsko osušenega prolina razredčimo z destilirano vodo do volumna 50 mL. Raztopino pripravljamo tedensko in jo do uporabe hranimo v hladilniku.

##### delovna raztopina prolina (za umeritveno krivuljo)

- V prvo bučko damo 0,5 mL, v drugo 1,0 mL in v tretjo 2,0 mL standardne raztopine prolina ter vse tri bučke dopolnimo z destilirano vodo do 25 mL. Raztopino pripravimo vsaki dan svežo.

##### 2 - propanol (Carlo Erba), razredčen z destilirano vodo v razmerju 1:1

##### mravljična kislina, HCOOH (Merck)

### **Izvedba:**

#### Raztopina vzorca medu:

V čašo natehtamo 2,5 g vzorca medu, dodamo približno 10 mL destilirane vode ter vzorec kvantitativno prenesemo v 50 mL merilno bučko. Bučko dopolnimo do oznake z destilirano vodo in dobro premešamo.

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

### **Izračun:**

Vsebnost prolina izrazimo v mg/kg medu s pomočjo izpeljane enačbe umeritvene krivulje:

$$Y = bX + a \quad \dots(3)$$

Končna enačba za izračun vsebnosti prolina v mg/kg:

$$C_{\text{prolin}} \text{ (mg/kg)} = ((A + a)/b) \times 100.000 / m \quad \dots(4)$$

$C_{\text{prolin}}$  (mg/kg) – vsebnost prolina

$A_{510}$  – izmerjena absorbanca vzorca

a – naklon krivulje

b – presečišče

100.000 – razredčitev

m – masa vzorca (g)

### 3.2.5 Določanje vsebnosti hidroksimetilfurfurala z metodo HPLC (Bogdanov, 2009)

#### **Princip:**

Hidroksimetilfurfural določamo v čisti, filtrirani vodni raztopini medu, z metodo HPLC z UV detektorjem. Signal nato primerjamo s signalom standarda, čigar koncentracijo poznamo.

#### **Pribor:**

- HPLC, Agilent 1100 z DAD,
- ultrazvočna kopel,
- steklene čaše, steklene merilne bučke, steklene palčke,
- najlonska filtra z porami velikosti 0,22 µm in 0,45 µm,
- brizgalke.

#### **Reagenti:**

##### Mobilna faza

- mešanica milli - Q vode in metanola v razmerju 9:1.

##### Standardne raztopine 5-(hidroksimetil-)furan-2-karbaldehid (HMF)

- Pripravljamo ga dnevno svežega.  
Pripravimo 0,2 mg/L; 0,5 mg/L; 1 mg/L; 2; 5 mg/L in 10 mg/L vodne raztopine.  
Standardne raztopine hranimo v hladilniku pri 4 °C, saj je HMF zelo občutljiv na temperaturo in svetlobo.

#### **Izvedba:**

##### Priprava raztopine metanola:

Pripravimo raztopino metanola in vode v razmerju 1:9. Raztopino ohladimo na 4 °C.

##### Priprava vzorca:

V 50 ml čašo odtehtamo približno 10 g medu. Med s pomočjo ultrazvočne kopeli raztopimo v približno 25 ml raztopine metanola. Ko je vzorec raztopljen, ga kvantitativno prenesemo v 50 ml merilno bučko in z raztopino metanola dopolnimo do oznake. Bučke ohladimo na 4 °C. Vzorec filtriramo skozi najlonska filtra velikosti 0,45 µm in 0,22 µm.

##### Pogoji kromatografije:

- hitrost pretoka 1,0 ml/min,
- količina injiciranja 20 µl vzorca ali standarda,
- detekcija: UV 285 nm,
- kolona Gemini C18 (Phenomenex, 150 mm · 2,0 mm · 3 µm),
- temperatura 25 °C.

**Rezultati:**

Vsebino HMF v vzorcu izračunamo s pomočjo primerjave površine pika vzorca s površino pikov standardnih vzorcev. Med območjem pika in koncentracijo HMF obstaja linearna povezava. Rezultate zapišemo kot mg/kg na eno decimalno natančno.

**3.2.6 Rentgenska fluorescenčna spektrometrija s totalnim odbojem (TXRF) (Kropf, 2009)****Princip:**

Merjenje multielementnega spektra oddane rentgenske fluorescenčne svetlobe pri vzbujanju sušine vzorca na nosilnem kvarčnem steklu z molibdenovo monokromatsko svetlobo, ki pada na vzorec pod zelo majhnim kotom ( $\leq 1,8$  mrad), pri čemer pride do popolnega odboja vpadnega snopa rentgenske svetlobe.

**Pribor:**

- avtomatske pipete,
- nosilna kvarčna stekla ( $\Phi = 3$  cm, debelina 2 mm),
- infrardeča svetilka.

**Aparatura:**

Eksperimentalni sistem je sestavljen iz rentgenske cevi kot izvora rentgenskega sevanja, totalno refleksijskega modula in energijsko disperzijskega rentgenskega spektrometra. Rentgenska cev (Seifert, Nemčija) z molibdenovo anodo in energijo molibdenove  $K\alpha$  črte (17,4 keV). Totalno refleksijski modul je bil izdelan na Institutu Jožef Stefan. Sestavljen je iz kolimatorja, monokromatorja in nosilca vzorca. Monokromator je izdelan iz več tankih plasti ogljika in volframa. Uporabljen rentgenski spektrometer (Princeton Gamma Tech Co., ZDA) temelji na visokoločljivostnem polprevodniškem Si(Li) detektorju. Elektronski sistem detektorja sestavljajo: visokonapetostni vir, ojačevalnik, analogno digitalni pretvornik ter večkanalni analizator (MCA) (Canberra, ZDA).

**Reagenti:**

- Ga (vodna raztopina s koncentracijo 0,01 g Ga/L) (CertiPUR®, Gallium ICP Standard) (Merck, Nemčija),
- $\text{HNO}_3$  (Merck, Nemčija).

**Izvedba**

Merjenje spektra vsakega vzorca poteka 5 minut pri sobni temperaturi, pri napetosti 40 kV in električnem toku 30 mA na rentgenski cevi.



#### Priprava vzorcev za analizo:

- Vzorec

Odtehtamo 0,3 g ( $\pm 0,0001$  g) vzorca medu v 25 mL stekleno čašo in ga raztopimo v dvakrat destilirani vodi, ki jo dolijemo do oznake 10 ml. Ko se med raztopi, dodamo interni standard, 1 mL standardne raztopine galija s koncentracijo 0,01 g/L. Raztopino homogeniziramo 1 uro v ultrazvočni kopeli. Nato odpipetiramo 10  $\mu$ L raztopine vzorca na nosilno kvarčno steklo in pustimo čez noč v eksikatorju, da se posuši. Do analize hranimo vzorce v eksikatorju, da ne pride do kontaminacije s prahom. Izmerimo spekter rentgenske fluorescenčne svetlobe z metodo TXRF.

- Slep vzorec

Izmerimo spekter čistega kvarčnega stekla.

#### Izvedba analize:

Sušino vzorca medu z dodanim internim standardom vstavimo v spektrometer in izmerimo fluorescenčni spekter. Meritev spektra vsakega vzorca poteka 5 minut. Določimo ponovljivost metode z analizo vzorcev v šestih paralelkah, ki so pripravljene iz skupne raztopine istega vzorca.

#### **Izračun rezultatov:**

Elementno sestavo vzorca izračunamo s programom QAES, ki je bil razvit na Institutu Jožef Stefan. Na osnovi dodanega internega standarda izračunamo koncentracijo vseh ostalih prisotnih elementov v vzorcu medu. Pri izračunu program upošteva faktor razredčitve, koncentracijo internega standarda glede na odtehto vzorca in sipanje rentgenske fluorescenčne svetlobe. Rezultati za posamezne elemente se izpišejo v g/g vzorca.

## STATISTIČNE METODE

Statistika je veda, ki proučuje pojave, ki se kažejo v velikem številu v določenem času in prostoru. Takim pojavom rečemo množični pojavi. Namen statističnega proučevanja je globlje razumevanje množičnega pojava, odkrivanje njegovih zakonitosti in napovedovanje. Statistično proučevanje posredno pomaga drugim strokam pri upravljanju, vodenju in načrtovanju različnih procesov.

Statistika proučuje zakonitosti množičnih pojavov na poseben način. Njeno delo sestavljajo tri faze, ki si sledijo druga za drugo:

- Zbiranje in urejanje podatkov, ki opisujejo proučevani množični proces;
- Analiza zbranih podatkov. Pri tem uporabljamo posebno statistiki lastno metodologijo, to so t.i. statistične metode. Nabor statističnih metod je velik, izbira metode je odvisna od namena analize ter od vrste podatkov;
- Razlaga rezultatov. Pri razlagi mora veljati poudarek vsebinski interpretaciji rezultatov, torej razlagi v smislu, kaj smo o proučevanem množičnem procesu zvedeli novega.

Vsaka izmed opisanih faz je ključna za uspešnost statističnega proučevanja in mora biti opravljena premišljeno, korektno in celovito (Košmelj, 2007).

Rezultate fizikalno-kemijskih analiz medu smo statistično obdelali s pomočjo računalniškega programa Microsoft Excel in SPSS ver. 17.0.

### 3.3.1 Enovzorčna analiza

Povprečna vrednost ali aritmetična sredina ( $\bar{X}$ )

Standardna oznaka za aritmetično sredino podatkov  $X_1, X_2, \dots, X_n$  je  $\bar{X}$ . Aritmetična sredina leži med vrednostmi  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . vsaka posamezna vrednost  $X_i$  se od  $\bar{X}$  odklanja navzgor ali navzdol: odklon  $X_i - \bar{X}$  je pozitiven ali negativen.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n X_i \quad \dots (5)$$

Aritmetično sredino izračunamo tako, da seštejemo vse vrednosti spremenljivke in vsoto delimo s številom podatkov (Košmelj, 2007)

### Standardna deviacija (SD)

Standardni odklon je pozitivna vrednost kvadratnega korena iz variance ( $s^2$ ), enačba (6), in nam pove, koliko se v povprečju odklanjajo posamezne vrednosti od aritmetične sredine (Brvar, 1997).

Varianca je mera variabilnosti, kjer merimo odklone posameznih vrednosti od aritmetične sredine. Če bi vse odklone od srednje vrednosti sešteli, je vsota le – teh enaka 0, torej povprečja odklonov tako ne bi mogli izračunati. Zato odklone kvadriramo (s tem eliminiramo negativne vrednosti). Nato iz le – teh izračunamo aritmetično sredino (jih seštejemo in delimo s številom opazovanih enot). Tako smo za (številске) spremenljivke opazovanih vrednosti dobili povprečje kvadratov odklonov vrednosti od aritmetične sredine oz. varianco, enačba (7) (Tomšič, 2009).

Kadar je število statističnih enot vzorca manjše od 30, je imenovalec v enačbi (7) zmanjšan za eno (Adamič, 1989).

$$SD = \sqrt{s^2} \quad \dots(6)$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \quad \dots(7)$$

### Koeficient variabilnosti

Kadar imamo na razpolago vrednosti vseh opazovanih spremenljivk, je smiselno uporabiti koeficient variabilnosti, saj upošteva vrednost vseh podatkov in ne le največjega ter najmanjšega izmed njih. Je mera variabilnosti, kjer ugotavljamo, za koliko % variirajo spremembe od povprečja, tako da primerjamo vrednost standardnega odklona z ustreznim povprečjem vrednosti opazovanih spremenljivk (Tomšič, 2009).

Izračunamo ga po enačbi (8) tako, da standardni odklon delimo z aritmetično sredino in to izrazimo v odstotkih.

$$KV (\%) = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100 \quad \dots (8)$$

### 3.3.2 Več vzorčna analiza ene spremenljivke

Statistične metode temeljijo na postavljanju, preverjanju in nato sprejemanju ali zavračanju domnev. Tako moramo najprej jasno postaviti osnovno domnevo ( $H_1$ ), ki v splošnem pravi, da se preiskovane vrednosti med seboj statistično značilno razlikujejo. Tej domnevi priredimo nasprotno, ničelno domnevo ( $H_0$ ), ki trdi, da razlik ni ali pa so zgolj naključne. Pred preverjanjem domnev določimo kritično oz. zgornjo mejo tveganja ( $\alpha$ ), pri kateri bomo zavrnili  $H_0$ , kar je naš cilj, saj s tem potrdimo  $H_1$ . V biostatistiki so najpogosteje izbrane vrednosti  $\alpha$  0,05, 0,01 ali 0,001. Glede na te meje govorimo tudi o 5 %, 1% in 0,1 % stopnji značilnosti rezultatov. Nato za podatke, ki jih želimo analizirati, izberemo ustrezen statistični test. Če je izračunana vrednost izraza manjša od kritične vrednosti, ki jo pri izbrani stopnji tveganja in številu prostostnih stopinj odčitamo iz ustrezne statistične preglednice, zavrnemo  $H_0$  in sprejmemo  $H_1$ . V nasprotnem primeru  $H_0$  ne moremo zavrniti in  $H_1$  ne moremo sprejeti (Adamič, 1989).

#### Levenov test homogenosti variance

Pri tem testu iz vsakega vzorca zgradimo nov vzorec, v katerem so združene absolutne vrednosti odmikov od povprečne vrednosti opazovanega vzorca. Na novih vzorcih, ki opisujejo disperzije statističnih enot znotraj posameznih vzorcev, izvedemo analizo variance, s katero preverimo homogenost varianc neodvisnih vzorcev. Osnovna domneva (10) pri Levenovem testu pravi, da med vsaj enim parom varianc obstaja statistično značilna razlika, ničelna (9) pa, da razlik med variancama ni:

$$H_0: s_1 = s_2 = \dots = s_n \quad \dots (9)$$

$$H_1: s_1 \neq s_2 \quad \dots (10)$$

Stopnja značilnosti (Sig.) pove, katera izmed domnev je prava. Sig., ki je manjša od stopnje tveganja ( $\alpha$ ) 0,05, vodi k sprejetju osnovne domneve. Vrednost večja od 0,05 pa k potrditvi ničelne domneve. Slednja je tista, ki si jo želimo, saj pomeni, da smemo vzorce medsebojno primerjati z dejansko analizo variance, ki sledi (Golob, 2006).

Prednost Levenovega testa je manjša občutljivost za morebitna odstopanja podatkov od normalne porazdelitve, zato je primeren tudi takrat, ko za obravnavano spremenljivko ne moremo privzeti normalne porazdelitve (Golob, 2006).

#### ANOVA – analiza variance

Ničelna domneva pravi, da vsi statistični vzorci izhajajo iz populacije z enakim povprečjem, osnovna pa ,da med opazovanimi statističnimi vzorci obstajata vsaj dva, katerih povprečji sta statistično različni. Kadar je vrednost Sig. 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 zavrnjena ničelna hipoteza, ki pravi da razlike ne obstajajo (Adamič, 1989).

#### Duncanov test

Duncanov test je zaključni test, namenjen analizi večjega števila vzorcev, za katere je znano, da so homogeni – Levenov test, a ne pripadajo isti populaciji – ANOVA. Razlikovanje vzorcev je osnovano na večkratnem preizkušanju variacijskih razmikov. Stopnja značilnosti (Sig.) temelji na številu neodvisnih primerjav med aritmetičnimi sredinami. S pomočjo tega testa razdelimo posamezne vzorce v več podskupin, v katerih se vzorci glede na statistično spremenljivko ne razlikujejo (Adamič, 1989).

#### Studentov $t$ – test

Če primerjamo dva majhna vzorca, nam standardni odklon vzorcev postane nezanesljiv cenilec za standardni odklon populacije. Tako preizkus domneve o razlikah med njunima povprečjema ne more temeljiti na normalni porazdelitvi, temveč na  $t$  – porazdelitvi. V tem primeru  $t$  – test sloni še na dodatni predpostavki. Računati moramo skupen standardni odklon za oba vzorca, to pa smemo storiti le, če se varianci obeh vzorcev med seboj ne razlikujeta (Adamič, 1989).

Pri preizkušanju ničelne domneve o razliki med povprečjema dveh majhnih, neodvisnih vzorcev uporabljamo enačbo (11):

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s_s \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad \dots (11)$$

$s_s$  – skupen standardni odklon za oba vzorca

$n_1$  – število enot v prvem vzorcu

$n_2$  – število enot v drugem vzorcu

$\bar{X}_1$  – povprečna vrednost prvega vzorca

$\bar{X}_2$  – povprečna vrednost drugega vzorca

#### 4 REZULTATI Z RAZPRAVO

Praktični del diplomske naloge je obsegal fizikalno-kemijske analize različnih vrst medu: določanje vsebnosti vode, merjenje električne prevodnosti, določanje diastaznega števila ter določanje vsebnosti aminokislina prolin. Podatke o vsebnosti HMF in o posameznih elementih v teh vzorcih smo dobili iz še neobjavljenih analiz in raziskav, ki so bile opravljene na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete. Te podatke smo vključili v statistični analizi, s katero smo ugotavljali značilne razlike med slovenskimi in tujimi vzorci medu.

Posamezne fizikalno-kemijske parametre smo opisali z osnovnimi statističnimi parametri in jih obdelali z različnimi statističnimi metodami. S pomočjo slednjih smo iskali razlike in povezave med analiziranimi parametri. Osnovna statistična analiza za vzorce tujega lipovega, kostanjevega ter hojevega medu ni bila možna, saj smo imeli vsakega le po en vzorec. Prav tako nismo mogli primerjati tujega hojevega medu s slovenskim, saj domačega vzorca te vrste nismo imeli.

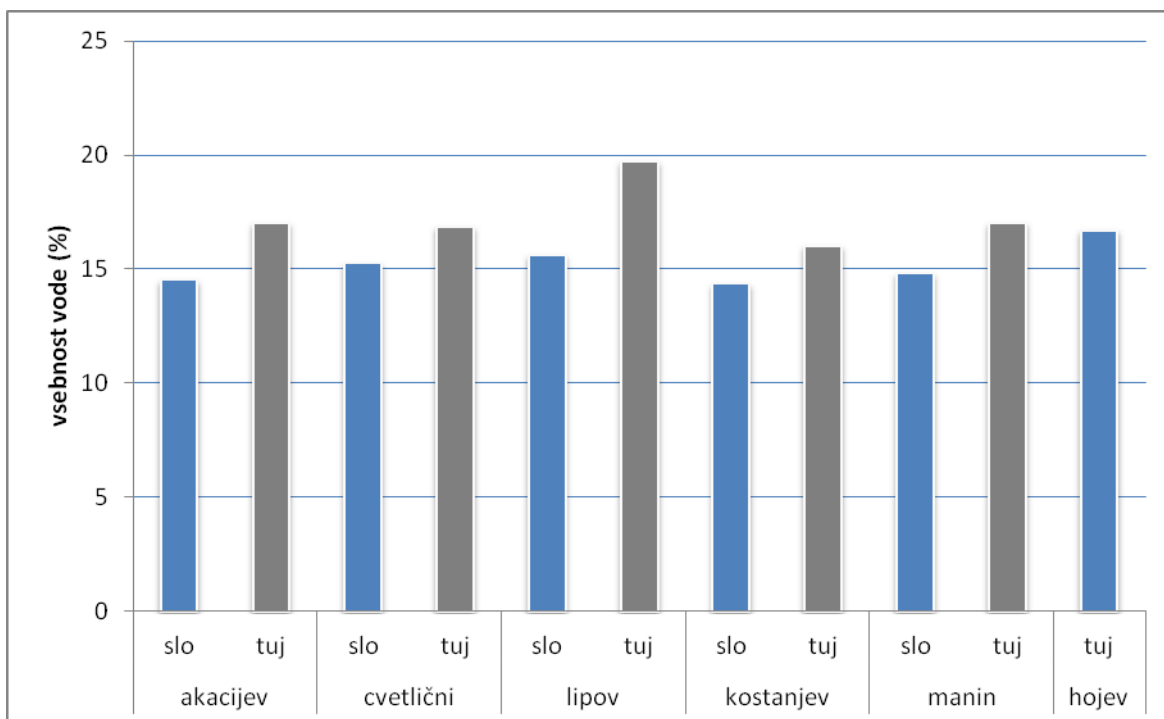
#### REZULTATI VSEBNOSTI VODE

Rezultati merjenja vsebnosti vode so podani v preglednici 9, na sliki 10 ter v prilogah B in C. V preglednici so podane povprečne ter minimalne in maksimalne vrednosti analiziranih vzorcev medu, ločenih na vrsto medu in njegovo poreklo.

Preglednica 9: Povprečne vrednosti in osnovni statistični parametri za vsebnost vode v šestih vrstah medu slovenskega in tujega porekla

Vrsta medu	Poreklo medu	n	Delež vode v medu (%)			
			$\bar{X} \pm SD$	Xmin	Xmax	KV (%)
akacijev	slovensko	8	14,51 <sup>a</sup> ± 0,63	13,70	15,40	4,36
	tuje	2	17,00 <sup>b</sup> ± 1,56	15,90	18,10	9,15
cvetlični	slovensko	18	15,24 <sup>a,b</sup> ± 1,15	13,10	18,00	7,55
	tuje	12	16,84 <sup>b</sup> ± 1,27	14,80	18,90	7,56
lipov	slovensko	6	15,60 <sup>a,b</sup> ± 1,43	14,30	18,10	9,14
	tuje	1	19,70 <sup>c</sup>	-	-	-
kostanjev	slovensko	10	14,34 <sup>a</sup> ± 0,83	13,30	16,20	5,79
	tuje	1	16,00 <sup>a,b</sup>	-	-	-
manin	slovensko	18	14,80 <sup>a</sup> ± 1,51	12,90	18,50	10,22
	tuje	4	17,03 <sup>b</sup> ± 1,75	15,60	19,30	10,28
hojev	tuje	1	16,70	-	-	-

Iz preglednice 9 je razvidno, da je bila vsebnost vode v vseh analiziranih vzorcih znotraj dovoljene meje, 20 %, ki jo določa Pravilnik o medu 2011. Največji delež vode, 19,70 %, je imel lipov med tujega izvora, najmanj vode, 12,90 %, pa je vseboval manin med slovenskega izvora. Variiranja v vsebnosti vode znotraj posamezne vrste medu so različna in se gibljejo med 4 in 10 %. Najmanjši KV smo izračunali pri vzorcih slovenskega akacijevga medu, 4,36 %, največjega, 10,28 % pa pri vzorcih maninega medu tujega porekla.



Slika 10: Delež vode v analiziranih vzorcih medu slovenskega in tujega izvora

Na sliki 10 je razvidno, da so vzorci medu tujega izvora vsebovali v povprečju večji delež vode kot slovenski vzorci medu. Manjša vsebnost vode pomeni tudi boljše kvaliteto medu ter boljše mikrobiološko obstojnost. Med vrhunske kakovosti ne sme vsebovati več kot 18,6 % vode (Pravilnik o kolektivni ..., 2002).

Iz priloge B lahko razberemo, da je imel med slovenskimi vzorci največji delež vode vzorec lipovega medu (18,1 %). Torej so bili vsi analizirani domači vzorci medu uvrščeni med medove vrhunske kakovosti. V prilogi C pa vidimo, da sta imela največji vsebnosti vode tuja lipov (19,7 %) in cvetlični med (18,9 %) in tako nista zadoščala pogoju višje kakovosti.

Največje razlike v povprečni vsebnosti vode med slovenskim medom in medom tujega porekla opazimo pri lipovem medu. Pri lipovem medu tujega porekla je bil povprečni delež vode večji za 26,28 % od vsebnosti vode v slovenskem medu. Najmanjše razlike v

povprečni vsebnosti vode pa opazimo pri cvetličnem medu, saj je razlika med domačim in tujim medom znašala le 10,5 %.

Preglednica 10: Vsebnost vode v različnih vrstah medu, kot jo navajajo različni slovenski in tuji avtorji

Vrsta medu	Vsebnost vode (%)			
	Kropf in sod. (2008) Slovenija	Lašaková in sod. (2009) Slovaška	Thrasyvoulou in Manikis (1995) Grčija	Meda in sod. (2005) Burkina Faso*
<b>akacijev</b>	16,2	17,8	/	21,9
<b>cvetlični</b>	16,0	17,4	/	18,4
<b>lipov</b>	/	16,5	/	/
<b>kostanjev</b>	16,2	/	16,3	/
<b>manin</b>	14,9	17,8	/	/
<b>hojev</b>	/	/	/	/

\* država v Zahodni Afriki

V primerjavi s Kropf in sod. (2008), smo dobili primerljive rezultate le za slovenski manin med, pri vseh ostalih vrstah slovenskega in tujega medu pa smo dobili precej nižje rezultate za vsebnost vode. Rezultati tujih avtorjev, ki so podani v preglednici 10, so precej višji v primerjavi s slovenskimi vzorci medu iz naše raziskave. Pri primerjavi vsebnosti vode za tuje vzorce medu smo ugotovili, da so dobljene vrednosti za akacijev in manin med primerljive s podatki Lašaková in sod. (2009), vsebnost vode v tujem kostanjevem medu pa je primerljiva s podatki Thrasyvoulou in sod. (1995). Rezultati vsebnosti vode za akacijev in cvetlični med od Meda in sod. (2005) pa so v primerjavi s slovenskimi in tujimi vzorci medu naše raziskave zelo visoki. Akacijev med od Meda in sod. (2005) ne zadosti zahtevam Pravilnika o medu (2011), vse ostale vrste medu iz preglednice 10 pa bi zadostile tudi zahtevam, glede na vsebnost vode, za med vrhunske kakovosti.

S statistično analizo (ANOVA) (priloga O) smo ugotavljali, katere vrste medu se statistično značilno razlikujejo v tem parametru. Analizirane vzorce lahko razdelimo v tri skupine, ki smo jih označili z nadpisanim znakom pri povprečni vrednosti v preglednici 9 (a, b in c). V skupino a z najmanjšo vsebnostjo vode spadajo vzorci slovenskega akacijevnega, kostanjevega in maninega medu, ki se statistično značilno ( $\alpha < 0,05$ ) razlikujejo od tujega akacijevnega, cvetličnega in maninega medu. Vzorec tujega lipovega medu je vseboval največ vode in se v tem parametru značilno razlikuje od ostalih vrst medu tako slovenskega kot tujega izvora.



## REZULTATI DOLOČANJA ELEKTRIČNE PREVODNOSTI

Pravilnik o medu (2011) navaja, da je najvišja dovoljena vrednost električne prevodnosti za nektarne medove (cvetlični, akacijev) 0,8 mS/cm, za manine medove (hojev, smrekov, gozdni) pa najmanj 0,8 mS/cm. Za lipov med glede električne prevodnosti ni omejitve, vzorci pa po navadi zavzemajo vrednosti med 0,5 mS/cm in 1,0 mS/cm (Golob in sod., 2008). Povdarjena črta na sliki 11 ponazarja mejo za električno prevodnost med nektarnimi in maninimi medovi.

Rezultati merjenja električne prevodnosti so podani v preglednici 11, na sliki 11 ter v prilogah D in E. V preglednicah so podane povprečne ter minimalne in maksimalne vrednosti vzorcev medu, glede na njihovo geografsko in botanično poreklo.

Preglednica 11: Povprečne vrednosti in osnovni statistični parametri za električno prevodnost v šestih vrstah medu slovenskega in tujega porekla

Vrsta medu	Poreklo medu	n	Električna prevodnost (mS/cm)			
			$\bar{X} \pm SD$	Xmin	Xmax	KV (%)
akacijev	slovensko	8	0,183 ± 0,026	0,155	0,220	14,29
	tuje	2	0,215 ± 0,083	0,156	0,273	38,57
cvetlični	slovensko	18	0,640 ± 0,153	0,440	0,860	23,91
	tuje	12	0,361 ± 0,081	0,224	0,451	22,32
lipov	slovensko	6	0,689 ± 0,229	0,239	0,870	33,28
	tuje	1	0,242			
kostanjev	slovensko	10	1,591 ± 0,351	1,080	2,140	22,06
	tuje	1	1,292			
manin	slovensko	18	1,109 ± 0,237	0,683	1,559	21,35
	tuje	4	0,680 ± 0,371	0,363	1,148	54,61
hojev	tuje	1	1,264			

Najnižjo električno prevodnost so imeli vzorci akacijevga medu, tako slovenski kot tudi tuji, najvišjo pa slovenski kostanjev med.

Iz preglednice 11 razberemo, da je najmanjši koeficient variacije za vrednost električne prevodnosti med vzorci slovenskega akacijevga medu, 14,29 %, največji pa med vzorci tujega maninega medu, 54,61 %. KV električne prevodnosti za ostale vrste medu pa se giblje med 21 % in 38 %.

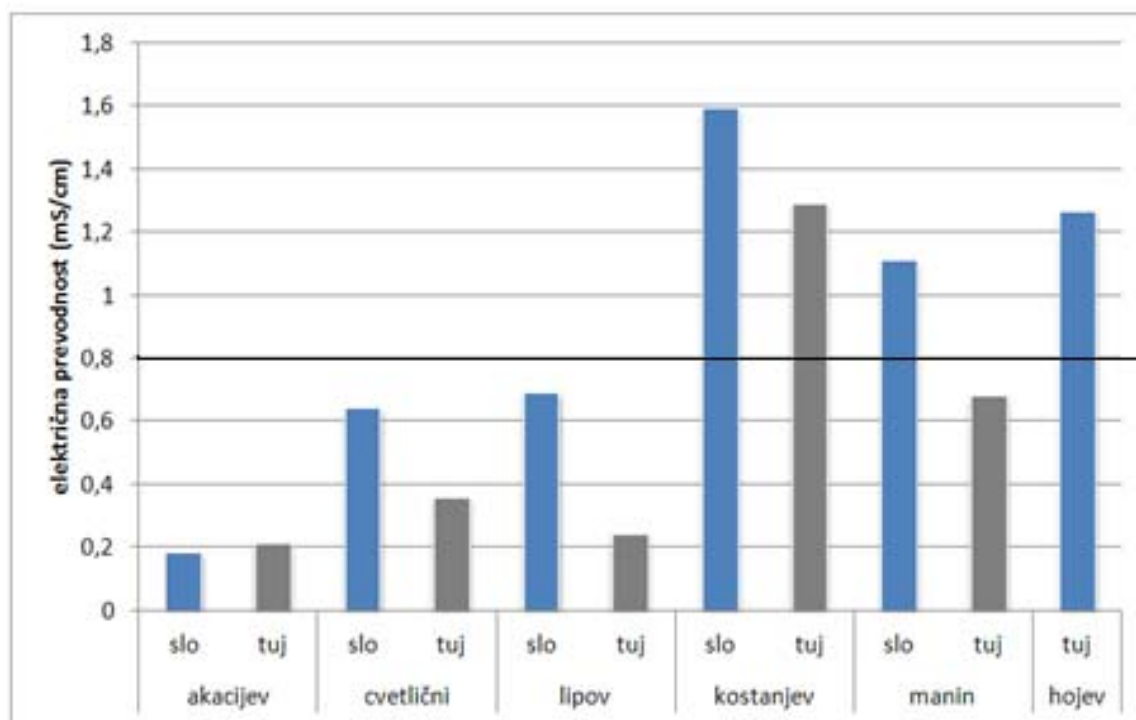
Med vzorci slovenskega maninega medu sta bila dva vzorca medu z električno prevodnostjo manjšo od 0,8 mS/cm (i1669 z 0,794 mS/cm in i1663 z 0,683 mS/cm), prav tako tudi med vzorci tujega maninega medu (i2467 z 0,363 mS/cm in i1808 z 0,401

mS/cm). Ti vzorci maninega medu, ki imajo električno prevodnost manjšo od 0,8 mS/cm, ne bi smeli nositi oznake za manin med, saj glede na pravilnik o medu (2011) ne dosegajo minimalne vrednosti. Pri tujem maninem medu tudi povprečje električne prevodnosti vzorcev medu ni ustrezalo zahtevam Pravilnika o medu (2011), zato bi morali izločiti vse vzorce z električno prevodnostjo manjšo od 0,8 mS/cm.

Med vzorci slovenskega lipovega medu je znašala najvišja prevodnost 0,870 mS/cm, med cvetličnimi pa 0,860 mS/cm. Višjo vrednost električne prevodnosti za lipov med lahko pojasnimo s tem, da lahko sodi lipov med tako med nektarne kot med manine medove (najpogosteje pa je mešanica obeh) in po navadi zavzema vrednosti med 0,5 mS/cm in tja do 1,0 mS/cm (Golob in sod., 2008).

En vzorec slovenskega (i1668 z 0,239 mS/cm) ter en vzorec tujega (i2466 z 0,242 mS/cm) lipovega medu sta imela prenizko električno prevodnost, saj je le - ta znašala malo čez 0,2 mS/cm, lipovi medovi pa imajo v povprečju med 0,5 in 1,0 mS/cm.

Iz preglednice 11 je razvidno, da so vse povprečne vrednosti električne prevodnosti, razen pri tujem maninem medu, ustrezale zahtevam Pravilnika o medu (2011). Med posameznimi vzorci znotraj nekaterih vrst so bile razlike v električni prevodnosti velike, kar je razvidno iz koeficienta variacije v preglednici 11 ter podatkov v prilogah D in E.



Slika 11: Električna prevodnost analiziranih vzorcev medu slovenskega in tujega izvora

Na sliki 11 je razvidno, da je bilo najmanjše odstopanje v povprečnih vrednostih električne prevodnosti med slovenskim in tujim medom pri akacijevem medu, največje odstopanje pa je bilo pri lipovem medu. Povprečna vrednost električne prevodnosti je bila pri vzorcih slovenskega akacijevga medu za 17,48 % nižja od povprečne vrednosti v tujih vzorcih te vrste.

Slovenski lipov med je imel za 77,28 % višjo povprečno vrednost električne prevodnosti v primerjavi z lipovim medom tujega porekla, kar je jasno razvidno na sliki 11.

Na sliki 11 je tudi razvidno, da so bile povprečne vrednosti električne prevodnosti slovenskega medu višje od povprečnih vrednosti tujega medu. Izjema je bil le akacijev med, kjer je pri medu tujega porekla električna prevodnost bila višja kot pri medu slovenskega porekla, vendar je razlika zanemarljivo majhna.

Preglednica 12: Električna prevodnost v različnih vrstah medu kot jo navajajo različni slovenski in tuji avtorji

Vrsta medu	Električna prevodnost (mS/cm)			
	Golob in sod. (2008b)	Devillers in sod. (2004)	Persano-Oddo in Piro (2004)	Lašáková in sod. (2009) Slovaška
<b>akacijev</b>	0,171	0,195	0,16	0,296
<b>cevtlični</b>	0,534	/	/	0,479
<b>lipov</b>	0,795	/	0,62	0,717
<b>kostanjev</b>	1,499	1,31	1,38	/
<b>manin</b>	1,228	/	/	1,122
<b>hojev</b>	1,320	1,07	/	/

Pri primerjavi naših rezultatov povprečne vrednosti električne prevodnosti z rezultati slovenskih in nekaterih tujih avtorjev (preglednica 12), ugotovimo, da smo za akacijev med dobili primerljive rezultate, ki se gibljejo med 0,160 in 0,195 mS/cm, precej višje rezultate od naših pa so dobili Lašáková in sod. (2009).

Za lipov med ugotavljamo, da so rezultati povprečne vrednosti električne prevodnosti slovenskih vzorcev medu primerljivi z rezultati Persano - Oddo in Piro (2004) ter Lašáková in sod. (2009). Golob in sod. (2008b) so za lipov med dobili nekoliko višje rezultate v primerjavi z našimi. Med tem ko so rezultati za tuj lipov med od ostalih rezultatov močno odstopali. Tukaj bi lahko pomislili tudi na potvorjenost tujega lipovega medu ali pa na zamenjavo etiket pri deklaraciji, saj je bila električna prevodnost v vzorcu tujega lipovega medu zelo nizka (0,242 mS/cm), po vrednosti bi lahko sklepali na akacijev med.

Kar se tiče kostanjevega medu so povprečne vrednosti električne prevodnosti v naši raziskavi za slovenske in tuje vzorce medu bile podobne rezultatom domačih in tujih raziskovalcev. Pri hojevem medu smo dobili podobne rezultate kot Golob in sod. (2008b) in pa nekoliko višje v primerjavi z Devillers in sod. (2004).

Za tuj cvetlični medu smo dobili zelo nizko povprečno vrednost električne prevodnosti v primerjavi z našimi slovenskimi vzorci medu in z rezultati analiz, ki so jih napravili Golob in sod. (2008b) ter Lašáková in sod. (2009).

Pri maninem medu je bila povprečna vrednost električne prevodnosti slovenskega medu primerljiva z rezultati Golob in sod. (2008b) ter Lašáková in sod. (2009). Medtem ko je povprečna vrednost električne prevodnosti tujega maninega medu od ostalih rezultatov močno odstopala kar kaže na potvrjenost medu.

## REZULTATI DOLOČANJA DIASTAZNEGA ŠTEVILA

Aktivnost encima diastaze v medu smo določali s spektrofotometrično metodo po Schadeju. Aktivnost encima podajamo kot diastazno število, in mora v medu, namenjenemu prodaji, znašati najmanj 8, oziroma nad 3 v vrstah medu z naravno nizko aktivnostjo tega encima (Pravilnik o medu, 2011).

Rezultati določanja diastaznega števila so podani v preglednici 13, na sliki 12 ter v prilogah F in G. V preglednicah so podane povprečne ter minimalne in maksimalne vrednosti vzorcev medu, glede na njihovo geografsko in botanično poreklo.

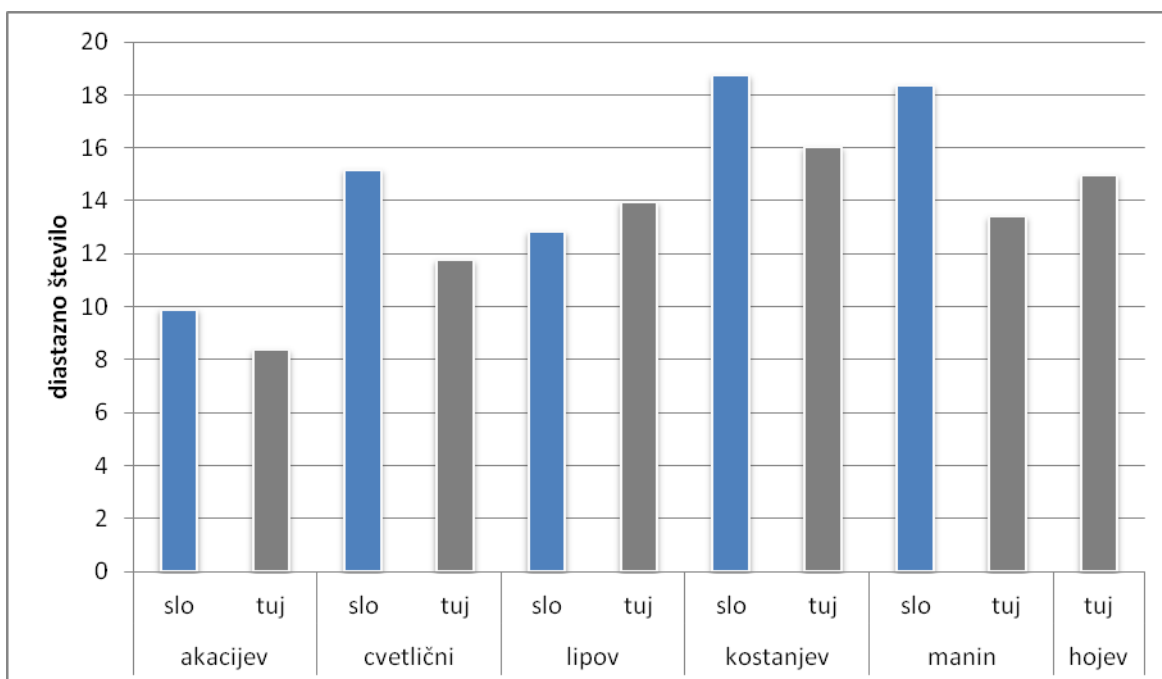
Preglednica 13: Povprečne vrednosti in osnovni statistični parametri za diastazno število v šestih vrstah medu slovenskega in tujega porekla

Vrsta medu	Poreklo medu	n	Diastazno število			
			$\bar{X} \pm SD$	Xmin	Xmax	KV (%)
akacijev	slovensko	8	9,90 <sup>a</sup> ± 1,96	6,37	12,31	19,77
	tuje	2	8,39 <sup>a,b</sup> ± 1,82	7,10	9,68	21,74
cvetlični	slovensko	18	15,18 <sup>b,c,d</sup> ± 3,81	6,38	22,22	25,13
	tuje	12	11,76 <sup>a,b,c</sup> ± 2,71	7,10	15,21	23,08
lipov	slovensko	6	12,84 <sup>a,b,c</sup> ± 4,26	9,85	20,73	33,15
	tuje	1	13,94 <sup>b,c,d</sup>			
kostanjev	slovensko	10	18,75 <sup>d</sup> ± 2,68	15,21	24,06	14,27
	tuje	1	16,04 <sup>c,d</sup>			
manin	slovensko	18	18,36 <sup>d</sup> ± 4,47	10,95	26,57	24,32
	tuje	4	13,44 <sup>a,b,c,d</sup> ± 3,54	9,34	16,64	26,32
hojev	tuje	1	14,96			

Iz preglednice 13 in na sliki 12 je razvidno, da so povprečne vrednosti diastaznega števila za posamezne vrste medu zadostile predpisani vrednosti, vendar pa to ne velja za vse analizirane vzorce. Iz prilog F in G lahko razberemo, da je bil pri slovenskem (vzorec 1811) in tujem (vzorec i1800) cvetličnem medu po en vzorec medu, ki je imel vrednost diastaznega števila manjšo kot 8, kar nam nakazuje na neustrezno shranjevanje in po vsej verjetnosti tudi na pregrevanje medu. Ta dva vzorca torej nista ustrezala pogojem Pravilnika o medu (2011). Tudi pri akacijevem slovenskem in tujem medu je bil pri vsakem po en vzorec medu, ki je imel vrednost diastaznega števila manjšo kot 8, vendar pa ne manjše kot 3, zato sta še zadostila zahtevam Pravilnika o medu 2011.

S segrevanjem medu nad 40 °C se pospeši inaktivacija encima diastaza in zato se vrednost diastaznega števila zmanjša. Iz preglednice 3 (Božnar in Senegačnik, 1998) je razvidno, da če med segrevamo 31 dni pri temperaturi 40 °C, se vrednost diastaznega števila zmanjša za polovico. Pri segrevanju pri 50 °C, pa se to zgodi že po približno petih dneh.

Najmanjše variiranje vrednosti diastaznega števila je bilo med vzorci slovenskega kostanjevega medu, kjer znaša KV 14,27 %, največje variiranje pa je bilo med vzorci slovenskega lipovega medu, kjer je KV 33,15 %. Pri ostalih vrstah medu se KV giblje med 21 % in 26 %.



Slika 12: Vrednost diastaznega števila v analiziranih vzorcih medu slovenskega in tujega izvora

Na sliki 12 je razvidno, da so bile najmanjše razlike v povprečnih vrednostih diastaznega števila med slovenskim in tujim medom pri lipovem medu, kjer je imel slovenski med za 8,56 % nižje diastazno število od tujega medu. Največje razlike pa so bile pri maninem

medu, kjer je bilo povprečno diastazno število slovenskih vzorcev za 36,6 % večje od povprečnega diastaznega števila tujih vzorcev. Opazimo tudi, da je edino pri lipovem medu bilo povprečje diastaznega števila nižje pri slovenskem medu. Pri vseh ostalih vrstah medu pa je povprečje diastaznega števila nižje pri tujem medu. Nižje vrednosti diastaznega števila pri tujih vzorcih medu nam kažejo na morebitne slabe transportne pogoje ter na slabe pogoje shranjevanja na trgovinskih policah.

V preglednici 13 vidimo, da smo imeli najvišje vrednosti diastaznega števila pri slovenskih vrstah medu in pri vseh razen pri akaciji (DŠ = 12,31), so vrednosti znašale nad 20. Pri tujih vrstah medu pa so bile najvišje vrednosti diastaznega števila okrog 15, razen pri akaciji, ki je imela vrednost DŠ 9,68.

Če naše rezultate povprečnih vrednosti (preglednica 13) primerjamo z rezultati, ki so jih dobili Golob in sod. (2008b) (preglednica 14), ugotovimo, da smo dobili dokaj podobne rezultate za akacijev (DŠ = 9,97), lipov (DŠ = 14,12) in manin (DŠ = 17,78) med. Pri cvetličnem (DŠ = 18,06) in kostanjevem (DŠ = 22,83) medu pa smo dobili nekoliko nižje rezultate.

Preglednica 14: Diastazno število v različnih vrstah medu, kot jih navajajo različni slovenski in tuji avtorji

Vrsta medu	Diastazno število		
	Golob in sod. (2008b) Slovenija	Meda in sod. (2005) Burkina Faso*	Thrasylvoulou in Manikis (1995) Grčija
<b>akacijev</b>	9,97	26,6	/
<b>cvetlični</b>	18,06	14,4	/
<b>lipov</b>	14,12	/	/
<b>kostanjev</b>	22,83	/	32,2
<b>manin</b>	17,78	/	/
<b>hojev</b>	17,94	/	/

\* država v Zahodni Afriki

Meda in sod. (2005) ter Thrasylvoulou in sod. (1995) so v svojih raziskavah za akacijev in kostanjev med dobili precej višjo vrednost diastaznega števila v primerjavi z našimi rezultati za slovenski in tuj akacijev ter kostanjev med. Za cvetlični med pa so Meda in sod. (2005) dobili nekoliko nižje diastazno število, vendar še vedno primerljivo z rezultati naše raziskave za slovenski med, tuj cvetlični med pa ima nižje diastazno število.

S statistično analizo (ANOVA) (priloga P) smo ugotavljali, katere vrste medu se statistično značilno razlikujejo v vrednosti diastaznega števila. Analizirane vzorce lahko razdelimo v štiri skupine, ki smo jih označili z nadpisanim znakom pri povprečni vrednosti v preglednici 13 (a, b, c in d). Ugotovili smo, da se tuj akacijev med statistično značilno

razlikuje od slovenskega cvetličnega, maninega in kostanjevega medu ter od tujega lipovega in kostanjevega medu. Cvetlični med tujega porekla se razlikuje v primerjavi s slovenskim maninim in kostanjevim medom, kostanjev med tujega porekla pa se razlikuje v primerjavi s slovenskim in tujim akacijevim medom. Lipov med tujega porekla se statistično značilno razlikuje le v primerjavi s tujim akacijevim medom. Program za statistično obdelavo podatkov nam je manin med tujega porekla podal v vseh štirih skupinah (a, b, c in d) kar pomeni, da se le - ta statistično značilno ne razlikuje v primerjavi z ostalimi vrstami slovenskega in tujega medu.

## REZULTATI DOLOČANJA VSEBNOSTI PROLINA

Pravilnik o medu (2011) prolina ne vključuje. Mednarodna komisija za med (2002) pa omenja prolina le kot dodatni parameter kakovosti, katerega vsebnost naj bi bila večja od 180 mg/kg, hkrati pa opozarja, da je potrebno upoštevati možnost velikih odstopanj. Kropf (2009) navaja, da je v laboratorijih praksa, da se vzorci z manj kot 180 mg prolina na 1 kg medu obravnavajo kot ponarejeni.

Rezultati določanja vsebnosti prolina so podani v preglednici 15, na sliki 13 ter v prilogah H in I. V preglednicah so podane povprečne ter minimalne in maksimalne vrednosti več vzorcev medu, glede na njihovo geografsko in botanično poreklo.

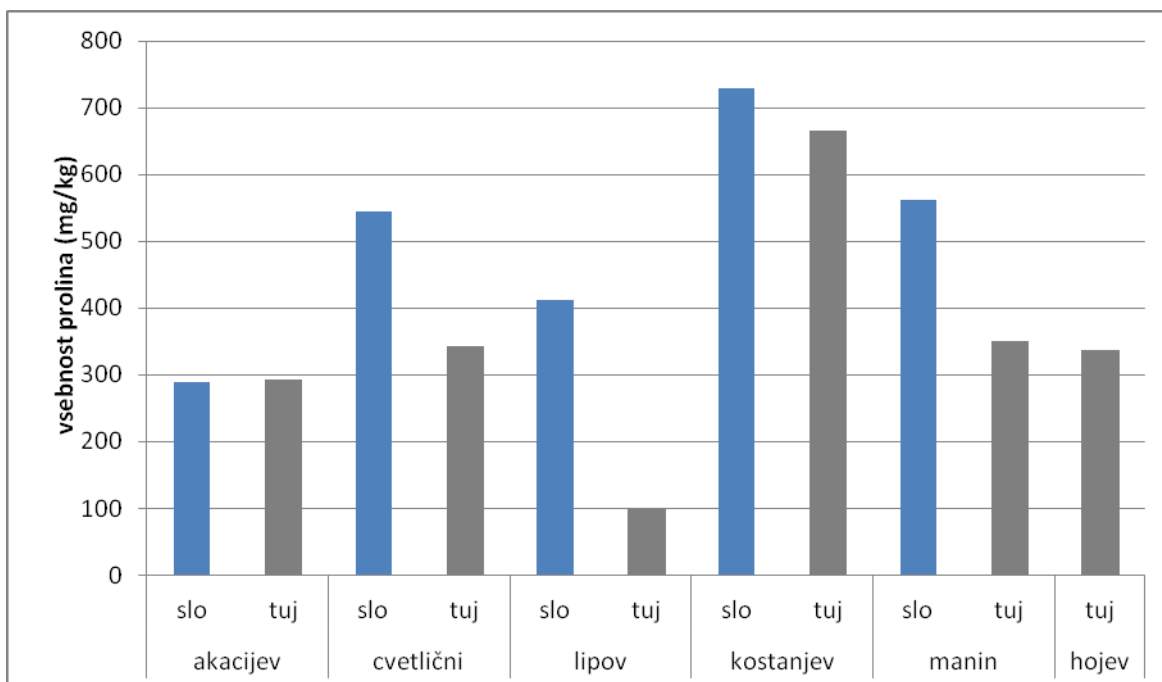
Iz preglednice 15 je razvidno, da je bila najmanjša vsebnost prolina v vzorcu tujega lipovega medu in je znašala le 99,7 mg/kg, največja pa v slovenskem kostanjevem medu, 1095,52 mg/kg. Vidimo tudi, da najbolj variirajo vzorci tujega maninega medu, saj znaša KV 60,94 %, vsebnosti prolina v posameznih vzorcih pa so se gibale med 186,6 mg/kg in 661,0 mg/kg. Najmanj pa variira vsebnost prolina v vzorcih slovenskega akacijevga medu, kjer znaša KV 10,37 %, vsebnosti prolina v posameznih vzorcih pa so se gibale med 258,3 mg/kg in 333,26 mg/kg. Pri ostalih vrstah medu je KV med 24 % in 47 %.

S slike 13 razberemo, da so bile najmanjše razlike v povprečni vsebnosti prolina med slovenskim in tujim medom pri akacijevem medu, kjer je imel slovenski med za 1,1 % manjšo vsebnost prolina kot vzorci medu iz tujine. Največje odstopanje povprečij pa smo zasledili pri lipovem medu, kjer je bila vsebnost prolina v tujem medu manjša za 312,6 % od vsebnosti prolina v slovenskem medu. Pri vseh vrstah medu, razen akacijevem, so bile povprečne vsebnosti prolina višje v slovenskih vzorcih medu.

Preglednica 15: Povprečne vrednosti in osnovni statistični parametri za vsebnost prolina v šestih vrstah medu slovenskega in tujega porekla

Vrsta medu	Poreklo medu	n	Vsebnost prolina (mg/kg)			
			$\bar{X} \pm SD$	Xmin	Xmax	KV (%)
akacijev	slovensko	8	289,99 <sup>a,b</sup> ± 30,06	258,30	333,26	10,37
	tuje	2	293,20 <sup>a,b</sup> ± 103,38	220,10	366,30	35,26
cvetlični	slovensko	18	545,53 <sup>c,d</sup> ± 179,01	337,70	1022,83	32,81
	tuje	12	341,93 <sup>b,c</sup> ± 102,81	159,50	476,30	30,07
lipov	slovensko	6	411,41 <sup>b,c</sup> ± 193,96	206,50	772,19	47,15
	tuje	1	99,70 <sup>a</sup>	-	-	-
kostanjev	slovensko	10	728,49 <sup>d</sup> ± 175,01	523,66	1095,52	24,02
	tuje	1	666,10 <sup>d</sup>	-	-	-
manin	slovensko	18	561,06 <sup>c,d</sup> ± 151,97	324,70	809,11	27,09
	tuje	4	350,13 <sup>b,c</sup> ± 213,37	186,60	661,00	60,94
hojev	tuje	1	338,00	-	-	-

Zelo majhna vsebnost prolina v vzorcu tujega lipovega medu (99,7 mg/kg) nam kaže na morebitno potvorjenost medu in s tem na to, da so hranili čebele s sladkorjem. Saj je največji izvor aminokislin za čebele cvetni prah, v majhnem obsegu pa lahko tudi nektar in mana (Božnar in Senegačnik, 1998).



Slika 13: Vsebnost prolina v analiziranih vzorcih medu slovenskega in tujega porekla



Golob in sod. (2008) so zapisali, da ima prolin največji delež med aminokislinami, in sicer od 50 do 80 % skupne količine aminokislin v medu. Prolin je tudi indikator potvorjenosti medu, pripisujejo pa mu tudi sposobnost odstranjevanja prostih radikalov. Različne vrste medu vsebujejo različne količine prolina: najmanj ga vsebuje akacijev med (približno 300 mg/kg), največ pa ga vsebuje kostanjev med (> 600 mg/kg).

Večjo vsebnost prolina pri lipovem, cvetličnem, kostanjevem in maninem medu lahko pojasnimo z večjo vsebnostjo cvetnega prahu v teh vrstah medu, saj je le - ta glavni vir aminokislin za čebele. Najmanj cvetnega prahu vsebuje akacijev cvet, zato je posledično v akacijevem medu najmanj aminokislina prolin.

S statistično analizo (ANOVA) (priloga R) smo ugotavljali katere vrste medu se statistično značilno razlikujejo v vsebnosti aminokislina prolina. Analizirane vzorce lahko razdelimo v štiri skupine, ki smo jih označili z nadpisanim znakom pri povprečni vrednosti v preglednici 15 (a, b, c in d). ugotovili smo, da se vzorci tujega akacijevga in lipovega medu statistično značilno razlikujejo od slovenskega cvetličnega, maninega in kostanjevega medu ter od maninega in kostanjevega medu tujega porekla. Lipov med tujega porekla pa se še razlikuje tudi v primerjavi s slovenskim lipovim medom. Vzorca tujega cvetličnega medu se statistično značilno razlikujejo od slovenskega kostanjevega in tujega lipovega medu, manin med tujega porekla pa se razlikuje le v primerjavi s slovenskim kostanjevim medom. Kostanjev med tujega porekla se statistično značilno razlikuje od slovenskega akacijevga in lipovega medu ter od akacijevga, lipovega, cvetličnega in maninega medu tujega porekla.

Preglednica 16: Vsebnost prolina v različnih vrstah medu, kot jih navajajo različni slovenski in tuji avtorji

Vrsta medu	Vsebnost prolina (mg/kg)				
	Pučko (1995) Slovenija	Jamnik in sod. (2004) Slovenija	Földhazi in sod. (1996) Madžarska	Conte in sod. (1998) Italija	Thrasyvoulou in Manikis (1995) Grčija
<b>akacijev</b>	314	386	426	223	/
<b>cvetlični</b>	569	713	/	/	/
<b>lipov</b>	396	350	199	351	/
<b>gozdni</b>	530	402	/	/	/
<b>kostanjev</b>	627	553	733	641	554
<b>hojev</b>	501	509	/	/	/

Pri primerjavi rezultatov slovenskih in tujih avtorjev (preglednica 16) z rezultati slovenskih in tujih medov naše raziskave (preglednica 15) ugotovimo, da smo za akacijev med dobili podobne rezultate kot Conte in sod. (1998) in Pučko (1995) ter nižje rezultate v primerjavi z Jamnik in sod. (2004) ter Földhazi in sod. (1996). Za slovenski cvetlični med smo dobili podobne rezultate kot Pučko (1995) ter precej nižje v primerjavi z Jamnik in sod (2004). Cvetlični med tujega porekla je imel vsebnost prolina precej manjšo od slovenskega

cvetličnega medu naše raziskave ter od rezultatov za vsebnost prolina v cvetličnem medu, kot jih navajajo avtorji iz preglednice 16. Slovenski lipov med naše raziskave je imel podobno vsebnost prolina kot jo navajajo avtorji v preglednici 16, z izjemo Földhazi in sod. (1996), katerih lipov med vsebuje precej manj te aminokisljine. Glede na vsebnost prolina zelo izstopa vzorec tujega lipovega medu, z 99,7 mg/kg in ima tako najnižjo vsebnost pri primerjavi z rezultati domačih in tujih avtorjev (preglednica 16). Za kostanjev med naše raziskave, tako slovenskega kot tudi tujega porekla smo dobili primerljive rezultate s Pučko (1995), Földhazi in sod. (1996) ter Conte in sod. (1998). Jamnik in sod. (2004) ter Thrasyvoulou in Manikis (1995) pa so dobili nekoliko manjše vsebnosti v primerjavi z našimi rezultati. Slovenski manin med ima primerljivo vsebnost prolina z rezultati, kot jih navaja Pučko (1995), tuj manin med pa z rezultati raziskave Jamnik in sod. (2004). Za hojev med pa sta oba slovenska avtorja iz preglednice 16 dobila precej večjo vsebnost prolina v primerjavi s tujim hojevim medom naše raziskave.

## REZULTATI DOLOČANJA VSEBNOSTI HMF

Pravilnik o medu 2011 dovoljuje, da je v medu največ 40 mg/kg HMF, med vrhunske kakovosti pa ga ne sme vsebovati več kot 10 mg/kg medu. Izjema so medovi, ki so deklarirani kot tropski med. Ti lahko vsebujejo tudi do 80 mg/kg HMF.

Rezultati določanja vsebnosti HMF so podani v preglednici 17, na sliki 14 ter v prilogah J in K. V preglednicah so podane povprečne ter minimalne in maksimalne vrednosti več vzorcev medu, glede na njihovo geografsko in botanično poreklo.

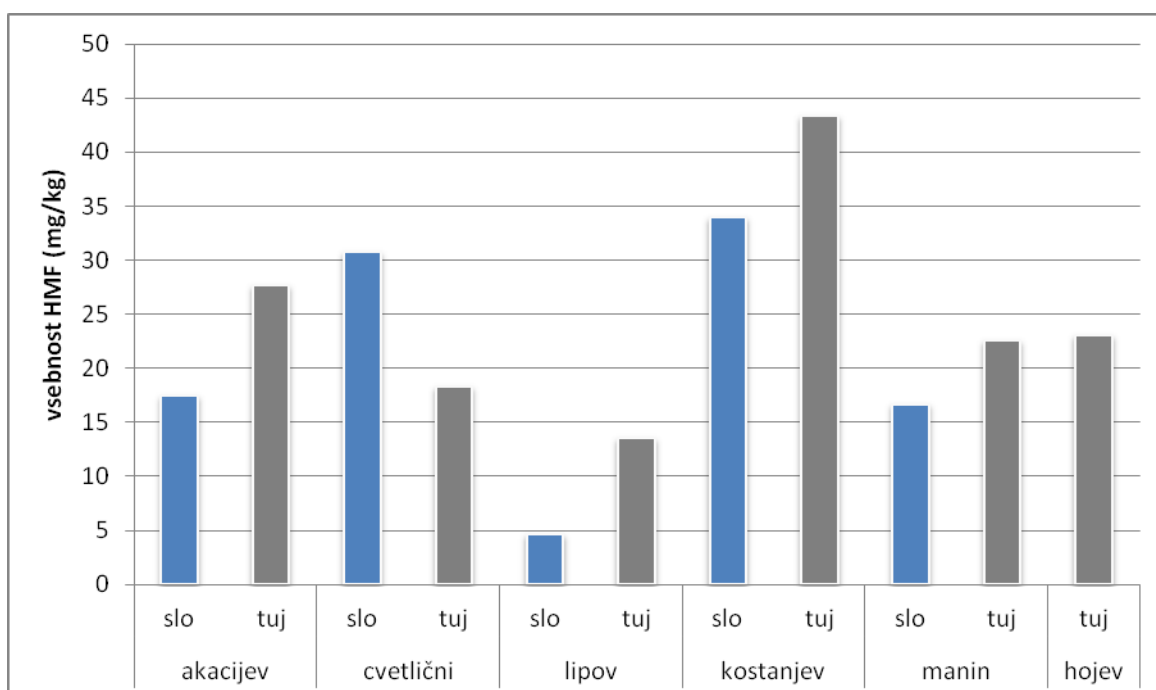
Preglednica 17: Povprečne vrednosti in osnovni statistični parametri za vsebnost HMF v šestih vrstah medu slovenskega in tujega porekla

Vrsta medu	Poreklo medu	n	Vsebnost HMF (mg/kg)			
			$\bar{X} \pm SD$	Xmin	Xmax	KV (%)
akacijev	slovensko	3	17,44 ± 7,35	9,12	23,04	42,13
	tuje	2	27,74 ± 33,94	3,74	51,74	122,35
cvetlični	slovensko	6	30,75 ± 18,49	14,69	62,88	60,13
	tuje	11	18,30 ± 12,15	1,54	45,70	66,41
lipov	slovensko	1	4,61			
	tuje	1	13,54			
kostanjev	slovensko	3	33,95 ± 33,84	5,38	71,33	99,68
	tuje	1	43,39			
manin	slovensko	8	16,68 ± 13,30	5,38	41,47	79,76
	tuje	4	22,63 ± 13,85	6,34	36,67	61,21
hojev	tuje	1	23,04			

Iz preglednice 17 in s slike 14 je razvidno, da so bile povprečne vsebnosti HMF pri vseh vrstah medu, razen pri kostanjevem tujem, znotraj dovoljenega območja. Vendar pa če pogledamo podatke za posamezne vzorce medu v preglednici 17 ter prilogah J in K, vidimo, da so pri akacijevem tujem, cvetličnem slovenskem in tujem ter pri kostanjevem slovenskem in tujem medu bili vzorci, katerih vrednosti HMF so bile višje kot dovoljuje pravilnik o medu (2011).

Iz prilog J in K je razvidno, da je imelo 7 slovenskih in 5 tujih vzorcev medu vsebnost HMF nižjo od 10 mg/kg in s tem so sodili med medove vrhunske kakovosti, medtem ko so imeli 4 slovenski in 3 tuji vzorci medu vsebnost HMF višjo od 40 mg/kg in s tem niso ustrezali zahtevam Pravilnika o medu 2011. Povečana vsebnost HMF v medu kaže predvsem na neustrezno segrevanje medu oz. neprimerno skladiščenje, saj sveži med vsebuje minimalno količino HMF (okrog 0,2 mg/kg).

Iz preglednice 17 je razvidno, da so koeficienti variabilnosti pri vseh vrstah medu zelo visoki, saj se gibljejo med 42 % in 122 %. Najmanjši KV je pri vzorcih slovenskega akacijevga medu (vsebnosti HMF v vzorcih so se gibale med 9,12 in 23,04 mg/kg), največji pa pri vzorcih tujega akacijevga medu, kjer so se gibale vsebnosti HMF med 3,74 mg/kg in 51,74 mg/kg.



Slika 14: Vsebnost HMF v analiziranih vzorcih medu slovenskega in tujega porekla

S slike 14 razberemo, da je bilo najmanjše odstopanje povprečnih vsebnosti HMF med slovenskim in tujim medom pri kostanjevem medu, kjer je bila povprečna vsebnost HMF slovenskega medu manjša za 27,8 % od tujega medu. Največje odstopanje pa je bilo pri

lipovem medu, kjer je povprečna vsebnost HMF slovenskega medu bila za 193 % manjša od vzorca tujega medu. Pri vseh vrstah medu, razen pri cvetličnem, so povprečne vsebnosti HMF večje pri vzorcih medu iz tujine v primerjavi s slovenskimi. Iz tega pa lahko sklepamo na neprimerne transportne pogoje ter na neustrezne pogoje shranjevanja medu na trgovinskih policah, predvsem visoke temperature, ki pospešijo nastajanje HMF v medu.

Glede na to, da so bili analizirani vzorci medu, tako slovenskega kot tudi tujega porekla, vzorčeni v trgovinah s strani inšpekcije, domnevamo, da imajo tuji vzorci medu večjo vsebnost HMF zaradi daljše poti do slovenskih trgovin, zaradi neprimernih pogojev med transportom iz različnih evropskih držav, medtem, ko so bili pogoji skladiščenja na trgovinskih policah za vse vzorce verjetno podobni.

Preglednica 18: Vsebnost HMF v različnih vrstah medu, kot jih navajajo različni slovenski in tuji avtorji

Vrsta medu	Vsebnost HMF (mg/kg)			
	Susman (2011) Slovenija	Meda in sod. (2005) Burkina Faso*	Chlebo in Kodrik (2008) Slovaška	Thrasylvoulou in sod. (1995) Grčija
<b>akacijev</b>	/	6,3	/	/
<b>cvetlični</b>	2,81	17,7	/	/
<b>lipov</b>	/	/	/	/
<b>manin</b>	0,21	/	5,36	/
<b>kostanjev</b>	/	/	/	4,5
<b>hojev</b>	/	/	/	/

\* država v Zahodni Afriki

Primerjava naših rezultatov s podatki iz literature je pokazala primerljive vsebnosti HMF z raziskavo Meda in sod, (2005) le za povprečne vsebnosti HMF vzorcev cvetličnega medu iz tujine. Pri vseh ostalih analiziranih vrstah medu smo dobili precej višje vsebnost HMF v primerjavi z rezultati, ki jih navajajo slovenski in tuji avtorji (preglednica 18).

## REZULTATI DOLOČANJA ELEMENTNE SESTAVE MEDU

Rezultati določanja vsebnosti elementne sestave so podani v preglednicah 19 in 20, na slikah 15, 16 in 17 ter v prilogah L in M. V preglednicah so podane povprečne vrednosti elementov vzorcev medu, glede na njihovo poreklo in vrsto. Grafični prikaz povprečne vsebnosti elementov smo zaradi boljšega pregleda razdelili na 3 grafe.

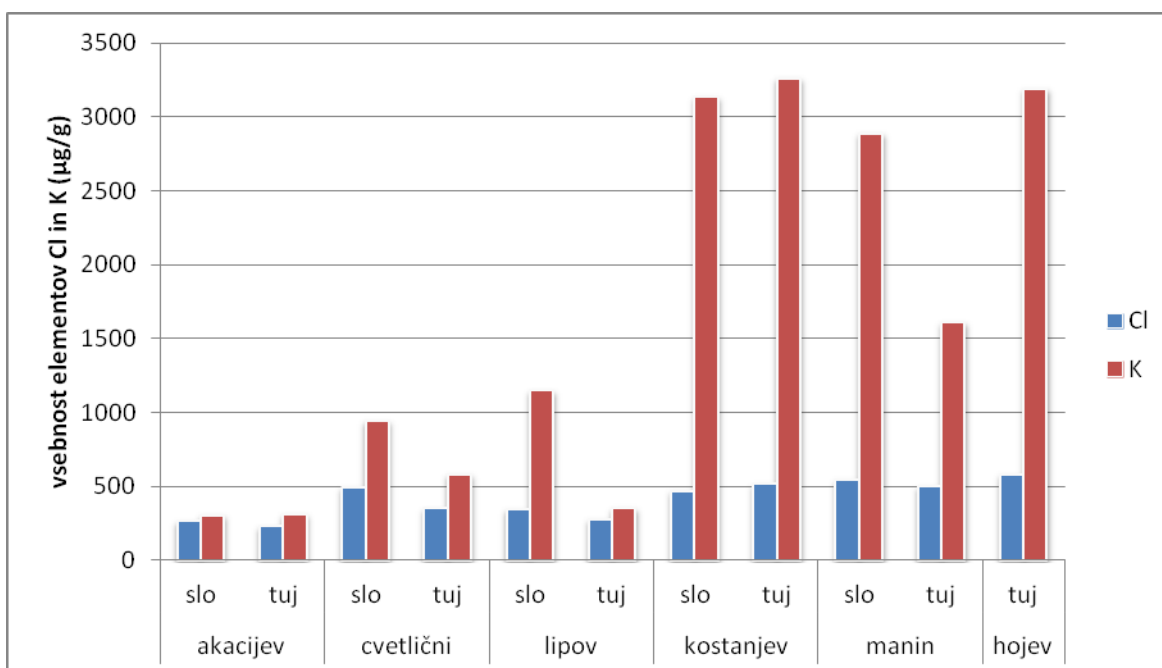
Preglednica 19: Rezultati določanja elementne sestave (S, Cl, K, Ca, Mn in Fe) glede na poreklo ter vrsto medu

Vrsta medu	Poreklo medu	n	Povprečne vsebnosti elementov (µg/g)					
			S	Cl	K	Ca	Mn	Fe
akacijev	slovensko	3	29,57	263,33	305,67	34,30	2,33	11,27
	tuje	2	29,25	229,00	312,50	57,40	1,46	14,55
cvetlični	slovensko	6	42,82	492,17	944,00	71,02	3,14	10,58
	tuje	12	40,39	351,08	581,50	67,27	2,78	15,42
lipov	slovensko	2	35,55	345,50	1148,00	44,10	4,66	29,30
	tuje	1	31,50	277,00	353,00	65,20	5,44	30,20
kostanjev	slovensko	3	49,40	469,33	3133,33	142,33	62,67	40,69
	tuje	1	48,30	516,00	3260,00	20,60	21,80	32,60
manin	slovensko	8	78,68	545,00	2888,13	144,08	12,65	25,14
	tuje	4	43,15	499,50	1609,00	111,88	9,32	20,53
hojev	tuje	1	66,00	581,00	3190,00	30,80	7,11	21,00

Preglednica 20 : Rezultati določanja elementne sestave (Cu, Zn, Pb, Br, Rb, Sr in Ni) glede na poreklo ter vrsto medu

Vrsta medu	Poreklo medu	n	Povprečne vsebnosti elementov (µg/g)						
			Cu	Zn	Pb	Br	Rb	Sr	Ni
akacijev	slovensko	3	0,65	1,75	0,71	0,43	1,40	0,47	1,11
	tuje	2	0,72	1,87	0,47	0,70	0,58	0,61	1,02
cvetlični	slovensko	6	0,89	1,98	0,78	0,82	2,15	0,59	1,27
	tuje	12	0,64	4,11	0,80	1,01	1,28	0,96	1,37
lipov	slovensko	2	1,03	3,50	0,48	0,83	4,49	0,56	1,79
	tuje	1	0,25	2,55	1,25	0,55	0,80	0,70	2,59
kostanjev	slovensko	3	0,96	4,27	1,43	0,92	9,19	0,66	2,93
	tuje	1	1,10	2,56	1,30	0,70	17,50	0,59	2,25
manin	slovensko	8	1,07	3,06	0,73	0,71	11,00	2,98	1,79
	tuje	4	0,85	1,65	1,31	0,73	5,34	0,69	1,69
hojev	tuje	1	1,68	2,70	0,74	0,50	24,40	0,60	1,95

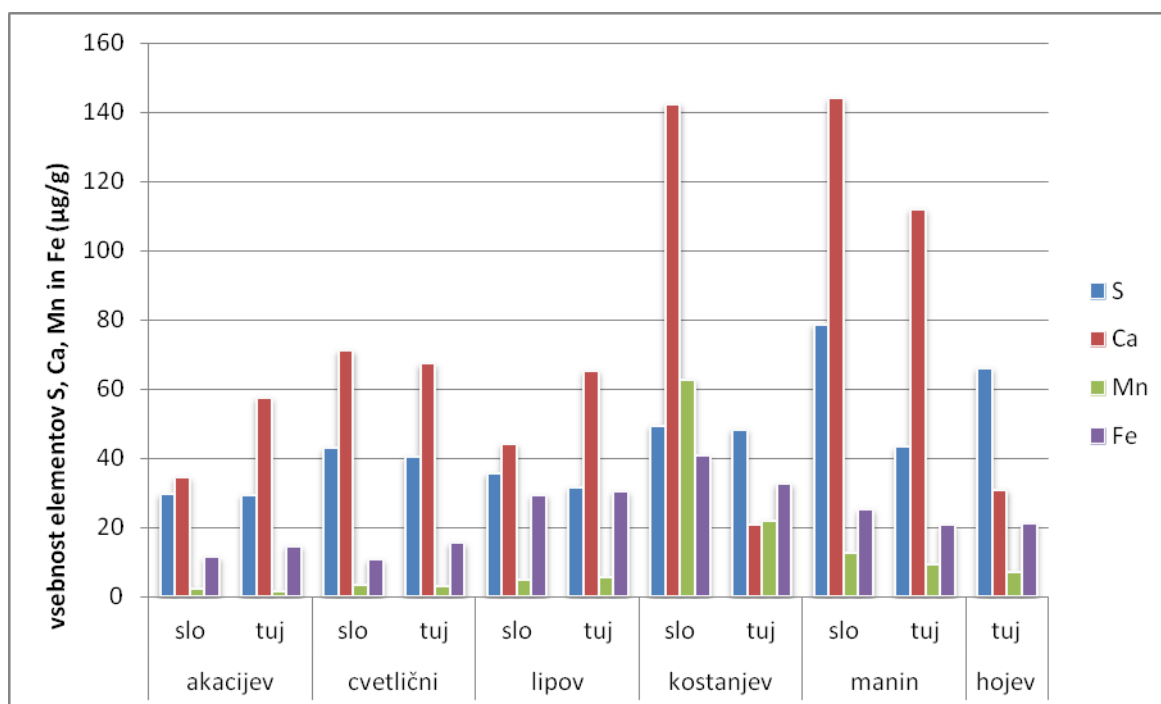
Iz preglednice 19 ter s slike 15 je razvidno, da je med vseboval največ K in Cl. Vsebnosti Cl so bile med vrstami dokaj podobne in so se gibale med 229 µg/g in 581 µg/g, medtem ko so bile vsebnosti K največje pri maninih medovih (1609 - 3260 µg/g), najnižje pa pri nektarnih (305,67 - 1148 µg/g). Slovenski lipov med je imel v primerjavi z ostalimi nektarnimi medovi dokaj veliko vsebnost K (1148 µg/g), kar lahko pripišemo temu, da je lipov med lahko nektarni in/ali manin.



Slika 15: Vsebnost elementov Cl in K v analiziranih vzorcih medu slovenskega in tujega porekla

Najmanjšo razliko v vsebnosti K med slovenskim in tujim medom smo zasledili pri akacijevem medu in je znašala le 2,2 %. Največja razlika pa je bila pri lipovem medu in je znašala 225 %. Pri Cl pa je najmanjša razlika bila pri kostanjevem in gozdnem medu z 10 in 9 %, največja pa pri cvetličnem medu z 40,2 %.

Če primerjamo naše rezultate z rezultati iz preglednice 4, kjer imamo podatke za vsebnost elementov iz predhodnih raziskav (Kropf, 2009; Golob in sod., 2005), ugotovimo, da smo dobili v naših vzorcih večje vsebnosti Cl, za vsebnost K pa smo dobili višje vrednosti le pri akacijevem medu, pri ostalih vrstah medu pa smo za vsebnost K dobili nižje rezultate.



Slika 16: Vsebnost elementov S, Ca, Mn in Fe v analiziranih vzorcih medu

Iz preglednice 19 in slike 16 je razvidno, da so slovenski in tuji nektarni medovi vsebovali veliko Ca, vendar precej manj v primerjavi s kostanjevim in maninim medom, z izjemo tujega kostanjevega in hojevega medu, ki sta imela zelo majhno vsebnost Ca.

Največje variiranje v povprečni vsebnosti Ca med vzorci slovenskega in tujega medu smo zasledili pri kostanjevem medu, kjer je bila povprečna vsebnost Ca v slovenskem medu za 591 % večja kot pa v tujem medu. Najmanjšo razliko pa smo zasledili pri cvetličnem medu, kjer je vsebnost Ca v slovenskem medu večja za 5,6 % od vsebnosti Ca v tujem medu.

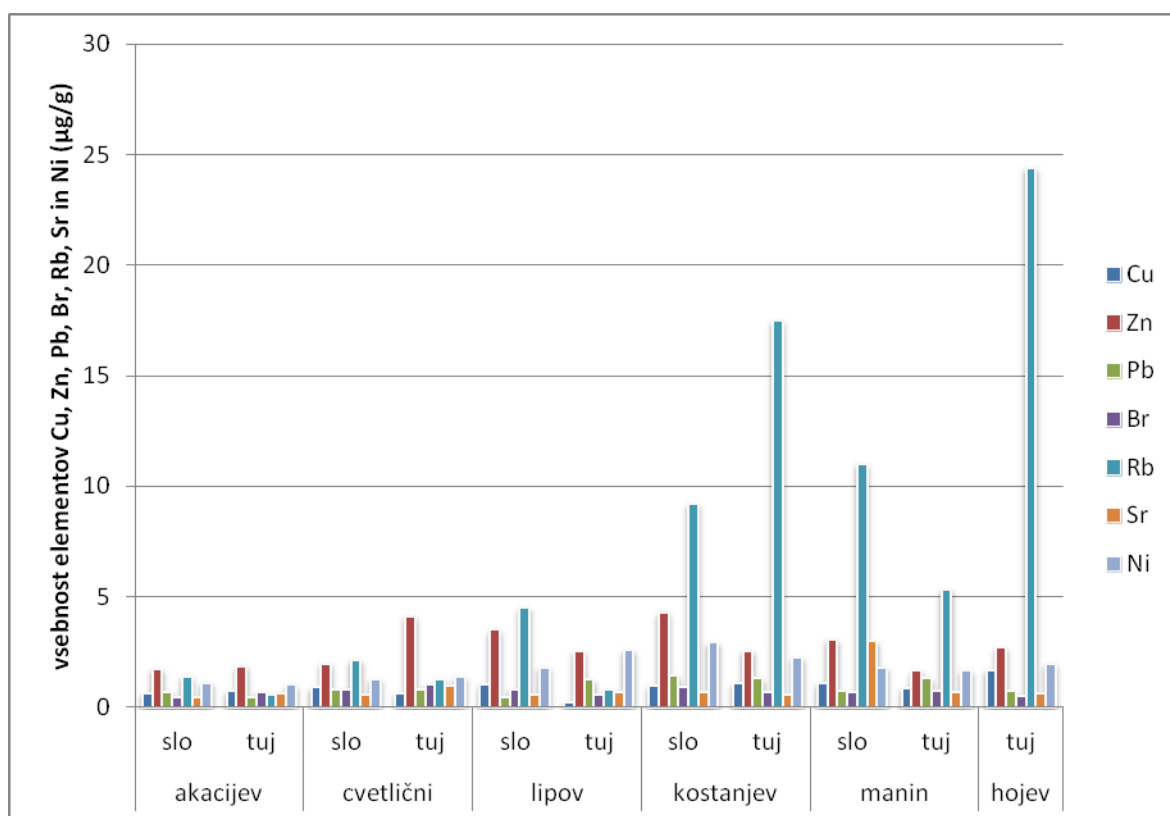
Kropf (2009) ter Golob in sod. (2005) so dobili za vsebnost Ca podobne vrednosti kot mi za lipov in cvetlični med ter slovenski kostanjev in tuj hojev med. Za manin in akacijev med pa so dobili precej nižje vsebnosti Ca od vsebnosti Ca v naših vzorcih medu.

Vsebnost S je bila v vzorcih medu, ne glede na poreklo, dokaj podobna, odstopala je edino pri maninem medu, kjer je bila razlika med slovenskim in tujim medom za 82,3 %. Le v vzorcu tujega hojevega medu smo dobili podobno vrednosti vsebnost S v primerjavi z raziskavami Kropf (2009) ter Golob in sod. (2005). Pri vseh ostalih vrstah pa smo dobili precej manj S.

Glede vsebnosti Mn so močno odstopali kostanjev, manin in hojev med v primerjavi z nektarnimi medovi. Pri nektarnih medovih smo največ Mn zasledili pri lipovem medu,

najmanj pa pri akacijevem. Vsebnosti Mn v slovenskem in tujem medu so bile zelo podobne, z izjemo kostanjevega medu kjer je bila povprečna vsebnost Mn v slovenskem medu večja za 187 % kot v vzorcih tujega medu. V primerjavi rezultatov s Kropf (2009) ter Golob in sod. (2005) smo za vsebnost Mn dobili podobne rezultate za cvetlični med. Pri hojevem in maninem medu tujega porekla ter pri slovenskem kostanjevem, lipovem in cvetličnem medu pa smo dobili večje vrednosti Mn.

Povprečne vsebnosti Fe so bile pri nektarnih medovih za okrog polovico manjše kot pri maninih medovih. Izjema je bila lipa, ki po vsebnosti Fe bolj sodi k maninim medovom. Variiranja med porekloma medov znotraj vrste so bila zelo majhna in so se gibala med 3,1 % za lipov med in 24,8 % za kostanjev med.



Slika 17: Vsebnost elementov Ni, Cu, Zn, Pb, Br, Rb in Sr v analiziranih vzorcih medu

Iz preglednice 20 in s slike 17 vidimo veliko vsebnost Rb pri maninih medovih ter pri slovenskem lipovem medu. Največ Rb je vseboval hojev med tujega porekla (24,4 µg/g), najmanj pa akacijev med iz tujine (0,58 µg/g).

S slike 17 in preglednice 20 tudi razberemo, da so imele vse vrste tujega in slovenskega medu približno enake vsebnosti Ni. Izjema so bili le akacijev in cvetlični med slovenskega



in tujega porekla, ki so imeli približno za polovico manjše vsebnosti Ni v primerjavi z ostalimi vrstami.

Vsebnosti Cu so bile pri nektarnih medovih za malenkost manjše v primerjavi z maninimi medovi. Med porekloma je bilo največje variiranje pri vsebnosti Cu pri lipovem medu, kjer je imel slovenski lipov med za 300 % večjo vsebnost Cu kot vzorec iz tujine.

Vsebnost Sr je bila med vrstama in med porekloma približno enaka in se je gibala med 0,47 in 0,96  $\mu\text{g/g}$ . Izjema je bil le slovenski manin med, ki je vseboval 2,98  $\mu\text{g/g}$  Sr.

Vsebnosti Pb in Br so bile pri vseh vrstah približno enake in so se gibale med 0,43 in 0,83  $\mu\text{g/g}$ . Vsebnost Zn je bila najvišja v slovenskem kostanjevem medu (4,27  $\mu\text{g/g}$ ) in cvetličnem medu tujega porekla (4,11  $\mu\text{g/g}$ ). Sledila sta jima slovenski lipov (2,55  $\mu\text{g/g}$ ) in slovenski manin med (3,06  $\mu\text{g/g}$ ). Ostale vrste medu imajo vsebnost Zn okrog 2,0  $\mu\text{g/g}$ .

Pri nektarnih medovih je bil izjema vzorec slovenskega lipovega medu, ki je z večjo vsebnostjo K, Fe, Zn, Rb in Sr izstopal od ostalih nektarnih medov, vendar je imel te vrednosti še vedno manjše kot manini medovi. Zato bi lahko sklepali, da je bil vzorec slovenskega lipovega medu mešanica maninega in nektarnega medu.

Kropf (2009) je v svoji doktorski disertaciji ugotavljala povezave med K in Rb, K in Mn ter Mn in Ca. Močno zvezo je dokazala med Rb in K. Zveza med tema dvema elementoma je linearna. Determinacijski koeficient znaša 0,56, kar pomeni, da je 56 % variabilnosti Rb pojasnjeno z variabilnostjo K. Iz literature je znano, da rastline črpajo Rb vzporedno s K in da včasih nadomeščajo K z Rb, če prvega primanjkuje v okolju (Erdei in Trividi, 1991; Wyttenbach in sod., 1995; Tyler, 1997). S tem je delno pojasnjena večja vsebnost Rb v medu, ki vsebuje tudi več K (Kropf, 2009).

Kropf (2009) je tudi ugotovila, da je zveza med vsebnostjo K in Mn pri vseh vrstah medu, razen pri kostanjevem medu, linearna in jo lahko opišemo z linearno premico. To pomeni, da je pri večji vsebnosti K, večja tudi vsebnost Mn. Vendar pa avtorica ugotavlja, da prihaja do odstopanj pri kostanjevem medu zaradi izredno visokih vsebnosti Mn.

Linearno zvezo je dobila med vsebnostjo Mn in Ca. Koeficient korelacije znaša 0,806, iz tega pa sledi, da je 65 % variabilnosti Mn pojasnjeno z variabilnostjo Ca. Vsebnost Mn ni odvisna od vsebnosti Ca. Narava njune povezanosti ni jasna, saj ta dva elementa nista kemijsko sorodna. Verjetno je statistična povezava posledica nepoznanega vpliva (Kropf, 2009).

Preglednica 21: Vsebnost elementov v medu iz regije Lazio (Conti, 2000)

Element	Vsebnost ( $\mu\text{g/g}$ )
Na	96,0
K	472
Ca	47,7
Mg	37,0
Cu	0,31
Fe	4,51
Mn	3,00
Zn	3,14

Conti (2000) je določal Na, Ca in Mg s plamenskim AAS spektrometrom, Cu, Fe, Mn in Zn pa z AAS spektrometrom z grafitno kiveto. Za analizo je uporabil različne vrste medu iz regije Lazio. Uporabil je 63 cvetličnih, 7 kostanjevih, 3 akacijeve, 4 evkaliptusove, 3 citrusove, 2 manina in 2 lipova medova.

Dobil je večjo vsebnost K kot mi v slovenskem in tujem akacijevem ter tujem lipovem medu, vendar precej manjšo vsebnost v primerjavi z ostalimi analiziranimi vrstami medu. Za vsebnost Ca smo dobili primerljive rezultate za vse vrste medu, z izjemo slovenskega kostanjevega medu ter slovenskega in tujega maninega medu.

Za vsebnost Cu smo dobili primerljiv rezultat le za tuj lipov med, pri vseh ostalih vrstah medu pa smo pri naši raziskavi dobili precej večje vrednosti Cu v primerjavi s Conti (2000).

Rezultati za vsebnost železa v vzorcih medu naše raziskave se gibljejo med 10 in 40  $\mu\text{g/g}$  in so precej večji od rezultata, ki ga je v svoji raziskavi dobil Conti (2000). Pri nektarnih medovih smo dobili primerljive rezultate za vsebnost Mn z raziskavo avtorja Conti (2000), za manine medove pa smo dobili precej večje rezultate. Primerljive rezultate smo dobili tudi za vsebnost Zn, tako za slovenske kot tudi tuje vrste medu naše raziskave.

#### PRIMERJAVA PARAMETROV KAKOVOSTI MEDU MED POREKLOMA, GLEDE NA VRSTO MEDU

Primerjavo smo naredili med povprečnimi vrednostmi analiziranih parametrov v vzorcih medu slovenskega porekla z analiziranimi parametri vzorcev medu tujega porekla. Za kostanjev in lipov med nismo mogli narediti podrobne statistične analize, saj smo imeli pri tujem poreklu medu le po en vzorec. Za obsežnejšo analizo pa sta potrebna vsaj dva, še bolje pa da je več vzorcev.

Predhodno smo kot zanimivost naredili še primerjavo parametrov kakovosti medu med porekloma, vendar nismo upoštevali posameznih vrst medu. Levenov test za homogenost varianc (priloga S) nam je podal  $\text{Sig.} > 0,05$  pri vsebnosti vode, DŠ, vsebnosti prolina in HMF ter pri vsebnosti naslednjih elementov: S, Cl, Fe, Ni, Zn, Pb, Br in Sr. To pomeni, da lahko ničelno hipotezo sprejmemo in je potrjena predpostavka o homogenosti varianc ter lahko za te parametre nadaljujemo s testom ANOVA. Statistični test ANOVA nam je podal  $\text{Sig.} < 0,05$  za vsebnost vode, DŠ, vsebnost prolina ter vsebnost Cl. S tem lahko zavrremo ničelno hipotezo pri 5 % stopnji tveganja in posledično sprejmemo hipotezo, ki pravi, da sta pri teh parametrih po vsaj dva vzorca (lahko jih je tudi več) v primerjavi med slovenskim in tujim medom, ki se statistično značilno razlikujeta glede na povprečno vrednost vsebnosti vode, DŠ, vsebnost prolina ter vsebnost Cl.

#### **4.7.1 $t$ – test za akacijev med**

Primerjavo smo naredili med povprečnimi vrednostmi analiziranih parametrov vzorcev slovenskega medu z analiziranimi parametri vzorcev medu iz tujine.

Za statistično analizo rezultatov vsebnosti vode, električne prevodnosti, DŠ in prolina smo vzeli 8 slovenskih vzorcev ter 2 tuja vzorca medu. Pri analizi mikro in makro elementov ter HMF pa smo imeli 3 slovenske ter 2 tuja vzorca medu.

Pri Levenovem testu enakosti varianc nam je statistični program podal  $\text{Sig.} > 0,05$  za DŠ ter za vsebnost vseh elementov v sledovih. Pri teh parametrih smo nadaljevali s  $t$  – testom, ki pa nam je pri vseh parametrih podal  $\text{Sig.} > 0,05$ , kar pomeni, da ne moremo zavrniti ničelne hipoteze. To pomeni, da med slovenskim in tujim akacijevim medom ni statistično značilnih razlik v diastaznem številu ter v vsebnosti elementov v sledovih.

#### **4.7.2 $t$ – test za cvetlični med**

Za statistično analizo rezultatov vsebnosti vode, električne prevodnosti, DŠ in prolina smo vzeli 18 slovenskih vzorcev medu in 12 tujih vzorcev. Pri analizi mikro in makro elementov smo imeli 6 slovenskih ter 12 tujih vzorcev medu, pri analizi HMF pa 6 slovenskih ter 11 tujih vzorcev.

Pri Levenovem testu enakosti varianc nam je statistični program podal  $\text{Sig.} > 0,05$  za vsebnost vode, DŠ, vsebnost HMF in prolina ter za vsebnost vseh analiziranih elementov v sledovih. Pri teh parametrih smo nadaljevali s  $t$  – testom, ki nam je podal  $\text{Sig.} < 0,05$  za naslednje parametre: vsebnost vode, DŠ, vsebnost prolina ter vsebnost Cl, K in Rb. Pri teh parametrih zavrremo ničelno hipotezo s 5 % stopnjo tveganja in lahko trdimo, da obstaja statistično značilna razlika med slovenskim in tujim cvetličnim medom v vsebnosti vode, diastaznem številu, vsebnosti prolina ter v vsebnosti elementov Cl, K in Rb.

Pri vseh ostalih analiziranih parametrih, smo dobili  $\text{Sig} > 0,05$  in s tem ničelne hipoteze ne moremo zavrni, kar pomeni, da v teh parametrih ni statistično značilne razlike med slovenskimi in tujimi cvetličnimi medovi.

#### 4.7.3 *t* – test za manin med

Primerjavo smo naredili med povprečnimi vrednostmi analiziranih parametrov medu slovenskega porekla z analiziranimi parametri medu tujega porekla.

Za statistično analizo rezultatov vsebnosti vode, električne prevodnosti, DŠ in prolina smo vzeli 18 slovenskih vzorcev in 4 vzorce medu tujega porekla. Pri analizi mikro in makro elementov ter HMF smo imeli 8 slovenskih ter 4 tuje vzorce medu.

Pri Levenovem testu enakosti varianc nam je statistični program podal  $\text{Sig.} > 0,05$  za vsebnost vode, električno prevodnost, DŠ, vsebnost HMF in prolina ter za vsebnost vseh elementov v sledovih, razen Pb. Pri teh parametrih (razen pri Pb) smo nadaljevali s *t*-testom, ki nam je podal  $\text{Sig.} < 0,05$  za naslednje parametre: vsebnost vode, električno prevodnost, vsebnost prolina ter vsebnost K. S tem zavrremo ničelno hipotezo in lahko s 95 % gotovostjo trdimo, da obstaja statistično značilna razlika med vzorci slovenskega in tujega maninega medu v vsebnosti vode, električni prevodnosti, v vsebnosti prolina ter v vsebnosti K.

Pri vseh ostalih analiziranih parametrih, smo dobili  $\text{Sig} > 0,05$  in s tem ničelne hipoteze ne moremo zavrni, kar pomeni, da v teh parametrih ni statistično značilne razlike med maninim medom slovenskega in tujega porekla.

#### POTRDITEV HIPOTEZ

Pred začetkom raziskave smo postavili naslednji hipotezi:

- Da bodo med analiziranimi vzorci medu slovenskega in tujega porekla obstajale statistično značilne razlike v vsaj nekaterih analiziranih parametrih.
- Da bodo vzorci medu domačih čebelarjev boljše kakovosti od tujih vzorcev medu.

Na osnovi dobljenih rezultatov analiz ter statistične obdelave podatkov, lahko potrdimo obe hipotezi:

- Med analiziranimi vzorci medu slovenskega in tujega porekla obstajajo statistično značilne razlike v nekaterih analiziranih parametrih (vsebnost vode, električna prevodnost, diastazno število, vsebnost prolina in vsebnost hidroksimetilfurfurala)
- Vzorci medu domačih čebelarjev so boljše kakovosti od vzorcev medu tujega porekla.

## 5 SKLEPI

Na podlagi opravljenih fizikalno–kemijskih analiz na vzorcih medu slovenskega in tujega izvora ter na podlagi statistične obdelave dobljenih rezultatov povzemamo naslednje sklepe:

- Vsi analizirani vzorci medu tako slovenskega kot tujega porekla so zadostili zahtevam Pravilnika o medu (2011) glede vsebnosti vode (< 20 %).
- Posamezni vzorci medu niso ustrezali predpisom (Pravilnik o medu, 2011; Mednarodna komisija za med, 2002)
  - o glede vrednosti električne prevodnosti (dva slovenska, dva tuja),
  - o glede minimalne vrednosti diastaznega števila (en slovenski, en tuj),
  - o glede maksimalne vsebnosti HMF (štirje slovenski, trije tuji),
  - o glede minimalne vsebnosti prolina (dva tuja).
- Povprečno so vzorci slovenskega medu vsebovali manj vode, imeli višjo električno prevodnost (izjema akacijev med), imeli višje diastazno število (izjema lipov med), vsebovali več prolina (izjema akacijev med) in vsebovali manj HMF (izjema cvetlični med) v primerjavi z vzorci tujega izvora.
- Manini medovi so v primerjavi z nektarnimi medovi imeli večjo vsebnost Cl, K, Ca, Mn, Fe, S in Rb. Vsebnost Cu, Zn, Pb, Br, Sr in Ni je bila tako v nektarnih kot maninih medovih podobna.
- Rezultati t - testa, s katerim smo ugotavljali statistično značilno razliko v analiziranih parametrih med vzorci medu slovenskega in tujega izvora, so pokazali, da je bila:
  - o pri akacijevem medu statistično značilna razlika v vsebnosti vode, v vsebnosti HMF, v električni prevodnosti in v vsebnosti prolina,
  - o pri cvetličnem medu statistično značilna razlika v vsebnosti vode, v diastaznem številu, v vsebnosti prolina ter v vsebnosti Cl, K in Rb,
  - o pri maninem medu statistično značilna razlika v vsebnosti vode, v električni prevodnosti, v vsebnosti prolina ter v vsebnosti K.

## 6 POVZETEK

Med je gosto, sladko in tekoče ali kristalizirano živilo, ki ga proizvajajo čebele vrste *Apis mellifera* iz cvetličnega nektarja ali pa iz mane. Mana so izločki žuželk, ki so na živih delih rastlin. Osnovni material prinašajo čebele v panj, kjer ga obdelajo in mu dodajo izločke svojih žlez. Nato ga zgostijo in shranijo v pokritih celicah satja. Med je v največji meri sestavljen iz sladkorjev (75 – 80 %) in vode (14 – 20 %). V manjših količinah pa ga sestavljajo še organske kisline, različni elementi, beljakovine, encimi, vitamini, barvila, flavonoidi in fenolne spojine.

Namen diplomske naloge je bila primerjava fizikalno-kemijskih parametrov kakovosti medu v vzorcih medu slovenskega in tujega porekla ter ugotavljanje razlik v teh parametrih med porekloma.

Analize za vsebnost vode, električno prevodnost, diastazno število ter vsebnost prolina smo napravili na 81 vzorcih medu letnikov 2007 in 2008. Od tega je bilo 43 vzorcev odvzetih v trgovinah (inšpekcijski vzorci), 38 pa jih je bilo od domačih slovenskih čebelarjev iz različnih predelov Slovenije. Pri inšpekcijskih vzorcih je bilo 22 vzorcev slovenskega porekla in 21 tujega porekla. Inšpekcijskim vzorcem medu je bila določena še vsebnost HMF ter elementna sestava medu. Podatke za HMF in elementno sestavo medu smo dobili še iz neobjavljenih analiz in raziskav, ki so bile narejene na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti, Oddelek za živilstvo. Te podatke smo uporabili za obsežnejšo statistično analizo ter primerjavo med slovenskim in tujim medom.

Vsebnost vode smo določali z refraktometrom, električno prevodnost smo merili s pomočjo namiznega konduktometra, diastazno število smo določali spektrofotometrično po Schadeju, po navodilih Mednarodne komisije za med 2002 (Bogdanov, 2002) ter vsebnost prolina, ki smo jo določali z Oughovo fotometrično metodo prilagojeno po Bogdanovem in sod. (1997).

Vsebnost HMF smo določili s pomočjo HPLC metode z UV detektorjem, elementno sestavo medu pa z rentgensko fluorescenčno spektrometrijo s totalnim odbojem (TXRF).

V povprečju so imeli vzorci medu slovenskega izvora manjšo vsebnost vode in HMF ter višjo električno prevodnost in diastazno število ter večjo vsebnost prolina v primerjavi z vzorci medu tujega izvora. Predvsem rezultati diastaznega števila in vsebnosti HMF kažejo na to, da čebelarji boljše skrbijo za primerne pogoje shranjevanja medu kot so le - ti pri skladiščenju v trgovinah ter med prevozom medu iz različnih evropskih držav v Slovenijo.

Elementna sestava medu sicer nima odločilnega pomena pri določanju kakovosti medu. Lahko pa nam služi pri ugotavljanju vrst medu oziroma za razlikovanje ali je med maninega ali nektarnega izvora. Manini medovi v povprečju vsebujejo več K, Cl, Ca, Mn, Fe, S in Rb v primerjavi z nektarnimi medovi. Večjo vsebnost elementov v maninih medovih lahko potrdimo tudi z višjo električno prevodnostjo teh vrst medu.

S *t*-testom smo ugotovili, da pri akacijevem medu ni statistično značilnih razlik pri analiziranih parametrih v primerjavi med slovenskim in tujim medom. Pri cvetličnem medu smo ugotovili statistično značilne razlike med slovenskim in tujim medom v vsebnosti vode, diastaznem številu, vsebnosti prolina ter v vsebnosti Cl, K in Rb. Za manin med pa smo ugotovili statistično značilne razlike v vsebnosti vode, električni prevodnosti, v vsebnosti prolina ter v vsebnosti K v primerjavi med slovenskim in tujim medom.

Z našo raziskavo smo ugotovili, da so analizirani vzorci slovenskih vrst medu v povprečju boljše kakovosti v primerjavi s tujimi vzorci. K temu pripomore to, da lahko slovenski med kupimo neposredno pri čebelarju in da je tudi trgovska veriga od slovenskega čebelarja do slovenske trgovine zelo kratka in ne vpliva bistveno na spremembe kakovosti medu. V nasprotju s slovenskimi, opravijo tuji vzorci medu daljšo pot do slovenskih trgovin, pri kateri verjetno tudi pogoji transporta medu in skladiščenja niso idealni. Na kakovost medu poleg tega močno vplivajo tudi pogoji hranjenja medu na trgovinskih policah.

## 7 VIRI

- Abram V., Zelenik - Blatnik M. 2002. Vaje iz živilske kemije za študente živilske tehnologije. 2. popravljena izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 15-15
- Adamič Š. 1989. Temelji biostatistike. Ljubljana, Medicinska fakulteta, Inštitut za biomedicinsko informatiko: 27 - 39, 44 - 48, 113 - 122, 157 - 157
- ApiSlo.info. 2010. Vrste medu: Gozdni ali manin med. ApiSlo.info: 2 str.  
<http://www.apislo.info/vse-o-medu/vrste-medu/gozdni-ali-manin-med/> (januar, 2012)
- Asif K., Saeeda R., Nouman R., Tabassum H., Musarrat G. M. Amjad Q., Khalid N. 2002. Comparative study of honey collected from different flora of Pakistan. Journal of Biological Sciences, 2, 9: 626-627
- Auguštin V., Kandolf A. 2010. Dražilno krmljenje in kakovost medu. Slovenski čebelar, 112, 2: 41 - 42
- Bogdanov S. 2002. Harmonised methods of the International Honey Commission. Bern, Swiss Bee Research Centre, International Honey Commission: 15 - 20, 25 - 40, 58 - 59  
[http://www.apiculturacluj.com/ApiculturaCluj/italiano/Documents/IHCmethods\\_e.pdf](http://www.apiculturacluj.com/ApiculturaCluj/italiano/Documents/IHCmethods_e.pdf) (februar, 2012)
- Bogdanov S. 2009. Harmonised methods of the International Honey Commission. Bern, Swiss Bee Research Centre, International Honey Commission, World Network of Honey Science: 63 - 63  
[http://www.bee-hexagon.net/files/file/fileE/IHCPapers/IHC-methods\\_2009.pdf](http://www.bee-hexagon.net/files/file/fileE/IHCPapers/IHC-methods_2009.pdf) (februar, 2012)
- Bogdanov S., Martin P., Lüllmann C. 1997. Harmonised methods of the European Honey Commission. Apidologie, 28, Extra Issue: 1 - 59
- Božič J. 1998. Nektarne paše. V: Od čebele do medu. Poklukar J. (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 146 - 161
- Božnar A., Senegačnik J. 1998. Med. V: Od čebele do medu. Poklukar J. (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 376 - 413
- Božnar M. 2002. Zaklad iz čebeljega panja. Ljubljana, Kmečki glas: 9 - 20
- Brvar B. 1997. Osnove statistike. Ljubljana, Visoka policijsko - varnostna šola: 266 str.
- Chlebo R., Kodrik J. 2008. Slovakian honeydew honeys - types and sources. V: 1st World Honeydew Honey Symposium: Program and abstracts. Tzarevo, Bulgaria. 1 -3.8.2008. Bogdanov S. (ed.). Bern, International Honey Commission: 17 - 18
- Conte L. S., Miorini M., Giomo A., Bertacco G., Zironi R. 1998. Evaluation of some fixed components for unifloral honey characterization. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 1844 – 1849
- Conti M. E. 2000. Lazio region (central Italy) honeys: a survey of mineral content and typical quality parameters. Food Control, 11: 459 - 463
- Council directive 2001/110/EC of 20 december 2001 relating to honey. 2002. Official Journal of the European Communities, 45, L10: 47 - 52



- Črček I. 2010. Parametri za kakovost medu. Rovte, Les Trgovina d.o.o.: 3 str.  
<http://www.kmetija.si/Novica/parametri-za-kakovost-medu> (marec, 2012)
- Devillers J., Morlot M., Pham-Delègue M. H., Dorè J. C. 2004. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. *Food Chemistry*, 86: 305-312
- Földhazi G., Amtmann M., Fodor P., Ittzes A. 1996. The physico-chemical properties and composition of honeys of different botanical origin. *Acta Alimentaria*, 25, 3: 237 - 256
- Gfeller M., Bogdanov S. 2006. HMF - Gehalt, Invertase - und Diastaseaktivität von in - und ausländischen Honigen – Analyse mit logistischer Regression. *ALP (Agroscope Liebefeld - Posieux) Science*, 499: 1 - 16
- Golob T., Jamnik M., Kropf U., Bertonec J., Kandolf A. 2008a. Lastnosti medu. V: Med: značilnosti slovenskega medu. Kandolf A. (ur.). Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 25 - 42
- Golob T., Jamnik M., Kropf U., Bertonec J., Kandolf A. 2008b. Fizikalno-kemijski parametri ter senzorične in mikroskopske značilnosti slovenskega medu. V: Med: značilnosti slovenskega medu. Kandolf A. (ur.). Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 43 - 69
- Golob T., Plestenjak A. 1999. Quality of Slovene honey. *Food Technology and Biotechnology*, 37, 3: 195 - 201
- Golob T., Doberšek U., Kump P., Nečemer M. 2005. Determination of trace and minor elements in Slovenian honey by total reflection X - ray fluorescence spectroscopy. *Food Chemistry*, 91: 593 - 600
- Golob U. 2006. Vsebnost prolina in beljakovin v različnih vrstah slovenskega medu. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 15 - 34
- ČZS. 2012. Slovenski med: Vrste medu. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 5 str.  
<http://www.slovenskimed.si> (marec, 2012)
- Jamnik M., Bertonec J., Golob T. 2004. Content of proline in Slovenian honeys. V: CEFood Congress; congress proceedings. 2nd Central European Congress on Food, Budapest, 26 - 28 apr. 2004. Budapest, Central Food Research Institute, Complex Committee on Food Science of the Hungarian Academy of Sciences: 4 str.
- Kandolf A. 2007. Čebelarski svetovalec: Pokazatelji kakovosti medu. *Slovenski čebelar*, 109, 4: 2 - 3
- Košmelj K. 2007. Uporabna statistika - 2. dop. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 9 - 9  
[http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2721/Uporabna\\_statistika\\_okt\\_2007/Uporabna\\_statistika\\_01.pdf](http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2721/Uporabna_statistika_okt_2007/Uporabna_statistika_01.pdf) (januar, 2012)
- Kropf U., Korošec M., Golob T. 2010. Med kot vir biološko pomembnih elementov. *Slovenski čebelar*, 112, 2: 45 - 47
- Kropf U. 2009. Elementna in izotopska sestava medu iz različnih geografskih regij Slovenije. Doktorska disertacija. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Podipl. študij bioloških in biotehnoloških znanosti: 10 - 20, 58 - 61

- Kropf U., Korošec M., Golob T. 2009. Med kot izvor biološko pomembnih mineralov: mineralno uravnoteženo živilo? V: Vloga mineralov v živilski tehnologiji in prehrani. 26. Bitenčevi živilski dnevi 2009. Gašperlin L., Žlender B. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta. Oddelek za živilstvo: 179 - 189
- Kropf U., Jamnik M., Bertoncej J., Golob T. 2008. Linear regression model of the ash mass fraction and electrical conductivity for Slovenian honey. *Food Technology and Biotechnology*, 46, 3: 335 - 340
- Lašáková D., Nagy J., Kasperová J. 2009. Comparison of water content and electric conductivity in honey of various origin. *Folia Veterinaria*, 53, 1: 31 - 34
- Meda A., Lamien C. E., Millogo J., Romito M., Nacoulma O. G., 2005. Physicochemical analyses of Burkina Fasan honey. *Acta Veterinaria*, 74: 147 - 152
- Meglič M. 2008. Tehnologija pridelave medu v Sloveniji. V: Med: značilnosti slovenskega medu. Kandolf A. (ur.). Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 15 - 18
- Molan P. C. 1996. Authenticity of honey: V: Food authentication. Ashurst P. R., Dennis M. J. (eds.). London, Chapman and Hall: 259 - 299
- NawiPro. 2012. Die Aminosäure Prolin. Halle, NawiPro: 2 str.  
<http://www.nawipro.de/arbeitsmaterialien/as/403-pro.html> (maj, 2012)
- Pedrotti W. 2003. Med, cvetni prah, matični mleček, propolis in strup: lastnosti in učinki pridelkov čebeljega panja in apiterapija. Ljubljana, Pisanica: 13 - 13
- Persano-Oddo L., Piazza M.G., Sabatini A. G., Accorti M. 1995. Characterization of unifloral honeys. *Apidologie*, 26: 453 - 465
- Persano-Oddo L., Piro R. 2004. Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie*, 35, Suppl. 1: S38-S81
- 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.). Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 14 - 17
- Plestenjak A., Golob T. 2000. Analiza kakovosti živil. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 80 - 86
- Plut S. 2012. Čebelji pridelki: Med. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 6 str.  
[http://www.czs.si/cebele\\_pridelki\\_med.php](http://www.czs.si/cebele_pridelki_med.php) (april, 2012)
- Pravilnik o kolektivni blagovni in storitveni znamki za slovenski med vrhunske kakovosti. 2002. Ljubljana, Čebelarska zveza Slovenije: 12 str.  
<http://www.czs.si/Files/PRAVILNIK%20%20KBZ.pdf>
- Pravilnik o medu. 2011. Uradni list Republike Slovenije, 21, 4: 345 - 345
- Pravilnik o prehranskih dopolnilih. 2003. Uradni list Republike Slovenije, 82, 21: 12227 - 12227
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o prehranskih dopolnilih. 2010. Uradni list Republike Slovenije, 104, 23: 16210 - 16210

- Pučko A. 1995. Kakovostni parametri slovenskega sortnega medu. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 27 - 27
- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 133 - 190
- Schade M.T., Marsh G. L., Eckert J. E. 1958. Diastase activity and hydroxymethylfurfural in Honey and their usefulness in detecting adulteration. *Journal of Food Research*, 23: 446 - 463
- Sporns P. 1992. Honey analysis. V: *Encyclopedia of food science and technology*. Hui Y. H. (ed.). Vol. 2. New York, John Wiley and Sons, Inc.: 1417 - 1421
- Susman Š. 2011. Primerjava parametrov kakovosti pristnega in potvorjenega medu. Diplomsko delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 16 - 39
- Šivic F. 1998. Manine paše. V: *Od čebele do medu*. Poklukar J. (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 162 - 177
- Thrasylvoulou A., Manikis J. 1995. Some physicochemical and microscopic characteristics of Greek unifloral honeys. *Apidologie*, 26: 441 - 452.
- Tomšič A. 2009. Statistika ne laže: priručnik za osnove statistike s primeri v Excelu. Maribor, Pro - Andy: 10 - 100
- Veselič I. 2006. Nekateri kriteriji za določanje vrste medu. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 21 - 32

## **ZAHVALA**

Na začetku bi se najprej zahvalila celotni Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil, ki mi je omogočila izvedbo diplomskega dela ter mentorici prof. dr. Tereziji Golob za strokovno pomoč ter vzpodbudne in prijazne besede že pred pričetkom laboratorijskega dela in tudi v času pisanja diplomske naloge.

Posebna zahvala gre delovni mentorici Mojci Korošec, ki mi je bila pri nastajanju mojega diplomskega dela v vsakem trenutku v strokovno in moralno podporo.

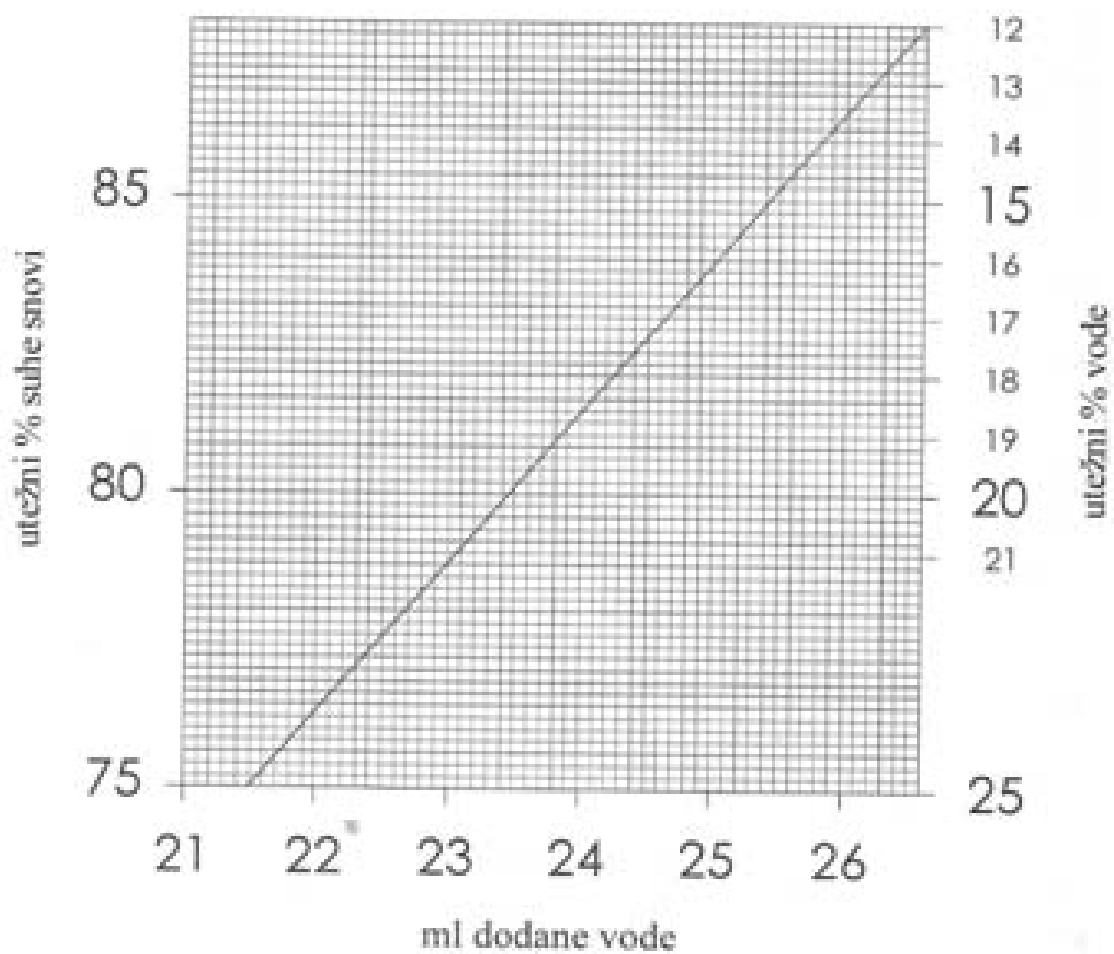
Zahvala gre tudi Marinki Jan za vso potrpežljivost in pomoč pri izvajanju analiz v laboratoriju.

Zahvalila bi se tudi recenzentu prof. dr. Rajku Vidrihu za strokovni pregled diplomske naloge ter Lini Burkan Makivić za pomoč pri iskanju ter urejanju virov ter končni pregled diplomske naloge.

Zahvala gre seveda tudi moji družini, ki mi je omogočila študij in me od nekdaj vzpodbujala ter moralno in finančno podpirala na vsakem koraku. Predvsem hvala babici Jožici in fantu Robiju za spodbudne besede, ki so mi dale dodaten zagon za čimprejšnje dokončanje diplomske naloge ter staršem za moralno in finančno podporo v času študija.

Hvala tudi vsem mojim prijateljem in znancem, ki sem jih spoznala skozi svoje življenje in so mi še dodatno popestrili začrtano pot.

## PRILOGE



Priloga A: Volumen dodane vode glede na izmerjen % suhe snovi v medu

Priloga B: Rezultati vsebnosti vode v vzorcih medu slovenskega izvora

Vzorec	Vrsta	Delež vode (%)	Vzorec	Vrsta	Delež vode (%)
<b>i1661</b>	L	18,1	<b>1811</b>	C	14,3
<b>i1668</b>	L	15,7	<b>1815</b>	C	14,5
<b>1659</b>	L	16,2	<b>1821</b>	C	14,7
<b>1817</b>	L	14,5	<b>1825</b>	C	15,9
<b>1820</b>	L	14,3	<b>i1805</b>	A	14,6
<b>1822</b>	L	14,8	<b>i11449</b>	A	15,0
<b>i1671</b>	C	18,0	<b>i11462</b>	A	13,7
<b>i1806</b>	C	16,9	<b>1807</b>	A	14,2
<b>i11454</b>	C	13,1	<b>1808</b>	A	14,4
<b>i11456</b>	C	15,9	<b>1812</b>	A	13,7
<b>i11461</b>	C	15,2	<b>1816</b>	A	15,1
<b>i11463</b>	C	15,3	<b>1819</b>	A	15,4
<b>1651</b>	C	14,4	<b>i1667</b>	G	16,3
<b>1656</b>	C	15,5	<b>i1669</b>	G	14,1
<b>1657</b>	C	14,6	<b>i1809</b>	G	15,2
<b>1665</b>	C	16,4	<b>i2468</b>	G	18,5
<b>1666</b>	C	14,4	<b>i11452</b>	G	14,4
<b>1669</b>	C	16,1	<b>i11459</b>	G	14,5
<b>1806</b>	C	14,5	<b>i11460</b>	G	13,5
<b>1809</b>	C	14,6	<b>i11464</b>	G	13,6
<b>1661</b>	G	13,7	<b>i1801</b>	K	16,2
<b>1663</b>	G	15,1	<b>i1807</b>	K	14,6
<b>1664</b>	G	14,6	<b>i11466</b>	K	14,2
<b>1682</b>	G	15,0	<b>1652</b>	K	14,9
<b>1683</b>	G	13,2	<b>1654</b>	K	14,8
<b>1684</b>	G	15,4	<b>1655</b>	K	13,9
<b>1763</b>	G	12,9	<b>1660</b>	K	13,6
<b>1779</b>	G	14,0	<b>1662</b>	K	14,0
<b>1813</b>	G	14,4	<b>1810</b>	K	13,3
<b>1826</b>	G	18,0	<b>1814</b>	K	13,9

Priloga C: Rezultati vsebnosti vode v vzorcih medu tujega izvora

Vzorec	Vrsta	Delež vode (%)	Vzorec	Vrsta	Delež vode (%)
<b>i2466</b>	L	19,7	<b>i11453</b>	C	15,0
<b>i1657</b>	C	17,0	<b>i11455</b>	C	16,6
<b>i1658</b>	C	17,9	<b>i11465</b>	C	16,1
<b>i1670</b>	C	17,6	<b>i1659</b>	A	18,1
<b>i1800</b>	C	18,9	<b>i11457</b>	A	15,9
<b>i1804</b>	C	17,7	<b>i1808</b>	G	17,5
<b>i2469</b>	C	17,9	<b>i2467</b>	G	19,3
<b>i11447</b>	C	17,1	<b>i11451</b>	G	15,6
<b>i11448</b>	C	14,8	<b>i11458</b>	G	15,7
<b>i11450</b>	C	15,5	<b>i1802</b>	K	16,0
<b>i1803</b>	H	16,7			

Priloga D: Električna prevodnost vzorcev medu slovenskega izvora

Vzorec	Vrsta	EP (mS/cm)	Vzorec	Vrsta	EP (mS/cm)	Vzorec	Vrsta	EP (mS/cm)
<b>i1661</b>	L	0,817	<b>1811</b>	C	0,645	<b>1661</b>	G	1,225
<b>i1668</b>	L	0,239	<b>1815</b>	C	0,488	<b>1663</b>	G	0,683
<b>1659</b>	L	0,870	<b>1821</b>	C	0,613	<b>1664</b>	G	0,868
<b>1817</b>	L	0,788	<b>1825</b>	C	0,860	<b>1682</b>	G	0,858
<b>1820</b>	L	0,730	<b>i1805</b>	A	0,220	<b>1683</b>	G	1,316
<b>1822</b>	L	0,692	<b>i11449</b>	A	0,155	<b>1684</b>	G	0,998
<b>i1671</b>	C	0,514	<b>i11462</b>	A	0,219	<b>1763</b>	G	1,010
<b>i1806</b>	C	0,478	<b>1807</b>	A	0,167	<b>1779</b>	G	1,249
<b>i11454</b>	C	0,790	<b>1808</b>	A	0,173	<b>1813</b>	G	1,559
<b>i11456</b>	C	0,506	<b>1812</b>	A	0,158	<b>1826</b>	G	1,132
<b>i11461</b>	C	0,440	<b>1816</b>	A	0,174	<b>i1801</b>	K	1,158
<b>i11463</b>	C	0,470	<b>1819</b>	A	0,200	<b>i1807</b>	K	1,080
<b>1651</b>	C	0,657	<b>i1667</b>	G	1,092	<b>i11466</b>	K	1,553
<b>1656</b>	C	0,550	<b>i1669</b>	G	0,794	<b>1652</b>	K	1,484
<b>1657</b>	C	0,655	<b>i1809</b>	G	1,506	<b>1654</b>	K	2,140
<b>1665</b>	C	0,852	<b>i2468</b>	G	0,942	<b>1655</b>	K	1,833
<b>1666</b>	C	0,772	<b>i11452</b>	G	1,091	<b>1660</b>	K	1,996
<b>1669</b>	C	0,859	<b>i11459</b>	G	1,288	<b>1662</b>	K	1,604
<b>1806</b>	C	0,849	<b>i11460</b>	G	1,284	<b>1810</b>	K	1,290
<b>1809</b>	C	0,529	<b>i11464</b>	G	1,071	<b>1814</b>	K	1,772

Priloga E: Električna prevodnost v vzorcih medu tujega izvora

<b>Vzorec</b>	<b>Vrsta</b>	<b>EP (mS/cm)</b>	<b>Vzorec</b>	<b>Vrsta</b>	<b>EP (mS/cm)</b>
<b>i2466</b>	L	0,242	<b>i11453</b>	C	0,234
<b>i1657</b>	C	0,391	<b>i11455</b>	C	0,448
<b>i1658</b>	C	0,384	<b>i11465</b>	C	0,402
<b>i1670</b>	C	0,451	<b>i1659</b>	A	0,156
<b>i1800</b>	C	0,277	<b>i11457</b>	A	0,273
<b>i1804</b>	C	0,441	<b>i1808</b>	G	0,401
<b>i2469</b>	C	0,224	<b>i2467</b>	G	0,363
<b>i11447</b>	C	0,392	<b>i11451</b>	G	0,809
<b>i11448</b>	C	0,380	<b>i11458</b>	G	1,148
<b>i11450</b>	C	0,307	<b>i1802</b>	K	1,292
<b>i1803</b>	H	1,264			



Priloga F: Diastazno število v vzorcih medu slovenskega izvora

<b>Vzorec</b>	<b>Vrsta</b>	<b>DŠ</b>	<b>Vzorec</b>	<b>Vrsta</b>	<b>DŠ</b>
<b>i1661</b>	L	10,22	<b>1811</b>	C	6,38
<b>i1668</b>	L	11,49	<b>1815</b>	C	13,17
<b>1659</b>	L	20,73	<b>1821</b>	C	16,92
<b>1817</b>	L	9,85	<b>1825</b>	C	17,72
<b>1820</b>	L	14,64	<b>i1805</b>	A	9,57
<b>1822</b>	L	10,11	<b>i11449</b>	A	9,60
<b>i1671</b>	C	14,46	<b>i11462</b>	A	9,64
<b>i1806</b>	C	10,83	<b>1807</b>	A	8,44
<b>i11454</b>	C	13,53	<b>1808</b>	A	12,31
<b>i11456</b>	C	17,26	<b>1812</b>	A	6,37
<b>i11461</b>	C	14,62	<b>1816</b>	A	11,85
<b>i11463</b>	C	10,97	<b>1819</b>	A	11,44
<b>1651</b>	C	15,38	<b>i1667</b>	G	14,72
<b>1656</b>	C	15,86	<b>i1669</b>	G	14,88
<b>1657</b>	C	19,51	<b>i1809</b>	G	21,99
<b>1665</b>	C	16,02	<b>i2468</b>	G	13,03
<b>1666</b>	C	22,22	<b>i11452</b>	G	13,62
<b>1669</b>	C	18,47	<b>i11459</b>	G	16,47
<b>1806</b>	C	18,91	<b>i11460</b>	G	10,95
<b>1809</b>	C	10,99	<b>i11464</b>	G	17,02
<b>1661</b>	G	15,31	<b>i1801</b>	K	18,11
<b>1663</b>	G	17,94	<b>i1807</b>	K	19,28
<b>1664</b>	G	22,68	<b>i11466</b>	K	24,06
<b>1682</b>	G	20,14	<b>1652</b>	K	15,52
<b>1683</b>	G	25,31	<b>1654</b>	K	20,04
<b>1684</b>	G	18,99	<b>1655</b>	K	16,81
<b>1763</b>	G	18,73	<b>1660</b>	K	19,41
<b>1779</b>	G	17,38	<b>1662</b>	K	17,88
<b>1813</b>	G	26,57	<b>1810</b>	K	15,21
<b>1826</b>	G	24,75	<b>1814</b>	K	21,20

Priloga G: Diastazno število v vzorcih medu tujega izvora

Vzorec	Vrsta	DŠ	Vzorec	Vrsta	DŠ
<b>i2466</b>	L	13,94	<b>i11453</b>	C	12,54
<b>i1657</b>	C	9,91	<b>i11455</b>	C	14,01
<b>i1658</b>	C	15,21	<b>i11465</b>	C	14,23
<b>i1670</b>	C	14,94	<b>i1659</b>	A	9,68
<b>i1800</b>	C	7,10	<b>i11457</b>	A	7,10
<b>i1804</b>	C	13,96	<b>i1808</b>	G	16,64
<b>i2469</b>	C	8,79	<b>i2467</b>	G	11,65
<b>i11447</b>	C	9,98	<b>i11451</b>	G	9,34
<b>i11448</b>	C	9,71	<b>i11458</b>	G	16,14
<b>i11450</b>	C	10,72	<b>i1802</b>	K	16,04
<b>i1803</b>	H	14,96			

Priloga H: Vsebnost prolina v vzorcih medu slovenskega izvora

Vzorec	Vrsta	Prolin (mg/kg)	Vzorec	Vrsta	Prolin (mg/kg)	Vzorec	Vrsta	Prolin (mg/kg)
<b>i1661</b>	L	293,87	<b>1811</b>	C	498,59	<b>1661</b>	G	633,73
<b>i1668</b>	L	206,52	<b>1815</b>	C	447,69	<b>1663</b>	G	338,65
<b>1659</b>	L	772,19	<b>1821</b>	C	606,66	<b>1664</b>	G	716,44
<b>1817</b>	L	431,69	<b>1825</b>	C	623,40	<b>1682</b>	G	809,11
<b>1820</b>	L	378,52	<b>i1805</b>	A	261,42	<b>1683</b>	G	617,33
<b>1822</b>	L	385,69	<b>i11449</b>	A	258,32	<b>1684</b>	G	599,10
<b>i1671</b>	C	408,45	<b>i11462</b>	A	275,65	<b>1763</b>	G	663,28
<b>i1806</b>	C	337,69	<b>1807</b>	A	333,26	<b>1779</b>	G	647,32
<b>i11454</b>	C	431,14	<b>1808</b>	A	315,10	<b>1813</b>	G	357,56
<b>i11456</b>	C	485,11	<b>1812</b>	A	267,72	<b>1826</b>	G	802,73
<b>i11461</b>	C	349,96	<b>1816</b>	A	283,17	<b>i1801</b>	K	534,76
<b>i11463</b>	C	363,88	<b>1819</b>	A	325,36	<b>i1807</b>	K	570,54
<b>1651</b>	C	678,66	<b>i1667</b>	G	416,64	<b>i11466</b>	K	706,58
<b>1656</b>	C	1022,83	<b>i1669</b>	G	424,97	<b>1652</b>	K	1095,52
<b>1657</b>	C	740,30	<b>i1809</b>	G	699,56	<b>1654</b>	K	692,77
<b>1665</b>	C	531,62	<b>i2468</b>	G	451,54	<b>1655</b>	K	874,47
<b>1666</b>	C	524,36	<b>i11452</b>	G	509,20	<b>1660</b>	K	732,11
<b>1669</b>	C	799,76	<b>i11459</b>	G	551,88	<b>1662</b>	K	843,14
<b>1806</b>	C	577,14	<b>i11460</b>	G	324,69	<b>1810</b>	K	711,35
<b>1809</b>	C	392,30	<b>i11464</b>	G	535,28	<b>1814</b>	K	523,66

Priloga I: Vsebnost prolina v vzorcih medu tujega izvora

Vzorec	Vrsta	Prolin (mg/kg)	Vzorec	Vrsta	Prolin (mg/kg)
i2466	L	99,73	i11453	C	215,39
i1657	C	459,73	i11455	C	387,60
i1658	C	476,30	i11465	C	225,92
i1670	C	349,79	i1659	A	220,06
i1800	C	338,22	i11457	A	366,26
i1804	C	294,47	i1808	G	242,21
i2469	C	159,49	i2467	G	186,64
i11447	C	410,50	i11451	G	310,66
i11448	C	453,18	i11458	G	661,03
i11450	C	332,54	i1802	K	666,12
i1803	H	337,95			

Priloga J: Vsebnost HMF v vzorcih medu slovenskega izvora

Vzorec	Vrsta	HMF	Vzorec	Vrsta	HMF
i1668	L	4,61	i1669	G	41,47
i1671	C	14,69	i1809	G	12,38
i1806	C	62,88	i2468	G	33,89
i11454	C	15,74	i11452	G	9,50
i11456	C	20,64	i11459	G	12,48
i11461	C	30,24	i11460	G	5,38
i11463	C	40,32	i11464	G	9,12
i1805	A	20,16	i1801	K	71,33
i11449	A	9,12	i1807	K	25,15
i11462	A	23,04	i11466	K	5,38
i1667	G	9,22			

Priloga K: Vsebnost HMF v vzorcih medu tujega izvora

Vzorec	Vrsta	HMF	Vzorec	Vrsta	HMF
i2466	L	13,54	i11455	C	20,54
i1657	C	29,57	i11465	C	6,53
i1670	C	7,58	i1659	A	3,74
i1800	C	1,54	i11457	A	51,74
i1804	C	20,35	i1808	G	36,67
i2469	C	45,70	i2467	G	31,20
i11447	C	22,56	i11451	G	6,34
i11448	C	16,80	i11458	G	16,32
i11450	C	17,76	i1802	K	43,39
i11453	C	12,38			

Priloga L: Elementna sestava vzorcev medu slovenskega izvora

Vzorec	Vrsta	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe
i1661	L	41,9	394,0	1820,0	61,6	4,76	31,50
i1668	L	29,2	297,0	476,0	26,6	4,55	27,10
i1671	C	42,9	591,0	535,0	58,4	6,63	38,10
i1806	C	68,0	719,0	853,0	55,7	3,75	14,70
i11454	C	42,0	466,0	1795,0	125,0	3,90	3,10
i11456	C	22,0	471,0	821,0	55,0	2,05	1,82
i11461	C	44,0	396,0	792,0	63,0	1,30	3,30
i11463	C	38,0	310,0	868,0	69,0	1,20	2,47
i1805	A	43,7	286,0	346,0	22,9	3,89	28,10
i11449	A	24,0	365,0	203,0	48,0	1,30	2,20
i11462	A	21,0	139,0	368,0	32,0	1,80	3,51
i1667	G	62,4	415,0	2630,0	99,4	17,80	35,60
i1669	G	46,8	474,0	1870,0	95,4	4,96	23,10
i1809	G	51,1	657,0	3660,0	153,0	17,80	22,50
i2468	G	64,6	517,0	2540,0	63,8	9,24	54,20
i11452	G	286,0	790,0	2670,0	305,0	15,60	53,50
i11459	G	28,0	455,0	3720,0	279,0	22,10	5,50
i11460	G	66,0	614,0	3365,0	33,0	5,00	3,80
i11464	G	24,5	438,0	2650,0	124,0	8,70	2,90
i1801	K	54,0	512,0	2700,0	154,0	23,40	77,10
i1807	K	66,2	491,0	2740,0	122,0	12,60	42,00
i11466	K	28,0	405,0	3960,0	151,0	152,00	2,97

Nadaljevanje priloge L: Elementna sestava vzorcev medu slovenskega izvora

Vzorec	Vrsta	Ni	Cu	Zn	Pb	Br	Rb	Sr
i1661	L	1,59	1,31	2,61	0,23	1,06	8,00	0,68
i1668	L	1,98	0,75	4,38	0,74	0,59	0,97	0,44
i1671	C	3,91	1,19	2,60	1,12	0,88	2,54	0,68
i1806	C	1,28	1,47	2,10	1,65	2,49	2,03	1,03
i11454	C	0,34	0,75	3,75	0,60	0,30	3,20	0,40
i11456	C	0,40	0,50	0,60	0,40	0,30	2,03	0,50
i11461	C	0,80	0,80	1,20	0,50	0,50	1,53	0,50
i11463	C	0,87	0,60	1,60	0,40	0,46	1,58	0,40
i1805	A	1,92	1,14	2,55	1,23	0,58	1,33	0,62
i11449	A	0,60	0,60	1,12	0,50	0,40	0,90	0,50
i11462	A	0,80	0,22	1,57	0,40	0,30	1,97	0,30
i1667	G	2,17	1,30	2,32	1,11	0,61	20,20	0,63
i1669	G	1,90	0,25	4,06	0,64	0,44	4,61	0,51
i1809	G	2,11	0,12	2,58	0,38	0,99	9,22	0,67
i2468	G	5,45	1,73	2,50	1,65	1,15	15,20	1,24
i11452	G	0,65	2,30	5,33	0,60	0,74	17,30	19,10
i11459	G	0,60	0,80	4,00	0,60	0,61	14,90	0,70
i11460	G	1,24	1,58	2,27	0,50	0,40	0,50	0,50
i11464	G	0,16	0,47	1,40	0,40	0,72	6,10	0,50
i1801	K	5,76	1,61	10,20	2,06	1,14	10,00	0,86
i1807	K	2,82	0,86	1,70	1,83	0,51	8,76	0,72
i11466	K	0,22	0,40	0,90	0,40	1,10	8,80	0,40

Priloga M: Elementna sestava vzorcev medu tujega izvora

<b>Vzorec</b>	<b>Vrsta</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>
<b>i2466</b>	L	31,5	277	353	65,2	5,44	30,20
<b>i1657</b>	C	39,7	373	560	62,6	4,23	30,60
<b>i1658</b>	C	29,2	449	593	52,7	3,40	21,30
<b>i1670</b>	C	51,9	526	826	72,9	3,37	16,70
<b>i1800</b>	C	40,9	285	398	57,2	2,11	26,40
<b>i1804</b>	C	81,3	526	668	73,9	3,50	46,00
<b>i2469</b>	C	68,0	247	220	64,1	4,90	26,20
<b>i11447</b>	C	33,7	406	652	86,5	1,60	2,30
<b>i11448</b>	C	26,0	196	721	56,8	0,87	3,90
<b>i11450</b>	C	21,0	258	442	87,0	1,10	3,56
<b>i11453</b>	C	18,0	200	464	32,0	1,73	1,62
<b>i11455</b>	C	22,0	312	770	66,3	1,30	2,53
<b>i11465</b>	C	53,0	435	664	95,2	5,30	3,90
<b>i1659</b>	A	32,5	261	203	34,1	1,70	25,00
<b>i11457</b>	A	26,0	197	422	80,7	1,21	4,10
<b>i1808</b>	G	75,6	368	700	76,5	9,09	30,60
<b>i2467</b>	G	33,5	266	671	70,0	5,97	42,60
<b>i11451</b>	G	36,5	742	2025	85,0	3,10	5,40
<b>i11458</b>	G	27,0	622	3040	216,0	19,10	3,50
<b>i1802</b>	K	48,3	516	3260	20,6	21,80	32,60
<b>i1803</b>	H	66	581	3190	30,8	7,11	21

Nadaljevanje priloge M: Elementna sestava vzorcev medu tujega izvora

<b>Vzorec</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Pb</b>	<b>Br</b>	<b>Rb</b>	<b>Sr</b>
<b>i2466</b>	L	2,59	0,25	2,55	1,25	0,55	0,80	0,70
<b>i1657</b>	C	2,34	0,26	2,88	1,46	0,99	0,64	0,96
<b>i1658</b>	C	1,98	1,10	2,52	0,68	1,17	2,17	1,76
<b>i1670</b>	C	2,18	0,60	2,71	0,43	1,09	2,16	0,51
<b>i1800</b>	C	1,63	0,31	24,50	1,28	0,85	0,56	0,85
<b>i1804</b>	C	3,47	1,59	2,72	1,43	1,67	1,22	1,08
<b>i2469</b>	C	2,21	0,66	1,18	0,60	0,82	0,75	0,69
<b>i11447</b>	C	0,34	1,04	2,80	0,60	1,15	0,90	0,80
<b>i11448</b>	C	0,46	0,26	1,12	0,50	1,20	2,10	2,53
<b>i11450</b>	C	0,50	0,60	1,62	0,50	1,00	0,52	0,40
<b>i11453</b>	C	0,35	0,50	3,90	0,40	0,30	1,14	0,50
<b>i11455</b>	C	0,51	0,43	1,72	0,50	0,78	1,69	0,50
<b>i11465</b>	C	0,43	0,32	1,60	1,20	1,15	1,50	1,00
<b>i1659</b>	A	1,23	0,95	1,56	0,25	0,90	0,46	0,62
<b>i11457</b>	A	0,80	0,50	2,17	0,70	0,50	0,70	0,60
<b>i1808</b>	G	1,89	0,31	2,54	2,07	0,94	2,37	0,87
<b>i2467</b>	G	3,97	2,39	1,47	2,08	0,74	2,20	0,88
<b>i11451</b>	G	0,70	0,20	2,10	0,60	0,60	7,30	0,50
<b>i11458</b>	G	0,20	0,50	0,50	0,50	0,63	9,50	0,50
<b>i1802</b>	K	2,25	1,10	2,56	1,30	0,70	17,50	0,59
<b>i1803</b>	H	1,95	1,68	2,7	0,74	0,5	24,4	0,6

Priloga N: Levenov test homogenosti varianc za primerjavo parametrov kakovosti medu med vrstami, glede na poreklo

	<b>Levene Statistic</b>	<b>df1</b>	<b>df2</b>	<b>Sig.</b>
<b>voda</b>	1,528	9	72	,155
<b>EP</b>	5,021	9	72	,000
<b>DŠ</b>	1,946	9	72	,059
<b>HMF</b>	3,090	8	32	,011
<b>prolin</b>	1,963	9	72	,056
<b>S</b>	1,416	9	34	,220
<b>Cl</b>	3,012	9	34	,009
<b>K</b>	6,586	9	34	,000
<b>Ca</b>	3,932	9	34	,002
<b>Mn</b>	23,720	9	34	,000
<b>Fe</b>	2,232	9	34	,044
<b>Ni</b>	1,556	9	34	,169
<b>Cu</b>	2,693	9	34	,018
<b>Zn</b>	,935	9	34	,508
<b>Pb</b>	4,401	9	34	,001
<b>Br</b>	1,685	9	34	,131
<b>Rb</b>	12,605	9	34	,000
<b>Sr</b>	2,132	9	34	,054

Priloga O: Duncanov test za vsebnost vode

<b>Vrsta</b>	<b>N</b>	<b>Subset for alpha = 0.05</b>		
		<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
<b>slo K</b>	10	14,3400		
<b>slo A</b>	8	14,5125		
<b>slo G</b>	18	14,8000		
<b>slo C</b>	18	15,2389	15,2389	
<b>slo L</b>	6	15,6000	15,6000	
<b>tuj K</b>	2	16,0000	16,0000	
<b>tuj C</b>	12		16,8417	
<b>tuj A</b>	2		17,0000	
<b>tuj G</b>	4		17,0250	
<b>tuj L</b>	2			19,7000
<b>Sig.</b>		,089	,067	1,000



Priloga P: Duncanov test za diastazno število

Vrsta	N	Subset for alpha = 0.05			
		a	b	c	d
tuj A	2	8,3900			
slo A	8	9,9025	9,9025		
tuj C	12	11,7583	11,7583	11,7583	
slo L	6	12,8400	12,8400	12,8400	
tuj G	4	13,4425	13,4425	13,4425	13,4425
tuj L	2		13,9400	13,9400	13,9400
slo C	18		15,1789	15,1789	15,1789
tuj K	2			16,0400	16,0400
slo G	18				18,3600
slo K	10				18,7520
<b>Sig.</b>		,063	,057	,124	,055

Priloga R: Duncanov test za vsebnost prolina

Vrsta	N	Subset for alpha = 0.05			
		a	b	c	d
tuj L	2	99,7000			
slo A	8	289,9876	289,9876		
tuj A	2	293,2000	293,2000		
tTuj C	12		341,9250	341,9250	
tuj G	4		350,1250	350,1250	
sSlo L	6		411,4142	411,4142	
slo C	18			545,5336	545,5336
slo G	18			561,0564	561,0564
tuj K	2				666,1000
slo K	10				728,4909
<b>Sig.</b>		,083	,308	,063	,113

Priloga S: Levenov test homogenosti varianc za primerjavo parametrov kakovosti medu med porekloma, ne glede na vrsto medu

	<b>Levene Statistic</b>	<b>df1</b>	<b>df2</b>	<b>Sig.</b>
<b>voda</b>	1,413	4	75	,238
<b>EP</b>	5,229	4	75	,001
<b>DŠ</b>	2,077	4	75	,092
<b>HMF</b>	1,264	4	35	,303
<b>prolin</b>	2,189	4	75	,078
<b>S</b>	1,454	4	37	,236
<b>Cl</b>	2,014	4	37	,113
<b>K</b>	4,856	4	37	,003
<b>Ca</b>	6,944	4	37	,000
<b>Mn</b>	22,018	4	37	,000
<b>Fe</b>	2,502	4	37	,059
<b>Ni</b>	1,686	4	37	,174
<b>Cu</b>	4,441	4	37	,005
<b>Zn</b>	,823	4	37	,519
<b>Pb</b>	1,363	4	37	,266
<b>Br</b>	1,348	4	37	,271
<b>Rb</b>	11,194	4	37	,000
<b>Sr</b>	2,360	4	37	,071