

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Anja LEPEN

SPECIFIČNI KOT ZASUKA MEDU

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

SPECIFIC ROTATION OF HONEY

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2007

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

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Terezijo Golob in za recenzentko prof. dr. Natašo Poklar Ulrih.

Mentorica: prof. dr. Terezija Golob

Recenzentka: prof. dr. Nataša Poklar Ulrih

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Anja Lepen

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
DK UDK 638.16:544.1:543.454(043)=863
KG med/slovenski med/nektar/mana/fizikalno – kemijske lastnosti/specifični kot zasuka/
polarimetrična metoda/specifična električna prevodnost
AV LEPEN, Anja
SA GOLOB, Terezija (mentorica) / POKLAR ULRIH, Nataša (recezentka)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI 2007
IN SPECIFIČNI KOT ZASUKA MEDU
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP XII, 67 str., 21 pregl., 11 sl., 9 pril., 53 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Namen našega dela je bil s polarimetrično metodo izmeriti specifični kot zasuka ($[\alpha]_D^{20}$) v vzorcih različnih vrst slovenskega medu in ugotoviti primernost metode za razlikovanje različnih vrst medu. Izmerjene vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ v posameznih vzorcih medu so bile v razponu od $-28,92 \text{ }^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$ v vzorcu akacijevnega medu do $+33,27 \text{ }^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$ v vzorcu gozdnega medu. Medovi iz nektarja so imeli negativne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$, medovi iz mane pa pozitivne vrednosti. Medovi mešanega izvora so imeli lahko negativne ali pozitivne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$. Statistično značilne razlike za vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ med letnikoma 2004 in 2005 so obstajale le za akacijev med, medtem ko pri cvetličnem, gozdnem, smrekovem in kostanjevem medu med letnikoma ni bilo statistično značilnih razlik. Izračunana je bila zveza med $[\alpha]_D^{20}$ in specifično električno prevodnostjo (χ), ki smo jo opisali z linearnim regresijskim modelom. Močno povezavo ($R^2 = 0,76$) kaže regresijski model, ki opisuje zvezo med $[\alpha]_D^{20}$ in χ za akacijeve, cvetlične, gozdne, smrekove in hojeve vzorce medu. Vzoredno merjenje $[\alpha]_D^{20}$ in χ se lahko uporablja kot sredstvo pri razlikovanju kostanjevega in lipovega medu od ostalih vrst. Medtem ko sam $[\alpha]_D^{20}$ ni primeren kot faktor razlikovanja med lipovim in kostanjevim medom. Za razločevanje ostalih vrst medu med seboj je potrebno ob vrednostih $[\alpha]_D^{20}$ opraviti še pelodno in senzorično analizo. Naši rezultati so pokazali dobro ujemanje z rezultati tuje literature za akacijev in cvetlični med, nekoliko slabše primerljivi so za manine medove.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
DC UDC 638.16:544.1:543.454(043)=863
CX honeys/Slovenian honey/nectar/honeydew/physico - chemical characteristics/
specific rotation/polarimetrically method /specific electrical conductivity
AU LEPEN, Anja
AA GOLOB, Terezija (supervisor) / POKLAR ULRIH, Nataša (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and
Technology
PY 2007
TI SPECIFIC ROTATION OF HONEY
DT Graduation thesis (University studies)
NO XII, 67 p., 21 tab., 11 fig., 9 ann., 53 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Purpose of our work was with polarimetrically method measured the specific rotation ($[\alpha]_D^{20}$) in a samples, different types of Slovenian honey and to find out have appropriate is method for differentiating different types of honey. Measurabled values $[\alpha]_D^{20}$ in individual samples of honey were in intervals from $-28.92^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$ in sample of acacia honey to $+33.27^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$ in sample of forest honey. Nectar honeys had negative values $[\alpha]_D^{20}$, honeydew honeys had positive values. Compound honeys had negative or pozitiv values $[\alpha]_D^{20}$. Statistically significant differences for values $[\alpha]_D^{20}$ between years 2004 and 2005 exist only for acacia honey, whereas multifloral, forest, spruce and chestnut honey did not show any statistical significant differences between years 2004 and 2005. Calculated was relationship between $[\alpha]_D^{20}$ and specific electrical conductivity (χ). That relationship we described with linear regression model. Strong relationship ($R^2=0.76$) show regression model, which describe relationship between $[\alpha]_D^{20}$ and χ for acacia, multifloral, forest, spruce and fir samples of honey. Parallel measuring $[\alpha]_D^{20}$ and χ can be used as a discriminating parameter in differentiating chestnut and lime honey from others types. While only $[\alpha]_D^{20}$ can not be used as a discriminating parameter between lima and chestnut honey. For classification other types of honey between themselves must be done not only measuring $[\alpha]_D^{20}$ but also pollen and sensory analysis. Our results showed good comparsion with results foreign literature for acacia and multifloral honey, while results for honeydew honeys showed worse comparsion.

KAZALO VSEBINE

	Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	str. III
	Key Words Documentation (KWD)	IV
	Kazalo vsebine	V
	Kazalo preglednic	VII
	Kazalo slik	IX
	Kazalo prilog	X
	Okrajšave in simboli	XI
1	UVOD	1
1.1	NAMEN DELA	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	ČEBELE IN BIOLOŠKI NASTANEK MEDU	2
2.2	IZVOR MEDU	3
2.2.1	Nektar	3
2.2.2	Mana	4
2.3	VRSTE MEDU	5
2.3.1	Akacijev med	5
2.3.2	Cvetlični med	6
2.3.3	Lipov med	6
2.3.4	Kostanjev med	7
2.3.5	Gozdni med	7
2.3.6	Smrekov med	8
2.3.7	Hojev med	8
2.4	SESTAVA MEDU	9
2.5	DOLOČILA PRAVILNIKA O MEDU	9
2.6	OGLJIKOVI HIDRATI	11
2.6.1	Sladkorji v medu	12
2.6.1.1	Monosaharidi	13
2.6.1.2	Disaharidi	15
2.6.1.3	Oligosaharidi	16
2.6.1.4	Polisaharidi	17
2.7	ENCIMI	17
2.8	KARAKTERISTIČNE LASTNOSTI MEDU	19
2.8.1	Kristalizacija medu	19
2.8.2	Optične lastnosti medu	19
2.9	POLARIMETRIČNA ANALIZA	19
2.9.1	Specifični kot zasuka ($[\alpha]_D^{20}$) - splošno	21
2.9.2	Specifični kot zasuka ($[\alpha]_D^{20}$) v medu	22
2.10	ELEKTRIČNA PREVODNOST MEDU	24
2.11	DOLOČANJE BOTANIČNEGA POREKLA MEDU	25
2.11.1	Pelodna analiza	25
2.11.2	Senzorična analiza	25

2.11.3	Fizikalno-kemijska analiza	26
2.11.3.1	Specifična električna prevodnost (χ) in specifični kot zasuka ($[\alpha]_D^{20}$)	26
3	MATERIALI IN METODE	27
3.1	VZOREC	27
3.2	FIZIKALNO – KEMIJSKE METODE	28
3.2.1	Merjenje specifičnega kota zasuka medu s polarimetrom	28
3.2.2	Določanje vsebnosti vode v medu	29
3.2.3	Merjenje specifične električne prevodnosti medu	30
3.3	STATISTIČNA ANALIZA	31
3.3.1	Osnovni statistični parametri	32
3.3.1.1	Povprečna vrednost ali aritmetična sredina	32
3.3.1.2	Standardni odklon ali standardna deviacija	32
3.3.1.3	Koeficient variabilnosti ali variacije	32
3.3.2	Večvzorčna analiza ene spremenljivke	33
3.3.2.1	Analiza variance (ANOVA)	33
3.3.2.2	Duncanov test	33
3.3.3	Analiza povezanosti dveh spremenljivk	34
3.3.3.1	Pearsonov koeficient korelacije (R)	34
3.3.3.2	Koeficient determinacije (R^2)	35
4	REZULTATI	36
4.1	PREVERJANJE PONOVLJIVOSTI METODE DOLOČANJA $[\alpha]_D^{20}$ MEDU	36
4.2	PRIMERJAVA MED VRSTAMI MEDU	37
4.2.1	Primerjava $[\alpha]_D^{20}$ med vrstami medu	37
4.2.1.1	Statistična analiza $[\alpha]_D^{20}$ med vrstami medu	39
4.2.2	Primerjava χ med vrstami medu	40
4.2.2.1	Statistična analiza χ med vrstami medu	41
4.3	PRIMERJAVA MEDU DVEH RAZLIČNIH LETNIKOV	42
4.3.1	Primerjava $[\alpha]_D^{20}$ v medu dveh različnih letnikov	45
4.3.1.1	Statistična analiza $[\alpha]_D^{20}$ v medu dveh različnih letnikov	45
4.3.2	Primerjava χ v medu dveh različnih letnikov	46
4.3.2.1	Statistična analiza χ v medu dveh različnih letnikov	48
4.4	ZVEZA MED SPECIFIČNIM KOTOM ZASUKA ($[\alpha]_D^{20}$) IN SPECIFIČNO ELEKTRIČNO PREVODNOSTJO (χ)	49
4.5	PRIMERJAVA S TUJIMI PODATKI	55
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	56
5.1	RAZPRAVA	56
5.2	SKLEPI	59
6	POVZETEK	61
7	VIRI	63
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Pregl. 1. Povprečne vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov v poljskem nektarnem in maninem medu (Popek, 2002).....	4
Pregl. 2. Povprečne vrednosti fizikalno-kemijskih karakteristik slovenskega medu (Golob in Plestenjak, 1999a).....	9
Pregl. 3. Minimalne oz. maksimalne vrednosti nekaterih parametrov v posameznih vrstah medu (Pravilnik o medu, 2004).....	10
Pregl. 4. Identificirani sladkorji v medu (Doner, 2003; Kasenburger, 2006).....	12
Pregl. 5. Vsebnost različnih sladkorjev, skupna vsebnost fruktoze in glukoze, razmerje med fruktozo in glukozo ter vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) v različnih vrstah slovenskega medu (Kasenburger, 2006).....	14
Pregl. 6. Vsebnost različnih sladkorjev, skupna vsebnost fruktoze in glukoze, razmerje med fruktozo in glukozo ter vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) v različnih vrstah italijanskega medu (Persano Oddo in Piro, 2004).....	14
Pregl. 7. Vsebnost saharoze in maltoze ter vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) v različnih vrstah slovenskega medu (Kasenburger, 2006).....	16
Pregl. 8. Vsebnost saharoze in maltoze ter vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) v različnih vrstah italijanskega medu (Persano Oddo in sod., 1995).....	16
Pregl. 9. Vsebnost melecitoze, maltotrioze in erloze ter vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) v različnih vrstah slovenskega medu (Kasenburger, 2006).....	17
Pregl. 10. Povprečna encimska aktivnost v medu (Belitz in Grosch, 1999).....	18
Pregl. 11. Vrste medu, število značilnih in neznačilnih vzorcev ter skupno število vzorcev slovenskega medu, letnika 2004 in 2005.....	27
Pregl. 12. Vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) za posamezne paralelne določitve v testnem vzorcu (G48).....	36
Pregl. 13. Povprečna vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) šestih paralelk in pripadajoč standardni odklon, minimalna in maksimalna vrednost ter koeficient variabilnosti v testnem vzorcu (G48).....	37

Pregl. 14. Povprečna vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) in nekateri statistični parametri izbranih vzorcev slovenskih vrst medu.....	38
Pregl. 15. Povprečna vrednost χ (mS/cm) in nekateri statistični parametri izbranih vzorcev slovenskih vrstah medu (Novak, 2006; Ocepek, 2005; Lilek, 2008).....	40
Pregl. 16. Povprečna vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) in nekateri statistični parametri izbranih vzorcev slovenskih vrst medu, letnikov 2004 in 2005.....	43
Pregl. 17. Povprečna vrednost χ (mS/cm) in nekateri statistični parametri izbranih vzorcev slovenskih vrst medu, letnikov 2004 in 2005.....	46
Pregl. 18. Povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) in χ (mS/cm) glede na vrsto medu v izbranih vzorcih slovenskega medu.....	50
Pregl. 19. Analiza determinacijskega koeficienta s testom t.....	53
Pregl. 20. Analiza determinacijskega koeficienta s testom t.....	54
Pregl. 21. Povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) v različnih vrstah medu različnega geografskega porekla.....	55

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1. Shematski prikaz hidrolize saharoze (Klofutar, 1993).....	15
Slika 2. Shematski prikaz polarimetra po Lippichu (Breznik in sod., 2001).....	20
Slika 3. Mutarotacijsko ravnotežje v primeru D-glukoze (Breznik in sod., 2001; Kemija : (leksikon), 2004).....	22
Slika 4. Povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) za posamezne slovenske vrste medu.....	38
Slika 5. Povprečne vrednosti χ (mS/cm) za posamezne slovenske vrste medu.....	41
Slika 6. Povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) v slovenskih vrstah medu, letnikov 2004 in 2005.....	44
Slika 7. Povprečne vrednosti χ (mS/cm) v slovenskih vrstah medu, letnikov 2004 in 2005.....	47
Slika 8. Razsevni diagram $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) in χ (mS/cm) za vse analizirane vzorce slovenskega medu.....	49
Slika 9. Razporeditev posameznih vrst medu glede na izmerjene $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) in χ (mS/cm) v izbranih vzorcih slovenskega medu.....	50
Slika 10. Linearna zveza med vrednostmi $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) in χ (mS/cm) za 175 vzorcev sedmih vrst slovenskega medu.....	52
Slika 11. Linearna zveza med vrednostmi $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) in χ (mS/cm) za 128 selektivno izbranih vzorcev slovenskega medu.....	54

KAZALO PRILOG

- Priloga A1. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega akacijevga medu, letnikov 2004 in 2005
- Priloga A2. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega cvetličnega medu, letnikov 2004 in 2005
- Priloga A3. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega lipovega medu, letnikov 2004 in 2005
- Priloga A4. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega kostanjevega medu letnikov 2004 in 2005
- Priloga A5. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega gozdnega medu, letnikov 2004 in 2005
- Priloga A6. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega smrekovega medu, letnikov 2004 in 2005
- Priloga A7. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega hojevega medu, letnikov 2004 in 2005
- Priloga B1. Duncanov test za vrednost $[\alpha]_D^{20}$ v posamezni vrsti slovenskega medu
- Priloga B2. Duncanov test za vrednost χ v posamezni vrsti slovenskega medu

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

$[\alpha]$	kot zasuka linearno polarizirane svetlobe ($^{\circ}$)
$[\alpha]_D^{20}$	specifični kot zasuka linearno polarizirane svetlobe pri valovni dolžini natrijeve D linije in pri 20 $^{\circ}$ C vodne raztopine ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)
KV	koeficient variabilnosti
$^{\circ}$	kotna stopinja
χ	specifična električna prevodnost (mS/cm)
mS/cm	mili Siemens/centimeter
(-)	levosučna spojina
n	število statističnih enot
% SS	odstotek suhe snovi
(+)	desnosučna spojina
\leftrightarrow	ravnotežna reakcija
R	Pearsonov koeficient korelacije
R ²	koeficient determinacije
\rightarrow	smer poteka reakcije
SD	standardna deviacija
št.	zaporedna številka
\bar{x}	povprečna vrednost
x _{max}	največja vrednost
x _{min}	najmanjša vrednost

okrajšave za vrste medu:

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

1 UVOD

Čebela je s svojimi proizvodi zanimala človeka že od nekdaj in med je prav gotovo prvi čebelji proizvod, ki ga je človek izkoriščal že v pradavnini. Med je bil zelo cenjen, dokler ljudje niso poznali sladkorja, ki ga s tehnološkim procesom pridobivamo iz sladkornega trsja in sladkorne pese. V novejšem času je med spet dobil svoje pravo mesto v prehrani, saj jo bogati s snovmi, ki jih sladkor ne vsebuje.

Med je naravni čebelji pridelek, ki poleg sladkorjev vsebuje še beljakovine, organske kisline, minerale, vitamine, encime, flavonoide, protibakterijske snovi in vodo. Surovino za med, to je nektar in mano, nabirajo čebele na rastlinah. Nektar izvira iz cvetov ali drugih izločkov živih rastlinskih delov. Mana pa je pridobljena iz izločkov insektov (*Hemiptera*) na živih delih rastlin ali izločkov živih delov rastlin (Meglič, 2004; Pravilnik o medu, 2004).

Vse raztopine sladkorjev imajo lastnost, da sučejo ravnino polarizirane svetlobe. Med je raztopina različnih sladkorjev, zato je zanj značilen specifični kot zasuka ($[\alpha]_D^{20}$), ki je odvisen od vrste in količine sladkorjev. Glavna sladkorja, prisotna v medu, sta fruktoza, ki ima negativen, ter glukoza, ki ima pozitiven $[\alpha]_D^{20}$. Di- in trisaharidi, prisotni v medu, imajo pozitiven $[\alpha]_D^{20}$. Vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ so tako odvisne od botaničnega porekla, torej od sestave nektarja oziroma mane.

1.1 NAMEN DELA

Namen diplomskega dela je bil uporabiti metodo za določanje $[\alpha]_D^{20}$ medu, ki jo predpisuje evropska komisija za med (International Honey Commission - IHC) ter analizirati večje število vzorcev različnih vrst slovenskega medu. Ugotoviti smo želeli, če je $[\alpha]_D^{20}$ medu primeren parameter za razlikovanje med nektarjevim in maninim medom. Nadalje smo želeli ugotoviti, če je možno na osnovi $[\alpha]_D^{20}$ razlikovati med vrstami medu znotraj maninih medov (gozdni, hojev in smrekov), znotraj nektarjevih medov (akacijev in cvetlični) ter znotraj mešanih medov (lipov in kostanjev). Eksperimentalne podatke smo statistično obdelali in jih primerjali s podatki specifične električne prevodnosti (χ) (dobljeni iz diplom Novak (2006), Ocepek (2005) in neobjavljenimi podatki Lilek (2008)) ter s podatki iz literature.

Pričakovali smo, da bomo z analizo več sto vzorcev medu slovenskega izvora ugotovili, da imajo različne vrste medu značilen $[\alpha]_D^{20}$. Medovi iz mane naj bi imeli pozitivne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$, medtem ko naj bi bile vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ medu iz nektarja negativne. Predvidevali smo, da bodo obstajale tudi razlike znotraj nektarnih in maninih vrst medu.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ČEBELE IN BIOLOŠKI NASTANEK MEDU

Čebele po zoološki sistematiki spadajo v skupino žuželk, ki je popolnoma prilagojena na cvetno pašo in obenem popolnoma odvisna od cvetov.

Za človeka koristna je v resnici le ena vrsta čebel – domača ali medonosna čebela (*Apis mellifera*). Sedanje evropske pasme medonosnih čebel so:

- severna temna čebela (*Apis mellifera mellifera*),
- italijanska čebela (*Apis mellifera ligustica*),
- makedonska čebela (*Apis mellifera macedonica*),
- in slovenska kranjska čebela (*Apis mellifera carnica*) (Stark, 1998).

Žuželke oprahujejo cvetove večine cvetlic, ki izločajo nektar. Mano izločajo listne uši, kaparji in škržati v obliki kapljic. Poleg nektarja in mane čebele nabirajo še druge sladke tekočine, denimo sokove poškodovanega sadja in grozdja. Večina cvetlic, ki čebelam ponujajo nektar, ima tudi cvetni prah, vendar so njihovi cvetovi različno bogati z njim (Božič, 1998).

Cvetlice imajo na dnu cveta žleze, ki izločajo nektar, to je vodna raztopina sladkorjev. Po rastlinah se običajno pretaka saharoza, poleg nje pa sta v nektarju pogostejši še glukoza in fruktoza. Sladkorji, ki jih cvetovi izločajo, so rezultat fotosinteze, ki poteka v zelenih delih rastlin. Tudi rast in zorenje cvetnega prahu v prašnikih sta odvisna od fotosintezne aktivnosti. Tako lahko pričakujemo, da je izločanje nektarja močno odvisno od fotosintezne aktivnosti rastlin. Večina medonosnih rastlin je odvisna od vremenskih razmer med svetlim delom dneva, zato običajno najbolje medijo v dopoldanskem času in okoli poldneva. Le redke rastline medijo v popoldanskem času (Božič, 1998).

Med iz mane ali gozdni med je pridobljen iz izločkov kljunastih žuželk (listne uši, kaparji in škržati) ali izločkov živih delov rastlin (npr.: iglavci ob prehodu iglice iz vejice pogosto izločajo drevesni sok). Red kljunastih žuželk (*Rynchota*) ima značilnem ustni aparat, podobnem kljuncu, ki ga žuželke zabodejo v lubje dreves in z njim prodrejo do sitastih cevok. Drevesni sok, ki je običajno pod določenim pritiskom, jim sam od sebe vdre v usta. Rastlinski sok, ki se pretaka po sitastih ceveh, vsebuje 10 do 30 % suhe snovi. Majhen delež predstavljajo mineralne snovi (1 – 3 %), beljakovine (0,03 – 0,27 %), organske kisline in vitamini, glavnina pa pripada disaharidom saharozi in maltozi. Torej prevladujejo ogljikovi hidrati, katere telo žuželk izkoristi le nekaj odstotkov, ostale izloči bolj ali manj predelane v obliki drobnih kapljic – mane. Mana tako vsebuje predvsem enostavna sladkorja fruktozo in glukozo, lahko pa tudi nekatere višje sladkorje kot sta melicitoza in fruktomaltoza, ki sta rezultat spajanja enostavnih sladkorjev (Gregorc, 2002; Šivic, 1998).

Medičina, tj. nektar ali mana, je preveč vodena za shranjevanje v celicah. Veliko količino vode iz medičine je treba odstraniti, preden nastane pravi med, primeren za skladiščenje v celicah satja. Sledi zgoščevanje in dozorevanje medu v panju. Pri tem v medičino, preko čebeljih žlez, prihajajo različni hidrolitični encimi, saj čebele osušujejo med tako, da

posesajo kapljico medičine v golšo in nato spustijo sladke kapljice na konico rilčka. Ta postopek je ponavljajoč in traja približno 20 minut. Pri tem prihaja do kemičnih sprememb, vidnih zlasti pri ogljikovih hidratih. Invertirajoči encimi spremenijo sladkorni spekter izhodnega materiala v obliko, ki je značilna za dozorel med, pravita Božnar in Senegačnik (1998).

Med se loči po geografskem in rastlinskem izvoru, po načinu pridobivanja in tudi po letnem času, v katerem je bil pridobljen. Različne vrste medu so dobile imena po rastlinah, na katerih nabirajo čebele medičino. Pri nas so predvsem poznani akacijev, cvetlični, lipov, kostanjev, gozdni, smrekov, hojev in škržatov med.

Vsaka posamezna vrsta se od drugih razlikuje po senzoričnih lastnostih, torej po barvi, okusu in vonju. Razlikujemo svetel, srednje svetel in temen med. Znane so vrste, ki so skoraj brez barve, svetle in prozorne kot voda. Med temne barve vsebuje več mineralnih snovi. Vrsto medu določamo tudi po vonju. Nekatere imajo zelo nežen vonj, prijeten vonj, dobimo pa tudi medove z neprijetnim vonjem. Vendar ima večina naravnih medov zelo prijeten okus in vonj (Adamič in sod., 1984).

2.2 IZVOR MEDU

Med je gosto tekoče ali kristalizirano živilo, ki so ga proizvedle 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 ali izločkov živih delov rastlin (Božnar in Senegačnik, 1998; Pravilnik o medu, 2004).

2.2.1 Nektar

Nektar je od 5 do 40 % vodna raztopina sladkorjev, ki jo izločajo posebne žleze cvetočih rastlin, imenovane medovniki (Gregorc, 2002).

Izločanje nektarja je odvisno od vrste rastlin, tal, vremenskih razmer itd. Čim večja je količina nektarja in čim večja je vsebnost sladkorjev v njem, tem raje čebele obiskujejo take rastline. Izvor nektarja je mogoče določiti z analizo cvetnega prahu (Meglič, 2004).

Kakovost in količino nektarja ocenjujemo s tako imenovano sladkorno vrednostjo, tj. zmnožkom iz koncentracije sladkorja (v %) in količine (v mg), izločene v 24 urah. Ta način ugotavljanja sladkorne vrednosti je precej nezanesljiv. Poleg vode (28 do 79 %) in sladkorjev (3 do 72 %) vsebuje nektar v majhnih količinah tudi beljakovine (manj kot 0,2 %), rudninske snovi, eterična olja, organske kisline, barvila in zrnca cvetnega prahu (Božnar in Senegačnik, 1998).

Vsaka vrsta nektarja ima tipično vsebnost sladkorjev. Najpomembnejši sladkorji v nektarju so saharoza, fruktoza in glukoza v različnih medsebojnih razmerjih, to pa nakazuje na

izvor nektarja. V večini medov iz nektarja je vsebnost fruktoze večja od vsebnosti glukoze (Meglič, 2004; Božnar in Senegačnik, 1998).

Med cvetličnega izvora ima vonj in aromo cvetlice iz katere izhaja. Običajno je okus slajši in barva je svetlejša kot pri medovih iz mane. K medovom iz nektarja prištevamo akacijev, cvetlični, kostanjev in lipov med (Božnar, 1999).

2.2.2 Mana

Mana je sladka vodna raztopina, ki jo izločajo listne uši, kaparji in škržati ali pa je izloček živih delov rastlin. Sveža mana je bistra in ima povprečno vrednost suhe snovi 5 do 18 % pri pH 5,1 do 7,9. Večji delež v suhi snovi predstavljajo sladkorji (90 do 95 %), manjši pa mineralne snovi (1-3 %), dušik (0,2 – 1,8 %), organske kisline in vitamini (Božnar in Senegačnik, 1998; Pravilnik o medu, 2004).

Mana vsebuje različne sladkorje, ki so v floemskem soku. Pod vplivom encimov iz prebavnih sokov sesajočih insektov pa nastajajo tudi povsem drugi sladkorji, kot so v floemskem soku. Encimi invertirajo in razstavljajo sladkorje. Drugi, »prenosni« encimi pa po potrebi sestavljajo nove, drugačne sladkorje, kar imenujemo transglukozidacija in transfruktozidacija. Pri tem najpogosteje nastajajo sestavljeni sladkorji. Na ta način, iz disaharida saharoze v floemskem soku po pripojitvi molekule glukoze, nastane nov trisaharid melecitoza, ki povzroča, da iz mane nastali med v satju hitro kristalizira. V primeru, ko je melecitoze preveč, govorimo o »cementnem medu«, ker ga ni moč iztočiti iz satja. Sladkorni spekter je pri različnih povzročiteljih značilen in ni odvisen od gostiteljske rastline, pa tudi ne od drugih zunanjih vplivov (Božnar in Senegačnik, 1998).

Med iz mane je bolj moten in temnejši kot med iz nektarja ter bolj adheziven. Od cvetličnega medu se razlikuje tudi po gostoti in sestavi. K medovom iz mane prištevamo gozdni, smrekov in hojev med (Božnar, 1999).

Preglednica 1: Povprečne vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov v poljskem nektarnem in maninem medu (Popek, 2002)

Parametri	Med in njegov izvor	
	med iz nektarja	med iz mane
električna prevodnost ($\text{Scm}^{-1}10^{-4}$)	2,19	9,97
pepel (g/100 g)	0,10	0,56
voda (g/100 g)	17,68	16,10
pH	3,75	4,24
skupne kisline (miliekvivalenti/kg)	1,38	3,53
skupni sladkorji (g/100 g)	84,02	73,19
reducirajoči sladkorji (g/100 g)	77,28	69,07
saharoza (g/100 g)	6,13	3,89
viskoznost (mPas)	1,75	1,59

Primerjava med povprečno sestavo medu iz mane in nektarja nakazuje, da ima med iz mane manjšo vsebnost fruktoze in glukoze ter večjo vsebnost oligosaharidov. Vsebuje več pepela in ima večjo vsebnost skupnih kislin. Višja je tudi vrednost pH in električne prevodnosti.

2.3 VRSTE MEDU

Različne vrste medu so dobile ime po rastlinah, na katerih čebele nabirajo medicino, torej nektar ali mano. Upoštevajoč, koliko različnim rastlinskim vrstam pripada medicina, pa medove uvrščamo med sortne, v katerih prevladuje ena rastlinska vrsta (akacijeva, lipova, kostanjeva, smrekova in hojeva) in nesortne oz. mešane, v katerih sta dve rastlinski vrsti ali več (cvetlična in gozdna).

Za cvetlični in gozdni med (nesortni med) je pri nas značilno, da ga čebele ne nabirajo samo na eni in isti vrsti rastlin, temveč na različnih rastlinah, tako da je tudi njegova sestava lahko precej različna. Zato imajo nesortni medovi različen okus, barvo in vonj. (Božnar in Senegačnik, 1998).

Medu, ki ga čebele naberejo na cvetočih rastlinah pravimo nektarni med (akacijev in cvetlični). Pri nas imajo čebele dobro pašo tudi na različnih manah (gozdna, smrekova in hojeva). Vrsti medu (lipa in kostanj) pa sta po izvoru mešani - vsebujeta nektar in mano (Božnar in Senegačnik, 1998).

V preiskavo smo vključili 7 najbolj zastopanih vrst slovenskega medu: akacijev, cvetlični, lipov, kostanjev, gozdni, smrekov in hojev med.

2.3.1 Akacijev med

Akacija ali robinija (*Robinia pseudoacacia* L.) najbolj obilno izloča medicino med vsemi medonosnimi drevesnimi vrstami in je hkrati ena izmed najbolj zanesljivih paš. Akacija najbolje medi v toplih krajih. Najboljši donosi so na Primorskem in v Pomurju. Tako največ akacije raste tam, kjer so vinogradi (Božič, 1998).

- Videz: skoraj brezbarven do svetlo rumen.
- Vonj: nežen, šibko sadežen, po akacijevem cvetju, razpoznavnost tega medu je dejansko odsotnost značilnega vonja.
- Okus: nežen, fin, sladek, po vanilijevih bonbonih, po sladkem sirupu, primerno kisel.
- Aroma: srednje intenzivna (Novak, 2006; Golob in sod., 2002).

V raziskavi, ki jo je opravila Kasenburgerjeva (2006), je bilo ugotovljeno, da akacijev med vsebuje 21,77 – 36,05 g/100 g glukoze, 33,35 – 45,10 g/100 g fruktoze in 1,92 – 8,28 g/100 g saharoze ter da je $F/G = 1,45$.

2.3.2 Cvetlični med

Travniška paša na medovitih rastlinah, kot so travniška kadulja (*Salvia pratensis* L.), materina dušica (*Thymus* L.), njivski grabljišč (*Knautia Arvensis* (L.) Coult.), navadna kokota (*Lotus corniculatus* L.), plazeča detelja (*Trifolium repens* L.), meteljka (*Medicago* sp. L.) in mnoge druge rastline, predstavljajo vir nektarja in cvetnega prahu, iz katerega čebele pridelujejo cvetlični med (Božič, 1998).

- Videz: Zelo raznolike barve, od rumene do rjave, odvisna od rastline in kontaminacije z mano.
- Vonj: Srednje do precej intenziven, sladkoben do kiselkast, zelo različen, prijeten, sadežen, po travniku, po detelji, zeliščem.
- Okus: Srednje do precej intenzivno sladek, zmerno do izrazito kisel, zelo različen.
- Aroma: Srednje do dokaj izrazita, prijetna, sadna, aromatična, po travi, po zeliščih, po cvetnem prahu rastlin, ki so ga nabrale čebele (Novak, 2006; Golob in sod., 2002).

Cvetlični med ima delno in nepravilno kristalizacijo. V raziskavi, ki jo je opravila Kasenburgerjeva (2006), je bilo ugotovljeno, da cvetlični med vsebuje 23,83 – 47,17 g/100 g glukoze, 29,75 – 39,23 g/100 g fruktoze in 1,31 – 4,35 g/100 g saharoze ter da je F/G = 1,14.

2.3.3 Lipov med

Lipa (*Tilia platyphyllos* Scop.) in lipovec (*T. Cordata* Mill.) raste v slovenskih listnatih gozdovih, zaslediti pa ju je tudi v parkih in drevoredih. Kljub precejšnji količini nektarja pa zaradi redkejšega pojavljanja lipe in lipovca govorimo o zmerni lipovi paši. Značilen je tudi pojav mane, najpogosteje je lipov med mešanica obeh (Božič, 1998).

- Videz: Barva v povprečju svetlo rumena, kremno bela z rumenim ali zelenim odtenkom, grobi kristali pri kristaliziranem medu.
- Vonj: Srednje do precej intenziven, po lipovem cvetju, po mentolu, po zdravilih oz. čistilih.
- Okus: Zelo sladek, po kislem in grenkem ni zaznave, obstojnost okusa zelo močna.
- Aroma: Srednje do precej intenzivna, po mentolu, po lipovem čaju (Lilek, 2008; Golob in sod., 2002).

V raziskavi, ki jo je opravila Žolnirjeva (2002), je bilo ugotovljeno, da lipov med vsebuje 29,50 – 39,30 g/100 g glukoze, 33,00 – 48,20 g/100 g fruktoze in 0,00 – 3,50 g/100 g saharoze ter da je F/G = 1,13.

2.3.4 Kostanjev med

Nekoliko manj obilna paša od akacije na območju Slovenije je paša na pravem kostanju (*Castanea sativa* Mill.). Moška in ženska socvetja predstavljajo najbogatejši vir cvetnega prahu in hkrati obilo nektarja. Med cvetenjem se pojavi tudi kostanjeva ušica (*Lachnus longipes* Dofour), ki izloča kostanjevo mano (Šivic, 1998).

- Videz: Jantarna barva, bolj ali manj temna, z rdečkastim ali zelenkastim odtenkom v tekočem, kristaliziran ima barvo kostanja.
- Vonj: Dokaj intenziven, zelo značilen, aromatičen, oster, rezek, trpek, rastlinski, zeliščen, po lesu, taninu, fenolu, grenak, po kuhani čičeriki, po mokrem kartonu.
- Okus: Malo sladek, primerno kisel, dokaj do zelo močno grenak, trpek, adstringent.
- Aroma: Intenzivna, zelo značilna, aromatična, ostra, rezka, trpka, se sklada s tipičnim vonjem (Novak, 2006; Golob in sod., 2002).

Kostanjev med kristalizira počasi, kristali pa so grobi. V raziskavi, ki jo je opravila Žolnirjeva (2002), je bilo ugotovljeno, da kostanjev med vsebuje 27,10 – 35,40 g/100 g glukoze, 36,40 – 48,90 g/100 g fruktoze in 0,00 g/100 g saharoze ter da je $F/G = 1,40$.

2.3.5 Gozdni med

Gozdni med predstavljajo čebelje paše na manah različnih iglavcev (hoja, smreka, macesen, bor) in listavcev (kostanj, lipa, hrast, javor, leska) (Božnar in Senegačnik, 1998).

- Videz: Barva je srednje do temno rjava z rdečkastim ali zelenkastim odtenkom, zelo intenzivna.
- Vonj: Srednje intenziven, smolnat, po mleku v prahu, sirupu.
- Okus: Srednje do močno sladek, neizrazito kisel, lahko malo grenak.
- Aroma: Srednje do močno intenzivna, po smoli, zeliščih, brez kakršnih pookusov (Lilek, 2008; Golob in sod., 2002).

V raziskavi, ki jo je opravila Kasenburgerjeva (2006), je bilo ugotovljeno, da slovenski gozdni med vsebuje 23,05 – 31,22 g/100 g glukoze, 24,64 – 36,74 g/100 g fruktoze in 1,71 – 5,61 g/100 g saharoze. Ugotovljeno je bilo še, da slovenski gozdni med vsebuje več erloze, maltoze in gentibioze z izomaltozo od smrekovega medu, medtem ko vsebuje manj melecitoze (2,33 g/100 g) v primerjavi s smrekovim medom (Kasenburger, 2006).

2.3.6 Smrekov med

Čebelja paša na navadni smreki (*Picea excelsa* Link.) predstavlja v Sloveniji precej pogost in izdaten vir mane. Mano povzročajo veliki (*Physokermes piceae* Schrk.) in mali (*Physokermes hemicryptus* Schrk.) smrekov kapar, ter velika črna (*Cinara piceae* Panz.), rdeče rjava puhasta (*Cinnara pilicornis* Htg.), zeleno progasta (*Cinara cistana* Bckt.), sivo zelena lisasta (*Cinara pruinosa* Htg.) in močno puhasta smrekova ušica (*Lachniella costata* Zett.) (Šivic, 1998).

- Videz: Barva sijoča, srednje do temno jantarna z rdečim odtenkom.
- Vonj: Zelo nežen, smolnat, tudi neznačilen vonj po postanem in plesni, ki je srednje do močno intenziven.
- Okus: Srednje sladek, s šibkim pookusom po kislem, ki je srednje obstojen.
- Aroma: Slabo do srednje intenzivna, po sirupu proti kašlju, po smoli, tudi neznačilna aroma po kavi, po živalih (Lilek, 2008; Golob in sod., 2002).

V raziskavi, ki jo je opravila Kasenburgerjeva (2006), je bilo ugotovljeno, da vsebuje slovenski smrekov med 23,03 – 31,36 g/100 g glukoze, 27,99 – 43,18 g/100 g fruktoze in 1,12 – 3,78 g/100 g saharoze. Ugotovljeno je bilo še, da je nekoliko višje razmerje med fruktozo in glukozo (1,36) v smrekovem medu kot v gozdnem medu (1,16). Smrekov med vsebuje tudi več melecitoze (2,72 g/ 100 g) v primerjavi z gozdnim medom.

2.3.7 Hojev med

Drugo najpomembnejšo drevesno vrsto za slovensko čebelarstvo predstavlja navadna jelka ali hoja (*Abies alba* Mill.). Mano nabrano na hoji izločajo zelena (*Cinara pectinatae* Noerdl), velika rjava (*Todalachnus abieticola* Chol.) in brstna (*Mindarus abietinus* Koch), hojeva ušica, ter mali hojev kapar (*Physokermes* Dalm.). Izrazito dobre letine so sicer redke, vendar izdatnejše kot na kateri koli drugi rastlini (Šivic, 1998).

- Videz: Barva od rjavo-rdeče do sivo-rjave z značilnim zelenkastim odtenkom.
- Vonj: Po smoli, spominjal na vonj po mleku v prahu, srednje do močno intenziven.
- Okus: Precej sladek, kisel in grenak okus sta neznačilna.
- Aroma: Srednje do močno intenzivna, karakteristična po smoli, po mleku v prahu, po karamelu (Lilek, 2008; Golob in sod., 2002).

Običajno kristalizira počasi. Hojevec, ki je temne barve, vsebuje dosti več rudninskih snovi kot druge svetlejšje barve (Božnar in Senegačnik, 1998). V raziskavi, ki jo je opravila Žolnirjeva (2002), je bilo ugotovljeno, da hojev med vsebuje 23,60 – 29,60 g/100 g glukoze, 28,10 – 35,00 g/100 g fruktoze in 0,00 g/100 g saharoze ter da je F/G = 1,19.

2.4 SESTAVA MEDU

Med je sestavljen iz različnih sladkorjev (75-80 %), vode (17 %) in drugih snovi (okoli 6 %). Zaradi sladkorjev je med sladek, zaradi vode je tekoč, druge snovi pa vplivajo na značilnosti posameznih vrst medu, kot so barva, vonj in okus. Te so v medu v manjših količinah, so pa to mineralne snovi (0,1-1,5 %), vitamini, encimi, hormoni, inhibiti (snovi, ki zavirajo razvoj bakterij), organske kisline (0,1-1 %), beljakovine (0,2-2 %), flavonoidi, lipidi, polifenoli in elementi v sledovih (Adamič in sod., 1984; Božnar, 2003).

Preglednica 2: Povprečne vrednosti fizikalno-kemijskih karakteristik slovenskega medu (Golob in Plestenjak, 1999a)

Parametri	Povprečne vrednosti slovenskega medu (Golob in Plestenjak, 1999a)
voda (g/100 g)	16,05
pepel (g/100 g)	0,40
suha snov (g/100 g)	0,03
električna prevodnost (mS/cm)	0,84
pH	4,41
skupne kisline (mmol/kg)	25,46
HMF (mg/kg)	4,48
diastazno število	14,25
fruktoza (g/100 g)	39,51
glukoza (g/100 g)	29,35
saharoza (g/100 g)	1,86
melecitoza (g/100 g)	6,98
F+G (g/100 g)	68,85
F/G	1,35

2.5 DOLOČILA PRAVILNIKA O MEDU

Pravilnik o medu (2004) določa pogoje za minimalno kakovost, ki jih mora med za prodajo izpolnjevati kot predpakirano živilo.

Po Pravilniku o medu (2004) je med naravna sladka snov, ki ga izdelujejo čebele *Apis mellifera*, iz nektarja cvetov ali izločkov iz živih delov rastlin ali izločkov na živih delih rastlin, ki jih čebele zberejo, predelajo z določenimi lastnimi snovmi, ga shranijo, posušijo in pustijo dozoreti v satju.

Med, ki se uporablja za prodajo ali je namenjen za uporabo v kateremkoli živilu, namenjenemu za prehrano ljudi, ne sme vsebovati nobenih dodanih sestavin, vključno z aditivi za živila, niti nobenih drugih dodatkov (Pravilnik o medu, 2004).

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

Osnovne kakovostne parametre o sestavi medu navaja Pravilnik o medu (2004) in so podani v preglednici 3. Pravilnik je usklajen z evropsko zakonodajo (Council directive, 2002).

Preglednica 3: Minimalne oz. maksimalne vrednosti nekaterih parametrov v posameznih vrstah medu (Pravilnik o medu, 2004)

Parametri	Vrsta medu	Količina	
		min	max
vsebnost fruktoze in glukoze(vsota) (g/100 g)	cvetlični	60	-
	gozdni, mešanica gozdnega in cvetličnega	45	-
vsebnost saharoze (g/100 g)	splošno	-	5
	akacija, lucerna, francoski kovačnik, rdeči gumi	-	10
	sivka	-	15
vsebnost vode (g/100 g)	splošno	-	20
	resa in pekovski med	-	23
	splošno	-	25
	pekovski med iz rese	-	25
vsebnost v vodi netopnih snovi (g/100 g)	splošno	-	0,1
	prešan med	-	0,5
χ (mS/cm)	vse vrste razen izjem	-	0,8
	gozdni, kostanjev, smrekov in hojev ter njihove mešanice	0,8	-
proste kisline (miliekvivalenti/100 g)	splošno	-	50
	pekovski med	-	80
diastazno število	splošno	8	-
	med z majhno naravno vsebnostjo encimov	3	-
HMF (mg/kg)	splošno	-	40

2.6 OGLJIKOVI HIDRATI

Ogljikovi hidrati so najbolj razširjene organske spojine in so bistven sestavni del živih organizmov (Tišler, 1991).

Ime ogljikovi hidrati sega v zgodovino. Prvotne raziskave so pokazale, da imajo določene spojine, izolirane iz naravnih materialov splošno formulo $C_n(H_2O)_m$ (vrednosti n in m sta enaki ali pa sta si zelo blizu) in so torej hidrati ogljika. Kasneje so odkrili še številne druge spojine, ki po lastnostih spadajo med ogljikove hidrate, njihove formule pa ne ustrezajo omenjeni splošni formuli (npr. dezoksi- in amino sladkorji, sladkorne kisline itd.). Danes klasificiramo ogljikove hidrate kot polihidroksi spojine, ki imajo v molekuli aldehidno ali keto skupino ali pa take skupine nastanejo pri hidrolizi (Kemija: (leksikon), 2004; Tišler, 1991).

Ogljikovi hidrati so poglavitni vir energije, ki je potrebna za normalno delovanje celic, poleg tega pa surovina, iz katere lahko v živi celici posredno ali neposredno nastanejo vse druge organske sestavine. Vsa živila, razen redkih izjem, vsebujejo ogljikove hidrate, od preprostih monosaharidov do polisaharidov, najpogosteje pa so v živilih prisotne kompleksne mešanice (Tišler, 1991).

Prisotnost in zastopanost posameznih ogljikovih hidratov v živilu, določa lastnosti, kakovost, sprejemljivost, obstojnost in energijsko vrednost živil (Plestenjak, 1993).

Ogljikove hidrate delimo v štiri velike skupine, ki temeljijo na njihovi kemijski strukturi in stopnji polimerizacije (Tišler, 1991):

- monosaharide - zgrajeni iz ene monosaharidne enote (npr. glukoza, fruktoza, galaktoza),
- disaharide - zgrajeni iz dveh monosaharidnih enot (npr. saharoza, maltoza, laktoza),
- oligosaharide - zgrajeni iz največ devetih monosaharidnih enot (npr. maltotrioza, melecitoza, erloza),
- polisaharide - zgrajeni iz več kot devetih monosaharidnih enot (npr. škrob, glikogen, celuloza).

2.6.1 Sladkorji v medu

Sladkorji, ki jih vsebuje med, spadajo med enostavno zgrajene ogljikove hidrate. Med vsebuje od 33 do 42 % fruktoze, 27 do 36 % glukoze in 1 do 4 % saharoze. Vse tri snovi so v naravi zelo razširjene. Njihovo razmerje pa je v medu različno in delno odvisno od sorte medu, nekoliko pa tudi od učinkovitosti encima invertaze (imenovane tudi saharaze), ki saharozo cepi v ustrezno, količinsko izenačeno mešanico glukoze in fruktoze. Razmerje in količina ogljikovih hidratov v medu sta odvisna tudi od sestave in intenzivnosti izločanja nektarja, klimatskih razmer, vrste čebel, fiziološkega stanja ter nenazadnje od moči čebelje družine (Božnar in Senegačnik, 1998).

Preglednica 4: Identificirani sladkorji v medu (Doner, 2003; Kasenburger, 2006)

	Identificirani sladkorji
monosaharidi	fruktoza, glukoza
disaharidi	saharoza, maltoza, maltuloza, izomaltoza, nigerioza, turanoza, kojibioza, laminaribioza, α , β – trehaloza, gentibioza, palatinoza, celibioza
trisaharidi	melecitoza, maltotrioza, izomaltotrioza, 3- α -izomaltozil glukoza, 1-kestoza, panoza, izopanoza, erloza, teanderoza, centoza, laminaritrioza, rafinoza
višji saharidi	izomaltotrehaloza, izomaltopentaoza

Doner (2003) pojasnjuje nastanek nekaterih sladkorjev zaradi delovanja čebeljih encimov med samim procesom nastajanja medu. Prav tako pojasnjuje, da so kisline v medu odgovorne za nastanek nekaterih sladkorjev.

Med iz nektarja vsebuje povprečno 83,9 g monosaharidov, 12,5 g disaharidov in 3,6 g trisaharidov na 100 g vseh saharidov oz. v 100 g nektarnega medu je skupno 78,95 g sladkorja. Med iz mane pa vsebuje v povprečju 77,2 g monosaharidov, 12,2 g disaharidov in 10,6 g trisaharidov na 100 g vseh saharidov oz. v 100 g maninega medu je skupno 79,74 g sladkorja (Kasenburger, 2006)

Med iz nektarja vsebuje več monosaharidov, glukoze in fruktoze, posledično tudi več invertnega sladkorja oz. reducirajočega sladkorja, zato ima med iz nektarja večje razmerje F/G kot med iz mane. Od di- in trisaharidov vsebuje med iz nektarja več le saharoze, maltoze in maltotrioze ter zelo majhno količino rafinoze in melecitoze. Ostalih di- in trisaharidov vsebuje več med iz mane, predvsem melecitoze (Kasenburger, 2006).

2.6.1.2 Monosaharidi

Monosaharidi so najenostavnejši sladkorji v medu. Sestavljeni so iz 2 do 6 ogljikovih atomov, 1 karbonilne (C=O) in več hidroksilnih (OH) skupin. Lahko so aldoze (polihidroksialdehidi) ali ketoze (polihidroksiketoni). Glede na število ogljikovih atomov v molekuli monosaharidov, razlikujemo bioze z dvema ogljikovima atomoma, trioze s tremi, tetraze s štirimi, pentoze s petimi in heksoze s šestimi ogljikovimi atomi. S kemičnega in biološkega vidika so najpomembnejše heksoze s kemično formulo $C_6H_{12}O_6$, ki so pretežno aldoheksoze, kot na primer glukoza, manoza in galaktoza. Pomembna ketoheksoza je fruktoza (Klofutar, 1993; Nelson in Cox, 2000).

Plestenjakova (1986) in Klofutar (1993) opisujeta, da imajo monosaharidi karakteristično temperaturo tališča in karakteristično optično sučnost. Opisujeta tudi, da so kristali brez barve in vonja, v glavnem sladkega okusa. Navajata še, da polihidroksilni značaj omogoča sladkorjem tvorbo vodikovih vezi, posledica tega pa je kristalizacija, pogosto tudi visoko tališče ter dobra topnost v vodi pri nizkih temperaturah.

Glukoza: D(+) glukoza (dekstroza) je monosaharid sestavljena iz šestih ogljikovih atomov. Spada med aldoheksoze in je piranozne oblike. Med jo v povprečju vsebuje 34 %. Glukoza je slabše topna v vodi. Stabilna kristalna oblika je α -D glukoza monohidrat, ki kristalizira pri temperaturah nižjih od 50 °C. Viskoznost raztopine glukoze narašča s koncentracijo in pada s temperaturo. Vodna raztopina glukoze povzroči, da α -glukozna oblika (+ 112,2 °) mutarotira v β -glukozno obliko (+ 52,7 °). Glukoza suče ravnino polarizirane svetlobe v desno (Aurand in sod., 1987; Božnar in Senegačnik, 1998; Scott, 1993).

Povprečna vsebnost glukoze v posameznih vrstah medu se giblje od 26,95 g/100 g v smrekovem do 31,51 g/100 g v cvetličnem medu (Kasemburger, 2006).

Fruktoza: D(-) fruktoza (levuloza) je monosaharid sestavljen iz šestih ogljikovih atomov. Spada med ketoheksoze in je furanozne oblike. Med jo v povprečju vsebuje okrog 40 %. Je higroskopična, dobro topna v vodi in ne kristalizira hitro. Oblika β -D-fruktoze spremeni kot zasuka od -132 ° do -92 °, se pravi da mutarotira. Fruktoza suče ravnino polarizirane svetlobe v levo (Aurand in sod., 1987; Božnar in Senegačnik, 1998; Scott, 1993).

V vseh vrstah medu je v povprečju največ fruktoze. Povprečna vsebnost fruktoze v posameznih vrstah medu se giblje od 32 g/100 g v gozdnem do 39,29 g/100 g v akacijevem medu (Kasemburger, 2006).

Mešanica fruktoze in glukoze je invertni sladkor, ki predstavlja od 85 do 95 % vseh ogljikovih hidratov v medu. Med iz nektarja vsebuje okoli 65 do 80 % reducirajočih sladkorjev, medtem ko manin med 50 do 60 %.

Pravilniku o medu (2004) prav tako navaja, da medovi iz mane vsebujejo manj invertnega sladkorja (najmanj 45 g/100 g) kot medovi iz nektarja (najmanj 60 g/100 g). Največji delež invertnega sladkorja vsebuje akacijev, najmanj pa gozdni med (Kasemburger, 2006).

S senzoričnega in fizikalnega stališča je pomembno predvsem razmerje F/G. Za posamezno sorto medu je razmerje F/G karakteristično zaradi različne vsebnosti invertnega sladkorja. Ponavadi je v medu več fruktoze kot glukoze, tako da je v povprečju $F/G = 1,2/1$. Izjema so ogrščni, regratov in bršljanov med. To razmerje nam pomaga predvideti, kako hitro bo med kristaliziral. Večje kot je razmerje, več fruktoze vsebuje med glede na glukozo, torej bo stopnja kristalizacije manjša. Tak med bo ostal dlje časa tekoč (Božnar in Senegačnik, 1998; Scott, 1993).

Razmerje med fruktozo in glukozo je v vseh vrstah medu večje od ena. Največje razmerje F/G je pri akacijevem medu, povprečno 1,45, najnižje pa v cvetličnem 1,14 (Kasemberger, 2006).

Preglednica 5: Vsebnost različnih sladkorjev, skupna vsebnost fruktoze in glukoze, razmerje med fruktozo in glukozo ter vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ} \text{cm}^3/\text{g dm}$) v različnih vrstah slovenskega med (Kasemberger, 2006)

Parametri	Vrsta medu			
	akacijev	cvetlični	gozdni	smreka
fruktoza (g/100 g)	39,29	35,25	32,00	36,61
glukoza (g/100 g)	27,24	31,51	27,63	26,95
F+G (g/100 g)	66,53	65,76	59,63	63,56
F/G (g/100 g)	1,45	1,14	1,16	1,36
$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ} \text{cm}^3/\text{g dm}$)	-	-	-	-

- podatek ni naveden; F – fruktoza, G – glukozo, $[\alpha]_D^{20}$ – specifični kot zasuka

Iz preglednice 5 je razvidno, da je razmerje F/G tem višje, čim večja je vsebnost fruktoze in čim manjša je vsebnost glukoze. Višje razmerje med F/G vpliva na nizko stopnjo kristalizacije, zato akacijev med z visokim $F/G = 1,45$ sploh ne kristalizira.

Preglednica 6: Vsebnost različnih sladkorjev, skupna vsebnost fruktoze in glukoze, razmerje med fruktozo in glukozo ter vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ} \text{cm}^3/\text{g dm}$) v različnih vrstah italijanskega medu (Persano Oddo in Piro, 2004)

Parametri	Vrsta medu		
	akacijev	cvetlični	mana
fruktoza (g/100 g)	42,7	42,4	32,5
glukoza (g/100 g)	26,5	30,3	26,2
F+G (g/100 g)	69,2	72,7	58,7
F/G (g/100 g)	1,6	1,4	1,3
$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ} \text{cm}^3/\text{g dm}$)	-16,6	-20,1	+13,9

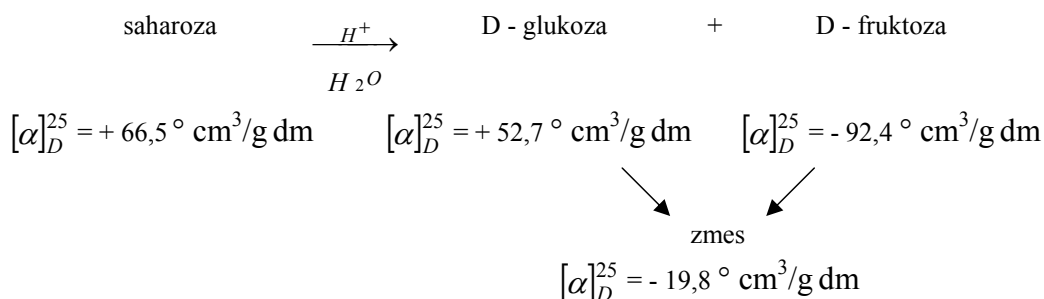
F – fruktoza, G – glukozo, $[\alpha]_D^{20}$ – specifični kot zasuka

Tudi Persano Oddo in Piro (2004) navajata, da je največje razmerje F/G (1,6) v akacijevem medu, medtem ko je najvišji $[\alpha]_D^{20}$ (+13,9) v medu iz mane (preglednica 6).

2.6.1.2 Disaharidi

Disaharidi so ogljikovi hidrati, katerih molekule so zgrajene iz dveh monosaharidnih enot (največkrat iz dveh heksoz). Bruto formula je $C_{12}H_{22}O_{11}$. V glikozidni vezi (1,2 ali 1,4), ki povezuje monosaharidni enoti, je udeležena vsaj ena hidroksilna skupina, ki je značilna za obročno strukturo monosaharida. Disaharid, pri katerem je ena acetalna skupina prosta (npr. maltoza), je še vedno reducent, tako kot vsi monosaharidi. V molekuli saharoze pa sta molekula glukoze in fruktoze povezani z 1,2-glikozidno vezjo. Torej sta z glikozidno vezjo povezani obe anomerni hidroksilni skupini, zato torej saharoza ni reducent (Kemija: (leksikon), 2004; Tišler, 1991). V medu najpomembnejša in najbolj zastopana disaharida sta saharoza in maltoza.

Saharoza: je disaharid, sestavljen iz dveh monosaharidov, D-glukopiranoze in D-fruktofuranoze, ki sta med seboj povezana z α -1,2 glikozidno vezjo. Polarizirano svetlobo suče v desno. Mešanica glukoze in fruktoze (invertni sladkor), ki nastane s hidrolizo saharoze, pa suče polarizirano svetlobo v levo (inverzija). Mutarotacije ne kaže (Kemija: (leksikon), 2004). Ker se pod vplivom čebeljega encima saharaze in vode razgradi, je njena vsebnost v medu nizka, v povprečju od 1-4 % (Božnar in Senegačnik, 1998). Pravilnik o medu (2004) dovoljuje do 5 % saharoze v medu iz nektarja. Izjeme so akacijev in sivkin med, kjer je dovoljeno do 10 oz. do 15 % saharoze. Pri visoki temperaturi skladiščenja, saharoza pod vplivom encima invertaze konvertira v fruktozo in glukozo, kar njeno vsebnost lahko tako zmanjša, da je ni več mogoče določiti.



Slika 1: Shematski prikaz hidrolize saharoze (Klofutar, 1993)

Povprečna vsebnost saharoze v posameznih vrstah medu se giblje od 2,52 g/100 g v smrekovem medu do 4,22 g/100 g v akacijevem medu (Kasenburger, 2006).

Maltoza: je reducirajoči disaharid, sestavljen iz dveh molekul glukoz, ki sta med seboj povezani z α -1,4 glikozidno vezjo. Maltoza je dobro topna v vodi. Med jo vsebuje do 7 g/100 g, več se je nahaja v medovih iz mane (Aurand s sod., 1987).

Povprečna vsebnost maltoze se giblje od 1,87 g/100 g v cvetličnem medu do 2,34 g/100 g v akacijevem medu (Kasenburger, 2006).

Preglednica 7: Vsebnost saharoze in maltoze ter vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm³/g dm) v različnih vrstah slovenskega medu (Kasemberger, 2006)

Parametri	Vrsta medu			
	akacijev	cvetlični	gozdni	smreka
saharoza (g/100 g)	4,22	2,71	3,54	2,52
maltoza (g/100 g)	2,34	1,87	2,20	1,93
$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)	-	-	-	-

- podatek ni naveden

Iz preglednice 7 je razvidno, da je največja vsebnost saharoze v akacijevem medu in največja vsebnost maltoze v cvetličnem medu.

Preglednica 8: Vsebnost saharoze in maltoze ter vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm³/g dm) v različnih vrstah italijanskega medu (Persano Oddo in sod., 1995)

Parametri	Vrsta medu		
	akacijev	cvetlični	mana
saharoza (g/100 g)	2,5	0,1	0,4
maltoza (g/100 g)	1,2	1,4	0,9
$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)	-17,0	-20,0	+14,0

Iz preglednice 8 je razvidno, da je največja vsebnost saharoze v akacijevem medu in največja vsebnost maltoze v cvetličnem medu. $[\alpha]_D^{20}$ pa je najvišji v medu iz mane.

2.6.1.3 Oligosaharidi

V oligosaharidih je z glikozidnimi vezmi vezanih največ devet monosaharidnih enot. Glede na število ogljikovih atomov v molekuli, jih delimo na trioze, tetraze, pentoze itd. V medu se nahajajo pretežno v obliki trisaharidov (predvsem melecitoza maltotrioza, in erloza) (Kemija: (leksikon), 2004; Božnar in Senegačnik, 1998).

Melecitoza: je trisaharid, sestavljen iz dveh molekul glukoze in ene molekule fruktoze, kjer fruktoza na vsaki strani povezuje molekulo glukoze. Melecitoza se v vodi raztaplja precej slabše kot glukoza, zato zelo hitro kristalizira. Je precej težja kot drugi sladkorji (njena molska masa znaša 504,4 g/mol). Čista melecitoza je bel prašek. Čebelar jo lahko prepozna, saj pada na dno panjev v obliki belih kristalčkov. Medovi z melecitozo se odlikujejo po tem, da so desnosučni. Najdemo jo v manah lipe, bora, macesna, jelke idr. Predvsem v suhih poletnih obdobjih, ko je medicidine zelo malo zaradi suše. Pri blagi hidrolizi razpade melecitoza v glukozo in turanozo (Kemija: (leksikon), 2004; Božnar in Senegačnik, 1998).

Največja povprečna vsebnost melecitoze je v smrekovem medu (2,72 g/100 g) (Kasemberger, 2006).

Maltotrioza: je trisaharid, sestavljen iz treh molekul glukoze. Glukozne enote so povezane z glikozidno vezjo (Tišler, 1991).

V povprečju smrekov med vsebuje največ maltotrioze, ki je 0,97 g/100 g (Kasemburger, 2006).

Erloza: je trisaharid, sestavljen iz dveh molekul glukoze in ene molekule fruktoze, med seboj povezane z glikozidno vezjo (Tišler, 1991).

Povprečna vsebnost erloze se giblje od 1,04 g/100 g v cvetličnem do 2,54 g/100 g v gozdnem medu (Kasemburger, 2006).

Preglednica 9: Vsebnost melecitoze, maltotrioze in erloze ter vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm³/g dm) v različnih vrstah slovenskega medu (Kasemburger, 2006)

Parametri	Vrsta medu			
	akacijev	cvetlični	gozdni	smreka
melecitoza (g/100 g)	*	*	2,33	2,72
maltotrioza (g/100 g)	0,73	0,66	0,86	0,97
erloza (g/100 g)	2,16	1,04	2,54	1,84
$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)	-	-	-	-

- podatek ni naveden; * zaznan sladkor

Iz preglednice 8 je razvidno, da je največja vsebnost melecitoze in maltotrioze v smrekovem medu ter erloze v gozdnem medu.

2.6.1.4 Polisaharidi

Polisaharidi so polimerne spojine, v katerih so monosaharidne enote povezane med seboj z glikozidnimi vezmi. V mnogih primerih je D-glukoza edini monosaharid, ki sestavlja polimerno molekulo (Klofutar, 1993). Polisaharidi so na primer glikogen, škrob in celuloza, katerih ni zaznati v naravnem medu. (Božnar in Senegačnik, 1998).

2.7 ENCIMI

Encimi so visoko specializirani proteini, ki katalizirajo specifične biokemične reakcije (Plestenjak, 1993). Encimi spadajo med najpomembnejše spojine v medu, predvsem zaradi vloge, ki jo imajo pri nastajanju medu iz raznih vrst medičine. Prehod le-te v med namreč omogočajo encimi iz čebeljih goltnih in slinskih žlez. Encimi izvirajo deloma iz nektarja, deloma iz mane oz. cvetnega prahu, zvečine pa iz čebeljih žlez. Podnebje, vlažnost, tla in vrsta rastlin vplivajo na količino encima v medičini (Božnar in Senegačnik, 1998). Zaradi njihove velike občutljivosti na toploto se encimi oz. njihova aktivnost uporablja za ugotavljanje pregretosti medu. Pravilnik o medu (2004) določa, da v medu po obdelavi in mešanju, aktivnost najbolj odpornega encima medu, diastaze, izražena kot diastazno

število ne sme biti manjša od 8. Pri medu z majhno naravno vsebnostjo encimov (npr. limonin med), pa mora biti diastazno število najmanj 3.

Božnar in Senegačnik (1998) ter Belitz in Grosch (1999) navajajo tri glavne encime v medu, to so: invertaza (glukozidaza), diastaza (amilaza) in glukoza oksidaza.

Preglednica 10: Povprečna encimska aktivnost v medu (Belitz in Grosch, 1999)

št.	Encim	Aktivnost	Opis aktivnosti
1.	invertaza (glukozidaza)	7,5 - 10	1 g saharoze/100 g medu hidrolizira v 1 h pri 40 °C
2.	diastaza (amilaza)	16 - 24	1 g škroba/100 g medu razpade v 1 h pri 40 °C
3.	glukoza oksidaza	80,8 - 210	1 µg H ₂ O ₂ nastane v 1g medu/h

Invertaza (saharaza ali glukozidaza): Spada v razred encimov hidrolaz in v podskupino glikozilaze. Invertaza delno izvira iz nektarja, večinoma pa iz čebelje sline. Njeno delovanje se začne v medičini in se močno okrepi pozneje v panju. S hidroliziranjem α -(1,2)-glikozidne vezi odceplja glukozo iz saharoze. Saharozo pretvarja v dva enojna sladkorja – glukozo (grozdni sladkor) in v fruktozo (sadni sladkor). Njuna zmes je invertni sladkor. Razpadanje saharoze v invertni sladkor pod vplivom invertaze se nadaljuje tudi, kadar med shranjujemo. Ima tudi transglukozidazno aktivnost. Rezultat te aktivnosti je nastanek oligosaharidov v medu, kot so maltoza, izomaltoza, erloza in izomaltotrioza. Ob obilni paši je moč opaziti, da med vsebuje več saharoze kot navadno. Vzrok temu je kratek čas delovanja invertaze na veliki količini medičine. Invertaza je izredno občutljiva na temperaturo. Oslabi že pri daljšem segrevanju na 45 °C, povsem pa se razkroji po krajšem segrevanju na 70 °C. Glede na to lahko že z dokazovanjem invertaze ugotovimo, ali imamo opravka z naravnim ali segretim medom (Božnar in Senegačnik, 1998; Molan, 1996).

Diastaza (α - in β -amilaze): Spada v razred encimov hidrolaz in v podskupino glikozilaze. V majhnih količinah se nahaja v nektarju. Diastaza oz. encima α - in β -amilaza sodelujeta pri razcepu velikih škrobnih molekul s hidroliziranjem α -(1,4)-glikozidne vezi do maltoze, ki sestoji iz dveh molekul glukoze. Diastazna aktivnost je odvisna od biološkega porekla medu kot tudi količine saharoze v hrani čebel, količine nektarja ter starosti čebel. Iz količine diastaze v medu lahko precej zanesljivo sklepamo o pristnosti oz. ponarejenosti medu. Diastaza je zelo občutljiva na toploto. Pri čezmernem segrevanju se večji del encima uniči že pri temperaturi nad 60 °C. Optimalna vrednost pH delovanja diastaze je med 5,3 in 5,6. Z odklikom vrednosti pH od optimuma se diastazna aktivnost zmanjšuje. (Božnar in Senegačnik, 1998; Yilmaz in Küfrevioğlu, 2001; Babacan in sod., 2002).

Glukoza - oksidaza: Spada k peroksidazam. Je encim, ki ga najdemo v čebeljem telesu in je odgovoren za antibakterijsko delovanje medu. Glukoza - oksidaza katalizira oksidacijo glukoze v medu preko D-glukonolaktone v D-glukonsko kislino, ki je glavna kislina v medu in vodikov peroksid - baktericidna snov. Optimalna vrednost pH delovanja encima je 6,1 (Božnar in Senegačnik, 1998; Belitz in sod., 2004).

2.8 KARAKTERISTIČNE LASTNOSTI MEDU

2.8.1 Kristalizacija medu

Nastanek in rast kristalov imenujemo kristalizacija. To je naraven pojav, ki je odvisen od vsebnosti sladkorjev v medu, količine vode, temperature in časa shranjevanja, prisotnosti kristalizacijskih jeder in postopkov pridobivanja medu. Hitreje kristalizirajo tiste vrste medu, ki vsebujejo več glukoze kot fruktoze npr. ogrščini in regratov med. Če pa je razmerje med fruktozo in glukozo večje kot 1 : 1,5, med ostane zelo dolgo tekoč, npr. akacijev med (Božnar, 2003).

V prid kristalizaciji medu, ki vsebuje veliko koncentracijo glukoze, govori dodatno tudi široko razmerje med glukozo in vodo v medu. Če to razmerje znaša 1,6 : 1, med še ne kristalizira, pri razmerju 2,16 : 1 že nastane mehka kristalizacija medu, pri vrednosti tega razmerja 2,24 : 1 pa se oblikujejo trdi kristali. Medovi navadne konsistence najpogosteje začno kristalizirati pri 14 °C, tisti z več vode (nad 18 %) pa pri nekoliko nižjih temperaturah (Božnar in Senegačnik, 1998).

Če želimo kristaliziran med utekočiniti, ga segrejemo na temperaturo do 40 °C. Reakcija je reverzibilna, to pomeni, da se lahko kristalizacija ponovno pojavi. Segrevanje medu negativno vpliva na kvaliteto medu – barva potemni, biološko aktivne snovi pa se uničijo (Božnar, 2003). Kristalizacijo lahko preprečimo s filtracijo, ultrazvokom in elektromagnetnimi valovi, vendar pri zadnjih dveh prihaja do mehaničnih poškodb glukoze in encimov (Božnar in Senegačnik, 1998).

2.8.2 Optične lastnosti medu

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

2.9 POLARIMETRIČNA ANALIZA

Polarimetrična analiza služi za določanje čistosti in koncentracije raztopin optično aktivnih snovi. Kot sukanja nihajne ravnine polarizirane svetlobe je odvisen od valovne dolžine svetlobe, dolžine poti žarka, temperature in koncentracije raztopine (Plestenjak, 1993).

Optična sučnost je lastnost optično aktivnih substanc, da pri prehodu skozi sučejo ravnino polarizacije linearno polarizirane svetlobe. Optično aktivne so organske spojine, ki

imajo v molekuli enega ali več asimetričnih centrov ali kak drug element asimetrije. Če je v vzorcu več optično aktivnih spojin, je optični zasuk vzorca enak vsoti optičnih zasukov posameznih komponent (Breznik in sod., 2001; James, 1995).

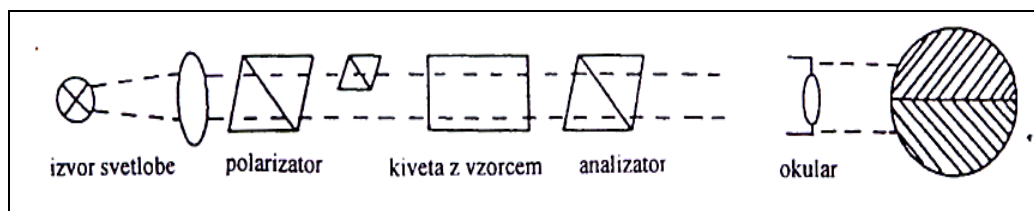
Običajna in monokromatska svetloba sta transversalno elektromagnetno valovanje, pri katerem vektor električne poljske jakosti niha v vseh ravninah, ki so pravokotne na smer razširjanja žarka. Za določanje optične aktivnosti spojin ta svetloba ni primerna in jo je potrebno predhodno polarizirati. Linearno polarizirano svetlobo dobimo s prehodom običajne svetlobe skozi npr. Nikolovo prizmo ali drug primeren polarizator. Pri linearno polarizirani svetlobi vektor električne poljske jakosti niha samo v eni ravnini (ravnina polarizacije), ki je pravokotna na smer razširjanja žarka (Breznik in sod., 2001).

Optično aktivne spojine sučejo ravnino linearno polarizirane svetlobe v:

- desno (v smeri urinega kazalca, pozitivno): d ali (+)
- levo (v nasprotni smeri urinega kazalca, negativno): l ali (-)

Polarimeter: je aparatura, ki jo uporabljamo za merjenje kota zasuka optično aktivnih spojin. Običajni polarimetri imajo dva izvora svetlobe, to sta natrijeva in živosrebrna žarnica. Za merjenje zasuka najpogosteje uporabljamo monokromatsko svetlobo z valovno dolžino D-linije natrijeve svetilke ($\lambda = 589,3$ nm) ali eno od valovnih dolžin živosrebrne svetilke ($\lambda = 578, 436$ in 365 nm), ki jo najprej pošljemo skozi polarizator, po prehodu skozi raztopino optično aktivne snovi pa s pomočjo analizatorja določimo kot zasuka. V modernih polarimetrih poteka merjenje svetlobe na analizatorju avtomatično s pomočjo fotoelementov in sekundarnega elektronskega pomnoževalca (Breznik in sod., 2001; James, 1995).

Polarimeter umerimo s standardnimi kremenovimi vzorci ali z raztopino saharoze. Pri merjenju kota zasuka tekočin uravnavamo ničlišče napram zraku (prazna, zaprta kiveta), pri meritvah v raztopinah pa napram uporabljenemu topilu. Pri polnjenju kivete je pomembno, da uporabljamo le bистre raztopine brez zračnih mehurčkov. Tudi močno obarvane raztopine lahko zaradi absorpcije svetlobe motijo meritve. Rezultat meritve je povprečna vrednost kota zasuka najmanj dveh meritev (Breznik in sod., 2001).



Slika 2: Shematski prikaz polarimetra po Lippichu (Breznik in sod., 2001)

2.9.1 Specifični kot zasuka ($[\alpha]_D^{20}$) - splošno

Specifični kot zasuka je karakteristična konstanta optično aktivnih spojin, ki jo izrazimo z enačbo:

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

v kateri pomeni

- $[\alpha]_D^{20}$. . . specifični kot zasuka raztopine izražen v stopinjah (°) pri valovni dolžini 589,3 nm (natrijeva D-linija) in temperaturi 20 °C (° cm³/g dm)
- α . . . izmerjeni kot zasuka linearno polarizirane svetlobe v kotnih stopinjah (°)
- l dolžino kivete izraženo v dm
- c koncentracijo raztopine v g/ 100 ml

Ob poznavanju specifičnega kota zasuka in izmerjenim kotom zasuka lahko izračunamo koncentracijo optično aktivne spojine v raztopini (Breznik in sod., 2001; James, 1995; Klofutar, 1993).

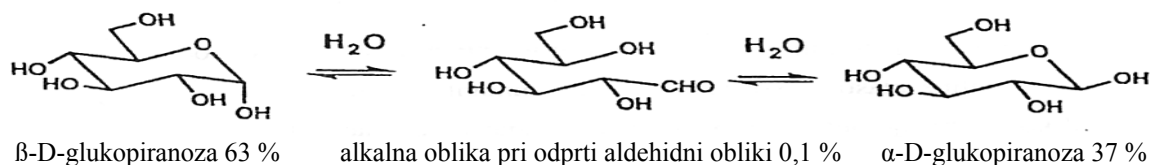
Na izmerjen kot zasuka vpliva več zunanjih dejavnikov, ki jih moramo upoštevati pri načrtovanju in izvedbi meritve:

- valovna dolžina polarizirane svetlobe: ravnina polarizacije kratkovalovne modre svetlobe se bistveno močneje zasučuje kot ravnina dolgovalovne rdeče svetlobe,
- temperatura: pri večjih zahtevah natančnosti je potrebno uporabiti kivete z vodnimi plašči; voda, ki teče skozi, ima konstantno temperaturo regulirano s termostatom,
- topilo: zamenjava topila ne povzroči le spremembo velikosti kota zasuka, temveč v izjemnih primerih celo spremembo smeri zasuka (npr. kloramfenikol v etilacetatu je levosučen, v etanolu pa desnosučen),
- število delcev v optični poti: pri trdnih in tekočih snoveh je optični zasuk odvisen od debeline plasti, pri raztopinah pa od debeline plasti in koncentracije. Pri mnogih v raztopinah merjenih spojinah je specifični zasuk od koncentracije neodvisna konstanta. Vendar so poznane tudi številne spojine, pri katerih je specifični zasuk odvisen od koncentracije raztopin (npr. vinska kislina) oziroma lahko pride pri različnih koncentracijah celo do sprememb smeri zasuka (npr. jabolčna kislina) (Breznik in sod., 2001).

Specifični kot zasuka pada z naraščajočo temperaturo in raste z razredčenjem. Odvisnost specifičnega kota zasuka od valovne dolžine linearno polarizirane svetlobe pa imenujemo rotacijska disperzija (Klofutar, 1993).

Mutarotacija je spontana sprememba specifičnega kota zasuka sveže pripravljene raztopine (npr. anomer, ki so ali v piranozni ali furanozni obliki) optično aktivne spojine kot posledica spontane asimetrične pretvorbe, ki daje konstantno končno vrednost za specifični kot zasuka kot rezultat ravnotežja najmanj dveh različnih spojin (npr. epimerov, pri katerih

polet piranoznih oblik obstajajo tudi furanozne oblike). Mutarotacijo opazamo pri sladkornih raztopinah, v katerih po daljšem času v molekulah pride do intramolekulskih prehodov (α - v β -obliko in obratno), v drugih primerih pa do izomerizacije (prehod iz D- v L-obliko in obratno). (Breznik in sod., 2001; Klofutar, 1993).



Slika 3: Mutarotacijsko ravnotežje v primeru D-glukoze (Breznik in sod., 2001; Kemija: (leksikon), 2004)

2.9.2 Specifični kot zasuka ($[\alpha]_D^{20}$) v medu

Vse sladkorne raztopine imajo optično lastnost, da sučejo ravnino linearno polarizirane svetlobe (Bogdanov in sod., 1996; Piazza in sod., 1991). Zasuk linearno polarizirane svetlobe vodnih raztopin sladkorjev podajamo kot specifični kot zasuka $[\alpha]_D^{20}$ (Klofutar, 1993). Ker je specifični kot zasuk posameznih sladkorjev poznan, lahko na osnovi kota zasuka določimo vrsto in izračunamo koncentracijo sladkorja. Polarimetrično določanje sladkorjev je preprosto, hitro in primerno v analitiki topnih mono-, oligo- in polisaharidov (Plestenjak, 1993).

Med je raztopina različnih sladkorjev, zato ima lastnost, da suče ravnino linearno polarizirane svetlobe. Rotacija ali kot zasuka je odvisna predvsem od vrste in sorazmernega deleža sladkorjev v medu. Najpogostejša sladkorja v medu sta fruktoza, ki je levorotirajoča (ima negativen $[\alpha]_D^{20} = -92,4 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$) in glukoza, ki je desnorotirajoča (ima pozitiven $[\alpha]_D^{20} = +52,7 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$). Di- in trisaharidi prisotni v medu so desnorotirajoči (npr. melecitoza ima pozitiven $[\alpha]_D^{20} = +88,2 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$ ter erloza prav tako $[\alpha]_D^{20} = +121,8 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$). Večina medu iz nektarja vsebuje večjo vsebnost fruktoze kot glukoze in $[\alpha]_D^{20}$ ima negativno vrednost. Med iz mane ima bolj kompleksen spekter sladkorjev. Vsebuje malo monosaharidov in veliko di- in trisaharidov. Rezultat je pozitiven $[\alpha]_D^{20}$. Med iz nektarja je levo rotirajoč, manin med pa ponavadi desno rotirajoč (Dinkov, 2003; Bogdanov in sod., 1996; Piazza in sod., 1991; Nanda in sod. 2003).

Izsledki raziskav $[\alpha]_D^{20}$ v italijanskih medovih, ki jih navajata Persano Oddo in sod. (1995) in Piazza in sod. (1991) kažejo na to, da ima med nektarnega izvora negativen $[\alpha]_D^{20}$; kljub velikemu razponu, glede na botanični izvor (med iz rožmarina ima najnižjo negativno vrednost ($[\alpha]_D^{20} = -6 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$) glede na povprečje, medtem ko ima materina dušica najvišjo vrednost ($[\alpha]_D^{20} = -20 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$) glede na povprečje). Manin med (smrekov in

ostali manini medovi) pa ima pozitiven $[\alpha]_D^{20}$, rangiran od $+4^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$ do $+30^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$. Zatorej se $[\alpha]_D^{20}$ lahko uporablja kot diagnostični parameter zlasti v razlikovanju maninih medov od medu nektarnega izvora, trdita avtorja. Predvsem pa avtorja navajata, da je $[\alpha]_D^{20}$ dober parameter za diagnozo maninih medov, zlasti za jelkin, hojev, borov in škržatov med. Opažata tudi, da imajo medovi od čebelje vrste *Meliponinae* (*Melipona* in *Scaptotrigona*) negativen $[\alpha]_D^{20}$, medtem ko imajo medovi od čebelje vrste *Trigona* pozitiven $[\alpha]_D^{20}$. Slednji se nanaša na sladkorno sestavo v medovih (malo monosaharidov in veliko maltoze).

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

Dinkov in sod. (2004) še ugotavljajo, da ima med, pridobljen od čebelje kolonije, intenzivno hranjene z sladkorno raztopino (1:1) in IST (Isosweet 77555P), pozitiven $[\alpha]_D^{20}$. Dodatek glukoze ali škroba v nektarnem medu spremeni $[\alpha]_D^{20}$ iz negativne v pozitivno vrednost. Ugotavljajo tudi, da je $[\alpha]_D^{20}$ medu od čebelje kolonije hranjene z IST višji, kot od čebelje kolonije hranjene s sladkorno raztopino. Navajajo še zvezo med HMF (hidroksimetilfurfural) in hranjenjem čebelje kolonije s sladkorno raztopino oz. IST. Vsebnost HMF v medu se po intenzivnem hranjenju čebelje kolonije s sladkorno raztopino in IST niža. Medtem ko se vsebnost HMF-a v medu po stimulaciji čebelje kolonije samo z IST viša in niža po intenzivnem hranjenju čebelje kolonije samo z IST.

Merjenje $[\alpha]_D^{20}$ skladno z metodo evropske komisije za med je bilo izvedeno tudi v Grčiji in Angliji, kot možna metoda za razlikovanje med nektarnim in maninim medom (Dinkov, 2003).

Razlike med $[\alpha]_D^{20}$ medu znotraj nektarnega izvora niso značilne, medtem ko so razlike med nektarnim in maninim medom značilne, ugotavljata Pridal in Vorlová (2002).

V Španiji so García Alvarez in sod. (2002) določali polarimetrične parametre medu (direktna polarizacija, polarizacija po inverziji, specifični kot zasuka) z NIR spektroskopijo. Glavne prednosti te metode so hitra izvedba, nepotrebna predpriprava vzorca in izogibanje kemikalijam. Ugotovili so, da je NIR spektroskopija primerna metoda za določitev polarimetričnih parametrov. Medtem ko ni primerna za kvantitativno določanje sladkorjev, zlasti ne v serijah vzorcev z majhno variacijo sladkorjev.

Ouchemoukh in sod. (2007) iz Alžirije prav tako navajajo, da ima med iz nektarja negativen $[\alpha]_D^{20}$, medtem ko ima med iz mane pozitiven $[\alpha]_D^{20}$. Menijo, da so električna prevodnost, specifični kot zasuka, vsebnost pepela in pH, ustrezni parametri za razlikovanje med medovi iz nektarja in mane.

2.10 ELEKTRIČNA PREVODNOST MEDU

Prevodnosti nekega elektrolita – prevodnika ne merimo direktno, temveč jo določamo iz upornosti raztopine, ki jo merimo med dvema elektrodama, potopljenima v elektrolit. Izmerjena upornost je premosorazmerna veličini, s katero se snov upira premiku naboja. Upornost, ki jo nudi prevodnik v 1 cm kiveti, je definirana kot specifična upornost, recipročna tej vrednosti je specifična prevodnost (Golob, 1999).

Med je raztopina, pri katerem je električna prevodnost odvisna od koncentracije mineralnih soli, organskih kislin, proteinov, pa tudi kompleksnejših spojin, kot so sladkorji in poliolii. Specifična električna prevodnost (χ) naravnega medu je zaradi visoke koncentracije sladkorjev, ki zmanjša gibljivost ionov, sorazmerno nizka in narašča z naraščajočo razredčitvijo medu v destilirani vodi. Maksimalno električno prevodnost imajo raztopine medu z 20-30 % suhe snovi, saj je gibljivost ionov v taki raztopini optimalna. Vrednosti električne prevodnosti medu so lahko zelo različne in značilne za določeno sorto medu (npr. 0,235 mS/cm v akacijevem medu, 0,669 mS/cm v cvetličnem medu, 1,232 mS/cm v gozdnem medu in večje od 2 mS/cm v škržatovem medu) (Golob, 1999).

Električna prevodnost medu je merilo vsebnosti mineralov. Ta je na splošno zelo majhna, vendar se zelo spreminja glede na vrsto medu. Med temnejše barve ima večjo vsebnost mineralov kot med svetlejših barv (Piazza in sod., 1991). Višja χ maninega medu in mešanice nektarnega in maninega medu je posledica večje vsebnosti mineralnih snovi. Nasprotno je nižja vrednost χ (nektarjev med), posledica majhne vsebnosti pepela v medu (Popek, 2002).

Merjenje χ da lahko koristne informacije o kakovosti in morebitni potvorjenosti medu, lahko pa služi pri določanju sorte medu (Golob, 1999).

Pravilnik o medu (2004), ki je usklajen z evropsko zakonodajo (Council directive, 2002), za χ predpisuje:

- največ 0,8 mS/cm za med nektarnih vrst in njihovih mešanic
- najmanj 0,8 mS/cm za gozdni med, kostanjev med in mešanice obeh medov.

2.11 DOLOČANJE BOTANIČNEGA POREKLA MEDU

Botanično poreklo medu je pogosto predmet analiz med raziskovalci, saj je poznavanje vrste medu, zagotovilo o pristnosti in kakovosti medu. Ena izmed možnih alternativ metod za določanje botaničnega porekla je gotovo specifični kot zasuka.

Botanično poreklo oz. vrsto medu, glede na Pravilnik o medu (2004) določamo s pelodno in senzorično analizo, v pomoč pa so nam tudi podatki nekaterih fizikalno-kemijskih lastnostih, kot npr. χ . Nekateri tuji avtorji navajajo kot fizikalno-kemijski parameter tudi $[\alpha]_D^{20}$.

2.11.1 Pelodna analiza

Pelodna analiza je referenčna metoda za določanja botaničnega porekla medu. Metoda temelji na identifikaciji peloda z mikroskopom (Gregorc, 2002). S tem se ukvarja veda melisopalnologija, ki sicer proučuje determinacijo rastlinskih vrst na osnovi preiskave cvetnega prahu.

Sama metoda je povezana s številnimi slabosti, ki se nanašajo na njeno izvajanje, deloma pa tudi na njeno verodostojnost (Anklam, 1998). Kot najpogostejše slabosti navaja: zamudnost metode (priprava raztopine medu, centrifugiranje, nanos na objektno stekelce), napake pri štetju pelodnih zrn pod mikroskopom, različna donosnost peloda v ženskih in moških cvetovih, spreminjanje količine peloda ene rastlinske vrste tekom leta, nabiranje peloda neodvisno od medicine (npr. nekatere čebele nabirajo pelod tudi na rastlinah, ki nimajo medicine), odstranjevanje peloda med tehnološkim postopkom filtracije. Kot možno slabost omenja tudi neposredno dodajanje peloda v med.

2.11.2 Senzorična analiza

Senzorična analiza je priznana znanstvena disciplina, enakovredna ostalim (analitskim) metodam, s katero izšolani preizkuševalci z enim ali več čutili analizirajo in ovrednotijo preiskovano živilo.

Senzorično analizo izvedemo na originalnem, nesegretem medu. Ocenjujemo barvo, konsistenco, vonj in okus. Naštete senzorične lastnosti so tipične za posamezno vrsto medu; odvisne pa so od botaničnega in geografskega porekla, od količine in razmerja posameznih komponent v medu (barvil, količine beljakovin, aminokislin, sladkorjev, organskih kislin, mineralnih snovi, encimov), ravnanja z medom med skladiščenjem in embalaže (Plestenjak in Golob, 2000).

Posamezna lastnost vzorca se ovrednoti glede na pričakovano – vrstno značilno. Zaključna ocena predstavlja povprečno oceno senzorične komisije, ki šteje 3 – 6 članov.

2.11.3 Fizikalno-kemijska analiza

2.11.3.1 Specifična električna prevodnost (χ) in specifični kot zasuka ($[\alpha]_D^{20}$)

Merjenje električne prevodnosti nam služi tudi pri določanju sorte medu oz. nam nakaže izvor medu (nektar ali mana). Pravilnik navaja, da morajo imeti medovi iz nektarja vrednost električne prevodnosti manj kot 0,8 mS/cm, medtem ko naj bi imeli medovi maninega izvora vrednost električne prevodnosti nad 0,8 mS/cm.

Med naj bi bil klasificiran ne samo s pelodno analizo in merjenjem električne prevodnosti, temveč tudi z merjenjem specifičnega kota zasuka, navajata Přidal in Vorlová (2002). Trdita, da je specifični kot zasuka parameter, ki omogoča določitev botaničnega porekla in ponarejenost medu, saj omogoča delitev medov na nektarne in manine.

Ouchemoukh (2007) predvideva, da uporaba fizikalno-kemijskih parametrov, kot sta električna prevodnost in vrednost pH v povezavi s pelodno analizo omogoča razločevanje cvetličnih medov. Ugotavlja tudi, da se električna prevodnost, specifični kot zasuka, vsebnost pepela in vrednost pH uporabljajo kot parametri za razlikovanje med nektarnimi in maninimi medovi. Medovi iz mane naj bi imeli visoko vsebnost pH, pepela, električne prevodnosti in nizko vsebnost reducirajočih sladkorjev.

3 MATERIALI IN METODE

3.1 VZOREC

Analizirali smo 588 vzorcev slovenskega medu, letnikov 2004 in 2005, z različnim botaničnim in geografskim poreklom. Pred analizo so bili vzorci shranjeni v plastičnih posodicah, v temnem prostoru, pri sobni temperaturi. Tipične predstavnike posameznih vrst medu je predhodno potrdila strokovna komisija s senzorično analizo. Glede na rezultate senzorične analize smo nato izbrali 175 vrstno značilnih vzorcev medu in jih uvrstili kot akacijev (32 vzorcev), cvetlični (29 vzorcev), lipov (16 vzorcev), kostanjev (27 vzorcev), gozdni (30 vzorcev), smrekov (26 vzorcev) in hojev (15 vzorcev) med. Na izbranih vzorcih smo izmerili specifični kot zasuka ($[\alpha]_D^{20}$) in specifično električno prevodnost (χ) ter izračunali povprečne vrednosti, standardne odklone, minimalne in maksimalne vrednosti za različne vrste. Sledila je primerjava posameznih vrst med seboj in primerjava med letnikoma 2004 in 2005 znotraj vrst. Vse ostale vzorce (413 vzorcev), ki niso bili izbrani kot vrstno značilni, smo uporabili šele pri iskanju korelacij med $[\alpha]_D^{20}$ in χ na vseh vzorcih.

Preglednica 11: Vrste medu, število značilnih in neznačilnih vzorcev ter skupno število vzorcev slovenskega medu, letnika 2004 in 2005

Vrsta medu	Vrstna značilnost vzorcev	Letnik vzorcev	Št. vzorcev glede na letnik vrstne značilnosti	Št. vzorcev glede na vrstno značilnost	Skupno št. vzorcev
akacijev	značilni	2004	16	32	76
		2005	16		
	neznačilni	2004	31	44	
		2005	13		
cvetlični	značilni	2004	13	29	170
		2005	16		
	neznačilni	2004	90	141	
		2005	51		
lipov	značilni	2004	15	16	49
		2005	1		
	neznačilni	2004	19	33	
		2005	14		
kostanjev	značilni	2004	12	27	73
		2005	15		
	neznačilni	2004	31	46	
		2005	15		
gozdni	značilni	2004	15	30	158
		2005	15		
	neznačilni	2004	94	128	
		2005	34		
smrekov	značilni	2004	15	26	42
		2005	11		
	neznačilni	2004	15	16	
		2005	1		
Hojev	značilni	2004	15	15	20
		2005	-		
	neznačilni	2004	4	5	
		2005	1		

3.2 FIZIKALNO – KEMIJSKE METODE

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

Princip:

Specifični kot zasuka - $[\alpha]_D^{20}$ je kot zasuka linearno polarizirane svetlobe pri valovni dolžini natrijeve D linije pri 20 °C vodne raztopine, v 2 dm cevi polarimetra, ki vsebuje v g/100 ml vzorca.

Rotacijo merimo v čisti, prefiltrirani vodni raztopini s polarimetrom. Vrednost meritve se nanaša na sladkorno sestavo raztopine.

Aparatura in pribor:

Polarimeter: sestavljen iz svetlobnega vira (natrijeva svetilka), dveh polarizacijskih filtrov in 2 dm dolge cevi. Ponovljivost merjenja: $\pm 0,05^\circ$.

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

Reagenti:

Carrezova raztopina I: 10,6 g kalijevega fero cianida ($K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$) raztopimo v destilirani vodi in dopolnimo do 100 ml.

Carrezova raztopina II: 24 g cinkovega acetata ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$) raztopimo v destilirani vodi, dodamo 3 g ledeno očetne kisline in dopolnimo z destilirano vodo do 100 ml.

Priprava vzorca:

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

Izvedba analize:

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

Izračun rezultatov:

Za izračun rezultatov uporabimo enačbo specifičnega kota zasuka (2), ki kvantitativno ovrednoti vsebnost sladkorjev v raztopini. Rezultat za posamezni vzorec zapišemo na dve decimalki natančno.

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha \cdot 100}{l \cdot c} \quad \dots (2)$$

α = izmerjeni kot zasuka linearno polarizirane svetlobe v kotnih stopinjah (°)

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

c = koncentracija raztopine v g/100 ml

3.2.2 Določanje vsebnosti vode v medu

Princip:

Določanje vsebnosti vode na osnovi merjenja lomnega količnika medu s pomočjo ročnega refraktometra.

Aparatura in pribor:

Ročni refraktometer z merilno skalo za območje 12 – 30 % vode.

Čaše (50 ml) in steklene palčke.

Priprava vzorca (Plestenjak in Golob, 2000):

Če je med tekoč, ga pred začetkom analize premešamo s palčko ali pretresemo. Če je med granuliran, damo zaprto posodo z vzorcem v vodno kopel in 30 min segrevamo pri temperaturi, ki ne presega 40° C. Med segrevanjem ga premešamo s palčko ali krožno pretresemo, nato pa hitro ohladimo.

Izvedba analize (Golob, 1999):

Na merilno prizmo ročnega refraktometra s plastično žlico nanese tanko plast medu. Merilna prizma mora biti popolnoma pokrita, v medu ne sme biti zračnih mehurčkov. Poklopec merilne prizme nežno zapremo in pritisnemo, dokler med ne prekrije vse površine prizme. Temperatura, na katero je umerjen refraktometer, je 20 °C. V primeru, da je vzorec že kristaliziran in smo ga predhodno utekočinili pri 40 °C, počakamo 2-3 minute, da se ohladi. Refraktometer usmerimo proti dovolj močnemu viru svetlobe in pogledamo skozi okular. Merjeno vrednost odčitamo v točki, kjer mejna črta seka skalo. Na korelacijski skali, ki je na spodnji strani refraktometra, odčitamo korelacijsko vrednost. Korelacijska vrednost odstopa od 0 (v + ali -), če temperatura merjenja odstopa od 20 °C. Odčitano korelacijsko vrednost prištejemo ali odštejemo od izmerjene vrednosti. Takoj po opravljeni meritvi odstranimo med s prizme, očistimo z destilirano vodo ter obrišemo do suhega.

Rezultat:

Iz skale direktno odčitamo % vode in upoštevamo temperaturno korelacijsko vrednost.

3.2.3 Merjenje specifične električne prevodnosti medu

Princip:

Merjenje specifične električne prevodnosti 20 % vodne raztopine medu (glede na suho snov v medu) s prenosnim konduktometrom Kübler. Rezultati meritve z aparatom Kübler so podani kot χ .

Aparatura in pribor:

Ročni konduktometer Kübler: z merilno skalo za območje od 0 do 1999 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Merilni lonček za odmerjanje količine medu, plastična čaša in žlica.

Reagenti:

Destilirana ali deionizirana voda.

Raztopina za umerjanje.

Izvedba analize (Golob, 1999):

Med, ki smo mu že izmerili vsebnost vode, zajamemo s plastično žlico in z njim do roba, brez zračnih mehurčkov, napolnimo merilni lonček za odmerjanje količine medu. Z ravnim delom žlice odrežemo odvečni med. Tako napolnjen lonček v poljubni legi položimo v čašo. Volumen vode, potreben za pripravo raztopine medu, je odvisen od tega, koliko vode oz. suhe snovi vsebuje med. Odčitamo ga iz diagrama, ki prikazuje razmerje med vsebnostjo vode ali suhe snovi v medu in volumnom dodane vode. Izhajamo iz % vode ali % suhe snovi. Potreben volumen destilirane vode z merilno pipeto odmerimo v čašo, v kateri je lonček napolnjen z medom. Lonček in med mešamo s čisto plastično žlico tako dolgo, da se med popolnoma raztopi in nato z žlico dvignemo merilni lonček iz čaše.

Konduktometer pred začetkom meritve umerimo. V čisto suho čašo nalijemo tekočino za umerjanje in izmerimo električno prevodnost. Izmerjena vrednost mora biti med 1265 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in 1285 $\mu\text{S}/\text{cm}$. V primeru drugačne vrednosti aparat umerimo: vključen aparat primemo v roko in ga podržimo v raztopini, dokler napačen odčitek ne obmiruje na zaslonu. Nato z izvijačem vrtimo vijak za uravnavanje toliko časa, da je odčitek 1275 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (+/- 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$). S tem je umerjanje končano. Aparat speremo z destilirano vodo in osušimo.

Z umerjenim konduktometrom izmerimo električno prevodnost vzorca. Aparat potopimo približno od 2 do 4 cm globoko v raztopino medu, vendar tako, da se ne dotika dna. S tresenjem nekaj sekund mešamo, da odstranimo morebitne zračne mehurčke. Nato aparat držimo mirno, dokler odčitek ne obmiruje.

Rezultat:

Izmerjena vrednost je specifična električna prevodnost (χ) v mS/cm ali $\mu\text{S}/\text{cm}$. Rezultat podamo kot mS/cm .

3.3 STATISTIČNA ANALIZA

Rezultate fizikalno-kemijskih analiz medov smo obdelali s pomočjo računalniškega programa Microsoft Excel. Za ugotavljanje razlik med posameznimi vrstami medu pa smo uporabili analizo variance, katero smo izvedli s pomočjo programa SPSS Base 14.0 za statistično obdelavo podatkov.

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

- povprečna vrednost (\bar{x}),
- standardni odklon (SD),
- koeficient variabilnosti (KV),
- Levenov test homogenosti variance,
- analiza varianc (ANOVA),
- Duncanov test,
- Personov koeficient korelacije (R),
- koeficient determinacije (R^2).

3.3.1 Osnovni statistični parametri

3.3.1.1 Povprečna vrednost ali aritmetična sredina

Od srednjih vrednosti najpogosteje uporabljamo aritmetično sredino ali aritmetično povprečje (\bar{x}). Predstavlja nekakšno težišče podatkov, saj je vsota odklonov posameznih vrednosti spremenljivke od povprečja navzgor enaka vsoti odklonov navzdol. Zato je vsota vseh odklonov od aritmetične sredine vedno enaka nič. Izračunamo jo tako, da seštejemo vrednosti spremenljivke vseh statističnih enot (x_i) in vsoto delimo s številom enot (Adamič, 1989).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \dots(3)$$

3.3.1.2 Standardni odklon ali standardna deviacija

Standardni odklon ali standardna deviacija (SD) je pozitivna vrednost kvadratnega korena iz variance (s^2), enačba (4). Varianca je osnovna mera variacije podatkov okoli aritmetične sredine. Izračunamo jo po enačbi (5) kot povprečje kvadratov odklonov posameznih vrednosti od aritmetične sredine (Adamič, 1989).

$$SD = \sqrt{s^2} \quad \dots(4)$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad \dots(5)$$

3.3.1.3 Koeficient variabilnosti ali variacije

Absolutne mere variacije, kot sta varianca in standardni odklon, za primerjavo variiranja več statističnih spremenljivk z različnimi povprečnimi vrednostmi, običajno niso primerne. Objektivno primerjavo takšnih statističnih spremenljivk nam omogoča koeficient variabilnosti (KV) (6), ki ga izrazimo kot relativni standardni odklon v odstotkih (Adamič, 1989).

$$KV (\%) = \frac{SD}{\bar{x}} \cdot 100 \quad \dots(6)$$

3.3.2 Večvzorcna analiza ene spremenljivke

V študiji želimo ugotoviti ali obstajajo razlike v vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ in χ med različnimi vrstami medu ne glede na leto in znotraj posamezne vrste medu glede na leto. Vzorci medu so tako predstavniki statističnih vzorcev, ki so del statistične populacije. Iz lastnosti vzorcev bomo sklepali na lastnosti posameznih populacij. Statistične populacije so v našem primeru vrste medu. Statistični vzorci so slučajni in med sabo neodvisni. Statistično značilne razlike med statističnimi vzorci bomo iskali s primerjavo povprečij vzorcev med seboj s pomočjo naslednjih testov:

3.3.2.1 Analiza variance (ANOVA)

Z analizo variance preverjamo domnevo o enakosti povprečij po obravnavanjih. Ničelna hipoteza H_0 (7) trdi, da so povprečja po obravnavanjih enaka, alternativna H (8) pa, da obstaja vsaj en par, kjer povprečji po obravnavanjih nista enaki. Kadar H_0 zavrnilo, potrdimo domnevo, da med povprečnimi vrednostmi po obravnavanjih obstajajo statistično značilne razlike. Analizo variance lahko nadaljujemo. V primeru, da H_0 obdržimo je statistična analiza končana. V nadaljevanju lahko uporabimo dva različna pristopa – preizkus mnogoterih primerjav ali načrtovane primerjave. Izberemo preizkus mnogoterih primerjav in med možnimi preizkusi, Duncanov preizkus (Košmelj in Kastelec, 2003).

$$H_0 : x_1 = x_2 = \dots = x_n \quad \dots(7)$$

$$H : x_1 \neq x_2 \quad \dots(8)$$

3.3.2.2 Duncanov test

Duncanov test je zaključni test, namenjen analizi vzorcev, za katere je znano, da so homogeni (Levenov test) in ne pripadajo isti populaciji (ANOVA). S pomočjo izračunov ugotovimo ali so med povprečnimi vrednostmi statistično značilne razlike, ali pa med povprečnimi vrednostmi ni statistično značilnih razlik.

3.3.3 Analiza povezanosti dveh spremenljivk

Povezanost dveh spremenljivk (x in y) proučujemo z metodo regresije in korelacije. O regresiji govorimo, kadar imamo neodvisno spremenljivko, katere vrednost izberemo sami in je vnaprej določena, ter drugo spremenljivko, ki je od prve odvisna in jo opisuje matematična funkcija $y = f(x)$. Korelacija obravnava spremenljivki kot neodvisni, to pomeni, da vrednosti spremenljivk ne moremo izbrati vnaprej, sta naključni in odvisni od napak pri merjenju. Korelacijo opisujejo različni koeficienti korelacije, med katerimi sta tudi Pearsonov koeficient korelacije in koeficient determinacije (Adamič, 1989).

3.3.3.1 Pearsonov koeficient korelacije (R)

Koeficient korelacije (R) je merilo stopnje povezanosti med opazovanima spremenljivkama, ki sta naključni, med seboj povezani, vendar ne nujno odvisni ena od druge. Zavzema lahko vrednosti med -1 in +1. Vrednosti +1 oz. -1 dobimo, če gre za največjo pozitivno oz. negativno korelacijo. Pearsonov koeficient korelacije izračunamo tako, da kovarianco (C_{xy}), ki jo izračunamo po enačbi (10) delimo z zmnožkom standardnih odklonov za obe spremenljivki, kot je prikazano v enačbi (9) (Adamič, 1989).

$$R = \frac{c_{xy}}{SD_X \times SD_Y} \quad \dots(9)$$

$$c_{xy} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{n-1} \quad \dots(10)$$

Značilnost korelacije ocenjujemo s t - testom pri 5 % stopnji tveganja. Test je osnovan na osnovni hipotezi, ki pravi, da med spremenljivkama obstaja značilna povezava in ničelni hipotezi, ki pravi, da med obema spremenljivkama ni značilne povezanosti oz. da je korelacija med spremenljivkama enaka nič. Ničelno hipotezo preverimo tako, da po enačbi (11) izračunamo vrednost t, in jo nato primerjamo s kritično vrednostjo t odčitano iz statistične preglednice pri m ($m = n - 2$) stopnjah prostosti. V primeru, ko je izračunana vrednost večja od kritične, ničelno hipotezo zavrnemo in sprejmemo osnovno (Adamič, 1989).

$$t = \sqrt{\frac{R^2 (n - 2)}{1 - R^2}} \quad \dots(11)$$

3.3.3.2 Koeficient determinacije (R^2)

Koeficient determinacije (R^2) je merilo povezanosti in izraža odstotek variabilnosti odvisne številske spremenljivke (y), ki je pojasnjen z regresijskim modelom ene ali več neodvisnih številskih spremenljivk (x) (Košmelj, 2001). Koeficient determinacije (R^2) je kvadrat Pearsonovega koeficienta korelacije (R).

$$R^2 = \frac{S_{y,x_1, x_2, \dots, x_p}^2}{S_y^2} \quad \dots(12)$$

4 REZULTATI

Praktični del diplomske naloge je obsegal merjenje specifičnega kota zasuka ($[\alpha]_D^{20}$) v 588 vzorcih slovenskega medu, letnikov 2004 in 2005, različnega botaničnega in geografskega izvora. Vrsta medu je bila predhodno določena s strani čebelarjev, na Katedri za vrednotenje živil pa je bila opravljena še senzorična analiza, ki je potrdila vrstno značilne vzorce. Med tipične predstavnike posameznih vrst smo uvrstili (175 vzorcev): akacijev (32 vzorcev), cvetlični (29 vzorcev), lipov (16 vzorcev), kostanjev (27 vzorcev), gozdni (30 vzorcev), smrekov (26 vzorcev) in hojev (15 vzorcev) med. Ovrednotili smo tudi vzorce medu, ki so bili izbrani kot vrstno neznačilni. Takih vzorcev je bilo 413. Te vzorce smo uporabili le pri iskanju korelacij med $[\alpha]_D^{20}$ in χ . Vrednosti posameznih meritev so podane v prilogi A (A1 – A7). Vsa merjenja smo opravili v dveh paralelkah, nato smo za vsako paralelko izračunali vrednost $[\alpha]_D^{20}$ po enačbi (2) ter povprečne vrednosti vzorca po enačbi (3). Sledilo je opisovanje s statističnimi parametri ter iskanje morebitnih povezav med vrstami, znotraj posameznih vrst in s χ . Rezultate smo primerjali tudi s podatki iz literature.

4.1 PREVERJANJE PONOVLJIVOSTI METODE DOLOČANJA $[\alpha]_D^{20}$ MEDU

Ker ima polarimetrična metoda merjenja specifičnega kota zasuka medu določene slabosti, kot so: odvisnost od valovne dolžine svetlobe, dolžine poti žarka, temperature, koncentracije raztopine, zahtevnosti ročnega dela, izurjenosti analitika, smo najprej izvedli test ponovljivosti.

Analizirali smo vzorec gozdnega medu (št. vzorca G48) v šestih paralelkah. Rezultati vseh paralelnih meritev so podani v preglednici 12, skupna povprečna vrednost paralelnih določitvev pa je prikazana v preglednici 13. Z uporabo enačbe (3) smo izračunali skupno povprečje vseh šestih paralelk. Ovrednotili smo tudi pripadajoč standardni odklon po enačbi (4) in koeficient variabilnosti po enačbi (6).

Preglednica 12: Vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm³/g dm) za posamezne paralelne določitve v testnem vzorcu (G48)

Vzorec medu	$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm) posamezne paralelne določitve					
	1. paralelka	2. paralelka	3. paralelka	4. paralelka	5. paralelka	6. paralelka
G48 – testni vzorec	+14,10	+14,40	+14,00	+14,10	+14,30	+14,20

Preglednica 13: Povprečna vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm³/g dm) šestih paralelek in pripadajoč standardni odklon, minimalna in maksimalna vrednost ter koeficient variabilnosti v testnem vzorcu (G48)

Vzorec medu	$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)			
	$\bar{x} \pm SD$ $[\alpha]_D^{20}$	x_{\min} $[\alpha]_D^{20}$	x_{\max} $[\alpha]_D^{20}$	KV (%)
G48 – povprečje šestih paralelek	+14,2 ± 0,1	+14,0	+14,4	0,8

Na splošno ugotavljamo, da so bile določitve znotraj posamezne paralelke opravljene pod ponovljivimi pogoji. Skupni koeficient variabilnosti, ki ocenjuje variabilnost vseh šestih paralelek glede na skupno povprečno vrednost, znaša 0,8 %, iz česar lahko zaključimo, da je bila ponovljivost rezultatov boljša od 99 %.

4.2 PRIMERJAVA MED VRSTAMI MEDU

4.2.1 Primerjava $[\alpha]_D^{20}$ med vrstami medu

Analizirali smo 175 vrstno značilnih vzorcev medu, ki jih je predhodno potrdila strokovna senzorična komisija. Razvrstili smo jih v 7 različnih vrst slovenskega medu: 2 nektarnega izvora (akacijev in cvetlični), 3 maninega izvora (gozdni, smrekov in hojev) ter 2 mešanega izvora medu (kostanjev in lipov). V nadaljnjem postopku smo 4 vzorce vrste akacija, ki so imeli pozitivne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ izvzeli iz obravnave. Vrsta akacija naj bi imela vrednost $[\alpha]_D^{20}$ negativno. V primeru teh 4 vzorcev pa je bila vrednost $[\alpha]_D^{20}$ pozitivna, kar je posledica velike vsebnosti saharoze. Iz rezultatov v diplomski nalogi Kasenburger (2006) je razvidno, da je imel akacijev med veliko vsebnost saharoze. Povprečna vsebnost saharoze na določenih izbranih vzorcih v akacijevem medu je bila 4,22 g/100 g. Tako nam je ostalo 171 vzorcev tipičnih predstavnikov posameznih vrst, katere smo v nadaljevanju tabelarično in grafično predstavili (preglednica 14 in slika 4).

V preglednici 14 so podane povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ izbranih vzorcev in nekateri statistični parametri teh vzorcev medu. Program za statistično obdelavo SPSS Base 14.0, nam je podal izračunane vrednosti za povprečne vrednosti, standardne odklone ter minimalne in maksimalne vrednosti.

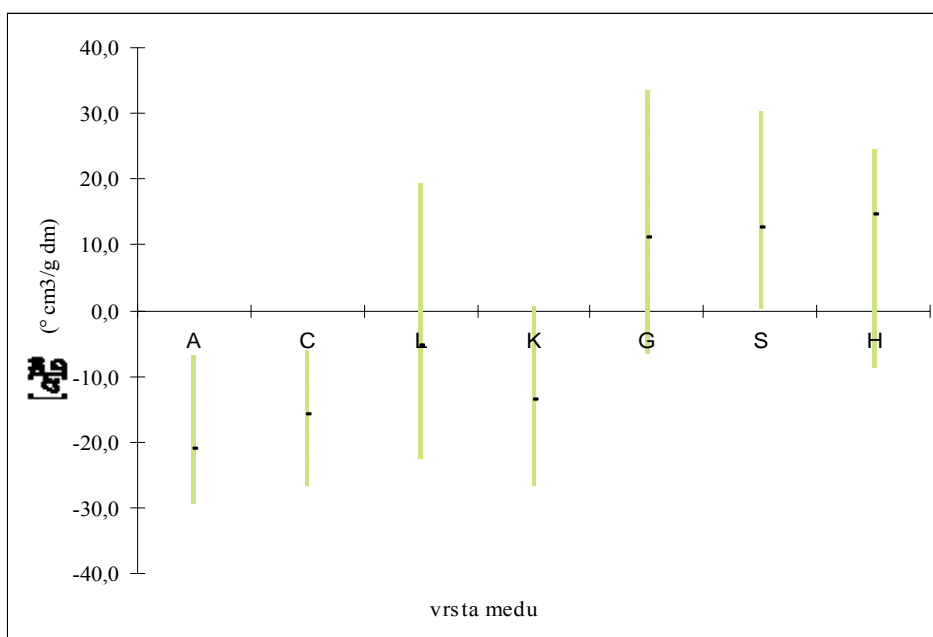
Preglednica 14: Povprečna vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm³/g dm) in nekateri statistični parametri izbranih vzorcev slovenskih vrst medu

Vrsta medu	n	$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)		
		$\bar{x} \pm SD$ $[\alpha]_D^{20}$	X_{min} $[\alpha]_D^{20}$	X_{max} $[\alpha]_D^{20}$
akacijev	28	-20,94 ^a ± 5,76	-28,92	-7,15
cvetlični	29	-15,83 ^{a, b} ± 4,84	-26,26	-6,25
lipov	16	-5,41 ^c ± 15,07	-22,32	+19,18
kostanjev	27	-13,64 ^b ± 7,77	-26,30	+0,25
gozdni	30	+11,00 ^d ± 10,97	-6,28	+33,27
smrekov	26	+12,58 ^d ± 8,04	+0,60	+29,97
hojev	15	+14,68 ^d ± 7,98	-8,30	+24,32

a, b, c in d – vrste medu uvrščene v različne razrede, ki se med seboj statistično značilno razlikujejo glede na povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$
n – število vzorcev

Iz preglednice 14 je razvidno, da smo najmanjšo povprečno vrednost $[\alpha]_D^{20}$, -20,94 $^{\circ}$ cm³/g dm, izmerili v akacijevih medovih. Sledile so naslednje vrste medu: cvetlični med s povprečno vrednostjo -15,83 $^{\circ}$ cm³/g dm, kostanjev s -13,64 $^{\circ}$ cm³/g dm, lipov s -5,41 $^{\circ}$ cm³/g dm, gozdni s +11,00 $^{\circ}$ cm³/g dm, smrekov s +12,58 $^{\circ}$ cm³/g dm in kot največjo vrednost $[\alpha]_D^{20}$ smo izmerili pri hojevem medu, +14,68 $^{\circ}$ cm³/g dm.

Povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ (označene z modro barvo) in intervalne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ (označene z zeleno barvo) za posamezne značilne vrste medu prikazuje tudi stolpni diagram na sliki 4.



Slika 4: Povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm³/g dm) za posamezne slovenske vrste medu

Stolpni diagram nam omogoča oceno, da se povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ medov nektarnega izvora (akacijev in cvetlični med) porazdeljujejo v skladu s pričakovanji – imajo negativne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$. Medtem ko imajo medovi maninega izvora (gozdni, smrekov in hojev med) pozitivne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$, kar prav tako potrjuje naša pričakovanja. Medovi mešanega izvora (kostanjev in lipov med) se porazdeljujejo tako, da njihove vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ pretežno padejo v območje negativnih vrednosti. Najverjetneje je vzrok temu, večji delež izvora iz nektarja kot iz mane. Ugotavljamo tudi, da se povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ gozdnega medu nahajajo med povprečnima vrednostma sortnih medov smreke in hoje. Podobne ugotovitve ni moč povzeti za vrste nektarnega izvora ter mešanega izvora medu.

4.2.1.1 Statistična analiza $[\alpha]_D^{20}$ med vrstami medu

- Analiza variance (ANOVA)

Analizo variance za $[\alpha]_D^{20}$ izbranih vzorcev različnih vrst medu smo opravili s pomočjo programa za statistično obdelavo podatkov SPSS Base 14.0. Na osnovi vrednosti signifikance 0,00, ki jo je po izračunu podal test, smo ničelno domnevo pri 0,05 stopnji tveganja zavrnili. Sprejeli smo osnovno domnevo, ki pravi, da sta med sedmimi preiskovanimi vrstami medu obstajajo vsaj dve, ki se statistično značilno razlikujeta glede na povprečno vrednost $[\alpha]_D^{20}$, lahko pa jih je tudi več. Za nadaljnje razvrščanje vzorcev v skupine s podobnimi statističnimi značilnostmi smo uporabili Duncanov test.

- Duncanov test

Duncanov test je zaključni test, namenjen vzorcem, za katere je znano, da so homogeni, a ne pripadajo isti populaciji (ANOVA). Rezultati Duncanovega testa so podani v preglednici 14 in prilogi B1. Sedem preiskovanih vrst medu se po Duncanovi analizi razvrsti v 4 razrede: a, b, c in d.

Za vsak statistično značilen razred je podana signifikanca. Ta nam pove, kolikšna je razlika med povprečnimi vrednostmi vzorcev znotraj enega razreda. Če je vrednost signifikance 1 (v našem primeru jo ima lipov med), pomeni da je ujemanje vzorca s samim seboj popolno – 100 %. Od tod sledi, da ima vrednost signifikance praktičen pomen le tedaj, kadar sta v razredu vsaj dva vzorca ali več (v našem primeru so tovrstni razredi a, b in d). Razred b ima med opazovanimi razredi najvišjo signifikanco (0,398), ki je veliko večja od mejne vrednosti statističnega zaupanja (α) 0,05. Posledično je potrjena ničelna hipoteza, ki pravi, da se aritmetična sredina cvetličnega in kostanjevega medu statistično ne razlikujeta. Signifikanca razreda d je 0,184 in glede na vrednost razreda b pomeni, da so razlike med povprečji gozdnega, smrekovega in hojevega medu izrazitejše kot pri cvetličnem in kostanjevem medu. Najmanjšo signifikanco (0,05) smo določili v razredu a, ki opisuje ujemanje akacijevega in cvetličnega medu.

4.2.2 Primerjava χ med vrstami medu

Za primerjavo χ med vrstami medu in statistično analizo χ smo podatke vrstno značilnih vzorcev dobili iz diplom Novak (2006) in Ocepek (2005) ter Lilek (2008). Izbrali smo 175 vrstno značilnih vzorcev medu.

V preglednici 15 so podane povprečne vrednosti χ izbranih vzorcev in nekateri statistični parametri teh vzorcev medu. Program za statistično obdelavo SPSS Base 14.0, nam je podal izračunane vrednosti za povprečne vrednosti, standardne odklone ter minimalne in maksimalne vrednosti.

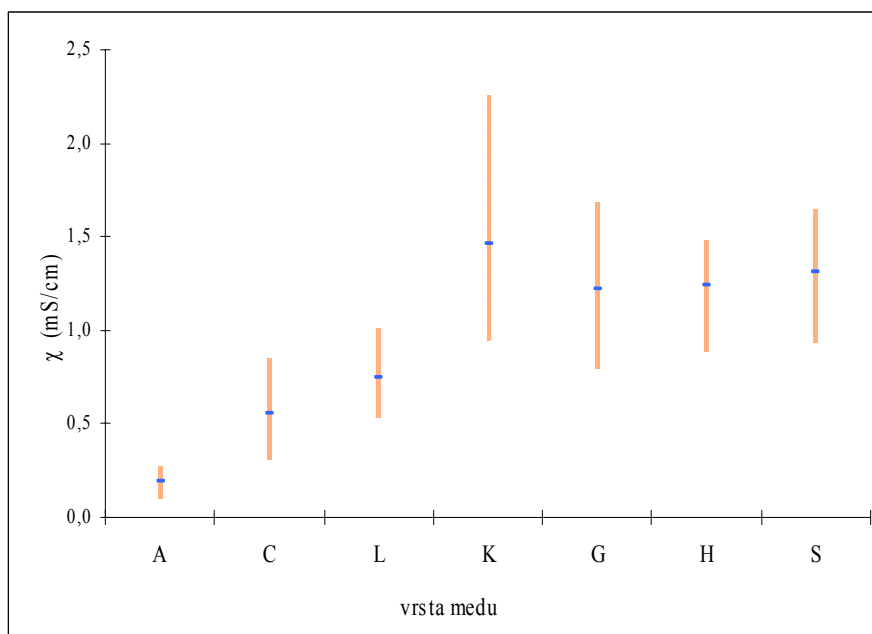
Preglednica 15: Povprečna vrednost χ (mS/cm) in nekateri statistični parametri izbranih vzorcev slovenskih vrst medu (Novak, 2006; Ocepek, 2005; Lilek, 2008)

Vrsta medu	n	χ (mS/cm)		
		$\bar{x} \pm SD$ (mS/cm)	x_{\min} (mS/cm)	x_{\max} (mS/cm)
akacijev	32	0,196 ^a \pm 0,037	0,114	0,265
cvetlični	29	0,558 ^b \pm 0,140	0,325	0,838
lipov	16	0,742 ^c \pm 0,101	0,548	0,993
kostanjev	27	1,462 ^c \pm 0,327	0,959	2,245
gozdni	30	1,222 ^d \pm 0,189	0,807	1,677
smrekov	26	1,308 ^d \pm 0,201	0,946	1,632
hojev	15	1,235 ^d \pm 0,198	0,894	1,474

a, b, c, d in e – vrste medu uvrščene v različne razrede, ki se med seboj statistično značilno razlikujejo glede na povprečne vrednosti χ
n – število vzorcev

Iz preglednice 15 je razvidno, da je najmanjša povprečna vrednost χ v akacijevem medu in znaša 0,196 mS/cm. Sledijo naslednje vrste medu: cvetlični med s povprečno vrednostjo 0,558 mS/cm, lipov s 0,742 mS/cm, gozdni s 1,222 mS/cm, hojev s 1,235 mS/cm, smrekov s 1,308 mS/cm in kostanjev med z največjo χ vrednostjo 1,462 mS/cm.

Povprečne vrednosti χ (označene z modro barvo) in intervalne vrednosti χ (označene z oranžno barvo) za posamezne značilne vrste medu prikazuje tudi stolpni diagram na sliki 5.

Slika 5: Povprečne vrednosti χ (mS/cm) za posamezne slovenske vrste medu

Na stolpnem diagramu ugotavljamo, da se povprečne vrednosti χ medov nektarnega izvora (akacijev in cvetlični med) porazdeljujejo v skladu s pričakovanji – imajo nižje vrednosti χ . To potrjuje, da imajo medovi nektarnega izvora majhno vsebnost mineralnih snovi v medu. Medtem ko imajo medovi maninega izvora (gozdni, smrekov in hojev med) višje vrednosti χ , kar potrjuje večjo vsebnost mineralnih snovi v medu. Medovi mešanega izvora (kostanjev in lipov med) se porazdeljujejo tako, da njihove vrednosti χ pretežno padejo v območje višjih vrednosti. Posledica tega je večja vsebnost mineralnih snovi v teh medovih.

4.2.2.1 Statistična analiza χ med vrstami medu

- Analiza variance (ANOVA)

Analizo variance za χ izbranih vzorcev različnih vrst medu smo opravili s pomočjo programa za statistično obdelavo podatkov SPSS Base 14.0. Na osnovi vrednosti signifikance 0,00, ki jo je po izračunu podal test, smo ničelno domnevo pri 0,05 stopnji tveganja zavrnili. Posledično smo sprejeli osnovno domnevo, ki pravi, da sta med sedmimi preiskovanimi vrstami medu vsaj dve, ki se statistično značilno razlikujeta glede na povprečno vrednost χ , lahko pa jih je tudi več. Za nadaljnje razvrščanje vzorcev v skupine s podobnimi statističnimi značilnostmi smo uporabili Duncanov test.

- Duncanov test

Rezultati Duncanovega testa so podani v preglednici 15 in prilogi B2. Sedem preiskovanih vrst medu se po Duncanovi analizi razvrsti v 5 razredov: a, b, c, d in e.

Za vsak statistično značilen razred je podana signifikanca. Če je vrednost signifikance 1 (v našem primeru jo ima akacijev, cvetlični, lipov in kostanjev med), pomeni da je ujemanje vzorca s samim seboj popolno – 100 %. Od tod sledi, da ima vrednost signifikance praktičen pomen le tedaj, kadar sta v razredu vsaj dva vzorca ali več (v našem primeru je to le razred d). Razred d ima signifikanco (0,148), ki je večja od mejne vrednosti statističnega zaupanja (α) 0,05. Posledično je potrjena ničelna hipoteza, ki pravi, da se aritmetične sredine gozdnega, smrekovega in hojevega medu statistično ne razlikujejo.

4.3 PRIMERJAVA MEDU DVEH RAZLIČNIH LETNIKOV

4.3.1 Primerjava $[\alpha]_D^{20}$ v medu dveh različnih letnikov

S primerjavo med letniki smo želeli ugotoviti, ali se povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ različnih vrst medu razlikujejo glede na leto odvzema vzorca. Primerjali smo povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ izbranih vzorcev posameznih vrst medu (letnikov 2004 in 2005) med seboj. V obravnavo smo vključili 7 vrst slovenskega medu.

Primerjavo smo opravili na 175 izbranih vzorcih (čistih vzorcih – imajo značilne senzorične lastnosti vrste) slovenskega medu letnikov 2004 in 2005. Vrednosti posameznih meritev izbranih vzorcev so podane v prilogi A (A1 – A7). V nadaljnjem postopku smo ponovno 4 vzorce vrste akacija, ki so imeli pozitivno vrednost $[\alpha]_D^{20}$ izvzeli iz obravnave in s tem zmanjšali statistične razlike med letnikoma. Akacijev med naj bi imel negativno vrednost $[\alpha]_D^{20}$. V primeru teh 4 vzorcev pa je bila vrednost $[\alpha]_D^{20}$ pozitivna, kar je verjetno posledica velike vsebnosti saharoze in zato pozitivnega $[\alpha]_D^{20}$. Iz obravnave smo izključili tudi lipove in hojeve vzorce medu, ker smo imeli le vzorce enega letnika, 2004. Tako nam je skupno ostalo le 141 vrstno značilnih vzorcev. Sledilo je tabelarično (preglednica 16) in grafično (slika 6) predstavljanje vzorcev.

Predstavljeni (preglednica 16) so nekateri osnovni statistični parametri za posamezen letnik znotraj različnih vrst medu. Program za statistično obdelavo SPSS Base 14.0, nam je podal izračunane vrednosti za povprečne vrednosti, standardne odklone ter minimalne in maksimalne vrednosti.

Preglednica 16: Povprečna vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm³/g dm) in nekateri statistični parametri izbranih vzorcev slovenskih vrst medu, letnikov 2004 in 2005

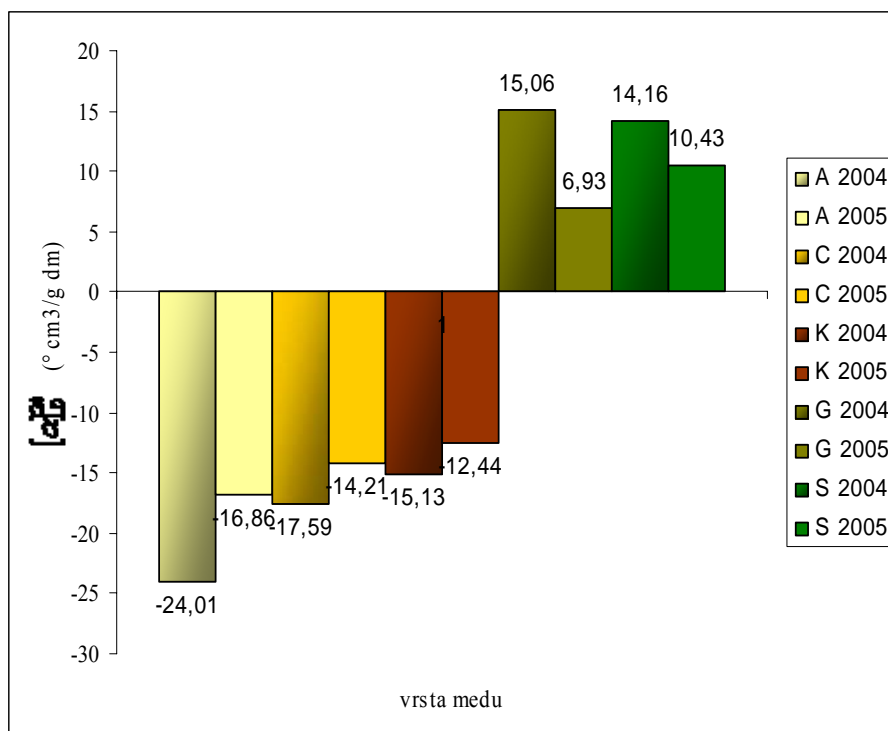
Vrsta medu	Letnik medu	n	$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)		
			$\bar{x} \pm SD$ $[\alpha]_D^{20}$	x_{\min} $[\alpha]_D^{20}$	x_{\max} $[\alpha]_D^{20}$
akacija	2004	16	-24,01 ^a ± 5,43	-28,92	-7,15
	2005	12	-16,86 ^b ± 3,08	-23,88	-10,15
cvetlični	2004	13	-17,59 ^a ± 5,49	-26,26	-7,88
	2005	17	-14,21 ^a ± 3,81	-21,29	-6,25
gozdni	2004	15	+15,06 ^a ± 12,82	-4,68	+33,27
	2005	15	+ 6,93 ^a ± 7,05	-6,28	+17,72
smrekov	2004	15	+14,16 ^a ± 9,03	+1,50	+29,97
	2005	11	+10,43 ^a ± 6,20	+0,60	+22,79
kostanjev	2004	12	-15,13 ^a ± 9,28	-26,30	+0,25
	2005	15	-12,44 ^a ± 6,39	-26,20	-4,98

^{a in b} – vrste medu uvrščene v različne razrede, ki se med seboj statistično značilno razlikujejo glede na povprečne vrednosti SR $[\alpha]_D^{20}$ med letnikoma 2004 in 2005
n – število vzorcev

Iz preglednice 16 je razvidno, da se proučevane vrste medu dveh različnih letnikov razlikujejo med seboj v povprečnih vrednostih $[\alpha]_D^{20}$. Vzroki za razlike med letniki so verjetno v sestavi medu. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ je odvisna od optične sučnosti raztopine medu, ki je pogojena z vrsto sladkorjev v medu in njihovimi relativnimi razmerji. Temu pa je predpogoj čebelja paša, ki je vsako leto različna zaradi spreminjanja vremenskih pogojev, od katerih je odvisno cvetenje in medenje rastlin.

Največje razlike med letniki (razvidno iz preglednice 16) so pri povprečnih vrednostih $[\alpha]_D^{20}$ gozdnega medu, sledi akacijev med, smrekov med, cvetlični med, najmanjše razlike med letniki smo opazili pri kostanjevem medu.

Povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ letnikov 2004 in 2005 v različnih vrstah medu prikazuje tudi stolpni diagram na sliki 6.



Slika 6: Povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ (° cm³/g dm) v slovenskih vrstah medu, letnikov 2004 in 2005

Iz slike 6 je prav tako razvidno, da so bile največje razlike med povprečnimi vrednostmi $[\alpha]_D^{20}$ v akacijevem medu dveh letnikov. V letu 2004 je povprečna vrednost $[\alpha]_D^{20}$ v akacijevem medu kar 1,4-krat višja od vrednosti v letu 2005. Sledi gozdni med, ki je imel povprečno vrednost $[\alpha]_D^{20}$ v letu 2004 za 2,2-krat višjo kot v letu 2005. Višjo povprečno vrednost $[\alpha]_D^{20}$ v letu 2004 od leta 2005 so imeli še: cvetlični (1,2-krat), smrekovi (1,4-krat) in kostanjevi medovi (1,2-krat).

Opažamo (slika 6), da so imele vse analizirane vrste medu v letu 2004 (označene senčeno) višjo vrednost $[\alpha]_D^{20}$ od leta 2005. Menimo, da je vzrok v sestavi posamezne vrste medu na kar vplivajo vremenske razmere, predvsem temperatura, sončna svetloba, količina padavin in vlažnost zraka.

4.3.1.1 Statistična analiza $[\alpha]_D^{20}$ v medu dveh različnih letnikov

- t - test

t - test nam je podal vrednosti signifikance izmerjenih vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ za posamezne vrste medu glede na letnik. Če je bila vrednost signifikance manjša od izbrane stopnje tveganja 0,05, smo ničelno domnevo zavrnil in sprejeli osnovno domnevo. Ničelna domneva trdi, da so povprečja po obravnavanjih enaka, alternativa - osnovna domneva pa, da obstaja vsaj en par, kjer povprečji po obravnavanjih nista enaki. Kadar smo ničelno domnevo zavrnil, smo posledično potrdili, da med povprečnimi vrednostmi po obravnavanjih obstajajo statistično značilne razlike. V primeru, da smo ničelno domnevo sprejeli, je bila statistična analiza končana, zaključili smo, da statistično značilnih razlik ni.

- Akacijev med (akacijev med brez štirih vzorcev s pozitivno vrednostjo $[\alpha]_D^{20}$): t - test, nam je podal vrednost signifikance 0,00, kar pomeni, da smo ničelno domnevo zavrnil pri 0,05 stopnji tveganja. Zato smo sprejeli osnovno domnevo. S tem smo potrdili, da med akacijevim medom dveh letnikov obstajajo statistično značilne razlike v vrednostih $[\alpha]_D^{20}$.
- Cvetlični med: Vrednost signifikance 0,057, ki jo je podal t - test, je bila večja od izbrane stopnje tveganja 0,05. Sprejeli smo ničelno domnevo, kar kaže, da med cvetličnim medom dveh letnikov ni statističnih razlik v vrednostih $[\alpha]_D^{20}$.
- Gozdni med: Vrednost signifikance 0,40, izračunana s t - testom, je bila večja od izbrane stopnje tveganja 0,05. Sprejeli smo ničelno domnevo, kar kaže, da med gozdnim medom dveh letnikov ni statističnih razlik v vrednostih $[\alpha]_D^{20}$.
- Smrekov med: Vrednost signifikance 0,250, ki jo je podal t - test, je bila večja od izbrane stopnje tveganja 0,05. Sprejeli smo ničelno domnevo, torej med smrekovim medom dveh letnikov ni statističnih razlik v vrednostih $[\alpha]_D^{20}$.
- Kostanjev med: Vrednost signifikance 0,381, izračunana s t - testom, je bila večja od izbrane stopnje tveganja 0,05. Tudi tu smo sprejeli ničelno domnevo in zaključili, da med kostanjevim medom dveh letnikov ni statističnih razlik v vrednostih $[\alpha]_D^{20}$.

Ugotavljamo, da statistično značilne razlike za povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ med medovi letnikov 2004 in 2005 obstajajo samo za akacijev med. Pri ostalih vrstah medu ni statistično značilnih razlik med povprečnimi vrednostmi $[\alpha]_D^{20}$ vzorcev medu letnikov 2004 in 2005.

4.3.2 Primerjava χ v medu dveh različnih letnikov

Rezultate za χ , povzete iz diplom Novak (2006), Ocepek (2005) in Lilek (2008) smo primerjali glede na letnik in pri tem vključili 174 vrstno značilnih vzorcev medu.

Tudi tu smo izključili vzorce lipovega (15) in hojevega (15) medu, saj sta bili obe vrsti vzorčeni le v letu 2004. Tako nam je skupno ostalo le 144 vrstno značilnih vzorcev.

Preglednica 17: Povprečna vrednost χ (mS/cm) in nekateri statistični parametri izbranih vzorcev slovenskih vrst medu, letnikov 2004 in 2005

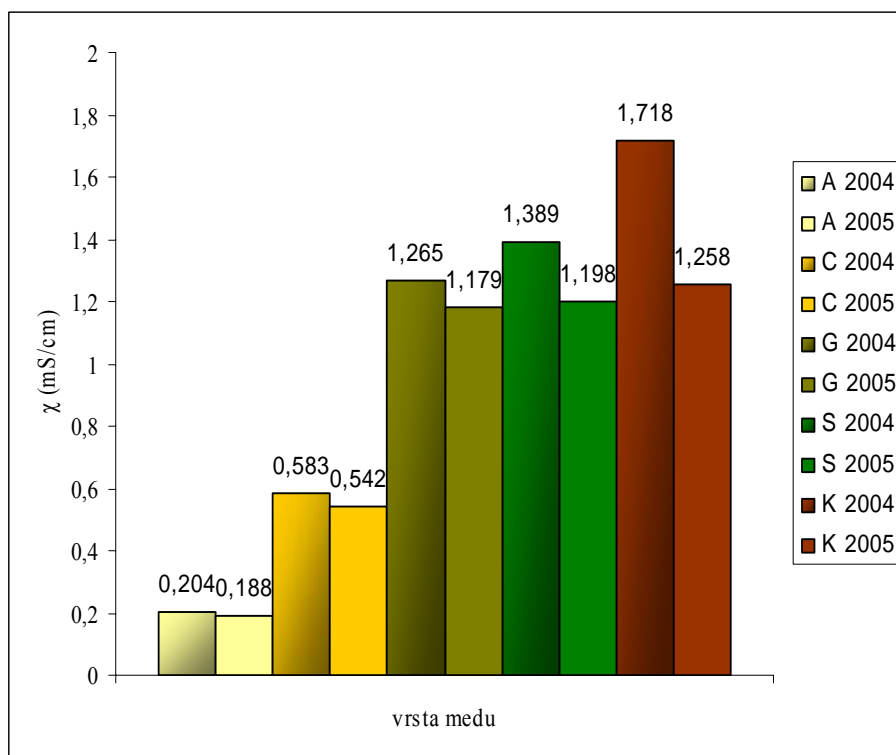
Vrsta medu	Letnik medu	n	χ (mS/cm)		
			$\bar{x} \pm SD$ (mS/cm)	x_{min} (mS/cm)	x_{max} (mS/cm)
akacija	2004	16	0,204 ^a \pm 0,310	0,157	0,260
	2005	16	0,188 ^a \pm 0,420	0,114	0,265
cvetlični	2004	13	0,583 ^a \pm 0,121	0,327	0,775
	2005	16	0,542 ^a \pm 0,152	0,325	0,838
gozdni	2004	15	1,265 ^a \pm 0,118	1,083	1,469
	2005	15	1,179 ^a \pm 0,237	0,807	1,677
smrekov	2004	15	1,389 ^a \pm 0,173	1,068	1,632
	2005	11	1,198 ^a \pm 0,191	0,946	1,532
kostanjev	2004	12	1,718 ^a \pm 0,230	1,478	2,245
	2005	15	1,258 ^b \pm 0,236	0,959	1,796

^{a in b} – vrste medu uvrščene v različne razrede, ki se med seboj statistično značilno razlikujejo glede na povprečne vrednosti χ med letnikoma 2004 in 2005
n – število vzorcev

Iz preglednice 17 je razvidno, da se proučevane vrste medu dveh različnih letnikov razlikujejo med seboj v povprečnih vrednostih χ , čeprav so razlike statistično neznačilne. Vzroki za razlike med letniki so verjetno v sestavi posamezne vrste medu. Vrednost χ je odvisna od vsebnosti mineralov v medu. Ta je na splošno zelo majhna, vendar zelo različna med vrstami medu. Vzrok temu je raznolika čebelja paša, ki se vsako leto razlikuje zaradi spreminjanja vremenskih pogojev, ki znatno vplivajo na cvetenje in medenje rastlin.

Največje razlike med povprečnimi vrednostmi χ medu različnih letnikov (preglednica 17) so bile izračunane za kostanjev med. Sledijo smrekov, akacijev in cvetlični med ter gozdni med z najmanjšimi razlikami med letniki.

Povprečne vrednosti χ letnikov 2004 in 2005 v različnih vrstah medu prikazuje tudi stolpni diagram na sliki 7.



Slika 7: Povprečne vrednosti χ (mS/cm) v slovenskih vrstah medu, letnikov 2004 in 2005

Iz slike 7 je prav tako razvidno, da so največje razlike med povprečnimi vrednostmi χ v kostanjevem medu. V letu 2004 je bila povprečna vrednost χ kostanjevega medu za 1,4-krat višja od vrednosti v letu 2005. Sledi smrekov med, ki je imel povprečno vrednost χ v letu 2004 za 1,2-krat višjo kot v letu 2005. Višjo povprečno vrednost χ v letu 2004 od leta 2005 so imeli še vzorci: akacijevega (1,09-krat), cvetličnega (1,08-krat) in gozdnega (1,07-krat) medu.

Opažamo (slika 7), da so imele vse analizirane vrste medu letnika 2004 (označene senčeno) višjo vrednost χ od letnika 2005. Menimo, da je to pogojeno z deležem peloda, ki je odvisen od pašnih in vremenskih pogojev, predvsem: temperature, količine sončne svetlobe, padavin in vlažnosti zraka. Sklepamo, da je bila paša v letu 2004 bogatejša s cvetnim prahom kot v letu 2005.

4.3.2.1 Statistična analiza χ v medu dveh različnih letnikov

- t - test

t - test nam je podal vrednosti signifikance izmerjene χ za posamezne vrste medu glede na letnik. Če je bila vrednost signifikance manjša od izbrane stopnje tveganja 0,05, smo ničelno domnevo zavrnil in sprejeli osnovno domnevo. Ničelna domneva trdi, da so povprečja po obravnavanjih enaka. Osnovna domneva pa, da obstaja vsaj en par, kjer povprečji po obravnavanjih nista enaki. Kadar smo ničelno domnevo zavrnil, smo posledično potrdili, da med povprečnimi vrednostmi po obravnavanjih obstajajo statistično značilne razlike. V primeru, da smo ničelno domnevo sprejeli je bila statistična analiza končana in sledil je zaključek, da statistično značilnih razlik ni.

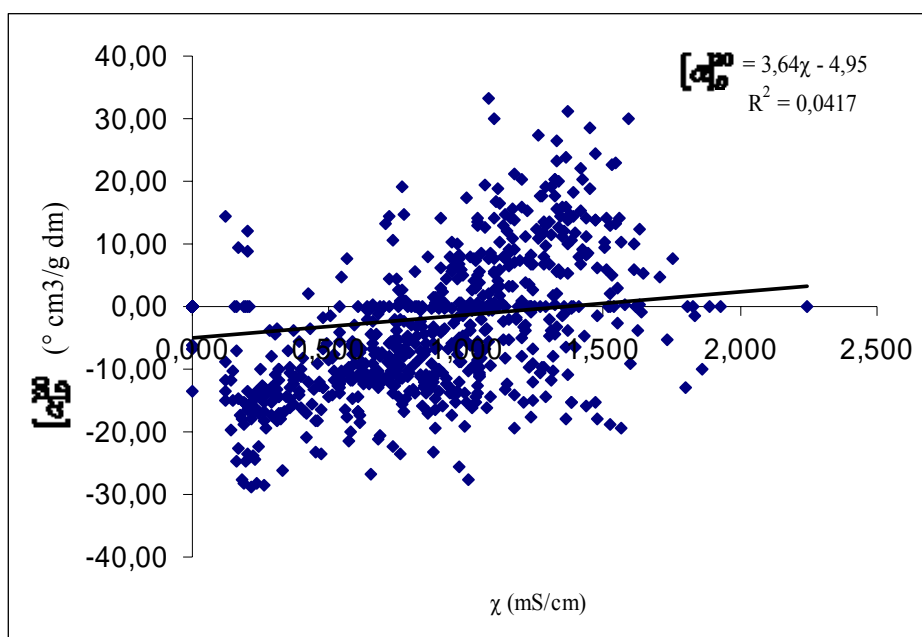
- Akacijev med: S t - testom smo izračunali vrednost signifikance 0,237, ki je bila večja od izbrane stopnje tveganja 0,05. Zato smo sprejeli ničelno domnevo, ki pravi, da med akacijevimi vzorci medu dveh letnikov ni statistično značilnih razlik v vrednostih χ .
- Cvetlični med: Vrednost signifikance 0,422, ki jo je podal t - test, je bila večja od izbrane stopnje tveganja 0,05. Sprejeli smo ničelno domnevo, torej med cvetličnim medom dveh letnikov ni statistično značilnih razlik v vrednostih χ .
- Gozdni med: Vrednost signifikance 0,218, izračunana s t - test, je bila večja od izbrane stopnje tveganja 0,05. Sprejeli smo ničelno domnevo, kar kaže, da med gozdnim medom dveh letnikov ni statistično značilnih razlik v vrednostih χ .
- Smrekov med: Vrednost signifikance 0,140, ki jo je podal t - test, je bila večja od izbrane stopnje tveganja 0,05. Sprejeli smo ničelno domnevo, torej med smrekovim medom dveh letnikov ni statistično značilnih razlik v vrednostih χ .
- Kostanjev med: t - test, nam je podal vrednost signifikance 0,00, kar pomeni, da smo ničelno domnevo zavrnil pri 0,05 stopnji tveganja. Sprejeli smo osnovno domnevo. S tem smo potrdili, da med kostanjevim medom dveh letnikov obstajajo statistično značilne razlike v vrednostih χ .

Ugotavljamo, da statistično značilne razlike za povprečne vrednosti χ med medovi letnikov 2004 in 2005 obstajajo samo za kostanjev med. Pri ostalih vrstah medu ni statistično značilnih razlik med povprečnimi vrednostmi χ vzorcev medu letnikov 2004 in 2005.

4.4 ZVEZA MED SPECIFIČNIM KOTOM ZASUKA ($[\alpha]_D^{20}$) IN SPECIFIČNO ELEKTRIČNO PREVODNOSTJO (χ)

Za določitev zveze med $[\alpha]_D^{20}$ in χ smo uporabili korelacijsko analizo. Pri korelacijski analizi je potrebno definirati dve naključni, neodvisni spremenljivki. V našem primeru smo za prvo spremenljivko izbrali χ (x), za drugo spremenljivko pa $[\alpha]_D^{20}$ (y). Korelacijsko analizo smo predstavili v grafični obliki in s pomočjo koeficientov korelacije iskali stopnjo povezanosti med spremenljivkama. S pomočjo regresijske analize pa smo želeli prikazati, najpogostejšo in hkrati najbolj zaželeno linearno funkcijo, kar naj bi pomenilo, da je zveza dveh spremenljivk podana z enačbo premice.

Vse eksperimentalne določitve (588 vzorcev slovenskega medu, letnikov 2004 in 2005 različnega botaničnega in geografskega izvora) smo vnesli v razsevni grafikon (slika 8) in iskali zvezo med $[\alpha]_D^{20}$ in χ . Izmed vseh vzorcev je bilo le 175 vzorcev vrstno značilnih. Njihova vrsta je bila predhodno potrjena s senzorično analizo. Ostalih 413 vzorcev pa je bilo vrstno neznačilnih (vzorci, ki motijo statistično obdelavo zaradi svoje netipičnosti). Slednji so prispevali k slabi povezanosti med $[\alpha]_D^{20}$ in χ . To dokazuje tudi koeficient determinacije (R^2), ki znaša 0,04, kar pomeni, da spremenljivka χ pojasnjuje le 4 % variance $[\alpha]_D^{20}$. Vrednosti posameznih meritev so podane v prilogi A (A1 – A7).



Slika 8: Razsevni diagram $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm³/g dm) in χ (mS/cm) za vse analizirane vzorce slovenskega medu

Iz razsevnega diagrama (slika 8) je razvidno, da se povezava med $[\alpha]_D^{20}$ in χ le nakazuje. Predvidevali smo, da bo povezava boljša, če se omejimo le na tipične predstavnike posameznih vrst (preglednica 18 in slika 9). Zato smo v nadaljevanju podrobneje proučili povezanost obeh parametrov le za te vzorce.

Obilna paša je povzročila, da je med vseboval več saharoze kot navadno. Smatramo, da je bil čas delovanja invertaze (encim, ki pretvarja saharozo v fruktozo in glukozo) kratek. V tem kvadrantu so prisotni še vzorci lipovega medu (5 vzorcev). Za lipo je značilno, da proizvaja precejšnjo količino nektarja, značilen zanjo pa je tudi pojav mane. Najpogosteje je lipov med mešanica obeh, zato ga uvrščamo v mešani izvor medu, kar je pogojeno z različnimi vrstami in razmerji sladkorjev. To vpliva na pozitivno (5 vzorcev v 1. kvadrantu) oz. negativno (11 vzorcev v 3. in 4. kvadrantu) vrednost $[\alpha]_D^{20}$. Vsi vzorci prisotni v 1. kvadrantu imajo vrednost χ pod 0,8 mS/cm, kar je za vzorce akacijevega medu v skladu s pravilnikom, za vzorce lipovega medu pa je možno, da je vrednost χ tudi nad 0,8 mS/cm (saj je lipa v pravilniku definirana, kot izjema).

V 2. kvadrantu se nahajajo vzorci gozdnega, smrekovega in hojevega medu. Ti vzorci imajo vrednost $[\alpha]_D^{20}$ pozitivno, kar je v skladu z navedbo v literaturi. Vsi so maninega izvora, ki suče ravnino linearno polarizirane svetlobe v desno oz. ima pozitivno vrednost $[\alpha]_D^{20}$. Tudi njihova χ (nad 0,8 mS/cm) je v skladu s pravilnikom. V tem kvadrantu se nahaja tudi vzorec kostanjevega medu s pozitivno vrednostjo $[\alpha]_D^{20}$. Vzrok za to je v tem, da kostanjev med predstavlja bogat vir nektarja, lahko pa se med cvetenjem pojavi tudi kostanjeva ušica, ki izloča kostanjevo mano, zato je kostanjev med mešanega izvora. Zato lahko pri kostanjevem medu izmerimo tudi pozitivno vrednost $[\alpha]_D^{20}$. Vrednost χ (nad 0,8 mS/cm) za ta vzorec kostanjevega medu je v skladu s Pravilnikom o medu (2004).

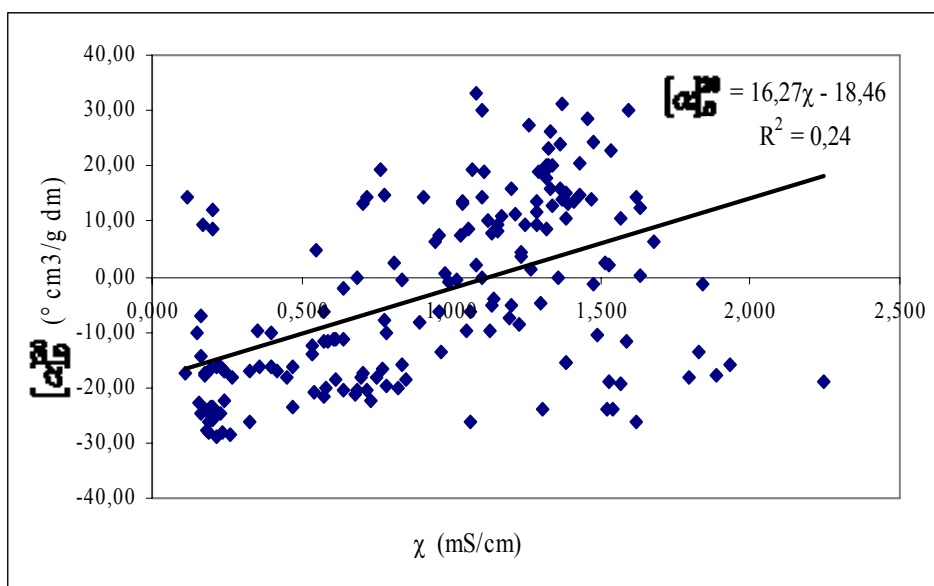
V 3. kvadrantu se nahajajo vzorci kostanjevega medu, ki so mešanega izvora, zato imajo vrednost $[\alpha]_D^{20}$ pozitivno ali negativno, odvisno od sladkorjev in njihovega razmerja v medu. Vzorci obravnavane vrste imajo vrednost $[\alpha]_D^{20}$ negativno, kar jih opredeljuje kot med nektarnega izvora. Tudi vrednost χ je nad 0,8 mS/cm, kot predpisuje Pravilnik o medu (2004). V tem kvadrantu se nahajajo še vzorci gozdnega in hojevega medu, katerih vrednost $[\alpha]_D^{20}$ je negativna, kar ni v skladu s pričakovanji. Smatramo, da je to pogojeno z večjo vsebnostjo fruktoze. Kasenburger (2006) navaja, da so drugo največjo vsebnost fruktoze (43,18 g/100 g) določili prav v medu iz mane (smrekov vzorec, S 21). To kaže na mešanje različnih vrst medu in na to, da čebelar ne uspe v celoti pretočiti medu ene vrste. Zato imata ti dve vrsti medu negativno vrednost $[\alpha]_D^{20}$. Vrednost χ za ti dve vrsti je v skladu s pravilnikom, saj je vrednost χ nad 0,8 mS/cm. V 3. kvadrantu so prisotni tudi trije vzorci lipovega in en vzorec cvetličnega medu, ki imajo negativno vrednost $[\alpha]_D^{20}$. Za vzorce lipovega medu je to v skladu s pričakovanji, saj pripadajo mešanemu izvoru. Lipov med je izjema glede določil pravilnika za χ – to pomeni, da je vrednost lahko nad 0,8 mS/cm ali pa pod to vrednostjo. Za cvetlični vzorec pa pravilnik predpisuje vrednost χ pod 0,8 mS/cm, a kljub temu so odstopanja $\pm 10\%$ dopustna.

V 4. kvadrantu se nahajajo vzorci akacijevega in cvetličnega medu. Vsi ti vzorci imajo negativno vrednost $[\alpha]_D^{20}$, kar je v skladu s pričakovanji saj je njihov izvor nektar. Vrednosti χ so pod 0,8 mS/cm, kot predpisuje Pravilnik o medu (2004). V tem kvadrantu so prisotni tudi vzorci lipovega medu z negativno vrednostjo $[\alpha]_D^{20}$, kar je v skladu s

pričakovani saj je lipov med mešanega izvora, zato je izmerjeni $[\alpha]_D^{20}$ negativen ali pozitiven, kar pa je odvisno od vrste in sorazmernega deleža posameznih sladkorjev v medu.

Iz slike 9 je razvidno, da ima večina vzorcev akacijevega, lipovega in kostanjevega medu negativno vrednost $[\alpha]_D^{20}$ (z izjemo cvetličnega medu, katerega vzorci imajo vsi negativno vrednost $[\alpha]_D^{20}$), medtem ko imajo gozdni, hojev in smrekov med pozitivno vrednost $[\alpha]_D^{20}$. Razvidno je še, da ima povprečno vrednost χ pod vrednostjo 0,8 mS/cm (to vrednost označuje rdeča črta v diagramu) večina vzorcev akacijevega, cvetličnega in lipovega medu, medtem ko imajo vsi vzorci kostanjevega, gozdnega, smrekovega in hojevega medu povprečno vrednost χ nad vrednostjo 0,8 mS/cm.

V nadaljevanju smo z metodo linearne regresije določili enačbo premice, ki se kar najbolj prilega vrednostim vzorcev sedmih vrst medu. Analizo smo opravili z računalniškim programom Excel 2003, ki je poleg grafičnih izrisov podal tudi izračun enačbe premice in vrednost koeficienta determinacije (R^2).



Slika 10: Linearna zveza med vrednostmi $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm³/g dm) in χ (mS/cm) za 175 vzorcev sedmih vrst slovenskega medu

Slika 10 prikazuje linearno zvezo med vrednostmi χ in $[\alpha]_D^{20}$ za akacijeve, cvetlične, lipove, gozdne, smrekove, hojeve in kostanjeve vzorce medu. Odnos med spremenljivkama vseh analiziranih vzorcev opisuje linearni regresijski model $[\alpha]_D^{20} = 16,27\chi - 18,46$. Zveza je označena kot statistično značilna pri 0,01 stopnji tveganja.

Regresijski koeficient znaša 16,27. To je vrednost, za katero se spremeni vrednost $[\alpha]_D^{20}$, kadar se vrednost χ spremeni za 1 mS/cm.

Koeficient determinacije (R^2) znaša 0,24, kar pomeni, da spremenljivka χ pojasnjuje 24 % variance $[\alpha]_D^{20}$, kar je zelo malo. Pearsonov korelacijski koeficient (R), ki je pri linearni zvezi enak kvadratnemu korenu determinacijskega koeficienta pa znaša 0,49. Ugotavljamo, da se R nahaja v območju od 0,40 do 0,70, kar kaže na šibko povezanost med $[\alpha]_D^{20}$ in χ .

Ker Pearsonov koeficient korelacije podaja le stopnjo povezanosti med opazovanima spremenljivkama, ne pa tudi statistične značilnosti, smo slednjo preverili še s testom t. Po enačbi (13) smo izračunane vrednosti t primerjali s kritičnimi vrednostmi, odčitanimi iz statistične preglednice (Adamič, 1998) pri določeni velikosti vzorca in stopnji značilnosti 0,05. Če je izračunana vrednost t presežala kritično mejo, smo s 5 % tveganjem zavrnili ničelno hipotezo, ki pravi, da med opazovanimi vzorci medu ni statistično značilne povezanosti. Rezultati testa t so podani v preglednici 19.

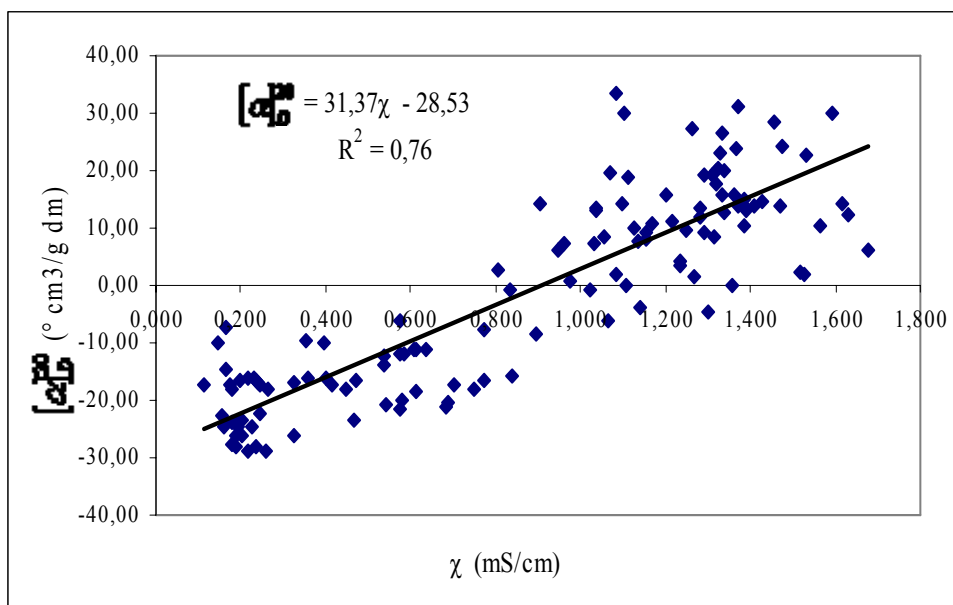
Preglednica 19: Analiza determinacijskega koeficienta s testom t

Vrsta medu	$t = \sqrt{\frac{R^2 (n - 2)}{1 - R^2}}$	$t_{\text{kritična}}$ $\alpha = 0,05$	Statistična značilnost regresijskega modela
7 vrst medu skupaj	7,45	1,64	DA

Na podlagi rezultata t - testa lahko s 5 % tveganjem potrdimo statistično povezanost vrednosti χ in $[\alpha]_D^{20}$ za 7 različnih vrst medu. Torej je zveza za obravnavane vrste medu statistično značilna, vendar šibka.

Nadaljnji pregled podatkov je pokazal, da je šibka povezanost med χ in $[\alpha]_D^{20}$ posledica vzorcev akacijevega medu (4 vzorci v 1. kvadrantu), ki imajo pozitivno vrednost $[\alpha]_D^{20}$ ter vzorcev lipovega (5 vzorcev v 1. kvadrantu) in kostanjevega medu (26 vzorcev v 3. kvadrantu). Akacijev med naj bi imel vrednost $[\alpha]_D^{20}$ negativno. V primeru štirih vzorcev pa je bila vrednost $[\alpha]_D^{20}$ pozitivna, kar je verjetno posledica večje vsebnosti saharoze. Lipov in kostanjev med sta mešanega izvora. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ je torej lahko pozitivna oz. negativna, kar pa onemogoča točno razvrščanje med nektarni oz. manin izvor. Zaradi odstopanj od splošne linearne zveze, smo štiri vzorce akacijevega ter vse vzorce lipovega in kostanjevega medu v nadaljnjem postopku izvzeli.

Na izbranih podatkih za akacijev, cvetlični, gozdni, smrekov in hojev med smo ponovno izvedli regresijsko analizo. Dobili smo novo linearno zvezo med vrednostmi χ in $[\alpha]_D^{20}$ za te vzorce medu. Spremenil se je linearni regresijski model, ki je tokrat opisan drugače: $[\alpha]_D^{20} = 31,37\chi - 28,53$ (slika 11).



Slika 11: Linearna zveza med vrednostmi $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm³/g dm) in χ (mS/cm) za 128 selektivno izbranih vzorcev slovenskega medu

Ugotavljamo, da vrednost R^2 tokrat znaša 0,76 in vrednost R 0,87. R se v tem primeru nahaja v območju od 0,70 do 1,00, kar kaže na tesno zvezo med opazovanima spremenljivkama. Kar 76 % variabilnosti $[\alpha]_D^{20}$ je pojasnjene z deležem χ . Slednji model je tako precej boljši kot prejšnji, prikazan na sliki 10.

Statistično značilnost smo ponovno preverili s testom t . Rezultati testa t so podani v preglednici 20.

Preglednica 20: Analiza determinacijskega koeficienta s testom t

Vrsta medu	$t = \sqrt{\frac{R^2 (n - 2)}{1 - R^2}}$	$t_{\text{kritična}}$ $\alpha = 0,05$	Statistična značilnost regresijskega modela
akacijev, cvetlični, gozdni, smrekov in hojev	20,14	1,64	DA

Izračunana vrednost t ($t = 20,14$) presega kritično vrednost ($t_{\text{kritična}} = 1,64$), zato lahko omenjeno zvezo potrdimo kot statistično značilno.

Na osnovi korelacijske analize in regresijskega modela za akacijeve, cvetlične, gozdne, smrekove in hojeve vzorce medu lahko povzamemo, da zveza med opazovanima spremenljivkama obstaja, je statistično značilna pri 0,01 stopnji tveganja in močna (večja od 0,70).

Ugotavljamo, da je vzporedno merjenje $[\alpha]_D^{20}$ in χ primeren način za razlikovanje vzorcev lipovega in kostanjevega medu od ostalih vrst medu. Opažamo tudi, da sam $[\alpha]_D^{20}$ ni primeren kot sredstvo za razlikovanje med lipovim in kostanjevim medom. Ti dve vrsti medu sta mešanega izvora, zato se ne prilegata linearnemu regresijskemu modelu, ki razvršča medove iz nektarja oz. mane. Vse ostale vrste medu, ne glede na izvor (nektar ali mana), se prilegajo linearnemu regresijskemu modelu, kar omogoča njihovo ločevanje od lipovih in kostanjevih medov. Za ločevanje ostalih vrst medu med seboj se ob merjenju $[\alpha]_D^{20}$ poslužujemo še pelodne in senzorične analize medu.

4.5 PRIMERJAVA S TUJIMI PODATKI

Povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ različnih vrst medu naše raziskave smo primerjali s povprečnimi vrednostmi $[\alpha]_D^{20}$ tujih avtorjev: Persano Oddo in sod. (1995), Pridal in Vorlová (2002) in Dinkov (2003). V preglednici 21 so navedene povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ omenjenih avtorjev.

Preglednica 21: Povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm³/g dm) v različnih vrstah medu različnega geografskega porekla

Vrsta medu		akacijev	cvetlični	med iz mane
		\bar{x} $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)	\bar{x} $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)	\bar{x} $[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)
Italija	Persano Oddo in sod. (1995)	-17,0	-12,4	+17,0
Češka	Pridal in Vorlová (2002)	-15,6	-13,1	+10,5
Bolgarija	Dinkov (2003)	-17,0	-14,8	+4,2
Slovenija	naša raziskava	-16,9	-15,8	+12,6

Povprečna vrednost $[\alpha]_D^{20}$ v naših vzorcih je najbolj primerljiva z ostalimi povprečnimi vrednostmi $[\alpha]_D^{20}$ v akacijevem in cvetličnem medu. Nekoliko slabše ujemanje povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ je v maninih medovih.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Eksperimentalni del raziskave je obsegal merjenje $[\alpha]_D^{20}$ v 588 vzorcih slovenskega medu, letnikov 2004 in 2005, različnega botaničnega in geografskega izvora, ter različnih, v Sloveniji najbolj zastopanih vrst (akacijeve, cvetlične, lipove, kostanjeve, gozdne, smrekove in hojeve ter njihovih mešanic). Del raziskave je potekal na 175 vrstno značilnih vzorcih medu (vrsta je bila predhodno potrjena senzorično). Del raziskave pa je vključeval še 413 vrstno neznačilnih vzorcev medu. Sledila je statistična analiza, s katero smo preučili vpliv vrste in letnika in ob koncu ovrednotili zvezo med vrednostmi $[\alpha]_D^{20}$ in χ . Rezultate smo primerjali tudi s podatki iz literature.

Za metodo merjenja $[\alpha]_D^{20}$ je znano, da je odvisna od valovne dolžine svetlobe, dolžine poti žarka, temperature in koncentracije raztopine ter zahteva veliko ročnega dela. Vendar smo pri testiranju metode ob zahtevani natančnosti analitika, dobili 99 % ponovljivost rezultatov. Zato smo sklepali, da je metoda primerna za razlikovanje izvora medu (nektar ali mana).

Izmerjene vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ v posameznih vzorcih sedmih vrst medu so se nahajale v razponu od $-28,92 \text{ }^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$ do $+33,27 \text{ }^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$. Najmanjša vrednost je bila izmerjena v akacijevem medu (letnik 2004, A12), največja pa v gozdnem (letnik 2005, G5) medu. Piazza in sod. (1991) navajajo v svoji raziskavi, da ima najnižjo izmerjeno vrednost med iz rožmarina ($-20 \text{ }^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$), najvišjo pa manin med ($+4 \text{ }^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$ do $+30 \text{ }^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$). Dinkov (2003) se prav tako strinja, da ima najnižjo izmerjeno vrednost akacijev med ($-17,0 \text{ }^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$), najvišjo izmerjeno vrednost pa manin med ($+4,2 \text{ }^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$). Ugotavljamo, da so naši vzorci primerljivi z navedenimi podatki. Medovi iz nektarja (akacijevi in cvetlični) so imeli negativne povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$, medtem ko so imeli medovi iz mane (gozdni, smrekov in hojev) pozitivne povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$. Medovi mešanega izvora (lipov in kostanjev) pa so imeli negativne oz. pozitivne povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$, zaradi različnega odklanjanja polarizirane svetlobe glede na specifičen kot zasuka, odvisnega od prisotnih sladkorjev in relativnih razmerji med njimi.

Na splošno velja, da so medovi iz nektarja levosučni, medovi iz mane pa desnosučni. V nektarnih medovih prevladuje namreč levosučnost fruktoze, ki se nahaja v večjih količinah, pa tudi njen specifični kot zasuka je močnejši kot pri glukozi. Medovi iz mane imajo pogosto manj fruktoze in več glukoze, velikokrat vsebujejo tudi desnosučno melecitozo ali erlozo, kar skupaj z glukozo povzroča desnosučnost, navajata Božnar in Senegačnik (1998).

Z analizo variance smo ugotovili, da se povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ nekaterih vrst medu med seboj statistično razlikujejo in jih glede na to uvrščamo v štiri razrede: a, b, c in d. Tako se akacijev med statistično značilno ne razlikuje od cvetličnega, prav tako se cvetlični med ne razlikuje od kostanjevega medu. Se pa akacijev, cvetlični in kostanjev med statistično

značilno razlikuje od vseh ostalih vrst medu. Lipov med se statistično značilno razlikuje od vseh ostalih vrst medu. Tudi gozdni, smrekov in hojev med se med seboj statistično značilno ne razlikuje, se pa razlikuje od vseh ostalih vrst medu.

Posamezne vrednosti χ v sedmih vrstah medu so se nahajale v razponu od 0,114 do 1,863 mS/cm. Najmanjša vrednost χ je bila izmerjena v akacijevem medu (letnik 2005, A32), največja pa v kostanjevem (letnik 2004, št. 188) medu. Medovi iz nektarja (akacijev in cvetlični med), imajo nižje vrednosti χ (pod 0,8 mS/cm). To potrjuje, da imajo majhno vsebnost mineralnih snovi, medtem ko imajo medovi iz mane (gozdni, smrekov in hojev med) višje vrednosti χ (nad 0,8 mS/cm), kar potrjuje večjo vsebnost mineralnih snovi v medu. Med medovi mešanega izvora (kostanjev in lipov med) ima kostanjev med vrednosti χ nad 0,8 mS/cm, lipov med pa tudi pod 0,8 mS/cm, kar je v skladu s Pravilnikom o medu (2004).

Statistična analiza je pokazala, da se povprečne vrednosti χ nekaterih vrst medu med seboj statistično razlikujejo in glede na to uvrščajo v pet razredov: a, b, c, d in e. Tako se akacijev med statistično značilno razlikuje od vseh ostalih vrst medu. Enako velja za cvetlični, lipov in kostanjev med. Gozdni, smrekov in hojev med se med seboj statistično značilno ne razlikuje, se pa statistično značilno razlikuje od vseh ostalih vrst medu.

Ugotovili smo, da obstajajo med povprečnimi vrednostmi $[\alpha]_D^{20}$ dveh letnikov, 2004 in 2005, statistično značilne razlike (t – test) samo za vzorce akacijevega medu (iz obravnave smo izločili štiri vzorce, ki so imeli pozitivno vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in s tem zmanjšali statistične razlike med letnikoma). Pri cvetličnem, gozdnem, smrekovem in kostanjevem medu pa med povprečnimi vrednostmi $[\alpha]_D^{20}$ dveh letnikov ni statistično značilnih razlik.

Dalje smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike (t – test) med povprečnimi vrednostmi χ letnikov 2004 in 2005 samo za vzorce kostanjevega medu. Za akacijev, cvetlični, gozdni in smrekov med pa med povprečnimi vrednostmi χ dveh letnikov ni statistično značilnih razlik.

Za določitev zveze med vrednostmi $[\alpha]_D^{20}$ in χ smo uporabili regresijsko analizo. Oba parametra smo definirali kot dve naključni, neodvisni spremenljivki. Splošna zveza med neodvisnima spremenljivkama je vključevala 588 vrstno značilnih in neznačilnih vzorcev medu. Dobili smo regresijski model: $[\alpha]_D^{20} = 3,64\chi - 4,95$, pri čemer vrednost χ pojasnjuje le 4 % variabilnosti $[\alpha]_D^{20}$.

V nadaljevanju smo za boljši pregled podatkov in določanje linearne zveze izmed vseh vzorcev izbrali le 175 vrstno značilnih vzorcev. V razsevnem grafikonu so se vzorci posameznih vrst medu razporedili glede na $[\alpha]_D^{20}$ in χ . Ugotovili smo, da ima večina vzorcev akacijevega in vsi vzorci cvetličnega medu vrednost $[\alpha]_D^{20}$ negativno, kar potrjuje naša pričakovanja. Omenjeni vrsti medu sta nektarnega izvora, za katerega je značilna večja vsebnost fruktoze kot glukoze, kar vpliva na negativno vrednost $[\alpha]_D^{20}$, saj fruktoza

suče ravnino polarizirane svetlobe v levo. Pozitivno vrednost $[\alpha]_D^{20}$ smo izmerili pri medovih maninega izvora (gozdni, smrekovi in hojevi vzorci medu). Mana vsebuje tudi disaharide in trisaharide, ki sučejo ravnino polarizirane svetlobe v desno, torej povzročijo pozitivno $[\alpha]_D^{20}$. Pri lipovem in kostanjevem medu smo izmerili negativno oz. pozitivno vrednost $[\alpha]_D^{20}$. V teh dveh vrstah medu je precejšnja količina nektarja, poleg tega pa je pogosto prisotna tudi mana. Najpogosteje sta lipov in kostanjev med mešanica obeh, zato ju glede na izvor uvrščamo med mešane medove. Vsebujeta različne vrste in razmerja sladkorjev, to pa povzroči pozitivno oz. negativno vrednost $[\alpha]_D^{20}$.

Z regresijsko analizo smo ovrednotili linearno zvezo med opazovanima spremenljivkama za 175 vrstno značilnih vzorcev medu. Dobili smo regresijski model: $[\alpha]_D^{20} = 16,27\chi - 18,46$. Zveza med neodvisnima spremenljivkama je statistično značilna pri $\alpha < 0,01$, pri čemer vrednost χ pojasnjuje le 24 % variabilnosti $[\alpha]_D^{20}$, kar potrjuje, da je zveza šibka in zato neustrezen kriterij za razlikovanje vrst medu med seboj.

Nadaljnji pregled podatkov je pokazal, da je slabo izražena oziroma statistično neznačilna povezanost $[\alpha]_D^{20}$ in χ verjetno posledica štirih vzorcev akacijevega medu, ki imajo pozitiven $[\alpha]_D^{20}$, in vseh vzorcev lipovega in kostanjevega medu. Omenjene vzorce smo v nadaljnjem postopku izvzeli in poiskali linearno zvezo med obravnavanima parametroma le za cvetlične, gozdne, smrekove, hojeve in vzorce akacijeve vrste medu z negativno vrednostjo $[\alpha]_D^{20}$. Dobljeno zvezo opisuje model: $[\alpha]_D^{20} = 31,37\chi - 28,53$. Vrednost R^2 je tu znašala 0,76. Vrednost kaže na tesno zvezo med opazovanima spremenljivkama, saj je kar 76 % variabilnosti $[\alpha]_D^{20}$ pojasnjenega z χ . Statistično povezanost v tem primeru potrdimo kot statistično značilno pri $\alpha < 0,01$.

Linearno zvezo med χ in $[\alpha]_D^{20}$ navajata tudi Pridal in Vorlová (2002). V raziskavi sta linearno zvezo med obema spremenljivkama ovrednotila, kot statistično značilno pri 0,01 stopnji tveganja. Vrednost R^2 je v njunem primeru znašala 0,742, kar kaže na tesno zvezo. Avtorja menita, da je kombinacija χ , $[\alpha]_D^{20}$ in pelodne analize najprimernejši način za razvrščanje medov v posamezno vrsto. S tem se strinja tudi Ouchemoukh (2007), ki prav tako navaja, da se χ , $[\alpha]_D^{20}$, vsebnost pepela in vrednost pH uporabljajo kot parametri za razlikovanje med nektarjevimi in maninimi medovi.

Rezultati opravljenih meritev so pokazali, da je merjenje obeh parametrov $[\alpha]_D^{20}$ in χ ustrezen način razlikovanja lipovega in kostanjevega od vseh ostalih vrst medu. Meritev $[\alpha]_D^{20}$ pa ne zadostuje za razlikovanje med lipovim in kostanjevim medom. Za razlikovanje ostalih vrst medu med seboj je potrebno ob vrednostih $[\alpha]_D^{20}$ opraviti še pelodno in senzorično analizo.

Rezultate naše raziskave smo primerjali s tujimi rezultati: Persano Oddo in sod. (1995), Přidal in Vorlová (2002) ter Dinkov (2003). Ugotovili smo, da je najboljše ujemanje povprečnih vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ za akacijev in cvetlični med. Nekoliko slabše ujemanje rezultatov je za manine medove. Verjetno so temu vzroki: geografsko poreklo, vegetacije ter vremenski pogoji, ki vplivajo na cvetenje in medenje rastlin. Na splošno pa ugotavljamo, da imajo povprečne vrednosti tujih vrst medu nektarnega izvora (akacija in cvetlični) negativne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$, povprečne vrednosti maninega izvora pa pozitivne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$, kar je primerljivo z našimi rezultati in v skladu z našimi pričakovanji.

5.2 SKLEPI

Na podlagi eksperimentalnih meritev $[\alpha]_D^{20}$ v medu ter rezultatov regresijske, korelacijske in statistične analize le-teh in povzetih podatkov za χ , lahko povzamemo naslednje sklepe:

- Metoda merjenja $[\alpha]_D^{20}$ v medu je dobro ponovljiva, s KV manjšim od 1 %.
- Izmerjene vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ v 588 vzorcih sedmih vrst medu, so se gibale v razponu od $-28,92 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$ do $+33,27 \text{ } ^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm}$. Najmanjša vrednost je bila izmerjena v akacijevem medu, največja pa v gozdnem medu.
- Medovi iz nektarja (akacijev in cvetlični med) so imeli negativne, medovi iz mane (gozdni, smrekov in hojev med) pa pozitivne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$. Medovi mešanega izvora (lipov in kostanjev med) so imeli negativne oz. pozitivne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$.
- Statistična analiza je pokazala, da se povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ nekaterih vrst medu med seboj statistično razlikujejo in glede na to lahko uvrščamo sedem vrst slovenskega medu v štiri razrede: a, b, c in d.
- Vrednosti χ analiziranih vzorcev medu so bile v razponu od 0,114 do 1,863 mS/cm. Najmanjša vrednost χ je bila izmerjena v akacijevem medu, največja pa v kostanjevem medu.
- Medovi iz nektarja (akacijev in cvetlični med) so imeli vrednosti χ pod 0,8 mS/cm, medovi iz mane (gozdni, smrekov in hojev med) pa nad 0,8 mS/cm. Med mešanimi medovi (kostanjev in lipov med) ima kostanjev med vrednosti χ nad 0,8 mS/cm, lipov med pa lahko tudi pod 0,8 mS/cm.

- Ugotavljanje statistično značilnih razlik v izmerjenih vrednostih $[\alpha]_D^{20}$ med vzorci medu različnih letnikov, je pokazalo, da le-te obstajajo le za akacijev med.
- Ugotavljanje statistično značilnih razlik v vrednostih χ med medovi različnih letnikov, je pokazalo, da se razlikujejo le kostanjevi medovi.
- Izračunano linearno zvezo med $[\alpha]_D^{20}$ in χ za 588 vzorcev (vrstno in nevrstno značilni vzorci) smo podali z regresijskim modelom: $[\alpha]_D^{20} = 3,64\chi - 4,95$.
- Izračunana linearna zveza med $[\alpha]_D^{20}$ in χ za 175 vrstno značilnih vzorcev je podana z regresijskim modelom: $[\alpha]_D^{20} = 16,27\chi - 18,46$.
- Izračunana linearna zveza za 128 selektivno izbranih vzorcev je podana z regresijskim modelom: $[\alpha]_D^{20} = 31,37\chi - 28,53$, ($R^2 = 0,76$). Velja za vzorce akacijevga, cvetličnega, gozdnega, smrekovega in hojevega medu. Za lipove in kostanjeve medove ta model ne velja.
- Vzporedna meritev $[\alpha]_D^{20}$ in χ je primeren način za razlikovanje dveh vrst medu (lipovega in kostanjevega) od ostalih vrst. Medtem ko sam $[\alpha]_D^{20}$ ni primeren kot sredstvo za razlikovanje med lipovim in kostanjevim medom. Za razlikovanje ostalih vrst medu med seboj je potrebno ob vrednostih $[\alpha]_D^{20}$ (razvrsti posamezne vrste medu na nektar oz. mano) opraviti še pelodno in senzorično analizo.
- Izmerjene vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ naših vzorcev so primerljive s tujimi podatki, predvsem za akacijev in cvetlični med, nekoliko manj za manine medove.

6 POVZETEK

Osnovni namen diplomskega dela je bil testirati metodo za določanje $[\alpha]_D^{20}$ medu, ki jo predpisuje evropska komisija za med ter z njo analizirati večje število vzorcev različnih vrst slovenskega medu. Nadalje smo želeli proučiti, če je $[\alpha]_D^{20}$ medu primeren parameter za razlikovanje med nektarnim in maninim medom, ter ugotoviti, če je možno na osnovi izmerjenega $[\alpha]_D^{20}$ razlikovati med vrstami medu znotraj maninih ter znotraj nektarjevih medov. Preverili smo tudi razmerje med opazovanima spremenljivkama ($[\alpha]_D^{20}$ in χ), njuno zvezo pa opisali z linearnim regresijskim modelom. Kot zadnje, pa smo rezultate naše analize primerjali z rezultati tujih avtorjev.

Del analize je vključeval le vrstno značilne vzorce medu (175) letnikov 2004 in 2005, sedmih različnih vrst: akacijevega, cvetličnega, lipovega, kostanjevega, gozdnega, smrekovega in hojevega medu. Ostali del analize smo opravili na 588 vrstno značilnih in neznačilnih vzorcih medu obeh letnikov.

Vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ smo določali s polarimetrično metodo. Ponovljivost metode je bila zelo dobra, kar smo preverili s šestkratnim merjenjem $[\alpha]_D^{20}$ v testnem vzorcu (G48).

Medovi nektarnega izvora imajo vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ negativne in vrednosti χ pod 0,8 mS/cm, medtem ko imajo medovi maninega izvora pozitivne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ in vrednosti χ nad 0,8 mS/cm. Medovi mešanega izvora imajo vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ lahko negativne ali pozitivne ter vrednosti χ nad 0,8 mS/cm pa tudi pod 0,8 mS/cm, kar je v skladu s Pravilnikom o medu (2004).

S statistično analizo smo ugotovili, da se povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ nekaterih vrst medu med seboj statistično razlikujejo.

Značilen vpliv letnika se kaže le pri vrednostih $[\alpha]_D^{20}$ v akacijevem medu ter pri vrednostih χ v kostanjevem medu. Pri vseh ostalih vrstah medu nismo ugotovili značilnih razlik v povprečnih vrednostih $[\alpha]_D^{20}$ in χ za vzorce različnih letnikov.

Vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ in χ smo pri splošni linearni zvezi izbrali kot naključni, neodvisni spremenljivki. Glede na razporeditev vzorcev med oba parametra ugotavljamo, da ima večina vzorcev nektarnega izvora negativno vrednost $[\alpha]_D^{20}$. Pozitivno vrednost $[\alpha]_D^{20}$ pa ima večina vzorcev maninega izvora. Mešani med pa ima pozitivno oz. negativno vrednost $[\alpha]_D^{20}$.

Na podlagi regresijske analize smo ugotovili, da je regresijski model, ki velja za akacijev, cvetlični, gozdni, smrekov in hojev med: $[\alpha]_D^{20} = 31,37\chi - 28,53$, močan ($R^2 = 0,76$) in statistično značilen. Za lipov in kostanjev med ta model ne velja.

Kombinacija merjenja $[\alpha]_D^{20}$ in χ je lahko uporabna, kot sredstvo za razlikovanje lipovega in kostanjevega od ostalih vrst medu. Medtem ko sam $[\alpha]_D^{20}$ ni primeren kot način razlikovanja med lipovim in kostanjevim medom. Za razlikovanje ostalih vrst medu med seboj se ob pomoči $[\alpha]_D^{20}$ (razvrsti posamezne vrste medu na nektarjev oz. manin izvor) poslužujemo še pelodne in senzorične analize medu.

Primerjava povprečne vrednosti $[\alpha]_D^{20}$ v naših vzorcih s podatki tujih avtorjev je skladna za akacijeve in cvetlične medove. Nasprotno pa se naši rezultati za manine medove, nekoliko slabše ujemajo z rezultati, ki jih navajajo Persano Oddo (1995), Přidal in Vorlová (2002) ter Dinkov (2003).

Prispevek naše raziskave vidimo v uporabnosti merjenja $[\alpha]_D^{20}$ za karakterizacijo ter natančnejše klasificiranje in sortiranje medov.

7 VIRI

- Adamič Š. 1989. Temelji biostatistike. 2. izd. Ljubljana, Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani – Inštitut za biomedicinsko informatiko: 195 str.
- Anklam E. 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63, 4: 549-562
- Aurand L. W., Woods A. E., Wells M. R. 1987. *Food composition and analysis*. New York, AVI Publishing Company: 100-176, 283-346
- Babacan S., Pivarnik L.F., Rand A.G. 2002. Honey amylase activity and food starch degradation. *Journal of Food Science*, 67, 5: 1625-1630
- Belitz H. D., Grosch W. 1999. *Food chemistry*. 2nd ed. Berlin, Springer: 821-828
- Belitz H. D., Grosch W., Schieberle P. 2004. *Food chemistry*. 3rd ed. Berlin, Springer – Verlag: 883-891
- Bogdanov S., Vit P., Kilchenmann V. 1996. Sugar profiles and conductivity of stingless bee honeys from Venezuela. *Apidologie*, 27: 445-450
- 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, Založba Kmečki glas: 376-413
- Božnar A. 1999. Spoznavanje medu. V: *Pridelava in kontrola medu v okviru kolektivne blagovne znamke za slovenski med*. Golob T. (ur.) Ljubljana, Čebelarstva zveza Slovenije in Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 45-48
- Božnar A. 2003. Mikrobiologija medu. V: *Mikrobiologija živil živalskega izvora*. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole-Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 582-586
- Breznik M., Kmetec V., Kreft S., Kristl A., Osredkar J., Planinšek O., Pukl M., Urleb U., Zega A., Kikelj D. 2001. *Vaje iz instrumentalne farmacevtske analize*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo: 51-55

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

Dinkov D. 2003. A scientific note on the specific optical rotation of three honey types from Bulgaria. *Apidologie*, 34: 319-320

Dinkov D., Jelyazkova I., Russev V., Vachin I. 2004. Specific optical activity and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde content in honey from bee colonies fed up with sugar solution and Isosweet 77555P. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 7, 1: 57-62

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

García Alvarez M., Ceresuela S., Huidobro J. F., Hermida M., Rodríguez Otero J. L. 2002. Determination of polarimetric parameters of honey by near-infrared transfectance spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 419-425

Golob T. 1999. Osnove refraktometrije in elektrolitske prevodnosti. V: *Pridelava in kontrola medu v okviru kolektivne blagovne znamke za slovenski med*. Golob T. (ur.). Ljubljana, Čebelarstva zveza Slovenije in Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 49-60

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

Golob T., Bertonec J., Škrabanja V. 2002. Sensory characteristics of Slovenian honey. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani: Kmetijstvo*, 79, 2: 381-389

Gregorc A. 2002. *Medonosna čebela in osnove čebelarjenja*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta: 19-36, 90-95

James C. S. 1995. *Analytical chemistry of foods*. London, Blackie Academic and Professional: 17-17

Junk W. R., Pancoast H. M. 1973. *Handbook of sugars*. Westport, AVI Publishing Company: 295-296

Kasemburger P. 2006. Vsebnost sladkorjev ter prostih in skupnih kislin v različnih vrstah slovenskega medu. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 68 str.

Kemija: (leksikon). 2004. Tržič, Učila International: 442str.

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

Košmelj K. 2001. Uporabna statistika. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 249 str.

Košmelj K., Kastelec D. 2003. Uporabna biostatistika. Načrtovanje in analiza poskusov, delovno gradivo za podiplomski študij. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 108 str.

Lilek N. 2008. Karakterizacija lipovega, hojevega, smrekovega in gozdnega medu. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Katedra za vrednotenje živil (diplomsko delo v pripravi)

Meglič M. 2004. Čebelji pridelki, pridobivanje in trženje. 1. izdaja. Brdo pri Lukovici, Čebelarska zveza Slovenije: 15-30

Molan P.C. 1996. Authenticity of honey. V: Food authentication. Ashurst P.R., Dennis M.J. (eds.). London, Chapman & Hall: 259-296

Nanda V., Sarkar B. C., Sharma H. K., Bawa A. S. 2003. Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16: 613-619

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

Novak J. 2006. Karakterizacija akacijevega, cvetličnega in kostanjevega medu. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 45 str.

Ocepek M. 2005. Zveza med specifično elektrolitsko prevodnostjo medu in vsebnostjo pepela. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 52 str.

Oražen Adamič. A., Vukmirovič V., Koch V. 1984. Čebelji pridelki in njih uporaba. V: Moč medu. Skrt-Kos N. (ur.). Ljubljana, CZNG: 90-98

Ouchemoukh S., Louaileche H., Schweitzer P. 2007. Physicochemical characteristic and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, 18: 52-58

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. *Apidologie*, 35: 38-81

Piazza M. G., Accorti M., Persano Oddo L. 1991. Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honey. *Apicoltura*, 7: 51-63

Plestenjak A. 1986. Vpliv toplote na ogljikove hidrate. V: Toplotna obdelava živil. 9. Bitenčevi živilski dnevi '86. Ljubljana, 13.-14. november 1986. Šinkovec S., Bučar F., Klofutar C. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 72-78

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

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

Přidal A., Vorlová L. 2002. Honey and its physical parameters. *Czech Journal of Animal Science*, 47, 10: 439-444

Popek S. 2002. A procedure to identify a honey type. *Food Chemistry*, 79: 401-406

Pravilnik o medu. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 31: 3611-3612

Scott F. W. 1993. Glucose. V: Encyclopedia of food science, food technology and nutrition. Vol. 4. Macrae R., Robinson R. K., Sadler M. J. (eds.). London, Academic Press: 2201-2206

SPSS Base. Version 14.0. 2005. Chicago, SPSS Inc.: software

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

Šivic F. 1998. Manine paše. V: Od čebele do medu. Poklukar J. (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 162-177

Tišler M. 1991. Organska kemija. 3.izd. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 344-366

Yilmaz H., Küfrevioğlu I. 2001. Composition of honeys collected from eastern and south-eastern Anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 25: 347-349

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

ZAHVALA

Moja prva zahvala gre mentorici prof. dr. Tereziji Golob za njeno strokovno pomoč in vzpodbudo, ki sem jo bila deležna pri nastajanju te diplomske naloge.

Zahvala velja tudi recezentki prof. dr. Nataši Poklar Ulrich za strokoven pregled diplomske naloge.

Za vodstvo med praktičnim delom in številne koristne nasvete pri pisanju, se iskreno zahvaljujem delovni mentorici Urški Doberšek.

Hvala tudi asistentkama, Mojci Jamnik in Jasni Bertoncelej ter Katedri za vrednotenje živil v celoti za njihov prispevek, nesebično pomoč in vedno dobro voljo.

Hvala knjižničarkama, ga. Ivici Hočevar in ga. Barbari Slemenik za pomoč pri zbiranju in urejanju literature.

Sošolkam, za pomoč pri študiju, razumevanje in prijateljstvo, prav tako hvala. Brez vas, moj študij ne bi bil tako bogat. Hvala!

Zadnja, a zagotovo najbolj pomembna zahvala pa velja moji družini, ki je z razumevanjem sprejela vse in mi vedno želela le najboljše. Hvala vam!

PRILOGE

Priloga A1. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega akacijevga medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ (° cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
2	A 1	2004	-24,72	16,10	0,193
5	A 2	2004	-24,62	16,50	0,228
12	C 2	2004	-28,10	15,85	0,237
13	A 3	2004	-27,57	15,30	0,181
26		2004	-14,10	18,55	0,215
37		2004	-18,37	16,85	0,311
91	A 15	2004	-28,67	16,40	0,260
104		2004	-10,02	15,38	0,251
170		2004	-17,24	17,15	0,292
174	A 4	2004	-16,90	16,90	0,239
179		2004	-12,56	15,90	0,256
200		2004	-15,83	16,75	0,206
234		2004	-9,25	13,65	0,455
240		2004	-13,83	15,70	0,295
246	A 5	2004	-24,72	14,50	0,163
294		2004	-5,33	15,70	0,754
308		2004	-10,75	17,00	0,300
310	A 6	2004	-26,00	17,50	0,201
313		2004	-12,82	18,25	0,262
319	A 7	2004	-7,15	15,85	0,165
342		2004	-13,42	17,25	0,389
343		2004	-3,79	16,80	0,280
350		2004	-9,92	17,70	0,315
354	A 12	2004	-28,92	15,45	0,218
390		2004	-13,58	15,90	0,235
393	A 8	2004	-23,60	15,55	0,201
395	A 9	2004	-22,46	15,90	0,244
396		2004	-8,04	18,00	0,291
397		2004	-7,20	15,60	0,349
403		2004	-13,84	15,30	0,276
446		2004	-14,27	16,40	0,319
447		2004	-17,93	16,95	0,217
448		2004	-14,87	15,15	0,220
451		2004	-11,73	15,70	0,370
452		2004	-14,59	14,95	0,165
455		2004	-15,61	15,30	0,194
464		2004	-19,34	16,55	0,269
471		2004	-8,69	15,20	0,622
473		2004	-15,57	16,55	0,215
480		2004	-14,16	16,40	0,390
485	A 10	2004	-23,50	15,40	0,197
490	A 11	2004	-26,20	15,60	0,190

se nadaljuje ...

nadaljevanje priloge A1. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega akacijevga medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ (° cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
491		2004	-14,43	16,13	0,224
492	A 13	2004	-22,80	15,78	0,157
532	A 14	2004	-28,15	15,30	0,187
609		2004	-10,54	15,15	0,625
621		2004	-14,48	15,65	0,340
138	A 18	2005	14,38	14,20	0,121
139	A 30	2005	-17,15	15,70	0,244
141		2005	-16,63	16,10	0,227
717	A 27	2005	-16,30	14,38	0,231
726		2005	-15,05	14,20	0,146
727		2005	-11,69	14,45	0,120
728		2005	-8,75	14,65	0,123
735		2005	-11,75	14,70	0,142
736		2005	-14,93	14,45	0,122
738		2005	-15,25	15,30	0,191
744		2005	-15,66	15,00	0,195
745		2005	-13,62	15,15	0,124
767		2005	-19,60	16,40	0,139
774	A 23	2005	9,34	16,20	0,168
788	A 25	2005	-17,92	17,20	0,180
791	A 24	2005	-17,36	15,20	0,173
795		2005	-15,40	15,40	0,265
810	A 28	2005	-16,56	15,15	0,235
823		2005	-18,77	15,45	0,185
827	A 31	2005	-16,27	15,40	0,218
847	A 16	2005	8,78	16,50	0,202
863		2005	-15,39	16,20	0,289
870	A 29	2005	-18,14	16,60	0,265
879	A 32	2005	-17,44	15,20	0,114
921	A 26	2005	-16,62	16,00	0,199
932	A 21	2005	-10,15	14,90	0,148
977	A 20	2005	-14,49	14,60	0,163
979	A 17	2005	12,03	14,30	0,200
985	A 19	2005	-23,88	16,40	0,180

Priloga A2. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega cvetličnega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
7		2004	-12,27	17,55	0,727
23		2004	-5,99	15,45	0,659
25		2004	1,35	15,35	0,878
27		2004	-12,44	16,40	0,536
29		2004	-10,84	17,05	0,535
31		2004	-5,55	15,60	0,588
33		2004	-7,78	15,95	0,582
34		2004	-11,43	16,13	0,700
35	C 3	2004	-19,94	15,85	0,579
39		2004	-5,73	16,35	0,537
44		2004	-0,49	15,00	0,640
45		2004	10,76	15,70	1,267
50		2004	-5,58	15,90	1,003
54		2004	-3,26	15,75	0,878
56		2004	-0,38	17,85	0,899
57	C 4	2004	-11,20	16,35	0,638
58		2004	-2,92	14,10	0,803
60		2004	-2,66	15,50	0,744
62		2004	13,01	15,15	1,524
68	C 5	2004	-7,88	17,50	0,775
69		2004	-5,49	15,80	0,969
70		2004	-3,90	14,95	1,070
74		2004	-5,95	15,10	0,812
76		2004	8,54	15,35	1,153
77		2004	3,11	15,45	1,153
79		2004	-7,57	15,45	0,521
86		2004	-1,17	15,48	0,682
97		2004	-5,69	15,45	0,732
98		2004	-8,16	15,70	0,744
103		2004	-7,04	15,45	0,853
105		2004	-12,32	16,30	0,625
107		2004	-5,94	17,10	0,851
135		2004	-0,58	16,45	1,081
144		2004	-7,31	16,35	0,676
145		2004	-6,70	15,60	0,618
146		2004	3,06	17,00	0,910
147		2004	-2,50	16,05	0,774
148		2004	-3,26	17,35	0,819
149		2004	-2,69	15,70	0,957
158	C 6	2004	-18,20	15,60	0,751
160		2004	-12,36	18,10	0,646
161		2004	-9,85	16,80	0,570
162	C 7	2004	-23,50	15,40	0,468

se nadaljuje ...

nadaljevanje priloge A2. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega cvetličnega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ (° cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
163	C 8	2004	-11,80	15,90	0,577
164		2004	-4,56	15,15	0,818
165		2004	-3,93	15,35	0,745
168		2004	-12,67	15,60	0,466
177		2004	-12,35	15,48	0,370
182		2004	-6,37	15,15	0,739
187		2004	-7,76	16,45	0,762
215		2004	0,84	15,25	1,204
233		2004	-7,76	15,20	0,846
241		2004	-12,55	15,60	0,533
245	C 9	2004	-20,58	15,30	0,688
272		2004	7,46	15,60	1,226
297	C 15	2004	-20,80	15,50	0,540
324		2004	0,00	18,05	0,838
328		2004	6,85	15,95	0,976
332		2004	-0,71	14,23	0,646
333		2004	-2,16	14,85	0,758
348		2004	-2,44	16,70	0,659
355		2004	-6,28	15,30	0,596
392		2004	-10,19	16,25	0,519
394		2004	-11,29	16,40	0,380
398		2004	-2,01	16,15	1,052
399		2004	4,02	16,80	1,034
400		2004	-8,43	15,95	0,496
401		2004	-11,21	18,50	1,051
404		2004	-4,63	15,95	0,990
405		2004	-10,76	16,10	0,570
406		2004	-7,28	16,90	0,695
416		2004	-5,95	16,00	0,489
435		2004	-0,75	18,93	1,238
438		2004	-0,72	16,00	1,049
442		2004	-9,32	14,90	1,092
445		2004	-10,18	15,35	0,896
450		2004	-5,80	14,60	0,722
453		2004	-23,33	18,35	0,447
462		2004	-8,40	15,80	0,740
463		2004	-16,86	15,70	0,604
468		2004	-11,16	15,60	0,588
470		2004	-23,63	16,30	0,762
478	C 10	2004	-17,20	16,50	0,416
483		2004	-3,79	15,68	0,371
487		2004	-10,15	15,00	0,666
488		2004	-9,26	16,05	0,635

se nadaljuje ...

nadaljevanje priloge A2. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega cvetličnega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ (° cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
489		2004	7,52	15,40	0,563
493		2004	-4,41	15,88	0,305
505		2004	17,27	15,75	1,003
509		2004	0,24	15,35	0,662
512		2004	-6,88	17,40	0,477
537		2004	4,52	12,65	0,721
6	C 1	2004	-11,17	16,90	0,608
651	C 12	2004	-26,26	15,20	0,327
657		2004	-6,90	15,40	0,593
658	C 13	2004	-21,55	15,50	0,574
659	C 14	2004	-18,54	17,75	0,611
660		2004	-15,23	14,55	0,962
665		2004	-12,00	16,00	0,467
669		2004	-9,39	17,90	0,806
670		2004	-12,74	16,60	0,850
681		2004	-12,00	16,40	0,694
700		2004	-5,55	16,30	0,785
208		2005	-6,02	16,45	0,735
713		2005	-13,00	16,10	0,479
714		2005	-12,84	15,95	0,287
715	C 31	2005	-13,90	17,95	0,535
716		2005	-10,32	17,25	0,544
718	C 16	2005	-9,80	14,35	0,355
719		2005	-10,60	15,30	0,355
730		2005	-16,90	16,30	0,335
731		2005	-1,45	16,90	0,504
732		2005	-3,53	15,25	0,429
733		2005	-13,22	16,85	0,805
739		2005	-5,47	16,30	0,393
748	C 27	2005	-21,29	16,10	0,681
751		2005	-14,04	16,20	0,261
752		2005	-12,88	16,10	0,678
776		2005	-16,88	16,50	0,409
789	C 25	2005	-16,95	16,20	0,325
802		2005	-13,18	15,80	0,520
805		2005	-7,22	17,40	0,796
811	C 20	2005	-17,32	15,45	0,704
812		2005	-17,86	18,90	0,323
814		2005	-13,15	16,70	0,866
815		2005	-13,22	16,10	0,307
816	C 29	2005	-16,12	16,00	0,359
820		2005	-13,75	15,80	0,390
821		2005	-15,62	15,40	0,368

se nadaljuje ...

nadaljevanje priloge A2. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega cvetličnega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ (° cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
838		2005	-15,48	16,00	0,466
839		2005	-11,78	16,40	0,521
841		2005	-10,23	15,80	0,726
844		2005	-10,29	16,05	0,746
849		2005	-7,06	15,40	0,599
850		2005	-7,53	14,35	0,664
851		2005	-9,12	17,50	0,659
852		2005	-4,49	16,40	0,653
854		2005	-5,35	15,50	0,796
856	C 23	2005	-11,78	15,80	0,586
861	C 22	2005	-16,27	15,00	0,399
869	C 21	2005	-16,43	15,40	0,472
874	C 24	2005	-10,10	15,00	0,396
878	C 30	2005	-6,25	14,50	0,575
893	C 18	2005	-15,85	15,50	0,838
896		2005	-12,55	14,85	0,738
897		2005	-0,60	15,70	0,687
899	C 28	2005	-16,69	16,00	0,773
901		2005	-4,00	15,65	0,877
906		2005	-7,43	14,85	0,762
909		2005	-14,56	16,50	0,353
913		2005	-13,62	16,20	0,202
915	C 26	2005	-18,14	16,40	0,449
923		2005	-5,55	14,60	0,729
933		2005	1,95	15,40	0,422
943		2005	-19,09	15,50	1,178
944		2005	-12,16	15,50	1,241
945		2005	0,00	14,60	1,236
948		2005	-1,93	16,50	0,739
949		2005	- 4,41	15,90	0,911
951		2005	-8,77	16,20	0,979
963		2005	-17,09	16,20	0,316
968		2005	-21,01	16,60	0,414
978	C 19	2005	-12,42	15,10	0,535
980		2005	0,35	14,55	0,750
986		2005	-10,09	19,30	0,371
988		2005	-5,30	15,50	0,743
992		2005	0,94	15,10	0,757
993		2005	-4,21	14,20	0,535
997		2005	-14,31	16,80	0,754
998	C 17	2005	-11,16	15,10	0,613

Priloga A3. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega lipovega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ (° cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
3	L 15	2004	14,57	16,50	0,776
10	L 14	2004	4,72	15,50	0,548
14	L 1	2004	14,42	16,30	0,721
17		2004	-6,75	18,25	0,660
19		2004	-11,71	17,30	0,657
47		2004	-6,61	16,45	1,045
49	L 2	2004	-0,97	17,75	0,993
73	L 3	2004	19,18	16,80	0,766
194		2004	-6,83	16,75	0,751
195	L 4	2004	-18,00	15,85	0,697
214		2004	-5,81	16,95	0,950
224		2004	-10,86	18,90	0,855
232		2004	-15,81	16,85	0,915
236	L 5	2004	-19,60	15,85	0,784
239	L 6	2004	-20,40	16,35	0,721
247	L 7	2004	-20,00	15,30	0,822
250		2004	-11,60	15,30	0,765
258		2004	-11,07	16,55	0,866
261	L 8	2004	-22,32	17,48	0,734
301		2004	-9,07	20,00	0,876
307	L 9	2004	-10,30	17,55	0,786
312		2004	-6,63	15,60	0,775
318		2004	-4,78	16,05	0,784
320	L 10	2004	13,11	15,25	0,705
331		2004	0,97	15,55	0,774
341	L 11	2004	-20,50	17,50	0,640
344		2004	-8,16	17,10	0,513
349		2004	-12,85	17,50	0,481
389		2004	-4,36	15,95	0,673
391	L 12	2004	-1,99	17,50	0,637
434		2004	8,05	18,18	1,282
481		2004	-12,20	17,00	0,721
506		2004	12,61	17,05	1,069
668	L 13	2004	0,00	16,65	0,688
743		2005	-8,95	15,50	0,714
777		2005	-18,11	15,60	0,457
817		2005	-11,57	15,35	0,860
822		2005	-22,69	15,65	0,932
828		2005	-26,74	16,60	0,651
840		2005	-12,81	18,00	0,920
860		2005	-13,73	15,10	0,949
864		2005	-9,41	16,30	0,758
865		2005	-13,87	15,60	0,970

se nadaljuje ...

nadaljevanje priloge A3. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega lipovega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ (° cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
866		2005	-9,37	16,40	0,612
867		2005	-7,15	17,60	0,834
907		2005	-6,89	14,70	0,935
936		2005	-8,20	14,70	1,058
964		2005	-11,47	16,60	0,868
984	L 16	2005	-18,40	14,70	0,851

Priloga A4. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega kostanjevega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
21		2004	2,81	16,10	1,554
30		2004	-1,58	15,25	1,349
32		2004	-3,02	14,55	1,215
59		2004	-10,33	14,50	1,315
66		2004	-7,91	16,30	1,316
75	K 1	2004	-15,80	16,45	1,931
96		2004	-9,19	15,45	1,244
99		2004	-6,74	16,20	1,043
159		2004	-17,87	15,85	1,361
166	K 2	2004	-1,47	15,35	1,478
167		2004	-23,17	18,90	0,884
171	K 9	2004	-19,40	15,68	1,567
172	K 10	2004	-18,90	15,95	1,525
178		2004	-16,30	14,65	1,021
183		2004	-10,49	15,75	1,046
184	K 11	2004	-23,90	16,15	1,524
185		2004	-14,58	18,45	0,582
188		2004	-9,91	19,95	1,863
237		2004	-9,21	16,60	1,599
257		2004	-9,32	15,25	1,032
259		2004	-11,06	15,40	1,050
299		2004	-15,31	15,55	1,211
407		2004	-9,58	15,90	1,286
408		2004	-9,39	15,15	1,025
410	K 7	2004	-24,00	17,50	1,539
436	K 3	2004	-13,70	15,95	1,829
439		2004	-2,68	14,55	1,555
440		2004	-12,98	14,98	1,804
444		2004	-14,87	15,45	1,246
449		2004	-11,01	15,45	1,049
454		2004	-15,93	16,60	1,438
457		2004	-15,63	15,25	0,767
461	K 4	2004	-19,00	17,65	2,245
465		2004	-9,72	15,65	1,280
466		2004	-3,92	16,75	1,627
475		2004	-13,84	15,40	0,855
486	K 12	2004	-26,30	16,20	1,617
498	K 8	2004	-1,45	17,65	1,838
507	K 5	2004	-17,90	16,45	1,889
508	K 6	2004	0,25	17,95	1,634
510		2004	0,61	16,65	1,101
511		2004	-8,16	19,70	1,142
664		2004	-6,62	14,75	1,364

se nadaljuje ...

nadaljevanje priloga A4. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega kostanjevega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ (° cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
140		2005	-19,37	13,90	0,888
729		2005	-12,77	15,45	0,877
734		2005	-16,40	14,60	1,021
737		2005	-16,35	15,25	0,560
747	K 16	2005	-18,03	15,70	1,796
753		2005	-15,19	16,40	1,632
778		2005	-6,80	18,10	1,517
782	K 21	2005	-4,98	14,70	1,202
794		2005	-16,78	14,80	0,858
800	K 20	2005	-10,51	14,60	1,485
825		2005	-17,19	15,80	1,078
842		2005	-10,94	16,25	1,371
843		2005	-14,25	15,15	1,175
857	K 26	2005	-5,24	16,10	1,135
862	K 18	2005	- 9,57	15,40	1,131
872	K 19	2005	-15,35	18,00	1,386
873	K 23	2005	-8,61	15,40	1,224
877	K 24	2005	-9,62	15,70	1,050
890	K 25	2005	-13,56	14,20	0,966
920	K 15	2005	-6,43	14,60	0,959
931	K 17	2005	-11,73	13,70	1,588
952		2005	-14,63	14,50	0,823
955		2005	-19,36	19,15	1,244
957	K 13	2005	-7,55	14,65	1,195
958	K 14	2005	-15,32	15,65	1,383
990		2005	-11,94	14,90	0,970
991		2005	-8,94	15,00	0,976
994		2005	-13,79	15,50	0,941
974	K 39	2005	-23,88	14,95	1,307
981	K 22	2005	-26,20	17,50	1,061

Priloga A5. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega gozdnega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
11		2004	-11,52	14,95	0,879
20		2004	-0,36	15,50	0,947
22		2004	-3,83	15,70	1,220
28		2004	-10,82	15,58	0,832
42		2004	12,95	15,60	1,135
48		2004	14,26	14,55	1,163
52		2004	2,63	16,10	1,241
53	G 1	2004	20,16	14,20	1,321
55		2004	-5,62	15,30	0,984
61		2004	0,60	16,80	0,890
63		2004	7,78	15,80	1,144
67		2004	-0,35	14,80	0,923
80		2004	-1,44	14,90	0,988
81		2004	-4,00	17,60	0,910
83		2004	4,07	16,73	1,117
87		2004	4,48	15,65	0,971
88		2004	5,33	16,85	1,342
89		2004	-1,30	15,00	1,355
90		2004	-6,08	15,50	0,964
93		2004	-4,69	14,20	0,988
95		2004	10,20	15,50	1,504
100		2004	-6,66	15,30	1,244
101		2004	10,55	16,30	0,732
102		2004	5,93	15,70	1,610
106		2004	-2,80	16,30	1,013
108		2004	12,05	15,65	1,358
109	G 2	2004	0,00	15,70	1,359
110		2004	-3,25	16,30	0,840
111		2004	8,52	15,40	1,448
113		2004	9,99	15,20	1,371
114	G 3	2004	27,41	15,75	1,261
115		2004	12,88	14,75	1,292
122		2004	-1,77	16,30	0,967
123		2004	6,73	17,25	1,238
126		2004	-0,98	16,20	1,643
128		2004	-0,35	15,30	1,382
129		2004	-3,75	14,85	1,314
130		2004	-2,06	15,95	1,157
131		2004	18,70	15,35	1,453
132		2004	2,77	16,20	1,023
133		2004	11,58	14,20	1,311
136	G 4	2004	11,83	15,25	1,283
137		2004	6,68	15,10	1,281

se nadaljuje ...

nadaljevanje priloge A5. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega gozdnega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ (° cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
151		2004	7,68	16,00	1,030
169		2004	-14,58	15,20	0,890
173		2004	-11,05	14,90	0,398
180		2004	-12,07	14,70	0,870
197	G 13	2004	19,10	14,15	1,312
198		2004	6,70	14,90	1,417
199		2004	7,48	15,30	1,196
203		2004	3,16	15,25	1,123
204		2004	1,91	16,00	1,321
212		2004	14,74	15,95	1,377
213		2004	9,12	17,20	1,179
216		2004	13,97	15,75	1,562
218		2004	9,15	17,05	1,422
219	G 5	2004	33,27	15,85	1,083
222		2004	-2,42	15,30	0,832
223		2004	5,91	16,45	1,513
235		2004	-6,66	16,15	1,068
260		2004	-17,67	17,03	1,237
263		2004	0,00	16,85	1,117
271		2004	6,98	16,05	1,175
283		2004	0,47	14,90	1,129
284	G 6	2004	10,96	15,25	1,167
290		2004	3,85	15,50	1,214
298		2004	11,12	15,30	1,351
329		2004	-3,76	15,45	0,913
334		2004	6,70	18,15	1,305
351		2004	- 5,70	15,50	1,085
419		2004	9,39	18,30	1,504
430		2004	22,82	13,98	1,545
431		2004	13,96	16,00	1,474
433		2004	14,00	15,08	1,438
443		2004	5,32	15,40	1,099
477		2004	-12,23	15,20	0,929
479		2004	-13,83	15,85	1,041
482	G 7	2004	-3,90	14,90	1,140
494	G 8	2004	0,00	15,80	1,105
500		2004	7,68	15,10	1,084
501		2004	21,10	16,05	1,178
502		2004	14,19	14,10	1,040
503		2004	7,50	14,75	0,972
504	G 9	2004	13,80	17,00	1,371
513		2004	-6,13	16,20	1,015

se nadaljuje ...

nadaljevanje priloge A5. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega gozdnega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ (° cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
514		2004	-3,30	15,90	1,213
517		2004	16,85	14,65	1,108
518		2004	5,50	12,50	1,047
519	G 15	2004	29,94	14,10	1,103
520		2004	18,22	15,70	1,388
528	G 10	2004	-4,68	15,50	1,302
529		2004	-14,27	14,90	1,294
531		2004	20,27	14,60	1,206
533	G 11	2004	31,04	15,10	1,369
538		2004	7,97	13,80	0,861
540		2004	-0,40	13,40	0,875
542		2004	22,11	16,50	1,417
544		2004	15,36	16,20	1,221
603		2004	15,68	15,60	1,168
605		2004	11,71	15,75	1,399
606	G 12	2004	13,90	15,38	1,469
612		2004	-3,48	16,90	0,918
614	G 14	2004	23,10	14,35	1,328
617		2004	8,16	18,40	1,238
653		2004	-5,88	16,60	0,730
655		2004	-10,07	16,75	0,904
662		2004	17,66	15,90	1,279
663		2004	6,72	15,55	1,247
694		2004	11,31	18,60	1,436
190	G 18	2005	15,86	13,50	1,200
191	G 17	2005	-0,69	16,00	1,022
192	G 19	2005	1,94	15,25	1,084
193		2005	0,00	14,60	0,986
196		2005	5,91	16,65	0,982
206		2005	-11,03	15,35	0,884
209		2005	-12,84	15,60	0,939
211		2005	-12,51	17,20	1,040
336	G 16	2005	8,09	13,60	1,157
720	G 26	2005	11,29	14,80	1,215
721		2005	-13,76	15,40	1,144
724		2005	-12,35	15,20	1,219
746		2005	-15,35	16,90	1,005
749		2005	-17,40	15,40	0,946
750		2005	-7,46	16,40	1,022
759		2005	4,87	17,10	0,991
761	G 25	2005	15,81	15,00	1,362
763		2005	5,53	15,00	0,947

se nadaljuje ...

nadaljevanje priloge A5. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega gozdnega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ (° cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
764		2005	6,31	14,70	0,910
765		2005	3,98	14,50	1,028
766	G 30	2005	8,53	15,20	1,317
773	G 24	2005	17,72	16,10	1,322
779		2005	-3,26	17,10	1,433
780		2005	-3,89	15,50	1,369
868		2005	-0,59	16,00	1,021
871		2005	-13,66	15,70	0,982
875		2005	-27,68	15,60	1,006
888		2005	-3,99	17,90	1,010
894	G 22	2005	1,94	16,35	1,527
895	G 29	2005	6,27	16,50	1,677
900		2005	1,47	15,80	1,025
902		2005	0,47	14,90	0,982
903		2005	-8,60	15,00	0,825
904		2005	3,88	16,00	1,259
908		2005	0,82	15,55	0,908
911		2005	0,11	14,35	1,076
922	G 20	2005	2,59	14,60	0,807
930	G 23	2005	-0,59	14,90	0,833
935	G 28	2005	-6,28	14,80	1,065
937		2005	1,89	14,80	1,065
940	G 21	2005	13,04	15,50	1,039
941	G 27	2005	8,45	15,20	1,057
942		2005	-4,79	18,00	1,431
946		2005	0,84	15,90	0,780
947		2005	7,85	15,50	1,414
950		2005	-11,20	15,60	0,830
982		2005	2,58	15,15	0,882
989		2005	4,32	16,75	0,926
996		2005	2,84	18,60	1,033

Priloga A6. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega smrekovega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ ($^{\circ}$ cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
1		2004	4,88	15,70	1,040
43		2004	-3,79	15,95	1,013
46		2004	-7,51	16,25	0,969
78		2004	7,71	14,70	1,100
116	S 1	2004	14,20	15,10	1,617
117	S 2	2004	2,50	15,25	1,517
118	S 9	2004	28,63	14,80	1,454
121		2004	12,25	14,40	1,259
150	S 10	2004	19,47	15,50	1,068
152	S 11	2004	9,20	15,35	1,155
186		2004	1,96	16,45	1,329
202		2004	0,47	14,45	0,923
205		2004	5,41	16,55	1,371
217		2004	-2,18	16,20	1,184
221	S 3	2004	10,44	15,65	1,566
228		2004	0,47	14,80	1,088
273	S 15	2004	4,40	14,80	1,236
280		2004	17,53	14,70	1,269
415		2004	14,14	18,05	1,511
420	S 4	2004	29,97	15,80	1,594
422	S 5	2004	12,50	17,10	1,632
425	S 6	2004	10,54	14,60	1,385
428		2004	4,95	17,38	1,533
432		2004	13,56	15,40	1,303
496	S 7	2004	13,10	15,15	1,390
527	S 12	2004	1,50	15,80	1,269
530	S 13	2004	9,40	16,00	1,289
534	S 14	2004	20,20	14,90	1,323
541	S 8	2004	26,35	16,45	1,334
666		2004	-5,42	16,10	1,155
189	S 18	2005	7,81	16,65	1,135
337	S 17	2005	6,22	15,20	0,946
722	S 26	2005	14,06	17,40	1,381
723	S 25	2005	22,79	15,40	1,532
725	S 24	2005	13,41	16,40	1,283
758	S 22	2005	14,17	16,90	1,100
762	S 23	2005	10,15	15,30	1,125
770	S 21	2005	14,66	14,35	1,428
804	S 20	2005	3,57	18,45	1,233
898	S 19	2005	0,60	16,10	0,978
987	S 16	2005	7,30	15,25	1,034
995		2005	9,95	15,40	0,967

Priloga A7. Vrednost $[\alpha]_D^{20}$ in χ ter vsebnost vode v vzorcih slovenskega hojjevega medu, letnikov 2004 in 2005

Številka vzorca	Oznaka za vrstno značilnost vzorcev	Letnik vzorca	$[\alpha]_D^{20}$ (° cm ³ /g dm)	Voda (g/100 g)	χ (mS/cm)
18	H 3	2004	18,80	15,25	1,113
92	H 12	2004	13,70	15,65	1,408
51	H 9	2004	13,44	16,65	1,039
282	H 4	2004	19,05	14,40	1,290
345		2004	7,90	18,35	1,016
353	H 10	2004	9,50	16,30	1,250
441		2004	10,01	18,73	1,616
484	H 5	2004	7,50	14,85	0,963
495	H 11	2004	20,15	14,75	1,336
497	H 13	2004	23,88	16,10	1,365
607	H 15	2004	15,00	13,83	1,387
615	H 1	2004	15,70	14,45	1,333
619		2004	8,22	15,50	1,436
622	H 6	2004	-8,30	15,00	0,894
623	H 7	2004	14,26	14,90	0,905
661		2004	9,85	18,20	1,288
667	H 14	2004	24,32	15,25	1,474
695	H 2	2004	20,43	15,00	1,427
650	H 8	2004	12,70	15,60	1,341
934		2005	-1,84	15,85	1,260

LEGENDA:

Vrste medu:

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

Številka vzorca:

Številka za oznako vrste medu je zaporedna številka vzorca na Katedri za vrednotenje živil.

Oznaka vzorca:

Oznako vzorca medu ima 175 izbranih vzorcev medu, tipičnih predstavnikov posamezne vrste.

Priloga B1. Duncanov test za vrednost $[\alpha]_D^{20}$ v posamezni vrsti slovenskega medu

Vrsta medu	n	$\alpha \leq 0,05$			
		a	b	c	d
akacijev	28	-20,94			
cvetlični	29	-15,83	-15,83		
kostanjev	27		-13,64		
lipov	16			-5,41	
gozdni	30				+10,99
smrekov	26				+12,58
hojev	15				+14,68
Sig.		0,05	0,398	1,000	0,184

Priloga B2. Duncanov test za vrednost χ v posamezni vrsti slovenskega medu

Vrsta medu	n	$\alpha \leq 0,05$				
		a	b	c	d	e
akacijev	33	0,196				
cvetlični	30		0,558			
lipov	16			0,742		
gozdni	30				1,222	
hojev	15				1,235	
smrekov	26				1,308	
kostanjev	27					1,462
Sig.		1,000	1,000	1,000	0,148	1,000

Lepen A. Specifični kot zasuka medu.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2007
