

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Irena VESELIČ

NEKATERI KRITERIJI ZA DOLOČANJE VRSTE MEDU

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

SOME CRITERIA FOR HONEY TYPE DETERMINATION

GRADUATION THESIS

University studies

Ljubljana, 2006

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Opravljeno je bilo v laboratoriju Katedre za vrednotenje živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani ter na Odseku za fiziko nizkih in srednjih energij Inštituta Jožef Stefan, v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorico imenovala doc. dr. Terezijo Golob in za recenzenta doc. dr. Rajka Vidriha.

Mentorica: prof. dr. Terezija Golob

Recenzent: doc. dr. Rajko Vidrih

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Irena Veselič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 638.16:543.61:543.9(043)=863
KG	med/senzorična analiza/senzorične lastnosti/barva/absorpcijski spektri/rentgenska fluorescenčna spektroskopija s totalnim odbojem/TRRF/elementi
AV	VESELIČ, Irena
SA	GOLOB, Terezija (mentorica) / VIDRIH Rajko (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2006
IN	NEKATERI KRITERIJI ZA DOLOČANJE VRSTE MEDU
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XIII, 85 str., 18 pregl., 55 sl., 14 pril., 38 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Namen diplomskega dela je bil ugotoviti zveze med senzorično oceno, barvo, absorpcijskimi spektri in vsebnostjo elementov v vzorcih različnih vrst slovenskega medu. Senzorična analiza je obsegala ocenjevanje značilnosti in intenzivnosti naslednjih senzoričnih lastnosti posameznih vrst medu: videza, vonja, okusa in arome. Vzorec je lahko prejel skupno oceno od 7 do 30 točk. Povprečne skupne ocene analiziranih vzorcev so bile med 22,7 za kostanjev med in 27,5 za cvetlični med. Merjenje barve z Minolta kromometrom je pokazalo, da ima akacijev med najvišjo povprečno vrednost parametra L, 63,54, smrekov pa najnižjo, 43,82. Najvišja povprečna vrednost a^* za smrekov med, 9,5, kaže na prisotnost rdeče barve, najnižja povprečna vrednost parametra a^* za lipov in akacijev med, -2,83 oz. -2,7, pa na prisotnost zelenih odtenkov. Najvišje povprečne vrednosti parametra b^* , 44,3 oz. 43,6, so bile izmerjene za vzorce cvetličnega in kostanjevega medu, najnižje pa v akacijevem, 22,6. Snemanje absorpcijskih spektrov v UV območju je pokazalo, da so spektri lipovega in kostanjevega medu značilnih oblik in kot taki primeren kriterij za potrjevanje čistosti teh dveh vrst medu, medtem ko so spektri gozdnega, smrekovega in cvetličnega medu neznčilni in med seboj zelo podobni, zato so nezadovoljiv kriterij za razlikovanje omenjenih vrst medu. Spekter akacijevnega medu ima v UV območju značilno zelo nizko absorbanco. Rezultati TRRF metode, s katero je bila analizirana vsebnost elementov v medu, kažejo, da je največ elementov v kostanjevem medu, povprečno 3840 mg/kg, najmanj pa v akacijevem medu, 610 mg/kg. Rezultati korelacijske analize so pokazali tesno zvezo med nekaterimi analiziranimi parametri.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 638.16:543.61:543.9(043)=863
CX honeys/sensory analysis/sensory properties/colour/absorption spectrum/total reflection X-ray fluorescence spectroscopy/TXRF/minerals
AU VESELIČ, Irena
AA GOLOB, Terezija (supervisor) / VIDRIH Rajko (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2006
TI SOME CRITERIA FOR HONEY TYPE DETERMINATION
DT Graduation Thesis (Univerity studies)
NO XIII, 85 p., 18 tab., 55 fig., 14 ann., 38 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The purpose of graduation thesis was to establish a correlation between the sensory grading, colour, absorption spectrum and the content of minerals found in various types of Slovenian honeys. The sensory analysis incorporates the grading of the attributes and the intensity of the following sensory honey qualities: appearance, smell, taste and aroma. The sample was graded from 7 to 30 points. The average total grades for the analysed samples were 22.7 for the chestnut honey and 27.5 for the floral honey. The colour analysis, using the Minolta chromometer shows that the acacia honey contains the highest average value of parameter L, 63.54. The lowest values of parameter L were found in spruce honey, 43.82. The highest average a* value for the spruce honey of 9.5 indicates the presence of red colouring and the lowest average parameter a* values for lime and acacia honey of -2.83 and -2.7 respectively indicate the presence of green hues. The highest average parameter b* values have been found in the floral and chestnut honey samples: 44.3 and 43.6 respectively. Acacia honey shows the lowest average parameter b* values, 22.6. The absorption spectrum in the UV area have shown that the lime and chestnut honeys have very particular patterns, which makes them suitable criteria for distinguishing of these two types of honey. On the other hand, forest, spruce and floral honeys all display very similar spectrum, without any particular distinguishing features. Therefore, this criterion is unsuitable for distinguishing these three types of honey. Acacia honey spectrum in UV area shows significantly low absorbance. The results of the TXRF method, which was used to analyse the presence of minerals in the honey, have shown the highest mineral content for the chestnut honey, on average 3840 mg/kg, and the lowest mineral content for the acacia honey, 610 mg/kg. The correlation analysis has shown close links between some analysed parameters.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	IX
Kazalo prilog	XII
Okrajšave in simboli	XIII
1 UVOD	1
1.1 NAMEN DELA IN HIPOTEZA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 PRAVILNIK O MEDU	2
2.2 IZVOR IN NASTANEK MEDU	2
2.3 VRSTE MEDU	2
2.3.1 Akacijev med	2
2.3.2 Cvetlični med	3
2.3.3 Lipov med	3
2.3.4 Kostanjev med	3
2.3.5 Smrekov med	3
2.3.6 Gozdni med	3
2.3.7 Hojev med	4
2.4 BARVA MEDU	4
2.4.1 Merjenje barve medu	4
2.5 SPEKTROSKOPIJA	6
2.6 VSEBNOST POSAMEZNIH KEMIJSKIH ELEMENTOV V MEDU	8
2.6.1 Elementi	8
2.6.2 Elementi v medu	9
2.6.3 Določanje elementov v medu	10
2.6.4 Rentgenska fluorescenčna spektroskopija s totalnim odbojem	12
2.6.4.1 Rentgenska fluorescenčna spektroskopija	12
2.6.4.2 Fizikalne osnove tehnike TRRF	12
2.7 SENZORIČNO OCENJEVANJE MEDU	14
3 MATERIAL IN METODE	16
3.1 OPREDELITEV NALOGE	16
3.2 VZORCI	16
3.3 METODE	17
3.3.1 Fizikalno-kemijske metode	17
3.3.1.1 Merjenje barve	17
3.3.1.2 Merjenje absorpcijskih spektrov v UV območju	18

		str.
3.3.1.3	Določanje mineralov z metodo rentgenske fluorescenčne spektroskopije s totalnim odbojem (TRRF)	18
3.3.2	Senzorično ocenjevanje medu (Pravilnik o ocenjevanju medu, 2002)	19
3.3.3	Statistična analiza	20
4	REZULTATI	21
4.1	REZULTATI SENZORIČNEGA OCENJEVANJA	21
4.2	REZULTATI MERJENJA BARVE MEDU	22
4.2.1	Statistična obdelava rezultatov merjenja barve medu	23
4.3	REZULTATI ABSORPCIJSKIH SPEKTROV	28
4.4	REZULTATI MERJENJA VSEBNOSTI ELEMENTOV	47
5	RAZPRAVA	54
6	SKLEPI	58
7	POVZETEK	59
8	VIRI	61
	ZAHVALA	64
	PRILOGE	65

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1. Vrednosti L, a*, b* parametrov nekaterih avtorjev v različnih vrstah medu	5
Preglednica 2. Primerjava rezultatov absorbanca za lipov med pri različnih valovnih dolžinah	7
Preglednica 3. Pregled elementov v medu pomembnih za človeško telo in priporočen dnevni vnos za odraslo osebo - RDA (Debenjak P., Debenjak D., 2004)	8
Preglednica 4. Količine mineralov v svetlem in temnem medu (Božnar in Senegačnik, 1998)	9
Preglednica 5. Povprečne vsebnosti elementov (mg/kg) v medu glede na državo porekla	10
Preglednica 6. Povprečna vsebnost elementov (mg/kg) v cvetličnem, kostanjevem in akacijevem medu	11
Preglednica 7. Povprečna vsebnost posameznih mineralov (v mg/kg) v različnih vrstah slovenskega medu (Golob in sod., 2005)	11
Preglednica 8. Opis senzoričnih lastnosti medu (Golob, 1999; Božnar, 2002; Golob in sod., 2002)	15
Preglednica 9. Vzorci, ki smo jih senzorično ocenili	16
Preglednica 10. Vrste medu in število ter oznaka vzorcev posamezne vrste, na katerih so bile izvedene fizikalno- kemijske metode	16
Preglednica 11. Senzorične ocene analiziranih vzorcev medu	21
Preglednica 12. Vrednosti parametra L za posamezne vrste medu z izračunanimi statističnimi parametri	22
Preglednica 13. Povprečne vrednosti parametra L medu različnih letnikov	22
Preglednica 14. Vrednosti parametra a* za posamezne vrste medu z izračunanimi statističnimi parametri	24
Preglednica 15. Vrednosti parametra b* za posamezne vrste medu z izračunanimi statističnimi parametri	25

Preglednica 16.	Primerjava rezultatov merjenja barve medu v letih 2000-2001 ter 2004 (Zupančič, 2002; Veselič, 2006)	str. 26
Preglednica 17.	Vrednosti absorbance pri različnih valovnih dolžinah	31
Preglednica 18.	Povprečne vrednosti vsebnosti nekaterih elementov v sedmih vrstah sortnega medu	48

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1. Zveza med absorbanco in valovno dolžino	7
Slika 2. Primerjava rezultatov absorbance za lipov med pri različnih valovnih dolžinah	7
Slika 3. Kromometer Minolta CR 200	17
Slika 4. Vrednosti parametra L za posamezne vrste medu	22
Slika 5. Primerjava povprečnih vrednosti parametra L medu letnikov 2001 in 2002, 2004 in 2005 (Zupančič, 2002; Veselič, 2006; Šenk, 2006)	23
Slika 6. Najnižje, povprečne in najvišje vrednosti parametra a^* za posamezne vrste medu	24
Slika 7. Najnižje, povprečne in najvišje vrednosti parametra b^* za posamezne vrste medu	25
Slika 8. Vrednosti a^* in b^* parametrov za posamezne vrste medu	26
Slika 9. Zveza med parametrom L in vsebnostjo pepela	27
Slika 10. Zveza med parametrom L in SEP	27
Slika 11. Absorpcijski spekter akacijevega medu	28
Slika 12. Absorpcijski spekter lipovega medu	28
Slika 13. Absorpcijski spekter cvetličnega medu	29
Slika 14. Absorpcijski spekter kostanjevega medu	29
Slika 15. Absorpcijski spekter gozdnega medu	30
Slika 16. Absorpcijski spekter smrekovega medu	30
Slika 17. Absorpcijski spekter hojevega medu	30
Slika 18. Absorpcijski spektri medu iz mane (gozdni, hojev, smrekov)	31
Slika 19. Absorpcijski spektri cvetličnega, gozdnega in akacijevega medu	32
Slika 20. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov analiziranih vrst medu	32

	str.
Slika 21. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov akacijevega medu	33
Slika 22. Absorpcijski spektri netipičnih predstavnikov akacijevega medu	33
Slika 23. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov lipovega medu	35
Slika 24. Absorpcijska spektra netipičnih predstavnikov lipovega medu	35
Slika 25. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov cvetličnega medu	37
Slika 26. Absorpcijski spektri netipičnih predstavnikov cvetličnega medu	37
Slika 27. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov kostanjevega medu	39
Slika 28. Absorpcijski spektri netipičnih predstavnikov kostanjevega medu	39
Slika 29. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov gozdnega medu	41
Slika 30. Absorpcijski spektri netipičnih predstavnikov gozdnega medu	41
Slika 31. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov smrekovega medu	43
Slika 32. Absorpcijski spektri netipičnih predstavnikov smrekovega medu	43
Slika 33. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov hojevega medu	45
Slika 34. Absorpcijski spektri netipičnih predstavnikov hojevega medu	45
Slika 35. Vsebnost kalija, klora in kalcija v sedmih vrstah medu	47
Slika 36. Vsebnost mangana, rubidija, broma in bakra v sedmih vrstah medu	48
Slika 37. Primerjava vsebnosti kalija v različnih vrstah medu letnikov 2001 in 2002 ter 2004 (Golob in sod., 2005; Veselič, 2006)	48
Slika 38. Primerjava vsebnosti klora in kalcija v različnih vrstah medu letnikov 2001 in 2002 ter 2004 (Golob in sod., 2005; Veselič, 2006)	49
Slika 39. Primerjava vsebnosti mangana, broma in rubidija v različnih vrstah medu letnikov 2001 in 2002 ter 2004 (Golob in sod., 2005; Veselič, 2006)	49
Slika 40. Zveza med param. a* in vsebnostjo kalija	50
Slika 41. Zveza med param. L in vsebnostjo kalija	50
Slika 42. Zveza med vsebnostjo pepela in kalija	50

Slika 43.	Zveza med SEP in vsebnostjo kalija	str. 50
Slika 44.	Zveza med vsebnostjo rubidija in kalija	51
Slika 45.	Zveza med parametri L in a*	51
Slika 46.	Zveza med param. L in vsebnostjo pepela	51
Slika 47.	Zveza med SEP in parametrom L	51
Slika 48.	Zveza med SEP in parametrom a*	51
Slika 49.	Zveza med SEP in vsebnostjo pepela	52
Slika 50.	Zveza med param. a* in vsebnostjo pepela	52
Slika 51.	Zveza med SEP in vsebnostjo rubidija	52
Slika 52.	Zveza med vsebnostjo pepela in rubidija	52
Slika 53.	Zveza med skupno vsebnostjo elementov in vsebnostjo kalija	52
Slika 54.	Zveza med vsebnostjo pepela (Ocepek, 2005) in skupno vsebnostjo elementov	53
Slika 55.	Zveza med SEP (Ocepek, 2005) in skupno vsebnostjo elementov	53

KAZALO PRILOG

		str.
Priloga A.	Ocene senzorične analize medu	65
Priloga A1.	Rezultati senzorične analize za akacijev med	65
Priloga A2.	Rezultati senzorične analize za lipov med	66
Priloga A3.	Rezultati senzorične analize za cvetlični med	66
Priloga A4.	Rezultati senzorične analize za kostanjev med	67
Priloga A5.	Rezultati senzorične analize za gozdni med	68
Priloga A6.	Rezultati senzorične analize za smrekov med	68
Priloga A7.	Rezultati senzorične analize za hojev med	69
Priloga B.	Rezultati merjenja SEP, barve, in vsebnosti pepela v analiziranih vzorcih medu	70
Priloga C.	Vsebnost elementov v mg/kg, določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu	74
Priloga C1.	Vsebnost P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti in Ba določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu	74
Priloga C2.	Vsebnost V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn in As določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu	79
Priloga C3.	Vsebnost Pb, Br in Rb določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu	82
Priloga D.	Povprečne vsebnosti pepela, SEP in vseh elementov v posamezni vrsti medu	86

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

A	absorbanca
cm	centimeter
kg	kilogram
mg	miligram
mS	milisiemens
n	število vzorcev
QAES	Quantitative Analysis of Environmental Samples
R	Pearsonov koeficient korelacije
R ²	koeficient determinacije
SD	standardna deviacija
SEP	specifična elektrolitska prevodnost
str.	stran
št.	številka
t.j.	to je
TRRF (TXRF)	rentgenska fluorescenčna spektroskopija s totalnim odbojem
UV	ultravijolična svetloba
X _{max}	maksimalna vrednost
X _{min}	minimalna vrednost
\bar{x}	povprečna vrednost
w/w	weight per weight
λ	valovna dolžina

1 UVOD

Med je gosto tekoče ali kristalizirano naravno sladko živilo, ki ga izdelajo čebele. Med letanjem s cveta na cvet srkajo nektar, na listih in iglicah pa pobirajo mano. Svojo bero nosijo v panj, kjer medičino zgostijo in obogatijo s lastnimi snovmi. Odložena v satju dozori v med. Med zorenjem se saharoza spremeni v glukozo in fruktozo, ki ju naše telo lahko enostavno in hitro porabi.

V povprečju obiščejo čebele do tristo cvetov na uro.

Sestavine medu so večinoma sladkorji (70 - 80%), to so predvsem fruktoza in glukosa in voda, ki je je okrog 17 - 22%. V medu so tudi minerali kot so kalij, kalcij, natrij, magnezij, mangan, železo, baker, fosfor in klor, vitamini C, B1, B2, B6, pantotenska, nikotinska, folna kislina in biotin. Sestavina medu so tudi encimi (invertaza, fosfataza, katalaza, amilaza), kisline (mravljična, oksalna, jabolčna, vinska, mlečna), aminokisliline in hormoni (Božnar 2002, Božnar in Senegačnik, 1998).

Med vsebuje tudi baktericidne snovi kot je npr. vodikov peroksid, zato so ga v preteklosti uporabljali v medicini za zdravljenje določenih bolezenskih stanj. Znano je, da med zdravi slabokrvnost, želodčne težave, obolenja črevesja, jeter, obtočil in dihal ter revmo.

1.1 NAMEN DELA IN HIPOTEZA

Namen diplomskega dela je bil vzorcem različnih vrst medu izmeriti barvo s kromometrom, posneti absorpcijske spektre v 2 % raztopinah medu v območju od 220 do 450 nm, določiti vsebnost posameznih elementov z atomskim številom nad 13, vzorce senzorično oceniti ter dobljene rezultate statistično obdelati. Cilj raziskav je bil postaviti mejne vrednosti analiziranih parametrov za posamezno vrsto slovenskega medu (akacijev, lipov, smrekov, hojev, gozdni, cvetlični in kostanjev med) ter poiskati zvezo med posameznimi parametri.

Delovna hipoteza:

Predpostavljali smo, da obstajajo med različnimi vrstami medu razlike v barvi, absorpcijskih spektrih in vsebnosti posameznih elementov.

Pričakovali smo korelacijo med barvo in vsebnostjo posameznih elementov. Predpostavili smo, da obstaja zveza med rezultati senzorične analize in rezultati fizikalno - kemijskih metod.

2 PREGLED OBJAV

2.1 PRAVILNIK O MEDU

Med je naravna sladka snov. Izdelajo ga čebele, *Apis mellifera*, iz nektarja cvetov ali izločkov iz živih delov rastlin ali izločkov na živih delih rastlin, ki ga čebele zberejo, predelajo z lastnimi snovmi, ga nato shranijo, posušijo in pustijo dozoreti v satju. Tako glede na izvor med delimo na nektarni med in manin med.

Med mora biti, kolikor je mogoče, brez organskih ali anorganskih tujih primesi. Ne sme imeti tujega okusa ali vonja, ne sme začeti fermentirati, njegova stopnja kislosti ne sme biti umetno spremenjena in ne sme biti pregret, kar povzroči uničenje naravnih encimov ali znatno zmanjšanje njihove aktivnosti.

Barva medu je različna, od skoraj brezbarvne do temno rjave (Pravilnik o medu, 2004).

2.2 IZVOR IN NASTANEK MEDU

Različne vrste medu so dobile ime po rastlinah, na katerih čebele nabirajo medičino oziroma sladke sokove. Za cvetlični med je značilno, da ga čebele naberejo na različnih vrstah cvetov, tako da je tudi njegova sestava različna; različen je zato tudi vonj, okus in barva.

Med čisti sortni med spadajo lipov, kostanjev, akacijev, smrekov in hojev med. Ker pa nekatere rastline medijo ob istem času, ne moremo vedno dobiti čistega sortnega medu, pač pa le mešanega, kamor spadata cvetlični in gozdni med, katerega je v naših krajih največ (Božnar in Senegačnik, 1998).

2.3 VRSTE MEDU

2.3.1 Akacijev med

Akacijev med je zelo tekoč, sladek, skoraj brez barve ali nežno rumen, odvisno od kraja pridelave. Točimo ga maja in junija (Božnar in Senegačnik, 1998). V Sloveniji razlikujemo akacijev med iz Prekmurja, Primorske in Belokranjsko-Posavskega področja. Med seboj se razlikujejo po barvi in okusu. Kristalizira zelo počasi, saj vsebuje več fruktoze kot glukoze (Golob, 1999). Vsebnost mineralov je precej majhna, kar je značilno za naktarni med (Golob in sod., 2005).

2.3.2 Cvetlični med

Cvetlični med je aromatičen med svetlo do zlato rjave barve. Tipična aroma kaže na njegov izvor. Točimo ga od pomladi do jeseni (Božnar, 2002). V Sloveniji je cvetličnega medu malo, ker kosijo travnike pred cvetenjem. Pod cvetlični med se prodajajo tudi mešani medovi akacije, lipe, kostanja in drugih (Golob, 1999). Tudi cvetlični med ne vsebuje dosti mineralov (Golob in sod., 2005).

2.3.3 Lipov med

Lipov med je svetlo rumene barve z zeleno sivim odsevom. Aroma je značilna za lipo, okus pa močan, malo pekoč in dolgotrajen. Lipov med iz mane kristalizira počasi, iz nektarja pa hitro. Točimo ga v juniju in juliju (Božnar, 2002). Največje področje lipe v Sloveniji je Tolminska. Poleg tega je nekaj lipovega medu tudi na Kočevskem, v Beli Krajini, na Gorenjskem in Štajerskem (Golob, 1999). Po mineralni sestavi se ne razlikuje dosti od akacijevega (Golob in sod., 2005).

2.3.4 Kostanjev med

Kostanjev med je v tekočem stanju temno rjavkasto rdeč in včasih precej podoben smrekovemu medu, strjen pa je rjavkast in debeloznat. Kristalizira počasi, ker vsebuje več fruktoze. Diši po pelinu in je bolj ali manj grenak, kar izvira iz zrnčevnega prahu, ki jih je v tem medu veliko. Točimo ga v juniju in juliju in je zato pogosto mešan z lipovim medom, in posledično svetlejši in manj izrazitega okusa. Najbolj izrazito področje kostanjevega medu je ob Savi, jugovzhodno od Ljubljane (Božnar in Senegačnik, 1998; Golob, 1999). Kostanjev med izstopa po vsebnosti pepela in posledično vsebnosti rubidija, mangana in kalcija (Golob in sod., 2005).

2.3.5 Smrekov med

Smrekov med je v tekočem stanju rjave barve z rdečim odsevom. Je precej gost z okusom po smoli. Kristalizacija poteka različno hitro. Točimo ga v juniju, redko pa pridelamo sortnega, saj je navadno pomešan s cvetličnim medom. Največ sortnega smrekovega medu v Sloveniji pridobimo v gorenjskih in štajerskih gozdovih. Vsebuje mnogo mineralov in terpene (Božnar in Senegačnik, 1998; Božnar, 2002; Golob, 1999).

2.3.6 Gozdni med

Gozdni med je svetlo do temno rjave barve, aroma je močna, okus pa sladek, poln, prijeten in običajno močan. Kristalizacija je počasnejša, ker vsebuje več fruktoze in navadno zajame vso količino. V Sloveniji ga točimo v juliju in avgustu (Božnar, 2002). Ima največjo skupno vsebnost mineralnih snovi (Golob in sod., 2005), med njimi zlasti mangana, železa in kobalta (Rihar, 2003).

2.3.7 Hojev med

Hojev med je v tekočem stanju zelo temno rjave barve z zelenkastim odsevom, strjen pa sivorjav in nenavadno trd, vendar se to zgodi redko. Je milega, zelo prijetnega okusa z aromo po smoli in žganju. Točimo ga v poletnih mesecih, včasih pa hoja medi celo do konca septembra. V Sloveniji pridobimo največ hojevega medu v notranjskih in pohorskih gozdovih. Vsebuje več mineralnih snovi kot svetlejše vrste (Božnar in Senegačnik, 1998; Božnar, 2002; Golob, 1999).

2.4 BARVA MEDU

Med ima zelo širok barvni spekter - od vodeno bele do temno rjave, skoraj črne (Golob, 1999). Barva medu je predvsem odvisna od vsebnosti mineralov v medu, tako ima temnejši med višjo vsebnost mineralov kot svetlejši; kot tudi od pigmentov, kot so ksantofili, antociani in karotenoidi. Slednji so v maščobah topni rumeni, oranžni in rdeči pigmenti. Antociani, ki spadajo v skupino flavonoidov, so vodotopni rdeči in modri pigmenti, ki spreminjajo barvo glede na kislost raztopine. Ksantofili pa dajejo rumeno barvo.

Tudi količina beljakovin in drugih dušikovih spojin vpliva na barvo; čim več je teh v medu, temnejše barve je. Nastanek rjavo obarvanih pigmentov je posledica kondenzacije sladkorjev s prostimi aminokislinami pri segrevanju, to je Maillardova reakcija ali neencimsko porjavenje,

Temnejšo barvo povzroči tudi skladiščenje in močnejše segrevanje, ker poteče karamelizacija, ki daje medu značilen okus. Kristalizacija pa vpliva na barvo tako, da med postane svetlejši (Piazza, 1991).

2.4.1 Merjenje barve medu

V literaturi najdemo dva načina merjenja barve medu. Prvi, zelo razširjen, je merjenje z kromometrom Minolta v CIE L a* b* sistemu, ki poda barvo v treh koordinatah; L, a*, b*. L predstavlja svetlost in večja kot je vrednost, svetlejša je živilo. Parameter a* označuje v pozitivnem območju intenzivnost rdeče barve, v negativnem pa zelene, medtem ko b* označuje v pozitivnem območju intenzivnost rumene barve, v negativnem pa modre. L ima vrednosti od 0 do 100, parametra a* in b* pa od -120 do 120 (Lazaridou in sod., 2004).

Drugi način, uporabljen za medove, pa je določanje barve z inštrumentom Lovibond 2000. To je primerjalnik z dvema diskoma, ki izmeri absorbanco glede na standardno raztopino karamel-glicerina. Pripadajoče vrednosti na Pfundovi barvni lestvici (mm) nam tako podajo ustrezno barvo medu, od vodeno bele do temno jantarne barve (Piazza, 1991).

Barvo medu je s prvim načinom merjenja določalo veliko avtorjev iz različnih pokrajin. Vrednosti vseh koordinat so prikazane v preglednici 1.

Na Poljskem je barvo medu raziskovalo več avtorjev. Popek (2002) je za vzorce cvetličnega, akacijevega in ajdovega medu dobil zelo različne vrednosti od Piotraszewske-Pajak in Ciszakove (2001). Na splošno je bil med leta 2001 svetlejši in bolj rumen. Vrednosti parametrov so prikazane v preglednici 1.

Cvetlični med iz Indije, ki ga je proučeval Anupama in sod. (2003), se od poljskega in slovenskega razlikuje predvsem po večji intenzivnosti rumene in rdeče barve. Rezultati te raziskave so prav tako prikazani v preglednici 1.

Zupančič (2002) je na smrekovem medu slovenskega porekla določila nižje vrednosti a^* in b^* kot Lazaridou (2004) na grškem medu. Akacijev in cvetlični med slovenskega porekla sta svetlejša od medu poljskega porekla (2002). Imata tudi večjo intenzivnost rumene barve, kar je razvidno iz preglednice 1.

Šenk (2006) je na kostanjevem medu izmerila veliko večje vrednosti parametra L kot Gonzalez-Miret (2005) na španskem medu. Tudi pri vsebnosti rdeče in rumene barve so velike razlike, saj je slovenski med manj rdeč in bolj rumen.

Preglednica 1. Vrednosti L, a^* , b^* parametrov nekaterih avtorjev v različnih vrstah medu

Avtor	Vrsta (št. vzorcev)	L		a^*		b^*	
		min	max	min	max	min	max
Lazaridou in sod., 2004 - Grčija	Smreka (10)	39,8	43,5	13,8	21,6	38,1	42,9
Anupama in sod., 2003 - Indija	Cvetlični (11)	23,8	43,7	3,4-	27,8	39,1	68,5
Popek, 2002 -Poljska	Cvetlični (10)	28,2	30,2	-0,8	0,2	5,1	8,0
	Akacija (10)	24,7	25,6	-0,8	-0,5	1,3	5,7
	Ajda (10)	21,3	23,3	0,8	1,5	1,9	3,4
Piotraszewska-Pajak in Ciszak, 2001- Poljska	Cvetlični (3)	47,6	72,7	-4,6	-0,2	14,3	31,5
	Akacija (3)	36,8	69,4	-4,3	-1,1	5,7	14,0
	Ajda (3)	44,9	57,7	4,5	8,2	23,1	30,1
Zupančič, 2002 - Slovenija	Cvetlični (20)	30,4	60,5	-3,7	12,3	13,0	49,6
	Akacijev (23)	54,5	66,3	-4,8	-0,3	10,3	43,3
	Smrekov (9)	28,4	49,0	5,32	13,5	8,9	44,2
Gonzalez – Miret in sod., 2005 - Španija	Kostanjev (4)	36,3	42,5	22,1	25,4	16,7	24,0
Šenk, 2006 - Slovenija	Kostanjev (14)	43,4	54,1	1,0	10,7	34,3	44,8
	Akacijev (17)	64,0	66,5	-4,5	-0,4	6,1	32,3
	Cvetlični (15)	50,1	60,4	-5,0	5,0	34,0	52,1

Piazza (1991) je ugotovil, da imata kostanjev in manin med večjo vsebnost pepela in posledično temnejšo barvo kot cvetlični med.

2.5 SPEKTROSKOPIJA

Spektroskopija je instrumentalna metoda, ki obravnava spektre, to je porazdelitve izsevanega ali prepuščenega elektromagnetnega (EM) valovanja. Predmet spektroskopije so interakcije med sevanjem EM valovanja in snovjo. Spektroskopske analizne metode temeljijo na kvantitativnem merjenju radiacije, ki jo producirajo ali absorbirajo določene molekularne ali atomske vrste. Metode lahko klasificiramo z ozirom na področje EM valovanja, ki ga uporabljamo pri merjenju. Spekter EM valovanja vključuje: γ -žarke, X-žarke, UV žarke, vidno področje, IR-žarke, mikrovalove in radiovalove.

Energijo fotonov, ki sestavljajo EM valovanje lahko prikažemo v naslednji odvisnosti od valovne dolžine:

$$E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad \dots(1)$$

E...energija

h...Planckova konstanta ($6,63 \cdot 10^{-34}$ Js)

ν ...frekvenca (s^{-1})

c...svetlobna hitrost (m/s)

λ ...valovna dolžina (m)

Enačba nam pove, da je pri nižjih valovnih dolžinah svetlobe, za prehod iz osnovnega v vzbujeno stanje (stanje z večjo energijo) potrebno več energije (Sheehan, 2000).

Sprejem svetlobne energije v molekuli označujemo kot absorpcijo svetlobe. Absorpcijo svetlobne energije določamo z merjenjem padca intenzitete svetlobe pri prehodu skozi vzorec. Naprava za merjenje sprememb absorpcije v odvisnosti od valovne dolžine je spektrofotometer. Zmanjšanje intenzivnosti svetlobe pri prehodu skozi vzorec je premo sorazmeren koncentraciji spojine, dolžini poti in molarnemu ekstinkcijskemu koeficientu, kar nam prikaže Beer-Lambertov zakon:

$$A = \log \frac{I}{I_0} = \varepsilon \cdot l \cdot c \quad \dots(2)$$

I_0 ...intenziteta vstopnega žarka

I ...intenziteta izstopnega žarka

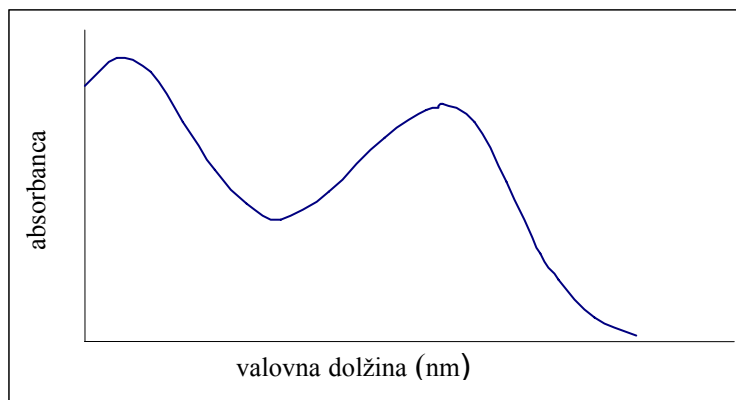
ε ... molarni ekstinkcijski koeficient

l ...dolžina kivete (1 cm)

A ...absorbanca

Zakon omogoča direktno računanje koncentracije iz izmerjene vrednosti absorbance, vendar velja le pri nizkih koncentracijah, kajti pri visokih koncentracijah zveza ni več linearna (Posudin in sod., 1995).

Absorpcijske spektre medu merimo s spektrofotometrom v UV območju EM valovanja (220 nm – 450 nm).



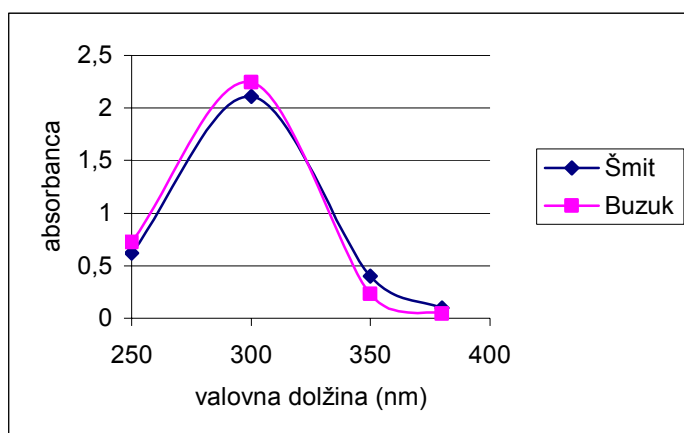
Slika 1. Zveza med absorbanco in valovno dolžino

UV spekter je karakterističen za vsako vrsto medu, najbolj značilen je maksimum pri valovni dolžini 305-325 nm (Aparna and Rajalakshmi, 1999). Buzuk (1995) pa je ugotovila, da se spektri slovenskega medu najbolj razlikujejo po vrednosti absorbance izmerjene pri valovni dolžini 300 nm. Največje razlike v absorbanco so med lipovim in kostanjevim medom (Šmit, 1997).

Buzuk (1995) in Šmit (1997) sta ugotovili, da so oblike spektrov sortno značilne, najbolj značilna spektra imata lipov in kostanjev med, spektri medov mane (smrekov, hojev, gozdni) in spekter cvetličnega medu so si zelo podobni, zato je za ugotovitev vrste medu potrebna še senzorična in pelodna analiza. Sirnik (2002) je našla medsebojno povezanost vseh treh analiz.

Preglednica 2. Primerjava rezultatov absorbance za lipov med pri različnih valovnih dolžinah

λ (nm)	250	300	350	380
Šmit (1997)	0,620	2,109	0,403	0,099
Buzuk (1995)	0,723	2,245	0,233	0,045



Slika 2. Primerjava rezultatov absorbance za lipov med pri različnih valovnih dolžinah

2.6 VSEBNOST POSAMEZNIH KEMIJSKIH ELEMENTOV V MEDU

2.6.1 Elementi

V preglednici 3 so navedeni nekateri elementi, ki so pomembni za funkcioniranje človeškega telesa s priporočenim dnevnim vnosom za odraslo osebo.

Preglednica 3. Pregled elementov v medu pomembnih za človeško telo in priporočen dnevni vnos za odraslo osebo - RDA (Referenčne vrednosti..., 2004)

Element	Vloga v telesu	Posledica pomanjkanja	Posledica presežka	RDA (mg)
kalij	- v krvi, srcu, ledvicah, mišicah, živcih, koži - hitra rast - pomiritev živcev	akne, konstantna žeja, suha koža, zaprtje, splošna oslabelost, utrujenost, poškodbe mišic, nervoza, počasno in nepravilno bitje srca, slabi refleksi	ni podatka	2000 - 3000
kalcij	- oblikovanje zobovja in kosti, strjevanje krvi, delovanje srca in živčevja, rast in kontrakcija mišic	nepravilno bitje srca, nespečnost, mišični krči, živčna napetost, otrplost okončin, zobna gniloba	nastanek ledvičnih kamnov	1200
baker	- v krvi, kosteh, možganih, veznem tkivu, koži, živcih - razvoj barve las in kože - nastanek eritrocitov in hemoglobina - nastanek elastina in kolagena - sodeluje pri celjenju ran, zdravljenju	bolezni srca in ožilja povišan LDL holesterol, anevrizem, poškodba sten arterij, splošna oslabelost, možganske motnje, znaki prezgodnjega staranja, slabokrvnost, oslavljen imunski sistem, plešavost, počasno celjenje ran, bolečine v sklepih	inhibicija absorpcije cinka	1,0-1,5
železo	- v krvi, kosteh, nohtih, koži, zobeh - nastanek hemoglobina - odpornost proti stresu in boleznim	težave pri dihanju, lomljivi nohti, anemičnost (bledoličnost, utrujenost), zaprtje	povečana možnost nastanka infekcij	11-13
magnezij	- v arterijah, kosteh, srcu, mišicah, živcih, zobeh - nastopa v več kot 300 encimskih reakcijah - sodeluje pri nastanku kosti - vzdrževanje pH - vzdrževanje krvnega sladkorja	zmedenost, težave z orientacijo, vzdražljivost, nervoza hiter utrip, drhtavica, utrujenost	ni podatka	280-350
mangan	- nastanek kosti in hrustanca, - možgani, ščitnica, mlečne žleze, mišice, živci - nastopa v metabolizmu glukoze - aktivacija encimov, rast in razmnoževanje - produkcija spolnih hormonov	Nekoordiniranost gibov (ataksija), omotica, šumenje v ušesih, oglušitev	industrijski manganov prah, možnost pojava blaznosti	2,0-5,0
natrij	- v krvi, limfnem sistemu, želodcu, mišicah, živcih - eden izmed treh osnovnih elektrolitov v telesu - normalizira izločanje žlez	prekomerno potenje, kronična diareja, slabost motnje v dihanju, toplotna izčrpanost, slabša presnova ogljikovih hidratov	zavira absorpcijo riboflavina in fosforja	550
fosfor	- v kosteh, možganih, srcu, ledvicah, živcih, zobeh - rast in obnavljanje celic - proizvodnja energije (ATP), metabolizem	izguba apetita, utrujenost, nepravilno dihanje, nepravilnosti v delovanju živčevja, debelost, izguba telesne teže	izguba kalcija iz telesa	700

Človeško telo mora za svoj normalen obstoj dobivati s hrano razen ogljikovih hidratov, beljakovin, maščob in vitaminov tudi določene mineralne snovi. Med te spadajo spojine železa, natrija, kalija, kalcija, magnezija, fosforja, žvepla, klora in druge. Ker jih vsebuje tudi med, je kot hrana toliko dragocenejši. Marsikatera prehranska snov, ki je medu v energijskem pogledu enakovredna, ne vsebuje nobenih mineralnih snovi (Božnar in Senegačnik, 1998).

Presnova mineralnih snovi se bistveno razlikuje od presnove organskih snovi. V nasprotju z beljakovinami, sladkorji in maščobami se anorganske snovi ne proizvajajo in ne porabljajo. Človek ima sposobnost, da koncentracijo ionov v telesnih tekočinah in s tem notranje okolje obdrži konstantno (Koren, 1999).

2.6.2 Elementi v medu

Mineralne snovi izvirajo iz surovin, ki jih čebele prinesejo v panj; to so pelod in kisline (Golob, 1999). Količine pa so odvisne od izvora in jakosti paše. Kemijsko gledano mineralne snovi v medu spadajo med elektrolite, tj. snovi, katerih vodne raztopine prevajajo električni tok. Cvetlični med navadno ne vsebuje več kot 0,35 % mineralnih snovi, gozdni med, ki je tudi temneje obarvan pa jih lahko vsebuje do 1 %. Na splošno je več mineralnih snovi v medu iz mane. Med vsebuje več kalija kot natrija, tako je razmerje Na/K eden od kriterijev za ugotavljanje potvorbe medu s fruktoznim sirupom.

Gozdni med ima manj natrija in kalcija, zato pa več kalija, fosforja in železa kakor cvetlični. Tudi med raznimi vrstami cvetličnega ali gozdnega medu so razlike v sestavi in količini (Golob, 1999).

Preglednica 4. Količine mineralov v svetlem in temnem medu (Božnar in Senegačnik, 1998)

Element	Povprečje za svetli med (v mg/kg)	Povprečje za temni med (v mg/kg)
kalij	205	1676
žveplo	58	100
klor	52	113
natrij	18	76
kalcij	49	51
fosfor	35	47
magnezij	19	35
železo	2,4	9,4
mangan	0,3	4,1
baker	0,6	0,6

2.6.3 Določanje elementov v medu

Minerale v medu so določali različni avtorji, ki so uporabili različne metode: atomsko absorpcijsko spektroskopijo (AAS), atomsko emisijsko spektroskopijo z induktivno spojeno plazmo (ICP-AES), rentgensko fluorescenčno spektroskopijo s totalnim odbojem (TRRF) in nevtronsko aktivacijsko analizo (NAA).

Aparna in Rajalakshmi (1999) sta določila naslednjo mineralno sestavo medu: 51 mg K, 6 mg P, 5 mg N, 5 mg Ca, 3 mg Mg, 0,5 mg Fe, 0,2 mg Cu in 0,1mg Zn, kar znaša skupaj 0,0708 g mineralov na 100 g medu.

Mesallam in El-Shaarawy (1987) sta v petih vzorcih arabskega medu določila veliko manj kalija in nekaj več kalcija, kot ga je v slovenskem medu.

Golob in sod. (2005) so v maninem medu slovenskega porekla določili na splošno večjo vsebnost mineralov kot drugi avtorji. V preglednici 5 so rezultati njihovih raziskav, ki so jih dobili z metodo TRRF.

Preglednica 5. Povprečne vsebnosti elementov (mg/kg) v medu glede na državo porekla

Poreklo	Španija	Turčija	Saudova Arabija	Slovenija
Avtor	Rodriguez-Otero in sod. 1995: 234;	Yilmaz in Yavuz, 1999: 476	Mesallam in El-Shaarawy, 1987: 6	Golob in sod., 2005: 597
Vrsta	24 vzorcev različnih vrst	30 vzorcev različnih vrst medu	5 vzorcev različnih vrst medu	29 vzorcev maninega medu
Element (mg/kg)				
K	-	296	374	3100
S	46	-	-	115
Cl	262	-	-	300
Na	-	118	66	-
Ca	-	51	103	33
P	78	-	-	-
Mg	-	33	51	-
Fe	-	6,6	8,0	-
Mn	-	1,0	-	4,5
Cu	-	1,8	-	-
Zn	-	2,7	7,0	-
Co	-	1,0	1,0	-
Br	-	-	-	0,8
Rb	-	-	-	14

- ni podatka

Yilmaz in Yavuz (1999) sta določala elemente v medovih iz Anatolije, Turčija. Njuni rezultati so predstavljeni v preglednici 5.

Rodriguez-Otero in sod. (1995) je določal vsebnost žvepla, klora in fosforja v španskem medu in iz preglednice 5 vidimo, da so vsebnosti elementov manjše kot v slovenskem medu.

V preglednici 6 so podane vsebnosti elementov v različnih vrstah sortnega medu.

Preglednica 6. Povprečna vsebnost elementov (mg/kg) v cvetličnem, kostanjevem in akacijevem medu

Vrsta medu	Cvetlični	Cvetlični	Kostanjev	Kostanjev	Akacijev	Akacijev
Avtor	Golob in sod., 2005: 597; *Trstenjak- Petrovič in sod. 1994: 38	Herold, 1974: 54-61	Gonzalez - Miret, 2005: 2576	Golob in sod., 2005: 597	Golob in sod., 2005: 597	Herold, 1974: 54-61
Elementi (mg/kg)						
K	2000	-	1090	3500	390	-
S	66	-	28,03	140	51	-
Cl	340	44,20	-	200	110	1,59
Ca	49	33,43	102,46	150	9,4	66,96
P	-	74,15	104,66	-	-	22,64
Mn	3,2	7,67	8,51	28	1,5	20,28
Br	1,1	-	-	0,9	0,8	-
Rb	1,1	-	-	22	1,2	-
Cr	0,1603*	-	-	-	-	-
Fe	-	15,02	4,68	-	-	17,12

- ni podatka

Iz preglednice 6 lahko vidimo, da je kostanjev med slovenskega porekla bolj bogat z minerali kot ista vrsta medu španskega porekla. Cvetlični med, ki ga proučeval Herold, pa ima dvakrat večjo vsebnost mangana ter osem krat nižjo vsebnost klora kot slovenski cvetlični med.

Preglednica 7. Povprečna vsebnost posameznih mineralov (v mg/kg) v različnih vrstah slovenskega medu (Golob in sod., 2005)

Vrsta medu	Število vzorcev	Minerali (mg/kg)							
		S	Cl	K	Ca	Mn	Zn	Br	Rb
akacijev	9	51	110	390	9,4	1,5	3,5	0,8	1,2
lipov	7	50	290	780	43	2,8	4,0	1,0	2,3
cvetlični	9	66	340	2000	49	3,2	4,0	1,1	11
kostanjev	25	140	200	3500	150	28	2,2	0,9	22
gozdni	7	140	240	5100	63	4,3	4,0	1,0	8,1
smrekov	7	88	260	2400	41	6,6	6,0	1,0	15
hojev	8	59	360	2100	39	3,2	4,0	0,8	13
škržatov	7	150	350	3000	19	4,1	4,5	0,7	22

2.6.4 Rentgenska fluorescenčna spektroskopija s totalnim odbojem

2.6.4.1 Rentgenska fluorescenčna spektroskopija

Za merjenje vsebnosti mineralov z metodo rentgenske fluorescenčne analize (RFA) smo uporabili rentgenski spektrometer, osnovan na polprevodniškem Si(Li) detektorju. Le-ta loči karakteristične spektralne črte sosednjih elementov in omogoča sočasno meritev rentgenskega spektra v širokem energijskem intervalu od 1 keV do 30 keV.

Za vzbujanje fluorescence smo uporabili pristop s totalnim odbojem, to je tehnika rentgenske fluorescenčne spektrometrije s totalnim odbojem (TRRF ali TXRF). Je dokaj nova tehnika z absolutno občutljivostjo analize elementov celo pod 10^{-12} g, ki pa zahteva zelo majhne odtehte vzorcev (nekaj 10 μ g). Pri analizah vzorcev organskega izvora se je izkazala kot bolj občutljiva tehnika od klasične RFA. To tehniko je uporabil Nečemer (1995) za analizo medu in čebeljega tkiva ter določil absolutne meje zaznavnosti za naslednje elemente: 960 pg za Ca, 422 pg za Zn, 673 pg za Rb in 773 pg za Pb.

2.6.4.2 Fizikalne osnove tehnike TRRF

V tem poglavju so navedene osnovne fizikalne zakonitosti totalnega odboja pri rentgenski fluorescenčni analizi. Bolj podroben opis teh pojavov navaja Klockenkämpfer (1997).

Rentgensko sevanje se na meji med dvema različnima homogenima sredstvoma odbije in lomi tako kot vsako elektromagnetno valovanje.

Če nanesimo na kvarčno ploščico kot substrat zelo majhno količino vzorca in ga vzbujamo s fokusiranim snopom rentgenske svetlobe pod kotom manjšim od kritičnega, bomo v vzorcu vzbudili fluorescenco, sipanja vpadnega snopa na substratu pa praktično ne bo. Ugodno razmerje med fluorescenčnim signalom in sipanjem kot ozadjem prispeva k večji občutljivosti analize elementov, kar je prednost TRRF glede na standardno energijsko disperzivno rentgensko fluorescenčno analizo (EDRFA). Ta prednost je še večja, če je vzbujevalno sevanje monokromatsko, ker odsotnost sipanega zveznega dela tega sevanja še dodatno občutno manjša ozadje v fluorescenčnem spektru.

Pri vpadu rentgenskega sevanja pod kotom, manjšim od kritičnega, se praktično vse sevanje odbije, odbojnost je praktično 1 in doseg rentgenskega sevanja v reflektorju znaša le nekaj nm, je torej reda velikosti valovne dolžine.

Eksperimentalni sistem je sestavljen iz rentgenske cevi, ki je izvor rentgenskega sevanja, totalno refleksijskega modula, ki ga sestavljata fokusni sistem ter monokromator, in rentgenskega spektrometra.

- Kot vir vzbujanja smo uporabili rentgensko cev z anodo iz molibdena in s finim fokusom. Rentgenski sistem ISO-DEBYEFLEX 3000 proizvajalca SEIFERT (Nemčija) je napajal rentgensko cev model FK 60-04 (AEG, Nemčija), in sicer z napetostjo 40 kV in tokom 30 mA.

- Totalno refleksijski modul izdelan na Institutu Jožef Stefan nam omogoča pravilno oblikovanje rentgenskega sevanja, ki prihaja iz rentgenske cevi. Nastavek je sestavljen iz kolimatorja in nosilca vzorca z možnostjo natančne nastavitve vpadnega kota glede na prihajajoče kolimirano vzbujevalno sevanje.
- Energijsko disperzijski spektrometer temelji na visoko ločljivostnem polprevodniškem Si(Li) detektorju proizvajalca PRINCETON GAMMA-TECH, INC., ZDA. Elektronski sistem detektorja sestavljajo: visokonapetostni vir, ojačevalnik, analogno digitalni pretvornik ter večkanalni analizator (MCA). Vse enote so združene v integranem signalnem procesorju M 1520 in MCA računalniški kartici S100 (CANBERRA, ZDA). Ločljivost spektrometra je bila 140 eV pri energiji 5,9 keV.

Polprevodniški energijsko disperzijski detektorji imajo dober izkoristek in ločljivost za detekcijo elementov od natrija naprej. Analiza lahkih elementov, ki sevajo mehko rentgensko sevanje pod energijo 1 keV, je za rutinsko delo nemogoča, ker je detektor nameščen v vakuumu in ga od vira rentgenskega sevanja loči tanko berilijevo okence, ki večinoma ni prehodno za omenjeno mehko rentgensko sevanje.

Polprevodniški detektor je hlajen s tekočim dušikom in je nameščen v kriostatski posodi v vakuumu.

2.7 SENZORIČNO OCENJEVANJE MEDU

Pri senzoričnem ocenjevanju živila ugotavljamo in vrednotimo njegove lastnosti z enim ali več človeškimi čutili. Pri medu tako ocenjujemo videz, okus, vonj in aromo. Senzorično ocenjevanje je zelo pomembno pri določanju vrste medu in se dopolnjuje z drugimi analizami, kot so pelodna analiza in absorpcijski spekter v UV območju (Sirnik, 2002).

Pri videzu je najpomembnejša barva, ki je zelo značilna za posamezno vrsto in se giblje od skoraj bele preko jantarne do temno jantarne barve ali skoraj črne. Komponente, ki dajejo medu barvo so različni rastlinski pigmenti (karotin, ksantofil, antocianin), vendar so mnogi še nepoznani. Barva je odvisna tudi od mineralne sestave, beljakovin in drugih dušikovih spojin. Barva se spreminja s skladiščenjem in segrevanjem, za kar sta vzrok Maillardova reakcija in karamelizacija sladkorjev (Piazza, 1991; Babnik, 1998).

Pri videzu ocenjujemo tudi čistost in bistrost vzorca. Med mora biti čist, brez delcev voščin, pene, delcev čebel ali drugih nečistoč. Bistrost je odvisna od vrste medu, za nekatere vrste je značilno, da so bistri, npr. akacijev, medtem ko je za manine medove značilno, da so motni.

Z vohanjem ugotavljamo hlapne snovi. Vohalne čutnice so razporejene v posebnih delih nosne sluznice. Človek ima sorazmerno slabo izražen čut za vonj, medtem ko določene živali lahko včasih zaznajo eno samo molekulo hlapne snovi. Vonj medu oblikujejo karbonilne spojine, alkoholi, estri alifatskih in aromatskih kislin ter eterična olja. Med hitro izgubi dišeče snovi, če ga neprevidno segrevamo ali pa ga predolgo pustimo v odprti posodi (Sirnik, 2002).

Aroma posamezne vrste medu je odvisna od medonosnih rastlin, zdravstvenega stanja medu in higiene pri točenju. V medu je veliko organskih snovi, ki prispevajo k njegovi aromi. Po svojih funkcionalnih skupinah te aromatične snovi spadajo med ogljikovodike, alkohole, karbonilne spojine, organske spojine in estre. Danes v medu ločijo že dvesto aromatičnih spojin. Verjetno vse vrste vsebujejo formaldehid, propionaldehid in aceton, velika večina pa tudi benzilalkohol in feniletanol s fenilocetno kislino, ki nastane pri njegovi oksidaciji (Babnik, 1998).

Harmoničnost in prijetnost vseh sestavin medu zaznamo v ustih. Na površini jezika in delno tudi v sluznici neba in žrela so receptorji za okus. S starostjo pa se intenzivnost zaznave za okus zmanjšuje.

Receptorji za zaznave okusa so na jeziku razporejeni takole:

- Za sladek okus so na konici jezika, takoj pod površino sluznice ali celo v njej, zato ta okus najhitreje zaznamo (po dveh sekundah dosežemo vrh zaznave, po dvanajstih sekundah pa že povsem izgine)
- Za kislost je območje zaznave takoj za konico, za sladkim na zgornji površini jezika; zaznava kislega traja dalj časa kot sladkega

- Območje za slano je tudi takoj za konico jezika, ob robu; zaznava traja dlje kot okus za sladko
- Receptorji za grenko so na korenu jezika, zato ostane grenek okus v ustih najdlje.

Sredina jezika je neobčutljiva za zaznavo okusa, pač pa ima funkcijo registriranja fizikalnih lastnosti kot so temperatura in struktura hrane.

Preglednica 8 nam podaja podrobnejši opis senzoričnih lastnosti za posamezno vrsto medu.

Preglednica 8. Opis senzoričnih lastnosti medu (Golob, 1999; Božnar, 2002; Golob in sod., 2002)

Vrsta medu	Vonj	Okus	Videz
akacijev	Mil vonj po akacijevem cvetju	Bolj sladkega okusa z nežno obstojno aromo po akacijevem cvetju in satju	Svetle, rumenkaste barve, včasih skoraj brezbarven
lipov	Močan, precej obstojen - po mentolu	Močan, malo pekoč, dolgotrajen okus z aromo po lipovem čaju in mentolu	Svetlo rumene do rumeno zelene barve
cvetlični	Prijetna aroma, ki je odvisna od botaničnega izvora	Prijeten, bolj sladek, včasih z aromo po cvetnem prahu	Svetlo rumene do rjave barve
kostanjev	Močan prodoren vonj, ki spominja na prezrelo jabolko (etanal)	Precej kisel, dražeč, grenak, zelo obstojen z ostro aromo	Bister, rjav do zelo temen med
gozdni	Brez vonja	Sladek, poln, prijeten, močan z močno aromo	Svetlo do temno rjave barve
smrekov	Po zeliščnih bonbonih	Sladek z balzamično aromo po mentolu in sladu	Rjave barve z rdečkastim odsevom; precej bleščeč
hojev	Po smoli in žganju	Sladek okus po mentolu in sladu	Temno rjave barve z temno zelenim odsevom

3 MATERIAL IN METODE

3.1 OPREDELITEV NALOGE

Namen naloge je bil različnim vrstam medu izmeriti barvo, posneti absorpcijske spektre vodnim raztopinam medu ter vzorce senzorično oceniti. Dalje je bil namen naloge analiza vsebnosti elementov.

Pričakovali smo vrsto korelacij med barvo in vsebnostjo posameznih elementov ter med elementi samimi. Pričakovali smo, da obstaja zveza med rezultati senzorične analize in absorpcijskimi spektri ter senzorično analizo in rezultati fizikalno - kemijskih metod.

3.2 VZORCI

Vzorce smo zbirali direktno od čebelarjev iz cele Slovenije, shranili smo jih v plastično posodo, tako da je bila preprečena kontaminacija.

Analizirali smo 148 vzorcev medu slovenskega porekla, letnik 2004. Število vzorcev posamezne vrste medu in njihove oznake podajam v preglednicah .

Preglednica 9. Vzorcev, ki smo jih senzorično ocenili

Vrsta medu	Senzorično ocenjeni vzorci	Št. vzorcev
akacijev	A1 do A16, 170, 313, 390	19
lipov	L1 do L15	15
cvetlični	C1, C3 do C15, 400, 405	16
kostanjev	K1 do K12, 096, 178, 408, 454, 465, 475	18
gozdni	G1 do G15, 202, 417, 500, 520	19
smrekov	S1, S2, S4 do S12, S14, 121	15
hojev	H1 do H15	15
Skupaj		115

Preglednica 10. Vrste medu in število ter oznaka vzorcev posamezne vrste, na katerih so bile izvedene fizikalno- kemijske metode

VRSTA MEDU	VZORCI, KI JIM JE BILA IZMERJENA BARVA Z MINOLTO	ŠT. VZORCEV	DODATNI VZORCI S POSNETIM ABSORPCIJSKIM SPEKTROM IN ANALIZIRANO VSEBNOSTJO ELEMENTOV	ŠT. VZORCEV
akacijev	A1 do A16, 170, 294, 390, 464	20	313	21
lipov	L1 do L15, 214, 224, 250, 610	19	331	20
cvetlični	C1, C3 do C14, 040, 215, 400, 401, 404, 405, 442, 665	21	C15, 177, 324	24
kostanjev	K2 do K12, 096, 408, 454, 457, 465, 475	17	K1, 178, 664	20
gozdni	G1 do G15, 004, 081, 083, 088, 173, 202, 283, 417, 429, 500, 520	26	-	26
smrekov	S1, S2, S4 do S12, S14, 121, 280, 666	15	S3, S13, S15, 078, 205, 432	21
hojev	H1 do H15, 661	16	-	16
Skupaj		134		148

Vzorci so bili v času analize stari povprečno 6-8 mesecev. Hranjeni so bili v zaprtih plastičnih posodah pri sobni temperaturi.

Vsem vzorcem je bila že prej določena vsebnost vode, vsebnost pepela in specifična elektrolitska prevodnost. Barvo smo izmerili 134 vzorcem, 148 vzorcem smo posneli absorpcijske spektre in določili vsebnost elementov. Vzrok, zakaj nismo določevali določenim vzorcem barve, je bila premajhna količina vzorca. Senzorično oceno pa smo dali le izbranim predvidevano tipičnim predstavnikom določene vrste medu.

3.3 METODE

3.3.1 Fizikalno kemijske metode

3.3.1.1 Merjenje barve

Za merjenje barve smo uporabili kromometer Minolta CR-200B, ki ima priključen računalnik DATA DP 100 in CIE 1976 - L, a*, b* sistem. Aparat je sestavljen iz merilne glave in mikroprocesorske podatkovne enote. V merilni glavi sta dva izvora svetlobe; ksenonova in pulzirajoča svetilka, ki dajeta svetlobo sestavljeno iz enakih delov rdeče, modre in zelene barve. Snop svetlobe iz teh dveh izvorov pada pod kotom 45° na vzorec. Svetloba enake dolžine, kot je valovna dolžina barv vzorca, se od vzorca odbije in pod kotom 180° pada na optično fotosprejemno ploščo. Ta plošča vsebuje tri spektralne filtre X, Y, Z, za to ploščo pa so trije fotosprejemniki ali senzorji. Vrednost izmerjenega signala iz merilne glave se ojača in digitalizira. Računalnik nam poda rezultat v L, a* in b* koordinatah, ki so v direktni odvisnosti od vrednosti X, Y in Z. Pred merjenjem kromometer umerimo na beli standard ($Y_n=93,8$, $x_n=0,3134$, $y_n=0,3208$) (Brücker, 1984; Gonzales in sod. 1999).

Na sliki 3 sta prikazana merilna glava in računalnik kromometra Minolta CR-200



Slika 3. Kromometer Minolta CR 200

Plastične prozorne petrijevke premera 7 cm in debeline 8 mm smo napolnili z medom. Če je bil med kristaliziran, smo ga utekočinili pri 45°C v sušilniku. Na s pokrovom pokrito

petrijevko smo nastavili merilno glavo kromometra in na računalniku odčitali L, a*, b* vrednosti za vsak vzorec posebej.

3.3.1.2 Merjenje absorpcijskih spektrov v UV območju

Priprava vzorca je obsegala raztapljanje 2 g medu v 98 g destilirane vode. Na ta način smo dobili 2 % (w/w – weight per weight) vodno raztopino medu, ki smo ji izmerili absorpcijski spekter v območju od 220 do 450 nm z UV spektrofotometrom (UV visible recording spectrophotometer, Shimadzu UV-160A).

3.3.1.3 Določanje mineralov z metodo rentgenske fluorescenčne spektroskopije s totalnim odbojem (TRRF)

Princip:

Merjenje spektra oddane rentgenske svetlobe pri vzbujanju razredčenega in posušenega vzorca na nosilnem steklu z molibdenovo svetlobo.

Aparatura in pribor:

Eksperimentalni sistem je sestavljen iz rentgenske cevi kot izvora rentgenskega sevanja, totalno refleksijskega modula in energijsko disperzijskega rentgenskega spektrometra. Totalno refleksijski modul je sestavljen iz kolimatorja, monokromatorja in nosilca vzorca. Uporabljen rentgenski spektrometer temelji na visoko ločljivostnem polprevodniškem Si(Li) detektorju. Elektronski sistem detektorja sestavljajo: visoko napetostni vir, ojačevalnik, analogno digitalni pretvornik ter večkanalni analizator (MCA).

Avtomatske pipete, nosilna kvarčna stekla.

Delovni pogoji:

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

Priprava vzorcev za analizo:

- A) Vzorec: Odtehtamo 0,3 g ($\pm 0,0001$ g) vzorca medu v 10 ml stekleno čašo in ga raztopimo v dvakrat destilirani vodi, s katero dopolnimo čašo do oznake. Ko se med raztopi, dodamo interni standard, 1 ml standardne raztopine galija s koncentracijo 0,01 g/l. Premešamo, odpipetiramo 10 μ l na nosilno kvarčno steklo in kapljico posušimo pod infrardečo svetilko, da voda odhlapi. Vzorce ohladimo v eksikatorju nato jih prenesemo v plastične lončke, da ne pride do kontaminacije s prahom. Izmerimo spekter rentgenske fluorescenčne svetlobe z metodo TRRF.
- B) Slepí vzorec: Izmerimo spekter čiste glukoze, ki jo pripravimo na enak način kot vzorce medu.

Izvedba analize:

Raztopine medu z dodanim internim standardom analiziramo na nosilnih kvarčnih steklih. Izmerimo cel spekter. Meritev spektra vsakega vzorca poteka 5 min. Določimo homogenost porazdelitve elementov v medu z analizo vzorcev v šestih paralelkah, ki so pripravljene iz skupne raztopine enega vzorca.

Izračun rezultatov:

Za izračun rezultatov uporabimo računalniški program Quantitative Analysis of Environmental Samples (QAES), ki ga je razvil dr. Peter Kump iz Inštituta Jožef Stefan. Program kvantitativno ovrednoti vsebnost mineralov iz primerjave površin vrhov posameznih mineralov v vzorcu in internega standarda. Pri izračunu program upošteva faktor razredčenja, koncentracijo internega standarda glede na odtehto vzorca in sipanje rentgenske fluorescenčne svetlobe. Rezultati za posamezne minerale se izpišejo v g/g vzorca.

Glede na energijo karakterističnega sevanja smo identificirali atome v vzorcu (kvalitativna analiza), iz intenzitete emitiranega sevanja pa določili ustrezno vsebnost elementa v vzorcu (kvantitativna analiza).

3.3.2 Senzorično ocenjevanje medu (Pravilnik o ocenjevanju medu, 2002)

Senzorično analizo smo izvedli na nesegetem medu, ki je bil pretočen v steklene kozarčke. Analizo smo opravile štiri ocenjevalke, ocenjevale pa smo naslednje lastnosti: videz (čistost, bistrost, barva), vonj, okus in aromo (sortna značilnost in obstojnost).

Ocenjevanje **videza** je razdeljeno na:

- ocenjevanje **čistosti**: od 1 do 3 točke
- ocenjevanje **barve**: od 1 do 4 točke
- ocenjevanje **bistrosti**: od 1 do 3 točke

Minimalni seštevek točk pri skupni oceni videza je 3 točke in maksimalni 10 točk.

Ocenjevanje **vonja**: od 1 do 5 točk

Ocenjevanje **okusa**: od 1 do 5 točk

Ocenjevanje **arome** je razdeljeno na:

- ocenjevanje **sortne značilnosti**: od 1 do 6 točk
- ocenjevanje **obstojnosti arome**: od 1 do 4 točke

Minimalni seštevek točk pri skupni oceni arome je 2 točki in maksimalni 10 točk.

Oocena posameznega preskuševalca za vzorec znaša od 7 do 30 točk.

3.3.3 Statistična analiza

Rezultate fizikalno-kemijskih analiz smo statistično obdelali in ovrednotili z naslednjimi statističnimi parametri:

- povprečna vrednost - aritmetična sredina (\bar{x})
- standardna deviacija (SD)
- Pearsonov koeficient korelacije (R)
- koeficient determinacije (R^2)

Povprečna vrednost: Dobimo jo tako, da seštevek vrednosti spremenljivk x_i delimo s številom vrednosti (n). Vsota odklonov od povprečja je vedno nič (Kovač, 2004).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n x_i \quad \dots(4)$$

Standardni odklon: To je pozitivna vrednost kvadratnega korena iz variance (σ^2), enačba (5). Varianca je osnovna mera variacije, je povprečje kvadratov odklonov posameznih vrednosti od aritmetične sredine, izračunamo jo po enačbi (6) (Adamič, 1989).

$$SD = \sqrt{\sigma^2} \quad \dots(5)$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad \dots(6)$$

Pearsonov koeficient korelacije: Je merilo stopnje povezanosti med opazovanima spremenljivkama in zavzema vrednosti od -1 do +1. Pri pozitivnih vrednosti gre za pozitivno korelacijo, pri negativnih pa za negativno korelacijo. Pearsonov koeficient izračunamo tako, da kovarianco (C_{xy}), izračunano po enačbi (8) delimo z zmnožkom standardnih odklonov za obe spremenljivki, kot je prikazano v enačbi (7) (Adamič, 1989).

$$R = \frac{C_{xy}}{SD_x \times SD_y} \quad \dots(7)$$

$$C_{xy} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \times \sum y}{n}}{n - 1} \quad \dots(8)$$

Koeficient determinacije: Je ena izmed najenostavnejših mer, ki vrednoti kakovost regresijskega modela, ki je lahko boljši ali slabši. Izraža odstotek variabilnosti odvisne spremenljivke (y), ki je pojasnjen z regresijskim modelom (Košmelj, 2001). Izračunamo ga tako, da Pearsonov koeficient korelacije (R) kvadriramo.

4 REZULTATI

Rezultate analiz na obravnavanih vzorcih medu podajamo v štirih sklopih, in sicer v osmih preglednicah, dvainpetdesetih slikah ter v prilogah A, B, C in D. Kot prvo podajamo rezultate senzoričnega ocenjevanja.

4.1 REZULTATI SENZORIČNEGA OCENJEVANJA

V senzorično analizo smo vključili 115 vzorcev, ki so bili s predhodno delno - senzorično analizo označeni kot značilni predstavniki posameznih vrst medu. Rezultati senzorične analize so zbrani v prilogi A, medtem ko podajamo v preglednici 11 povprečne ocene, intervale in standardne deviacije za posamezno vrsto medu.

Preglednica 11. Senzorične ocene analiziranih vzorcev medu (točke od 7 - 30)

Vrsta medu	n	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	SD
akacijev	19	26,8	22	29,75	2,04
lipov	15	25,6	21	30	2,54
cvetlični	16	27,5	24,5	30	1,43
kostanjev	18	22,7	15,5	29	3,90
gozdni	19	25,4	22,5	28	1,92
smrekov	13	25,4	21,5	29	1,92
hojev	15	26,3	23	30	2,02

n - število vzorcev, \bar{x} - povprečna vrednost, x_{\min} - minimalna vrednost, x_{\max} - maksimalna vrednost, SD - standardna deviacija

V preglednici 11 vidimo, da so bili analizirani vzorci medu razmeroma dobre kakovosti, saj se povprečne ocene za posamezne vrste medu gibljejo med 22,7 v kostanjevem medu do 27,5 v cvetličnem medu. Tudi intervali skupnih ocen kažejo, da so bili najbolj ocenjeni vzorci cvetličnega medu, saj je najslabše ocenjen vzorec prejel oceno 24,5, eden vzorec pa je prejel vse možne točke. Najslabše ocenjeni so bili vzorci kostanjevega medu, saj so štirje vzorci prejeli ocene manjše kot 19,5, najbolj ocenjen pa je bil vzorec z 29 točkami.

4.2 REZULTATI MERJENJA BARVE MEDU

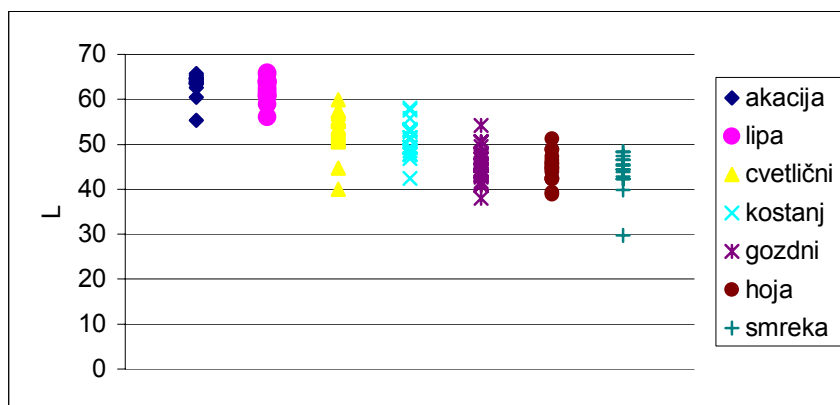
4.2.1 Statistična obdelava rezultatov merjenja barve medu

Analizirali smo 134 vzorcev sedmih različnih vrst medu, med njimi so bile tri vrste nektarnega izvora (akacijev, lipov in cvetlični), tri maninega izvora (gozdni, smrekov in hojev) in vzorci mešanega izvora (kostanjev, saj čebele na kostanju nabirajo tako nektar kot tudi mano).

Preglednica 12. Vrednosti parametra L za posamezne vrste medu z izračunanimi statističnimi parametri

Vrsta medu	n	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	SD
akacijev	20	63,5	55,40	65,67	2,2
lipov	19	62,4	56,08	65,91	2,4
cvetlični	21	53,0	39,98	59,92	4,4
kostanjev	17	50,9	42,44	57,98	4,0
gozdni	26	45,5	37,94	54,20	3,7
smrekov	15	43,8	29,80	48,38	4,6
hojev	16	44,8	38,85	51,21	3,3

n - število vzorcev, \bar{x} - povprečna vrednost, x_{\min} - minimalna vrednost, x_{\max} - maksimalna vrednost, SD - standardna deviacija

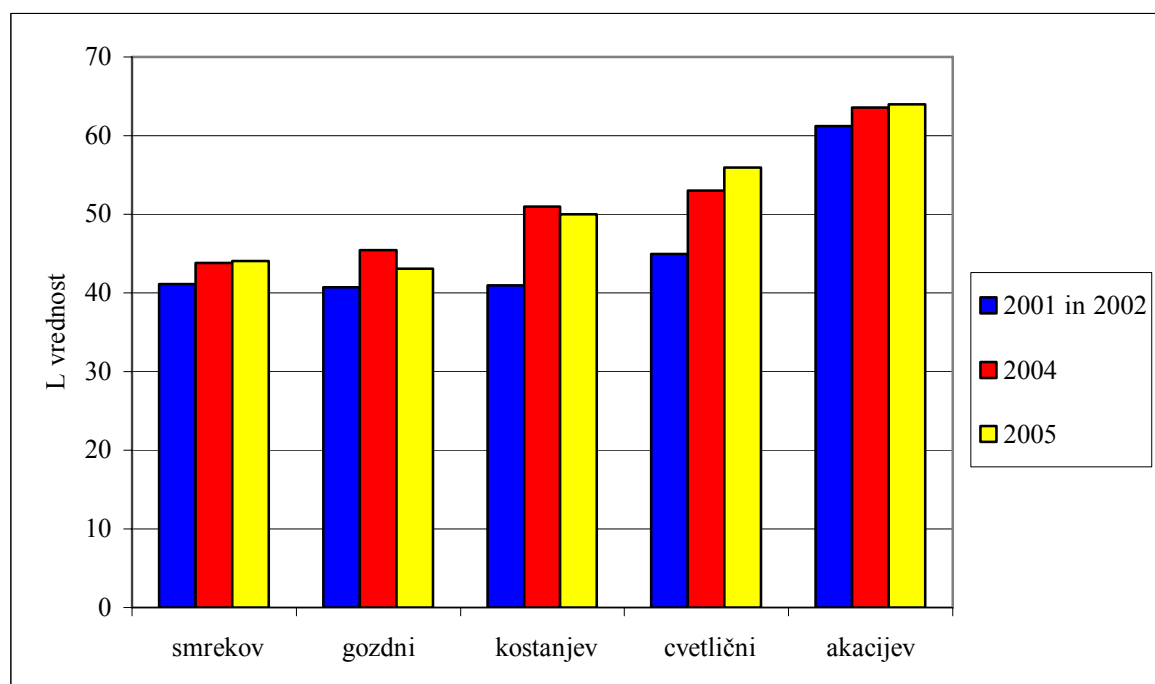


Slika 4. Vrednosti parametra L za posamezne vrste medu

Iz slike 4 je razvidno zmanjšanje vrednosti parametra L od najsvetlejšega akacijevega do najtemnejšega smrekovega medu. Največji razpon svetlosti je pri cvetličnem medu, kar je pričakovano, saj je v cvetličnem medu veliko različnih virov nektarja. Razlika med minimalno in maksimalno vrednostjo parametra L je 19,94.

Preglednica 13. Povprečne vrednosti parametra L medu različnih letnikov

Vrsta medu \ Letnik	smrekov	gozdni	kostanjev	cvetlični	akacijev
2001 in 2002 (Zupančič, 2002)	41,2	40,8	41,0	45,0	61,3
2004 (Veselič, 2006)	43,8	45,5	50,9	53,0	63,5
2005 (Šenk, 2006)	44,1	43,1	50,0	55,9	64,0



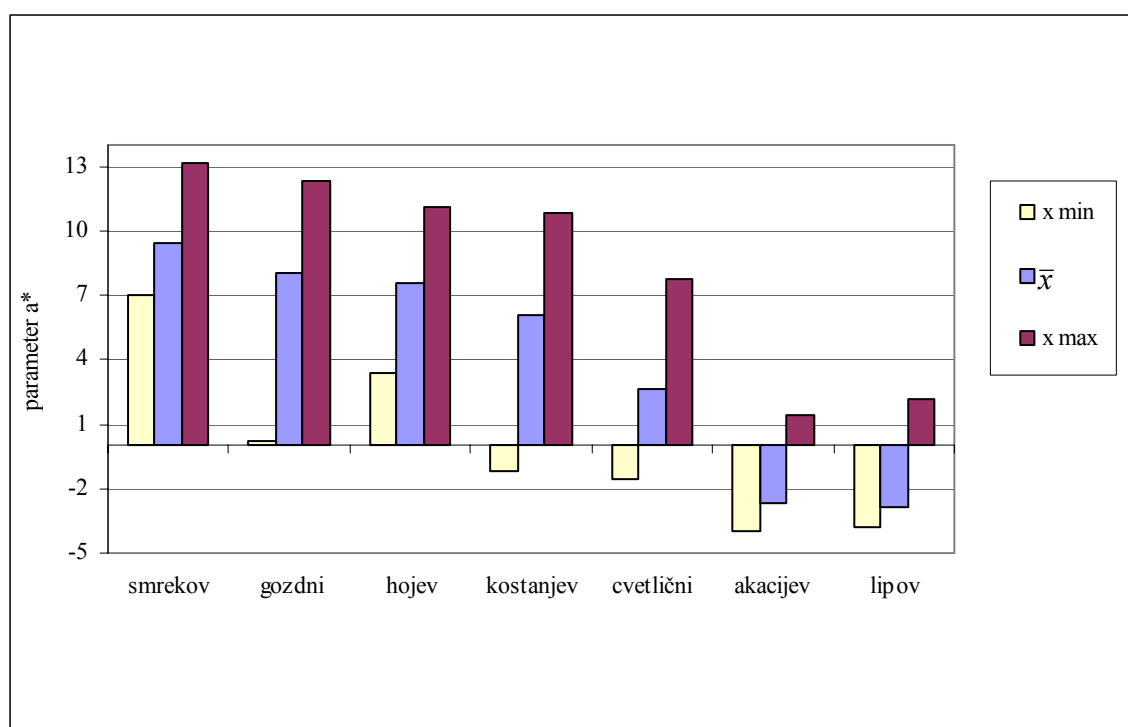
Slika 5. Primerjava povprečnih vrednosti parametra L medu letnikov 2001 in 2002, 2004 in 2005 (Zupančič, 2002; Veselič, 2006; Šenk, 2006)

Slika 5 nam nazorno prikaže, da je bil L parameter v letih 2001 in 2002 manjši kot v letih 2004 in 2005. Med letnikoma 2004 in 2005 pa se L parameter bistveno razlikuje le pri gozdnem in cvetličnem medu; slednji je bil leta 2005 svetlejši, gozdni med pa temnejši.

Preglednica 14. Vrednosti parametra a^* za posamezne vrste medu z izračunanimi statističnimi parametri

Vrsta medu	n	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	SD
akacijev	20	-2,7	-4,00	1,39	1,1
lipov	19	-2,8	-3,82	2,18	1,4
cvetlični	21	2,7	-1,55	7,74	2,8
kostanjev	17	6,1	-1,14	10,82	3,6
gozdni	26	8,1	0,25	12,31	2,6
smrekov	15	9,5	7,03	13,16	2,0
hojev	16	7,6	3,42	11,12	2,1

n - število vzorcev, \bar{x} - povprečna vrednost, x_{\min} - minimalna vrednost, x_{\max} - maksimalna vrednost, SD - standardna deviacija

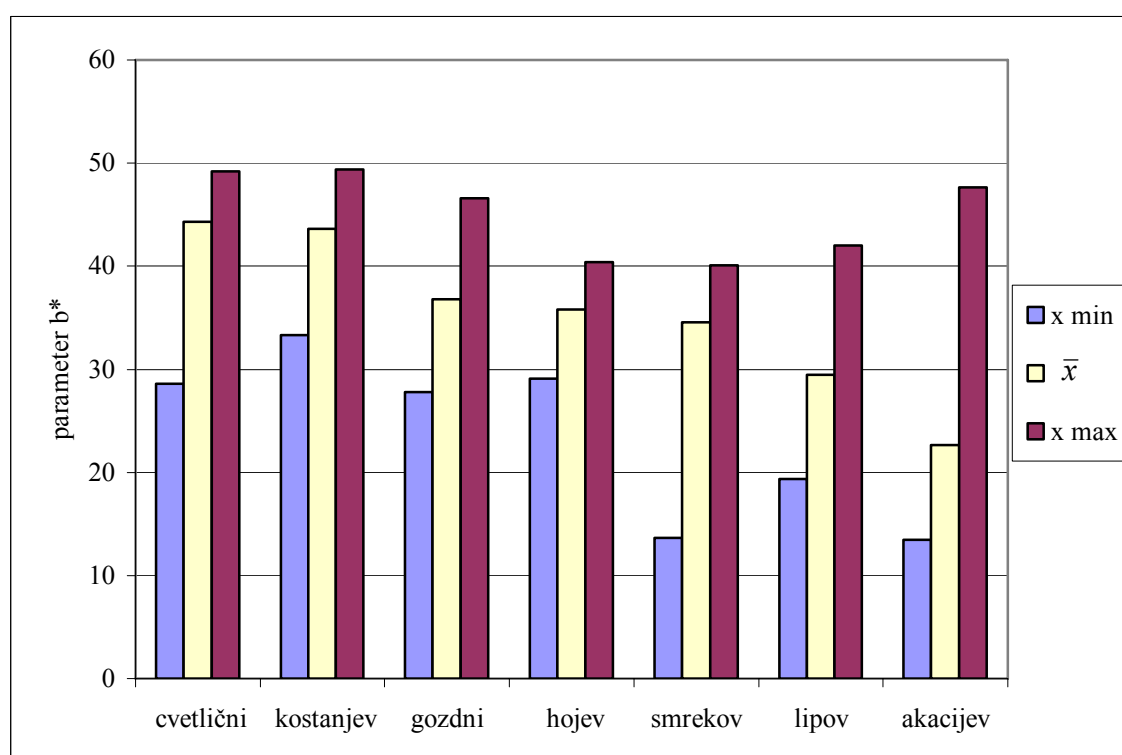
Slika 6. Najnižje, povprečne in najvišje vrednosti parametra a^* za posamezne vrste medu

Iz slike 6 je razvidno, da hojev, smrekov in gozdni med ne vsebujejo zelene barve, saj smo pri vseh vzorcih izmerili pozitivne vrednosti parametra a^* . Pri nekaterih vzorcih kostanjevega in cvetličnega medu smo izmerili nekaj zelene barve, vendar pa so povprečne vrednosti teh vzorcev pozitivne, torej prevladuje rdeča pred zeleno barvo. Pri lipovem in akacijevem medu pa prevladuje zelena barva, saj smo pozitivne vrednosti parametra a^* izmerili le pri enem vzorcu lipovega in enem vzorcu akacijevga vzorca medu.

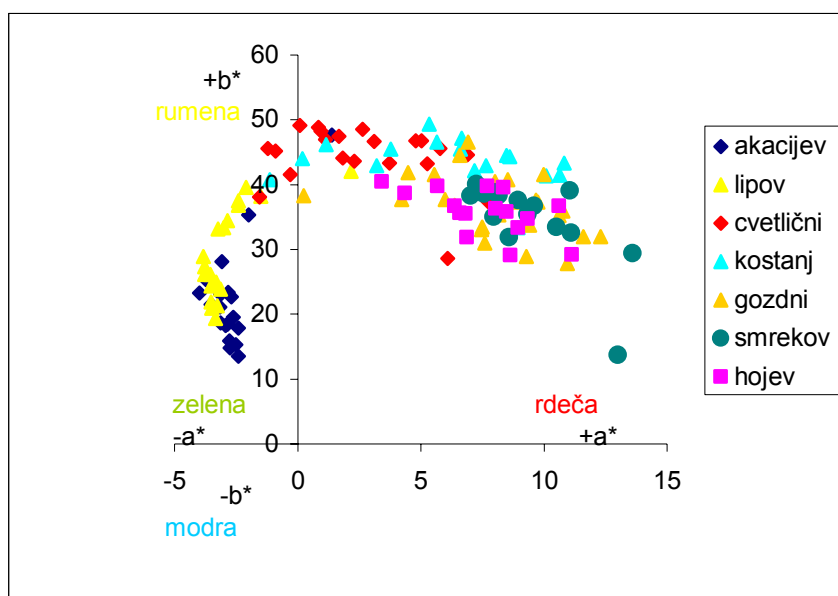
Preglednica 15. Vrednosti parametra b^* za posamezne vrste medu z izračunanimi statističnimi parametri

Vrsta medu	n	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	SD
akacijev	20	22,6	13,49	47,64	8,0
lipov	19	29,5	19,34	42,03	7,1
cvetlični	21	44,3	28,61	49,22	4,8
kostanjev	17	43,6	33,32	49,36	3,5
gozdni	26	36,8	27,81	46,60	4,6
smrekov	15	34,6	13,67	40,06	6,6
hojev	16	35,8	29,10	40,42	3,6

n - število vzorcev, \bar{x} - povprečna vrednost, x_{\min} - minimalna vrednost, x_{\max} - maksimalna vrednost, SD - standardna deviacija

Slika 7. Najnižje, povprečne in najvišje vrednosti parametra b^* za posamezne vrste medu

Iz slike 7 je razvidno, da nimamo negativnih vrednosti parametra b^* , kar je logično, saj za med niso značilni odtenki modre barve. Največji razpon rumene barve ima akacijev, najmanjšega pa hojev med. Največ rumene barve vsebuje cvetlični med, najmanj pa akacijev.

Slika 8. Vrednosti a^* in b^* parametrov za posamezne vrste medu

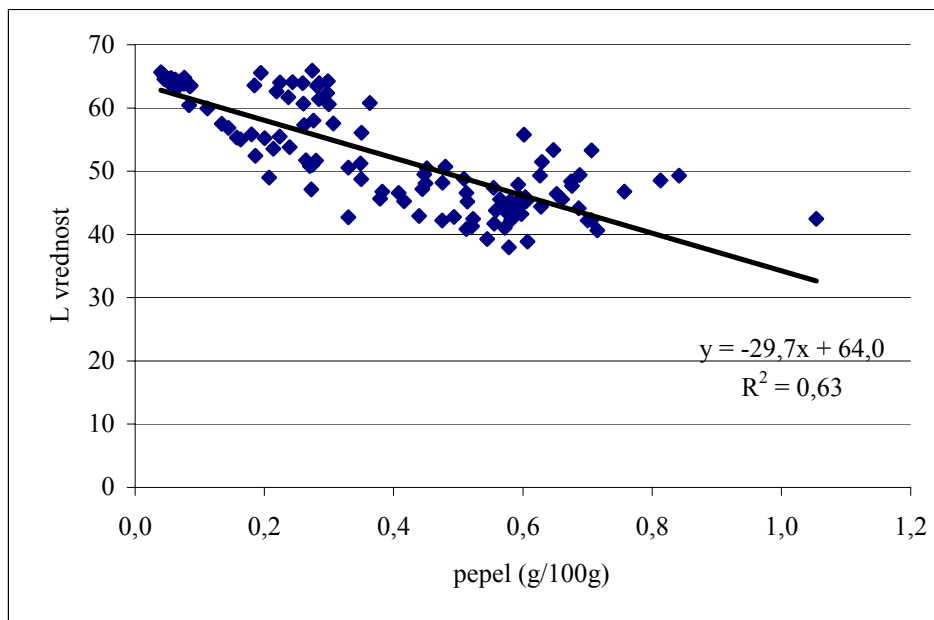
Na sliki 8 se vidi, da je največ medov v zgornjem desnem kvadrantu, saj večina naših medov vsebuje rdečo in rumeno barvo. Rumena barva medu je posledica prisotnosti karotenoidov v nektarju, medtem ko dajejo flavonoidi in antociani rdečo barvo (Piotraszewska-Pajak in Ciszak, 2001). V levem kvadrantu se nahajata akacijev in lipov med, pri katerih prevladuje rumena in zelena barva. Med, v katerem prevladuje zelena barva, nastane iz nektarja, ki vsebuje veliko klorofila (Piotraszewska-Pajak in Ciszak, 2001).

Preglednica 16. Primerjava rezultatov merjenja barve medu v letih 2000-2001 ter 2004 (Zupančič, 2002; Veselič, 2006)

Parameter		L povprečna		a^* povprečna		b^* povprečna	
Vrsta medu	Letnik	2000-2001	2004	2000-2001	2004	2000-2001	2004
akacijev		61,3	63,5	-2,8	-2,7	25,5	22,7
lipov		48,7	62,4	0,4	-2,8	30,7	29,5
cvetlični		45,0	53,0	4,3	2,7	33,8	44,3
kostanjev		41,0	51,0	8,5	6,1	29,6	43,6
gozdni		40,6	45,5	8,7	8,1	30,3	36,8
smrekov		41,2	43,8	8,7	9,5	30,6	34,6
hojev		34,3	44,8	8,2	7,6	20,3	35,8

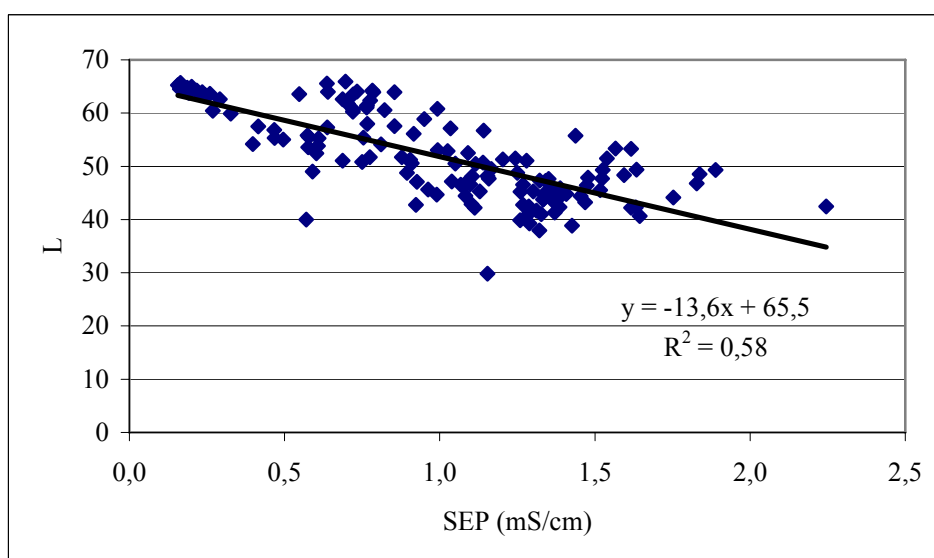
Iz preglednice 16 vidimo, da se barva medu po letnikih močno razlikuje. Največje razlike vidimo pri parametru L, tako so vsi vzorci letnika 2000 in 2001 temnejši od letnika 2004. Lipov, cvetlični, gozdni, kostanjev in hojev med letnika 2004 vsebujejo manj rdeče barve. Vsi vzorci letnika 2004 razen akacijevga in lipovega medu so vsebovali več rumene barve. Razlike v barvi med letniki so posledica vremenskih razmer ali pa različnega naravnogeografskega porekla.

Sliki 9 in 10 predstavljata zvezo med svetlostjo medu in vsebnostjo pepela ter specifično elektrolitsko prevodnostjo (SEP). Podatki za pepel in SEP so povzeti iz diplomske naloge Mojce Ocepek (2005).



Slika 9. Zveza med parametrom L in vsebnostjo pepela

Razvidno je, da je med z nižjo vsebnostjo pepela bolj svetel od medu z višjo vsebnostjo pepela. Koefficient determinacije znaša 0,63 in kaže na dokaj močno povezanost med merjenima parametroma.



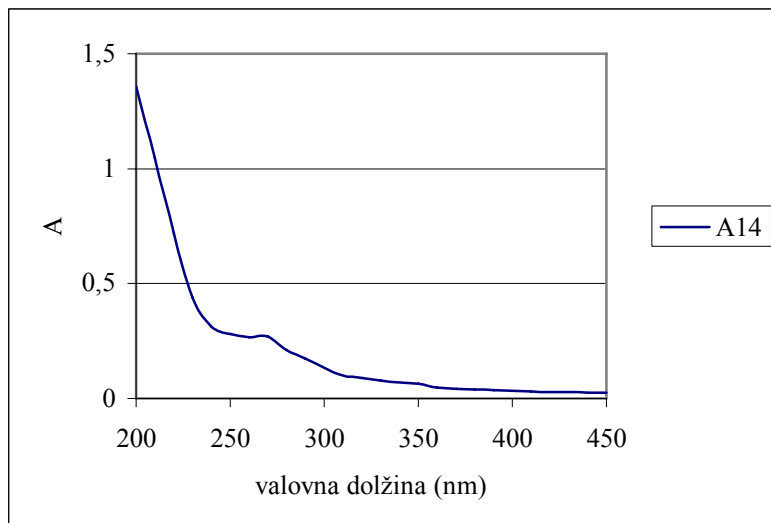
Slika 10. Zveza med parametrom L in SEP

Slika 10 nam prikazuje, da manjša kot je specifična elektrolitska prevodnost, svetlejši je med.

4.3 REZULTATI MERJENJA ABSORPCIJSKIH SPEKTROV

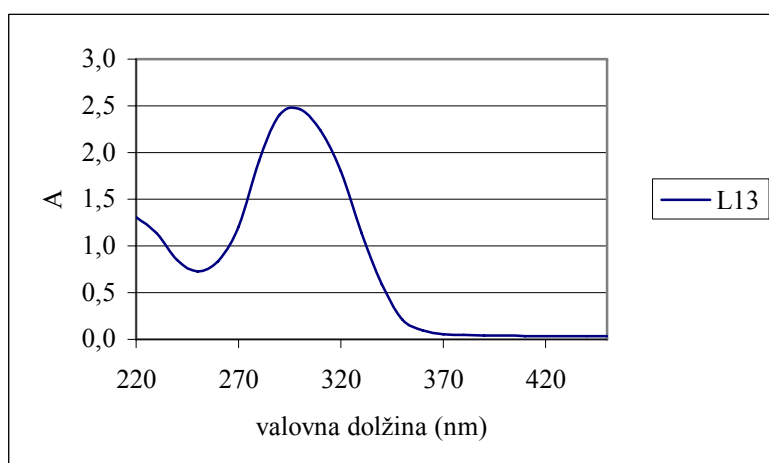
Na slikah 11 do 17 so predstavljeni absorpcijski spektri značilnih predstavnikov posameznih vrst medu, ki smo jih izbrali na podlagi merjenja barve in senzorične analize.

Za razumevanje spektrov in komentar smo se oprli na rezultate predhodnih raziskav, opravljenih na Katedri za vrednotenje živil (Buzuk, 1995; Šmit, 1997; Sirmik, 2002), saj v nobeni tuji literaturi nismo zasledili podobnih raziskav.



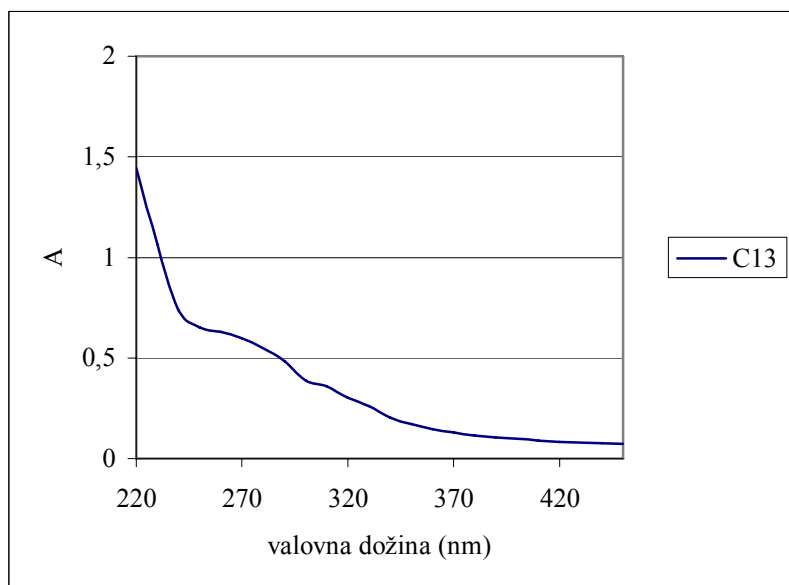
Slika 11. Absorpcijski spekter akacijevega medu

Za spekter akacijevega medu je značilna zelo nizka vrednost absorbance pri 220 nm; to je pod $A=0,7$. Nato funkcija pade pri 240 nm pod $A=0,4$ in ima pri 260 nm neizrazit lokalni maksimum z A manjšo od 0,4.



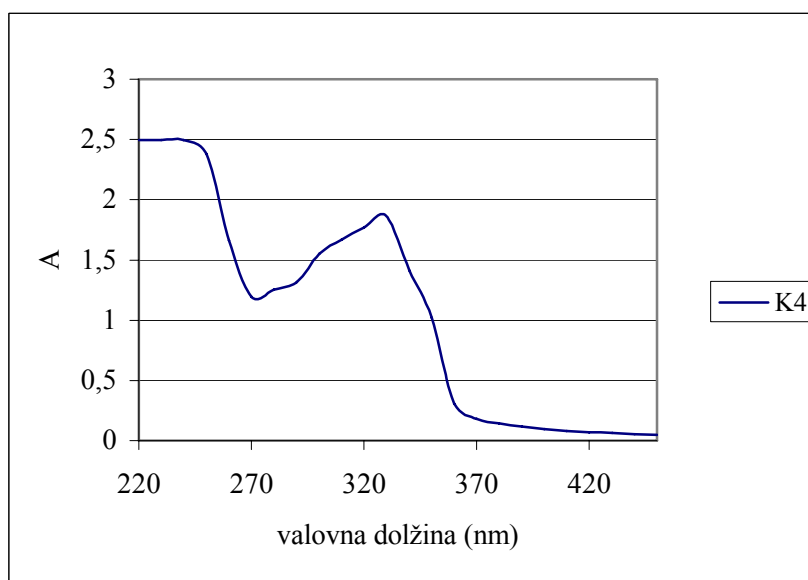
Slika 12. Absorpcijski spekter lipovega medu

Za spekter lipovega medu je značilen izrazit lokalni maksimum pri valovni dolžini 290-300 nm. Maksimum absorbance 2 % raztopine lipovega medu je od 1,8-2,5.



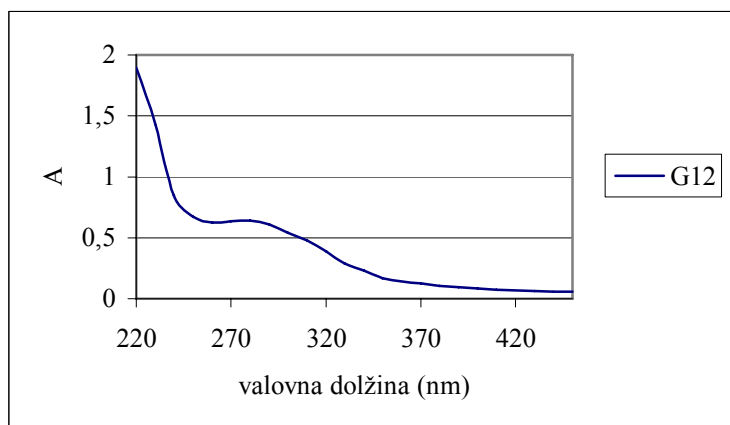
Slika 13. Absorpcijski spekter cvetličnega medu

Spekter cvetličnega medu je v obliki monotono padajoče funkcije, vendar padec absorbance ni tako strm in se ustavi pri vrednosti 0,6-0,7 ($\lambda=250$ nm). Pri 250-280 nm je krivulja skoraj ravna nato pa začne ponovno padati.

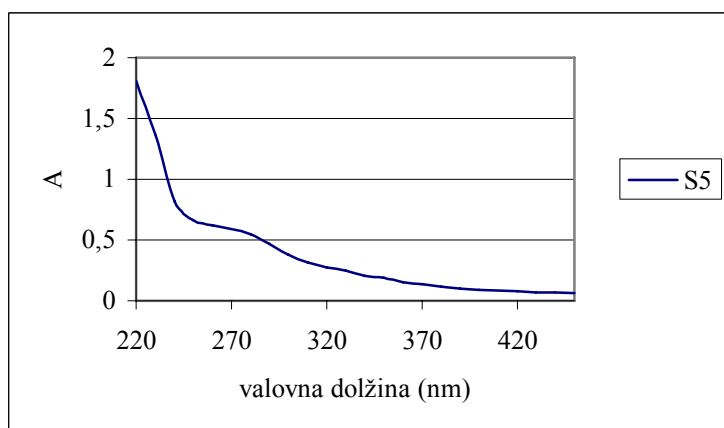


Slika 14. Absorpcijski spekter kostanjevega medu

Za spekter kostanjevega medu je značilno, da začne absorbanca padati pod 2,5 pri 240 nm in pada do $A=1$ pri 270 nm, nato pa se dvigne in maksimum doseže pri 330 nm, ko je vrednost absorbance okrog 1,5.

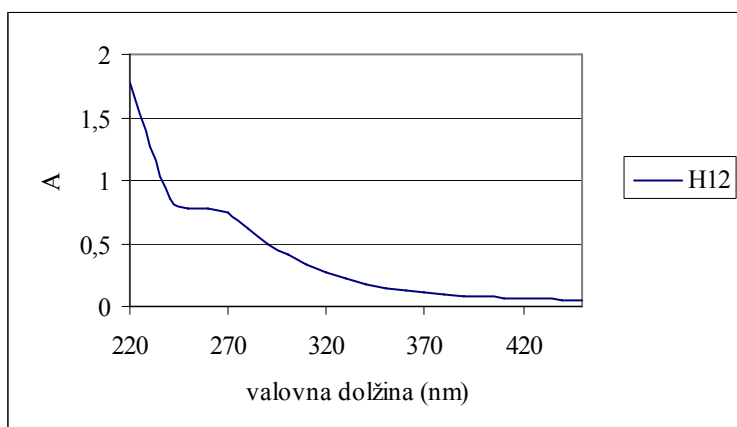


Slika 15. Absorpcijski spekter gozdnega medu



Slika 16. Absorpcijski spekter smrekovega medu

Spektra gozdnega in smrekovega medu sta skoraj enaka in med njima ni izrazitih razlik. Za ta dva spektra je značilen hiter padec absorbance na vrednost pod 0,8 pri 250 nm. Spekter nima lokalnega maksimuma, tako da ima obliko monotonno padajoče funkcije.



Slika 17. Absorpcijski spekter hojevega medu

Tudi spekter hojevega medu je v obliki monotonno padajoče funkcije, le da v prvem delu do 240 nm strmo pada, se nato zravna in od 270 nm naprej počasi pada.

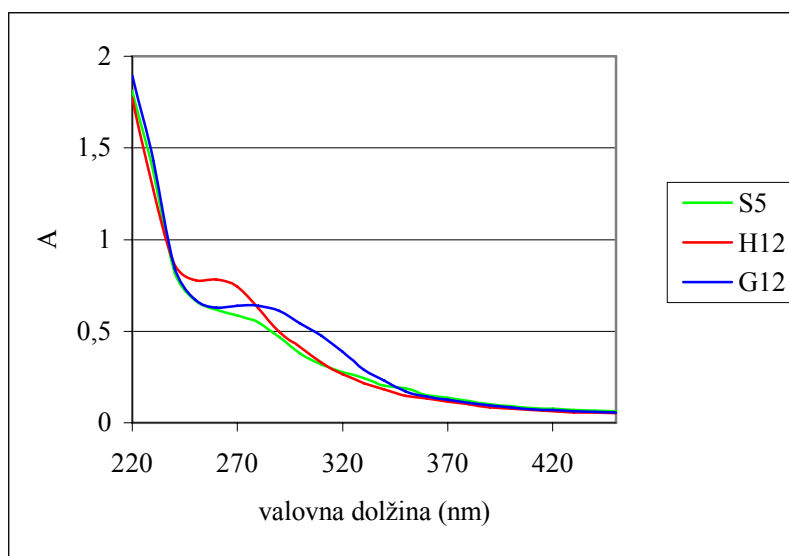
Razlike med zgoraj opisanimi spektri lahko podkrepimo z rezultati meritev absorbance pri različnih valovnih dolžinah. Rezultati so zbrani v preglednici 16.

Preglednica 17. Vrednosti absorbance pri različnih valovnih dolžinah

Vzorec medu	Valovna dolžina (nm)			
	250	300	350	380
A14	0,280	0,133	0,065	0,040
L13	0,723	2,468	0,209	0,048
C13	0,652	0,388	0,173	0,116
K4	2,378	1,551	1,021	0,146
G12	0,671	0,541	0,170	0,107
S5	0,665	0,377	0,188	0,117
H12	0,780	0,413	0,147	0,100

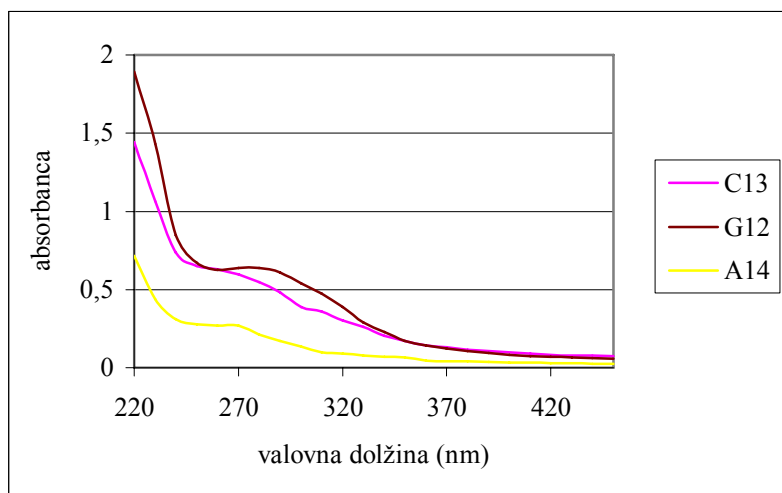
Iz preglednice 17 je razvidno, da se vrste medu najbolj razlikujejo po vrednosti absorbance izmerjene pri valovni dolžini 300 nm.

Če prikažemo na isti sliki absorpcijske spektre značilnih predstavnikov določene vrste medu, vidimo razlike bolj nazorno.



Slika 18. Absorpcijski spektri medu iz mane (gozdni, hojev, smrekov)

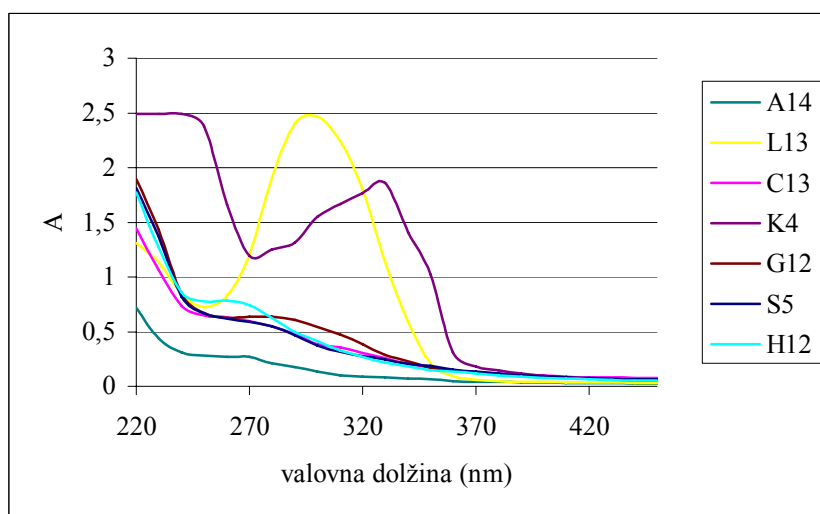
Iz slike 18 vidimo, da so si spektri hojevega, gozdnega in smrekovega medu zelo podobni, zato moramo za pravilno deklaracijo medu izvesti tudi senzorično analizo.



Slika 19. Absorpcijski spektri cvetličnega, gozdnega in akacijevega medu

Iz slike 19 lahko razberemo, da se spektra akacijevega in cvetličnega medu razlikujeta, med spektrom cvetličnega in gozdnega medu pa ni večjih razlik, zato moramo za določitev teh dveh vrst medu uporabiti še senzorično analizo ali kakšno drugo fizikalno metodo.

Razlike med absorpcijskimi spektri značilnih predstavnikov preiskovanih sedmih vrst so prikazane na sliki 20.

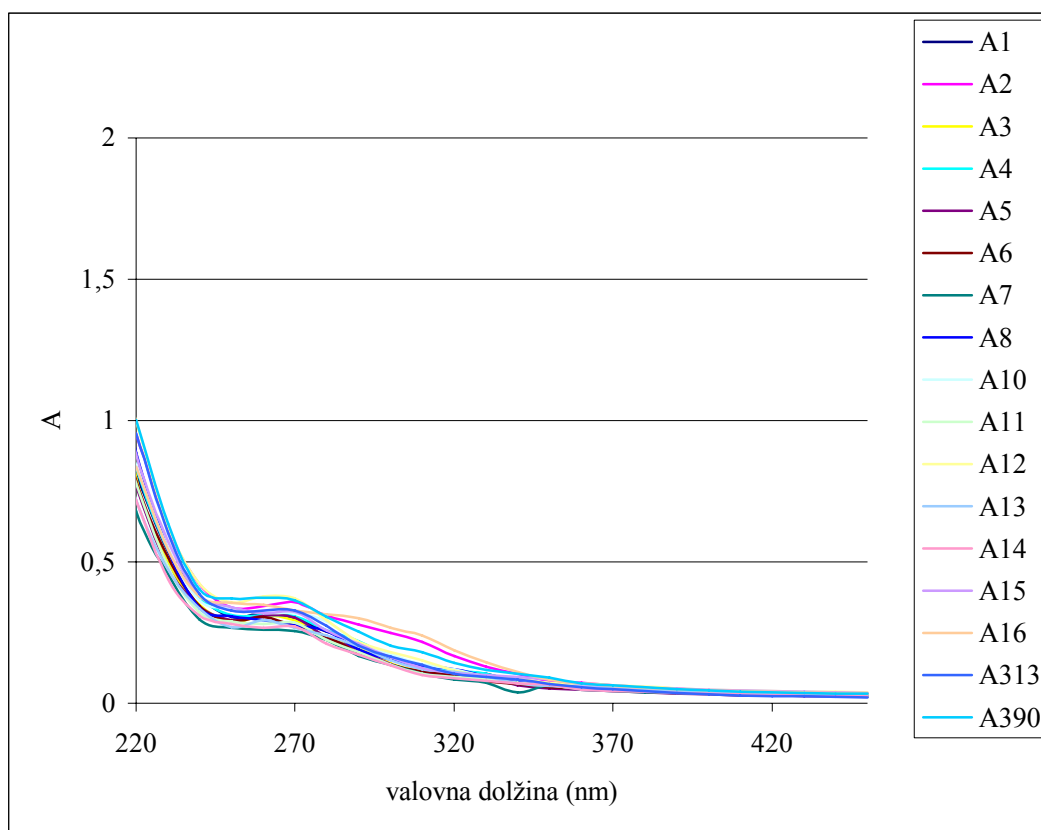


Slika 20. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov analiziranih vrst medu

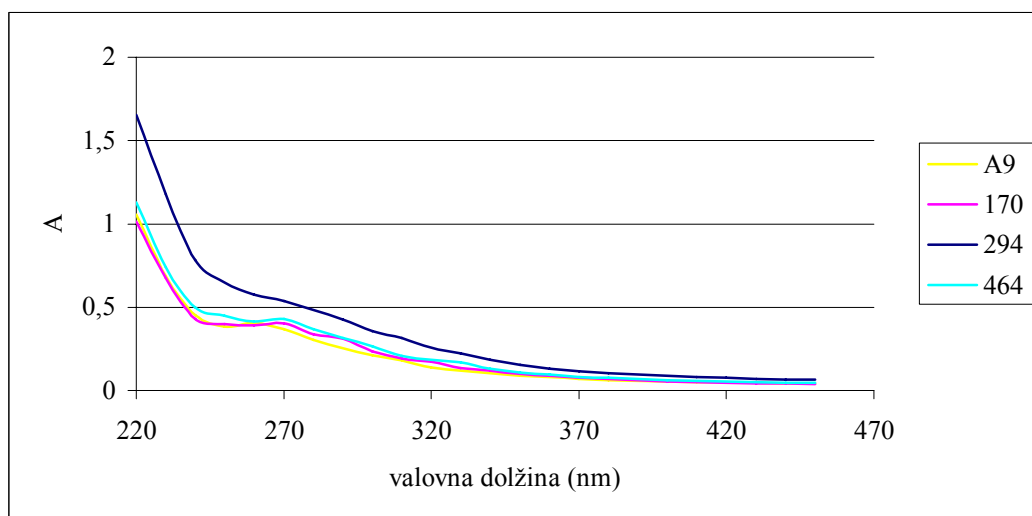
Razlike med posameznimi spektri značilnih sort medu se kažejo v obliki krivulj in lokalnih maksimumov. Iz slike 20 smo ugotovili, da so si spektri hojevega, smrekovega in gozdnega zelo podobni in je ločljivost majhna, zato je zelo pomembna senzorična in pelodna analiza pri določanju teh vrst medu. Za identifikacijo akacijevega, kostanjevega in lipovega medu pa so absorpcijski spektri dovolj razpoznavni in druge analize le potrjujejo rezultate spektroskopije.

V nadaljevanju so prikazani absorpcijski spektri znotraj posameznih vrst medu na dveh slikah. Komentirali smo jih glede na rezultate senzorične analize, merjenja barve in vsebnosti elementov, ki so podani v prilogah A, B in C.

Na slikah 21 in 22 so prikazani absorpcijski spektri akacijevega medu, pri katerem smo za najbolj tipičnega vzeli vzorec A14.



Slika 21. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov akacijevega medu



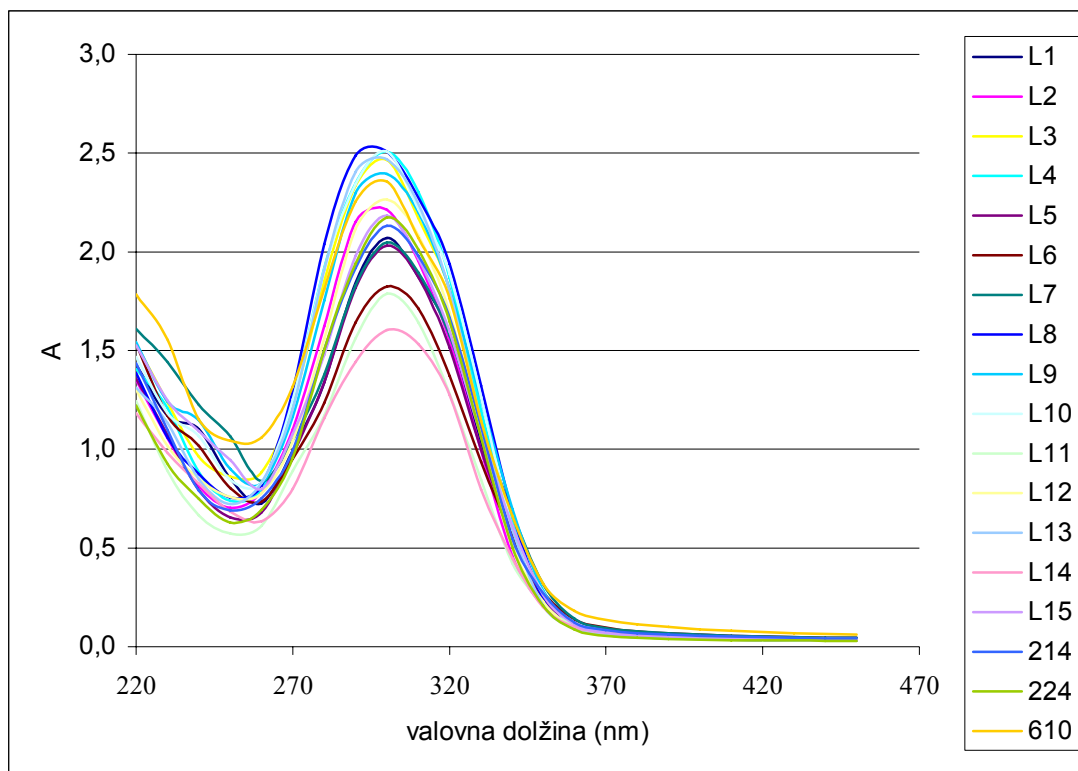
Slika 22. Absorpcijski spektri netipičnih predstavnikov akacijevega medu

Spekter vzorca 294 je podoben smrekovemu, kar potrjuje tudi analiza merjenja barve z kromometrom; vzorec vsebuje rdečo barvo, drugi vzorci je ne vsebujejo. Vzorec 294 ima najmanjšo vrednost parametra L in najvišjo vrednost parametra b^* . Vsebnost kalija, mangana pa je daleč previsoka za akacijev med.

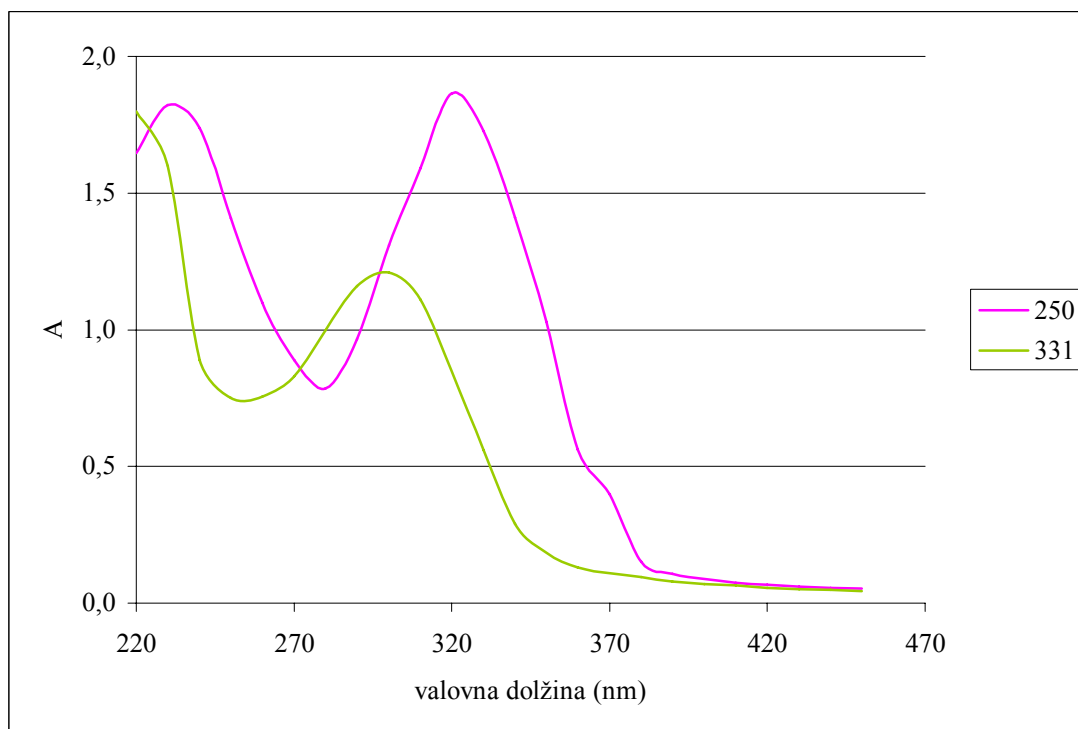
Tudi spekter vzorca 464 odstopa od drugih spektrov, prav tako se tudi parametri a^* , b^* in L razlikujejo od drugih vzorcev.

Spektra vzorcev 170 in A9 pa imata absorbanco na območju od 250 do 270 nm previsoko, da bi ju uvrstili med čisti akacijev med, odstopata pa tudi po vsebnosti kalija.

Na spodnjih dveh slikah so prikazani spektri lipovega medu. Za primerjalni vzorec smo vzeli vzorec L13.



Slika 23. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov lipovega medu

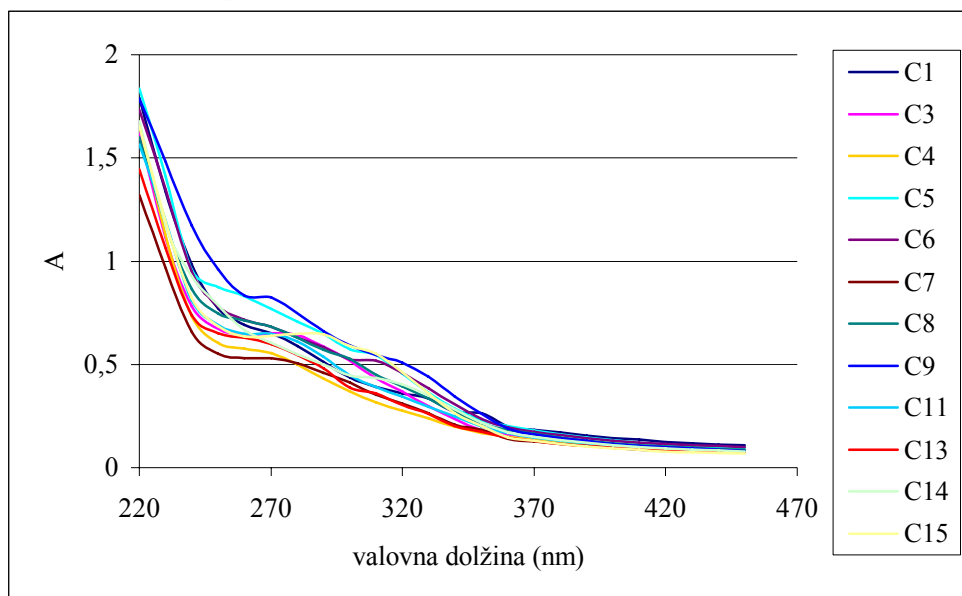


Slika 24. Absorpcijska spektra netipičnih predstavnikov lipovega medu

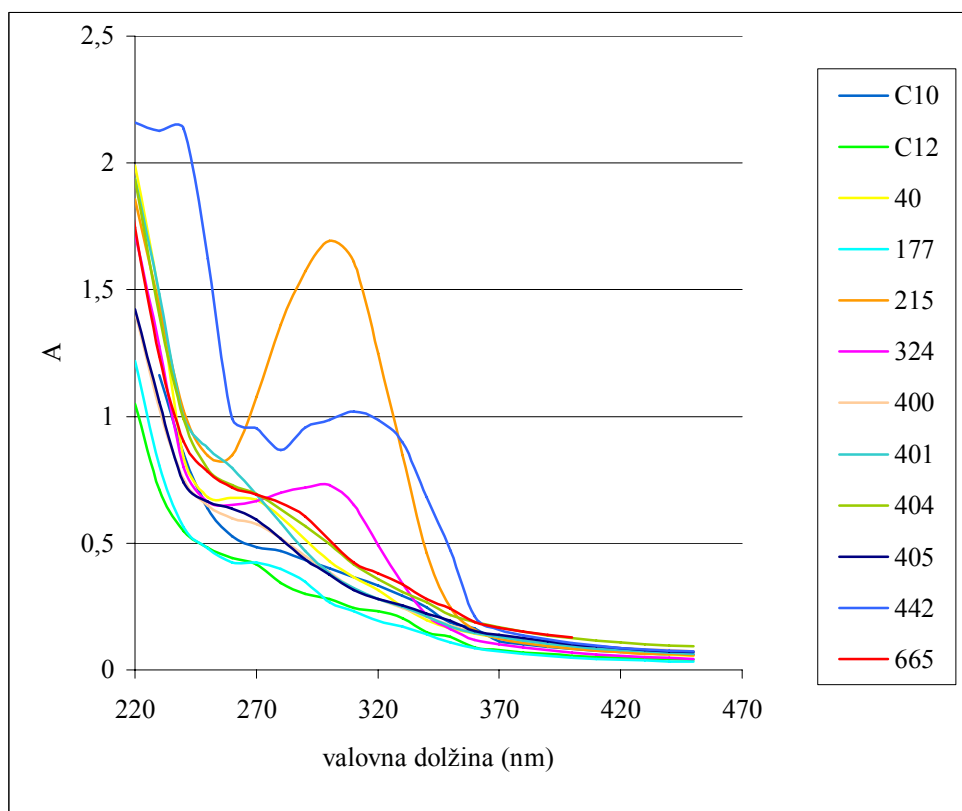
Vzorec 331 pa ima spekter med gozdnim in lipovim, vsebnost elementov je višja kot za lipov med, zato predvidevam, da vzorec vsebuje nekaj gozdnega medu.

Vzorec 250, ki ima spekter podoben spektru kostanjevega medu verjetno res vsebuje kostanjev med, saj vsebuje več Ca, Rb in Mn, kar je značilno za kostanjev med, ne pa za lipov.

Iz slik 25 in 26 z absorpcijskimi spektri cvetličnega medu, vidimo, da izstopa veliko vzorcev glede na primerjalnega, to je vzorec C13.



Slika 25. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov cvetličnega medu



Slika 26. Absorpcijski spektri netipičnih predstavnikov cvetličnega medu

Iz oblike spektra vzorca 215 lahko sklepamo, da v tem vzorcu cvetličnega medu prevladuje lipov med.

Tudi vzorec 442 ima neznačilen spekter za cvetlični med, spekter je podoben kostanjevemu medu, prisotnost le-tega pa potrjuje višja vsebnost Mn, Ca in K.

Vzorec 324, ki ima lokalni maksimum pri 300 nm po vsej verjetnosti vsebuje gozdni med, vendar na tem vzorcu nismo delali senzorične analize niti merili barve, iz podatkov o vsebnosti elementov pa ne moremo potrditi te trditve. Potrebna bi bila pelodna analiza.

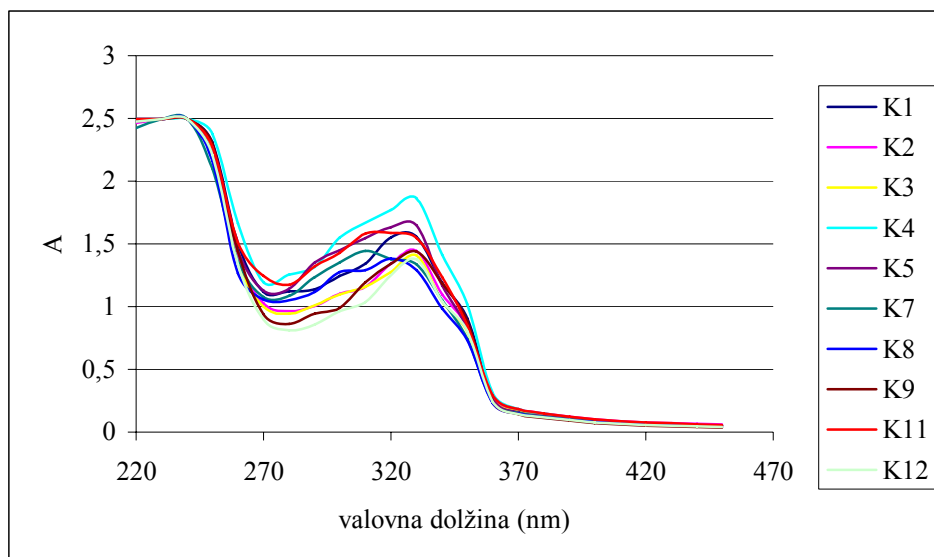
Za vzorce C10, C12 in 177 lahko rečemo, da vsebujejo akacijev med, ker imajo absorbance pri 250-270 zelo nizke, majhna pa je tudi vsebnost K in Ca ter Rb.

Vzorca C5 in C9 sta imela sicer dobre senzorične ocene, vendar pa nista čista cvetlična medova, saj sta njuna spektra neznačilna za cvetlični med.

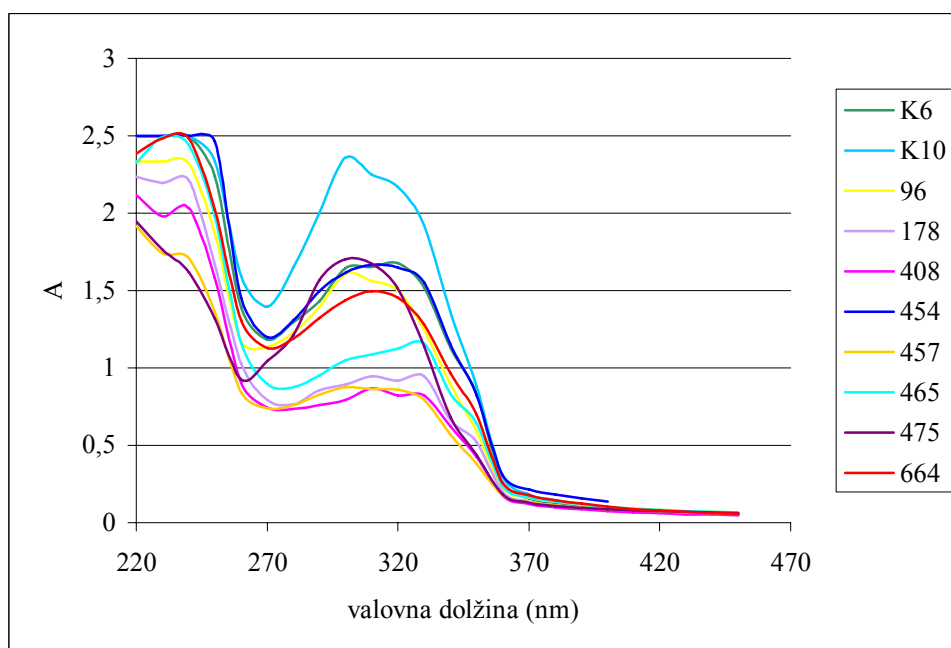
Ker vzorcev 40, 400, 401, 404 in 405 nismo senzorično ocenili, jih nismo uvrstili na prvo sliko. Glede na spekter in izmerjeno barvo pa lahko rečemo, da je vzorec 404 najbrž mešan s smrekovim medom ter da vzorca 401 in 40 nista čista cvetlična medova.

Vzorec 665 ima manjšo vsebnost kalija in klora ter vsebuje nekaj zelene barve, zato smo ga uvrstili med neznačilne predstavnike.

Spodnji dve sliki nam prikazujeta absorpcijske spektre kostanjevega medu. Za primerjalni vzorec smo vzeli vzorec K4, pri tem pa opazili, da nekateri vzorci odstopajo.



Slika 27. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov kostanjevega medu



Slika 28. Absorpcijski spektri netipičnih predstavnikov kostanjevega medu

Vzorec K6 ima elementarno sestavo značilno za kostanjev med, vendar je ena druga vrsta medu poslabšala senzorične značilnosti in spekter, značilen za kostanjev med, zato smo ga uvrstili med netipične predstavnike.

Vzorec K10 smo uvrstili med netipične predstavnike zaradi slabe senzorične ocene, sicer pa po drugih kriterijih ustreza kostanjevemu medu.

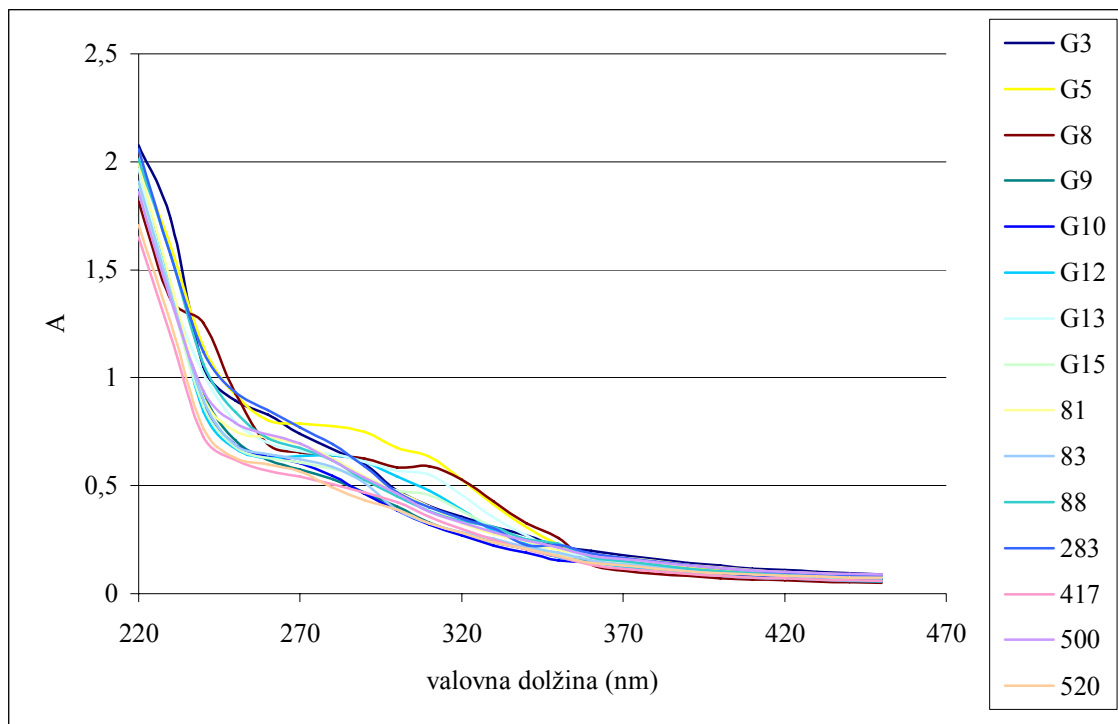
Spektri vzorcev 178, 408, 454 in 465 odstopajo od tipičnih predstavnikov kostanjevega medu, ker vsebujejo premalo kalija in rubidija, kot je to za kostanj značilno, senzorične ocene teh vzorcev pa ne presegajo 21 točk.

Spekter vzorca 457 odstopa od drugih, ker je najbrž mešan s cvetličnim medom, saj to potrjuje merjenje barve; vrednost parametra a^* je negativna, svetlost pa najvišja. Vsebnost elementov pa je nizka kot pri cvetličnem medu.

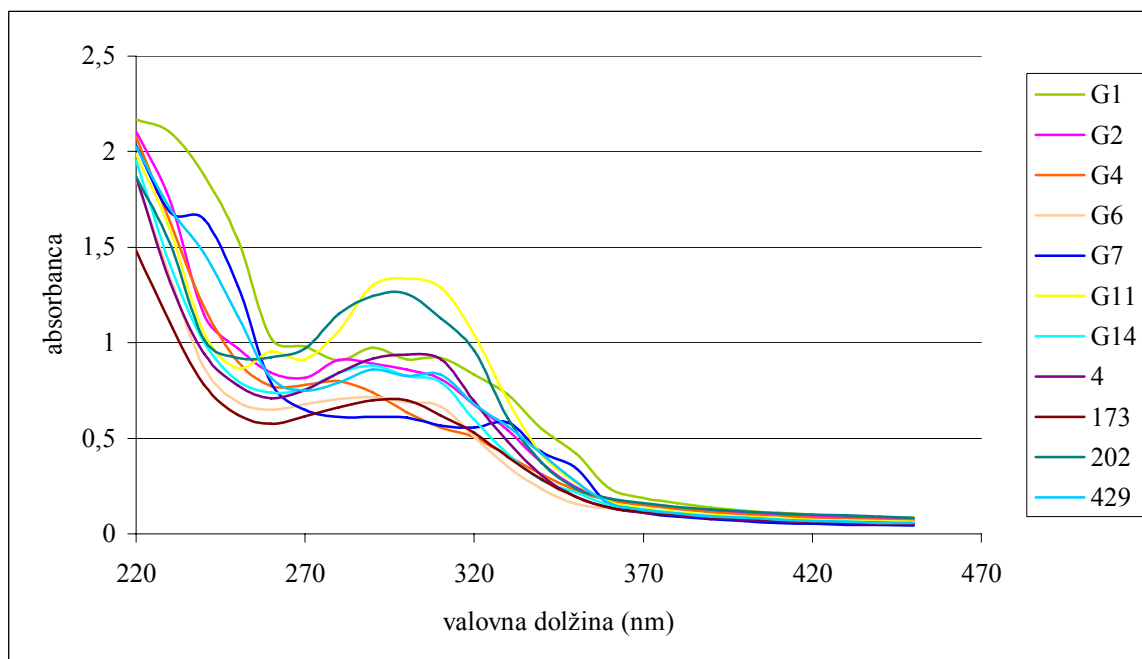
Vzorec 475 ima zelo slabo senzorično oceno in spekter podoben lipovemu, glede na barvo pa je zelo svetel in vsebuje zelo malo rdeče barve; vsebnost rubidija, mangana ter kalija pa je nizka, zato sklepamo, da vzorec vsebuje lipov med.

Vzorca 96 in 664 vsebujeta malo mangana in rubidija, zato sklepamo da je mešan z lipovim medom, saj imata spektra absorbanco približno 1,5 pri 310 nm.

Sliki 29 in 30 prikazujeta spektre gozdnega medu, ki so zelo različni, saj vsebujejo veliko različnih izvorov cvetnega prahu. Za najbolj značilnega in najbolj ocenjenega smo izbrali vzorec G12.



Slika 29. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov gozdnega medu



Slika 30. Absorpcijski spektri netipičnih predstavnikov gozdnega medu

Vzorci G1, G2, G11, G14 in 429 imajo spektre podobne spektru kostanjevega medu, višje vrednosti Rb in Mn pa to potrjujejo.

Vzorec G4 je senzorično dobro ocenjen, vendar pa najbrž vsebuje še kakšno drugo vrsto medu, mogoče hojev med, ker ima absorbanco pri 280 nm malce višjo, kot je za gozdni med značilno.

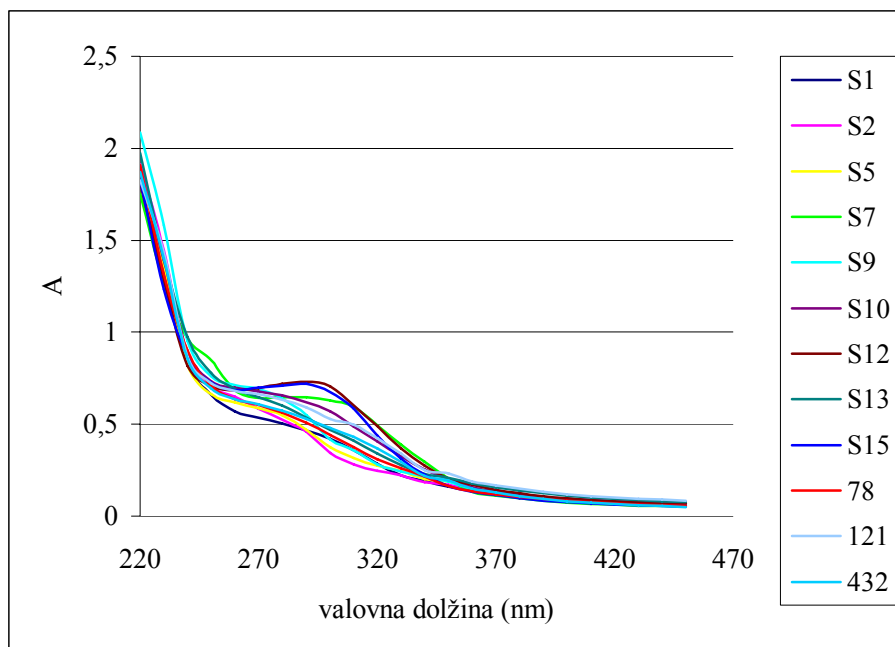
Vzorca G6 in G7 imata slabe senzorične ocene, zato smo ju uvrstili med netipične medove.

Spekter vzorca 173 je podoben lipovemu, kar dokazuje minimalna vsebnost rdeče barve in največja vrednost L.

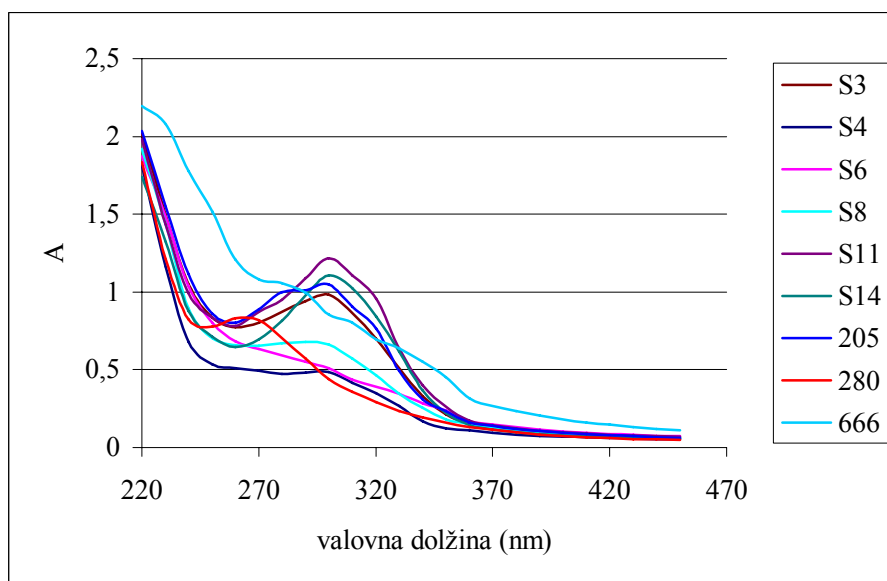
Za vzorec 202 bi glede na nizko vsebnost rubidija in mangana ter spekter lahko rekli, da je mešan z lipovim medom; senzorično je bil slabo ocenjen.

Spekter vzorca 4 je podoben lipovemu medu in vsebuje manj kalija kot je za gozdni med značilno.

Spodnji dve sliki nam prikazujeta absorpcijske spektre smrekovega medu. Za primerjalni vzorec smo vzeli vzorec S5.



Slika 31. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov smrekovega medu



Slika 32. Absorpcijski spektri netipičnih predstavnikov smrekovega medu

Vzorca S3 in S14 imata višje vsebnosti elementov, tako bi lahko rekli, da sta mešana s kostanjevim medom, tudi spektra sta zelo podobna kostanjevemu.

Vzorec S11 ima tudi spekter podoben kostanjevemu, vendar pa povezave med vsebnostjo elementov in barvo ter absorpcijskim spektrom nismo našli; potrebno bi bilo izvesti pelodno analizo. Senzorična ocena je bila dobra.

Vzorec S8 ima višjo absorbanco pri 300 nm, senzorično je bil slabo, tako lahko sklepamo, da je mešan z drugo vrsto medu.

Vzorec S4 ima spekter podoben gozdnemu, kar nam potrjuje vsebnost elementov, večja vrednost L in manj rdeče barve kot drugi vzorci.

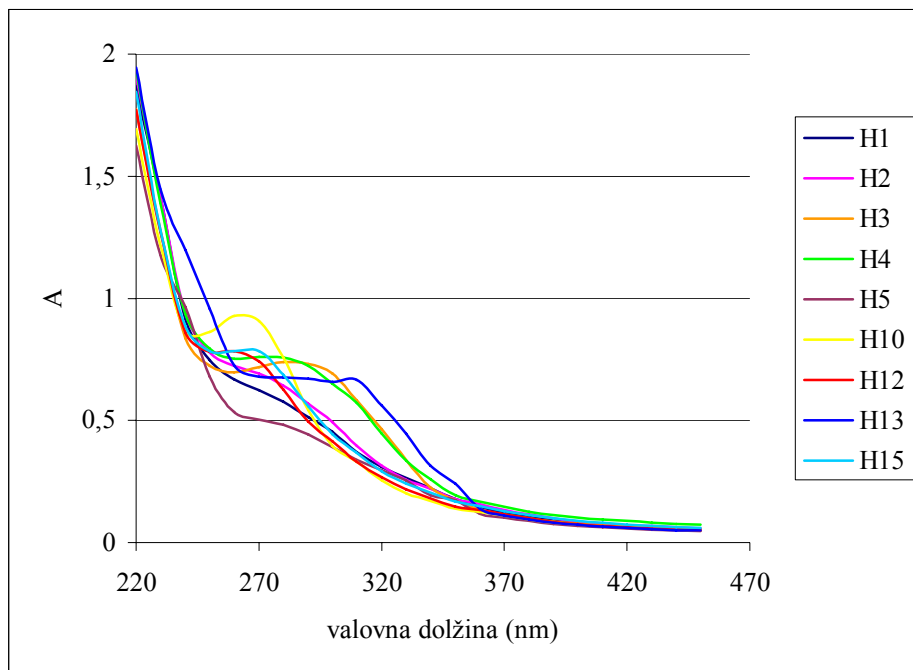
Vzorec S6 je tudi podoben gozdnemu, vsebnost elementov in senzorična ocena pa potrjujeta, da je v vzorcu nekaj gozdnega medu.

Ker vzorcu 205 nismo merili barve niti ga senzorično ocenili, lahko rečemo le, da je spekter podoben kostanjevemu; vsebnost kostanjevega medu pa nakazuje višja vsebnost K in S.

Vzorec 280 ima spekter in vsebnost mangana podobno hojevemu medu.

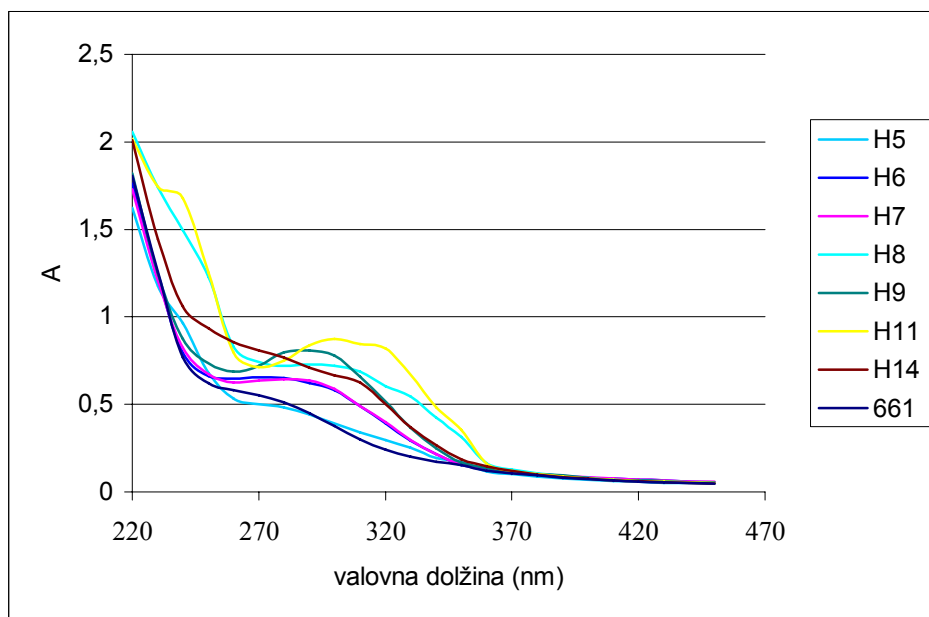
V vzorcu 666 je verjetno prisoten gozdni med, ker vsebuje veliko K in malo Rb.

Sliki 33 in 34 prikazujeta absorpcijske spektre hojevega medu. Za tipičnega predstavnika smo izbrali vzorec H12, ki pa nima najbolj značilnega spektra za hojev med, vendar je imel najboljše rezultate senzorične analize. Glede na rezultate merjenja absorpcijskih spektrov, ki sta jih delale Buzuk in Šmit, bi najbolj ustrezal spekter vzorca H14, vendar smo senzorično ocenili, da vsebuje kostonjev med, pa tudi vsebnost Mn in K je previsoka za hojev med.



Slika 33. Absorpcijski spektri tipičnih predstavnikov hojevega medu

Spektri na sliki 33 sicer odstopajo eden od drugega, saj lahko zelo majhna vsebnost druge vrste medu, ki je na senzorični oceni ne zaznamo, precej spremeni spekter.



Slika 34. Absorpcijski spektri netipičnih predstavnikov hojevega medu

Vzorec H5 je verjetno gozdni med, saj ima majhno vsebnost Rb in višjo vsebnost S.

Vzorcu H6 smo po senzorični analizi določili, da vsebuje nekaj lipovega medu; vsebuje malo rdeče barve, spekter pa ima lokalni maksimum pri 290 nm.

Vzorec H7 je bil senzorično ocenjen, zato smo ga opredelili kot netipični predstavnik, saj spekter ni podoben hojevemu ampak gozdnemu, parameter a^* pa je najnižji od vseh vzorcev.

Vzorci H8, H9, H11 in H14 imajo spektre podobne kostanjevemu medu, senzorična ocena ter visoka vsebnost K, S in Rb pa to potrjuje.

Vzorec 661 ima spekter podoben smrekovemu, to pa potrjuje tudi večja vsebnost S, K in Rb, vsebuje tudi več rdeče barve. To bi bil lahko dober gozdni med.

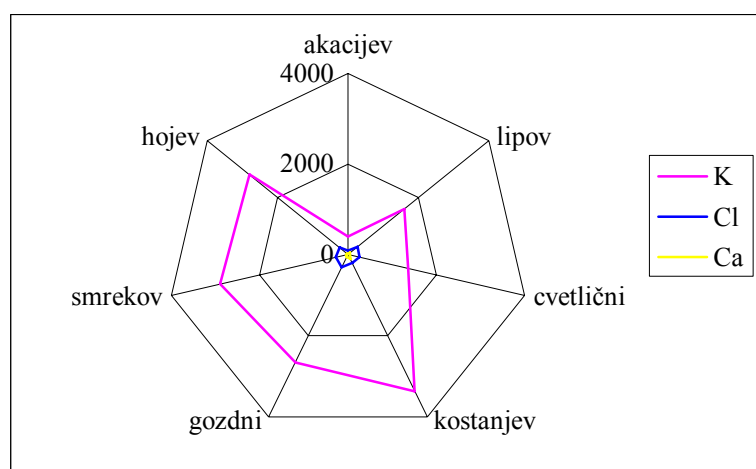
4.4 REZULTATI DOLOČANJA VSEBNOSTI ELEMENTOV

Vsebnost elementov smo določili v 148 vzorcih medu z metodo rentgenske spektroskopije. Omejili smo se le na sedem elementov, na tiste, ki so v medu najbolj zastopani oziroma smo pri analizi dobili dobro ponovljive rezultate.

Preglednica 18. Povprečne vrednosti vsebnosti nekaterih elementov v sedmih vrstah sortnega medu

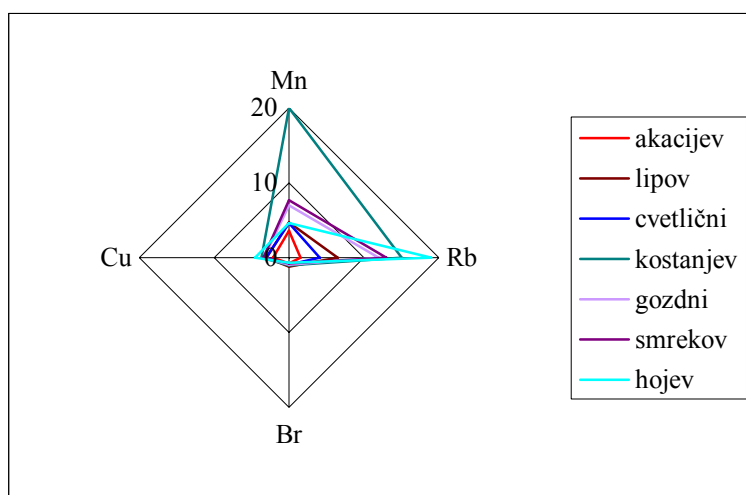
Vrsta medu	Št. vzorcev	Elementi (mg/kg)						
		Cl	K	Ca	Mn	Cu	Br	Rb
akacijev	21	86	390	18	3,6	2,1	0,8	1,5
lipov	20	270	1600	60	4,7	3,0	1,2	6,5
cvetlični	24	260	1350	49	4,6	3,1	0,9	4,1
kostanjev	20	210	3360	110	20	3,7	1,0	15
gozdni	26	310	2660	55	7,0	3,3	0,9	12
smrekov	21	280	2900	41	7,7	3,4	0,8	13
hojev	16	240	2800	25	4,6	4,5	0,7	19

Iz preglednice 18 vidimo, da akacijev med vsebuje najmanj mineralnih snovi, kostanjev pa največ. Sledijo smrekov, hojev, gozdni, lipov in cvetlični med.



Slika 35. Vsebnost kalija, klora in kalcija v sedmih vrstah medu

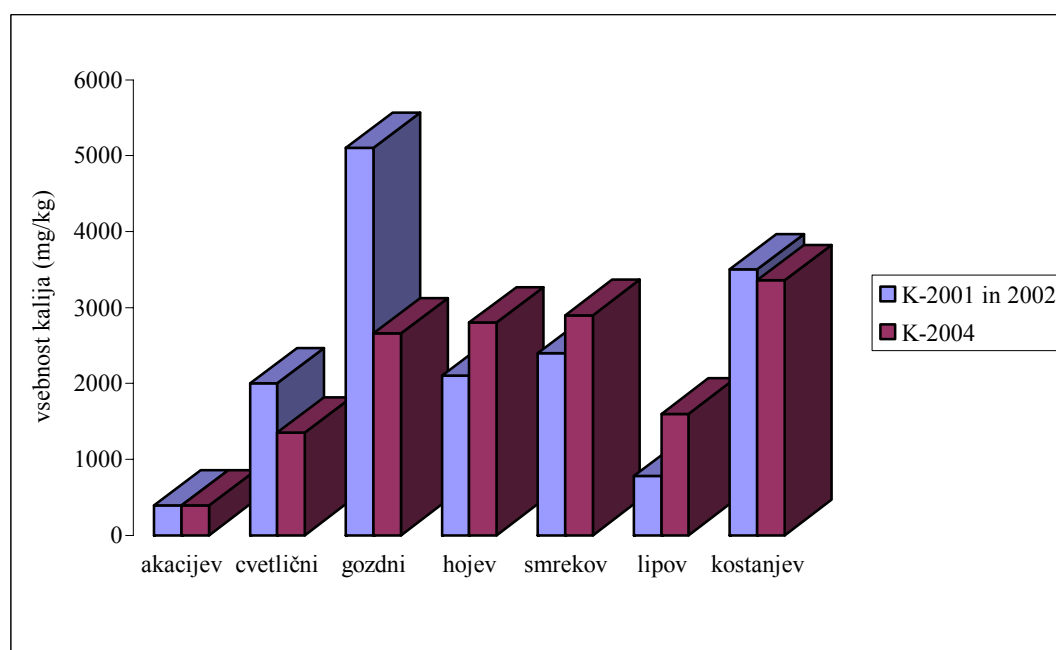
Na sliki 35 je prikazana vsebnost elementov K, Cl in Ca, kjer pa je najbolj vidna razlika v vsebnosti kalija, katerega je vseboval največ kostanjev, najmanj pa akacijev med. Kostanjev med je vseboval tudi največ kalcija.



Slika 36. Vsebnost mangana, rubidija, broma in bakra v sedmih vrstah medu

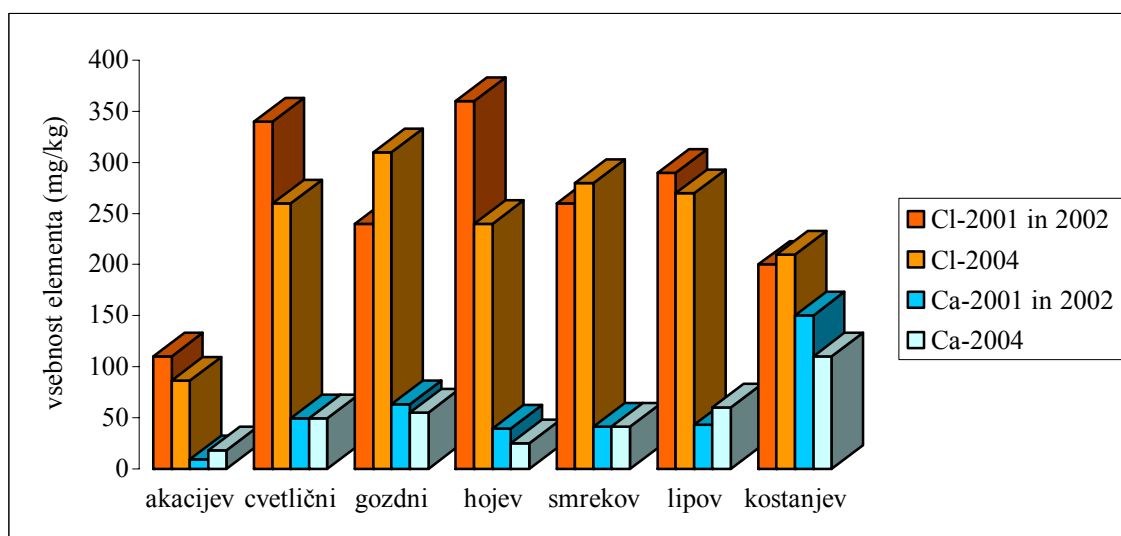
Na sliki 36 je prikazana vsebnost elementov Mn, Rb, Br in Cu v sedmih vrstah medu. Vidimo, da vsebuje kostanjev med največ mangana, hojev med največ rubidija, v vsebnosti bakra in broma pa ni velikih razlik med vrstami.

Na slikah 37, 38, 39 smo primerjali vsebnost elementov v medu letnikov 2001 in 2002 ter 2004 (Golob in sod., 2005; Veselič, 2006).



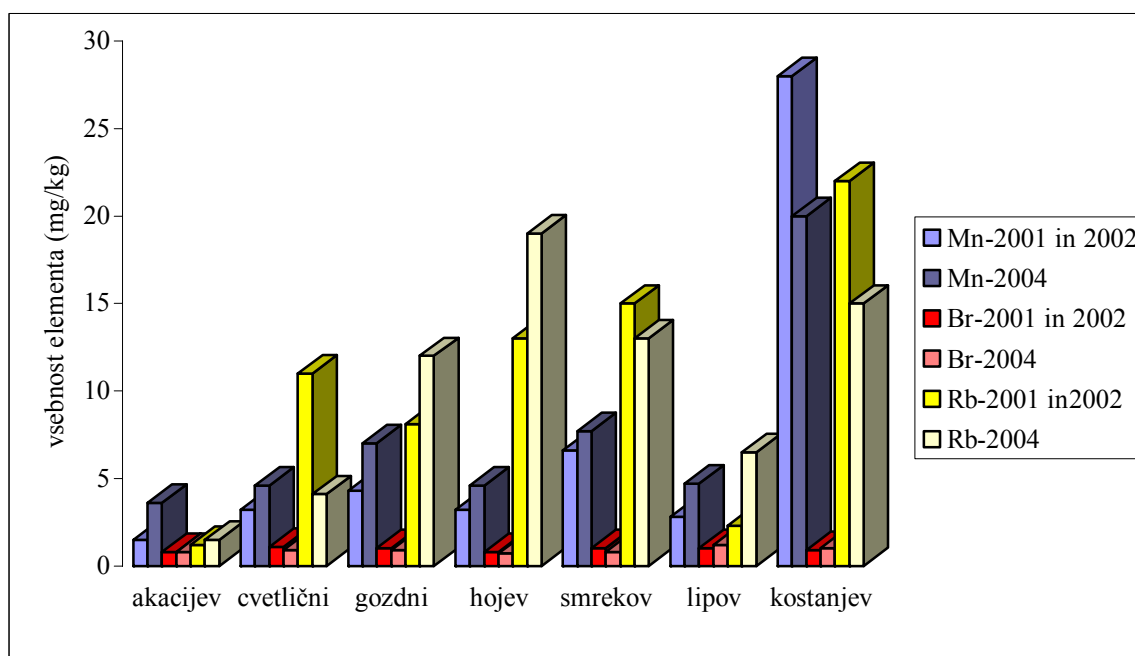
Slika 37. Primerjava vsebnosti kalija v različnih vrstah medu letnikov 2001 in 2002 ter 2004 (Golob in sod., 2005; Veselič, 2006)

Na sliki 37 je razvidno, da je gozdni med leta 2001 in 2002 vseboval skoraj še enkrat toliko kalija kot isti med leta 2004. Leta 2004 je največje največ kalija vseboval kostanjev med, najmanj pa akacijev. Smrekov, hojev, in gozdni med so leta 2004 vsebovali približno enako kalija, t.j. okrog 2800 mg/kg.



Slika 38. Primerjava vsebnosti klora in kalcija v različnih vrstah medu letnikov 2001 in 2002 ter 2004 (Golob in sod., 2005; Veselič, 2006)

Na sliki 38 so vidne razlike v vsebnosti kalcija in klora. Leta 2004 je največ klora vseboval gozdni med, tri oz. dve leti prej pa hojev med, medtem ko je bila vsebnost tega elementa v hojevem medu letnika 2004 šele peta po vrsti. V vsebnosti kalcija ni velikih razlik. V obeh letnikih ga največ vsebuje kostanjev med, in sicer leta 2001 in 2002 150 mg/kg, leta 2004 pa 110 mg/kg. Najmanj klora in kalcija je vseboval v obeh letnikih akacijev med.



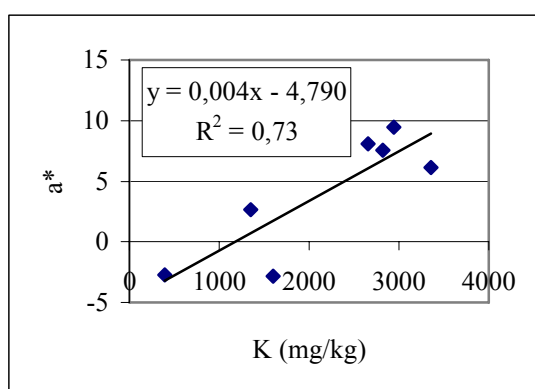
Slika 39. Primerjava vsebnosti mangana, broma in rubidija v različnih vrstah medu letnikov 2001 in 2002 ter 2004 (Golob in sod., 2005; Veselič, 2006)

Največjo razliko je opaziti pri manganu in rubidiju. Slednjega je bilo v letniku 2001 in 2002 največ v kostanjevem medu, v letniku 2004 pa v hojevem medu.

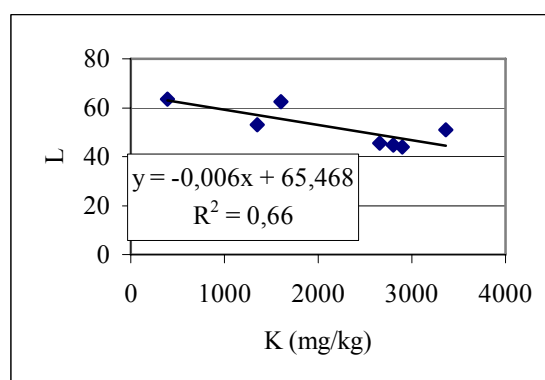
Leta 2004 je vseboval kostanjev med manj mangana kot tri oz. dve leti prej, sicer pa je bilo mangana leta 2004 v ostalih vrstah medu več.

V vsebnosti broma ni posebnosti. Pri obeh primerjanih letnikih vsebujejo vse vrste medu okrog 1,0 mg/kg broma.

Na naslednjih slikah so prikazane nekatere korelacije med rezultati povprečnih vrednosti za barvo, SEP, pepel in elemente v posamezni vrsti medu. Determinacijski koeficient (R^2) nam pove, kako močna je zveza med dvema parametroma; bližje ko je vrednosti 1, močnejša je povezava.

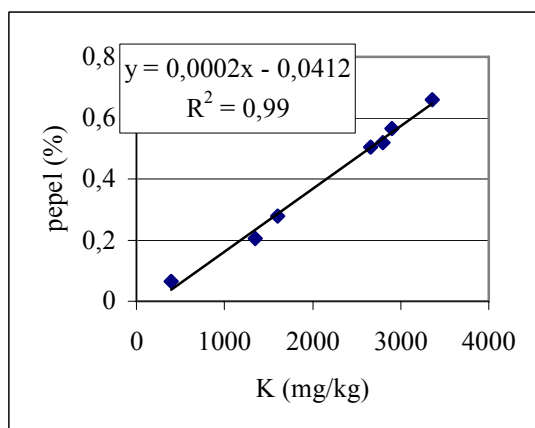


Slika 40. Zveza med param. a* in vsebnostjo kalija

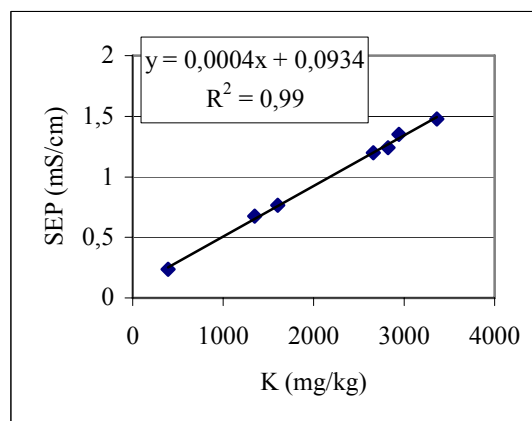


Slika 41. Zveza med param. L in vsebnostjo kalija

Sliki 40 in 41 nam prikazujeta, da več kot je v medu kalija, bolj rdeč in temnejši je med.

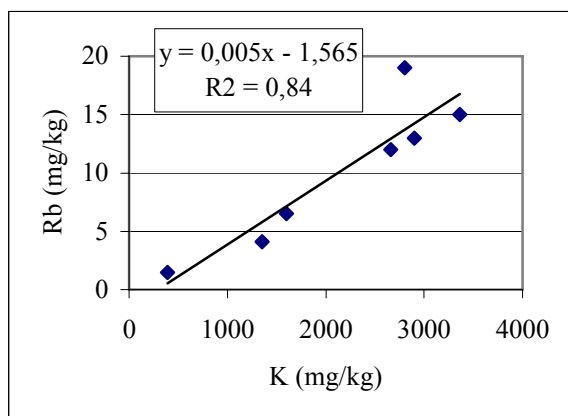


Slika 42. Zveza med vsebnostjo pepela in kalija



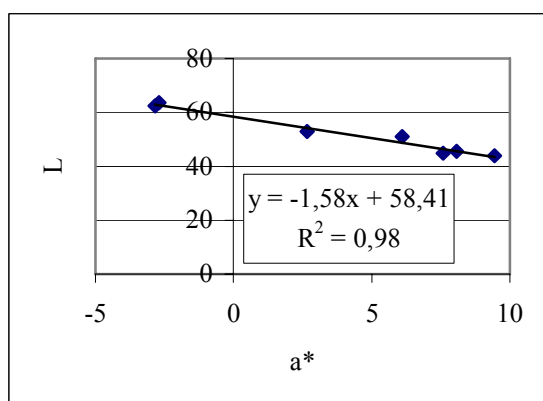
Slika 43. Zveza med SEP in vsebnostjo kalija

Sliki 42 in 43 nam prikazujeta, da več kot je v medu kalija, več je pepela in večja je SEP.

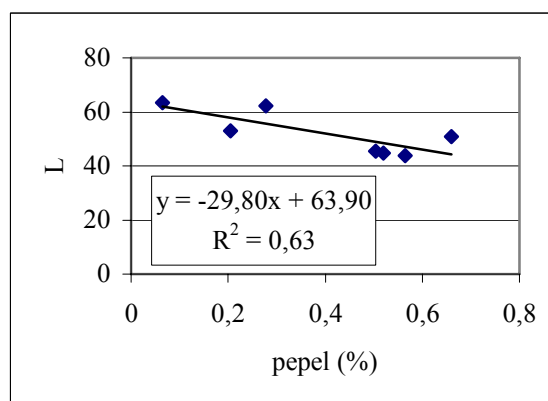


Slika 44. Zveza med vsebnostjo rubidija in kalija

Iz slike 44 lahko povemo, da med, ki vsebuje veliko kalija, vsebuje tudi veliko rubidija. To je pa verjetno zato, ker sta si elementa kemijsko podobna in, če v zemlji ni kalija, bo rastlina črpala rubidij.

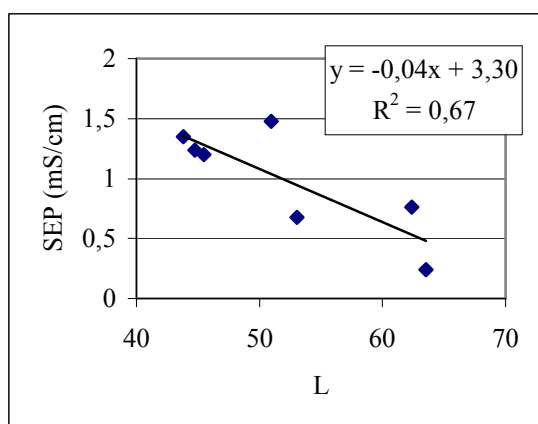


Slika 45. Zveza med parametri L in a*

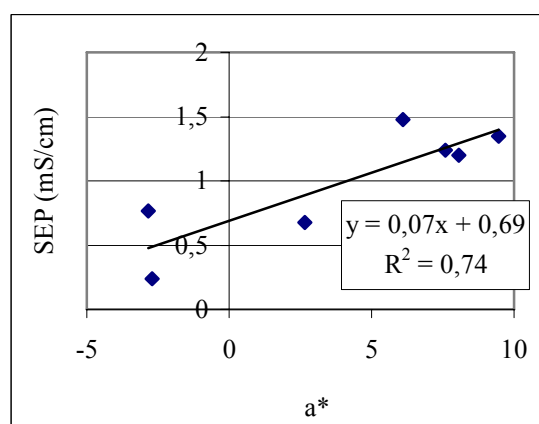


Slika 46. Zveza med param. L in vsebnostjo pepela

Iz slik 45 in 46 je razvidno, da več kot vsebuje med rdeče barve in pepela, temnejši je med.

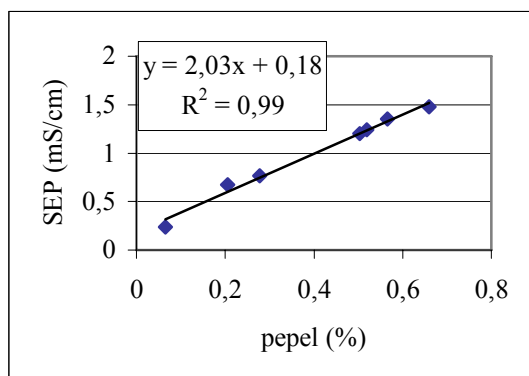


Slika 47. Zveza med SEP in parametrom L

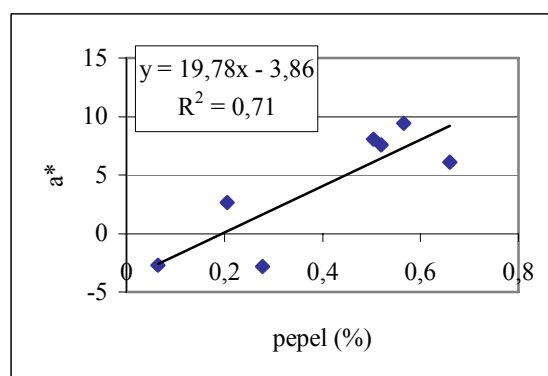


Slika 48. Zveza med SEP in parametrom a*

Iz slik 47 in 48 je razvidno, da temnejši kot je med in več kot vsebuje med rdeče barve, večjo SEP ima.

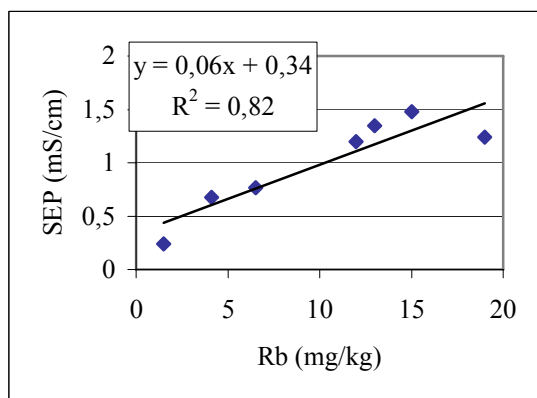


Slika 49. Zveza med SEP in vsebnostjo pepela

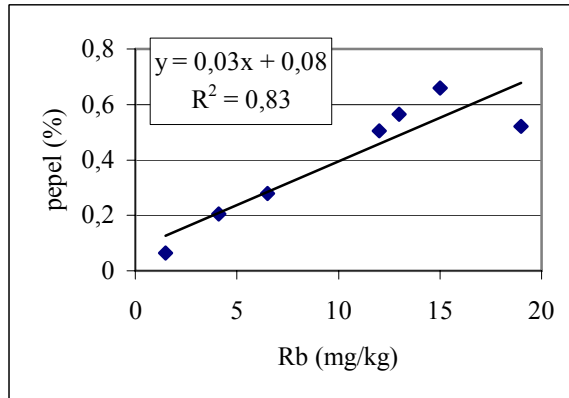


Slika 50. Zveza med param. a* in vsebnostjo pepela

Iz slik 49 in 50 je razvidno, da več kot vsebuje med pepela, večja je SEP in večjo intenziteto rdeče barve ima.

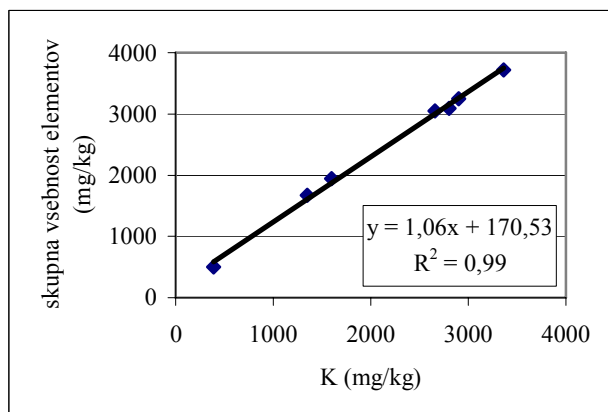


Slika 51. Zveza med SEP in vsebnostjo rubidija



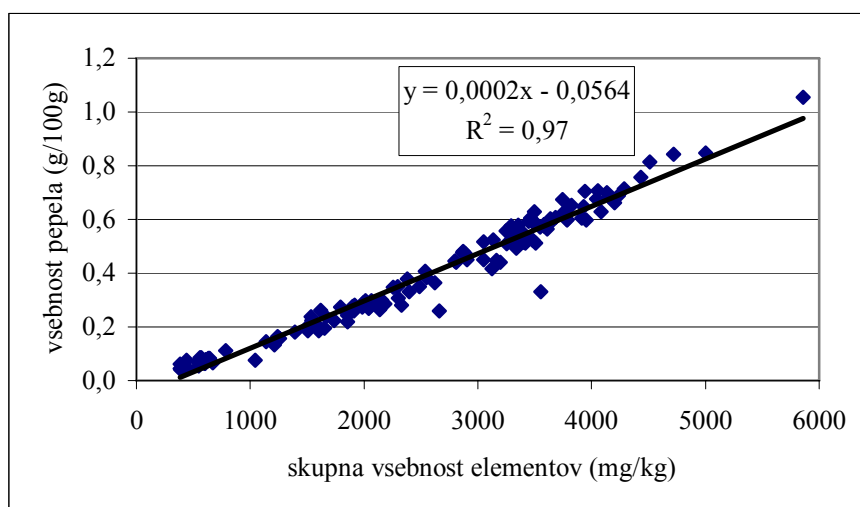
Slika 52. Zveza med vsebnostjo pepela in rubidija

Iz slik 51 in 52 lahko povemo, da več kot vsebuje med rubidija, večja je SEP in večja je vsebnost pepela.



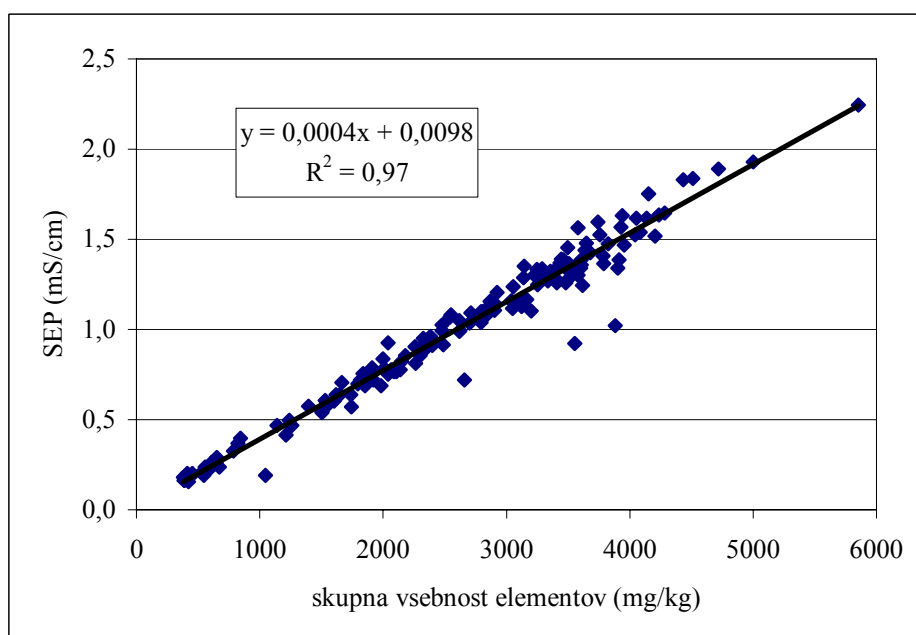
Slika 53. Zveza med skupno vsebnostjo elementov in vsebnostjo kalija

Iz slike 53 lahko povemo, da vsebnost kalija močno vpliva na vsebnost skupnih elementov.



Slika 54. Zveza med vsebnostjo pepela (Ocepek, 2005) in skupno vsebnostjo elementov

Slika 54 nam prikazuje, da je vsebnost pepela zelo odvisna od skupne vsebnosti elementov. Skupna vsebnost elementov je manjša kot vsebnost pepela, ker nismo določali vsebnosti natrija, magnezija in ostalih elementov z atomskim številom manjšim od 13.



Slika 55. Zveza med SEP (Ocepek, 2005) in skupno vsebnostjo elementov

Slika 55 nam prikazuje, da obstaja močna zveza med specifično elektrolitsko prevodnostjo in skupno vsebnostjo elementov, saj znaša $R^2 = 0,97$.

5 RAZPRAVA

Raziskava obsega analizo sedmih vrst slovenskega medu, letnik 2004, in sicer akacijevga, lipovega, cvetličnega, kostanjevega, gozdnega, smrekovega, in hojevega medu. Senzorično analizo smo izvedli na 115 vzorcih, barvo smo instrumentalno izmerili 134 vzorcem, merjenje absorpcijskih spektrov in določitev vsebnosti elementov pa je zajelo 148 vzorcev.

Prvi del raziskave je obsegal senzorično analizo, s katero ugotavljamo sortnost in kakovost medu. Ocenili smo 35 vzorcev nesortnega (cvetlični, gozdni med) in 80 vzorcev sortnega medu (akacijev, lipov, kostanjev, smrekov in hojev med). Senzorično ocenjevanje medu je izvedla skupina štirih preskuševalcev, ki so z metodo s točkovanjem ocenili naslednje senzorične lastnosti: videz, vonj, okus, sortno značilnost arome in obstojnost arome. Najvišja možna skupna ocena je bila 30, najmanjša pa 7. Ocenjevanje smo izvedli na nesegetem, v steklene kozarčke pretočenem medu. Na osnovi rezultatov ocenjevanja smo ugotovili, da so bili vsi, v raziskavo vključeni vzorci, razmeroma dobre kakovosti. Povprečne ocene za posamezno vrsto so bile med 22,7 in 27,5. Najslabšo povprečno oceno, 22,7, so dobili vzorci kostanjevega medu, verjetno zaradi štirih vzorcev, ki niso imeli dovolj intenzivno izraženih značilnosti kostanjevega medu in so prejeli skupno oceno od 15,5 do 19,5. Najbolje ocenjeni so bili vzorci cvetličnega medu, s povprečno oceno 27,5. Med njimi je bil tudi en vzorec, ki je dosegel maksimalno oceno, 30, medtem ko je najslabše ocenjen imel 24,5 točk.

Najvišje ocene za videz so dobili vzorci cvetličnega medu, najslabše pa vzorci gozdnega in smrekovega medu. Za vonj in okus so se pri vseh vrstah medu ocene gibale od 3 do 5. Medtem ko so za sortno značilnost bili najbolj ocenjeni vzorci akacijevga medu, pa je bila obstojnost arome v povprečju najbolj ocenjena za vzorce cvetličnega medu.

Pri senzoričnem ocenjevanju smo ugotovili, da imajo nekateri vzorci netipične značilnosti za določeno vrsto medu, oziroma, da vsebujejo drugo vrsto medu, kot je bilo navedeno na deklaraciji. To smo kasneje tudi potrdili s parametri barve, obliko UV spektra ali vsebnostjo elementov.

Barvo medu smo merili instrumentalno s pomočjo kromometra Minolta v CIE L a* b* sistemu, ki je splošno znan sistem za merjenje barve živil. Parameter L določa svetlost živila, parameter a* določa v pozitivnem območju intenziteto rdeče barve, v negativnem pa zelene barve, medtem ko parameter b* določa v pozitivnem območju intenziteto rumene barve, v negativnem pa modre.

Naše meritve so pokazale, da so izmerjene vrednosti parametra L od 29,8 za smrekov med do 65,9 za vzorec lipovega medu. Akacijev med je že na pogled najsvetlejši izmed vseh vrst medu, zato je imel tudi najvišjo povprečno vrednost parametra L, 63,5. Smrekov med pa je najtemnejši, saj je imel povprečno vrednost parametra L 48,4. Največji razpon svetlosti smo izmerili za cvetlični med, 19,9. Viri nektarja so v cvetličnem medu različni, zato je najbolj pestrih barv. Največjo standardno deviacijo je imel smrekov med, ampak le zaradi enega vzorca, ki je bil kasneje deklariran kot netipični predstavnik te vrste medu. Logično bi bilo, da ima največjo standardno deviacijo cvetlični med, ki je imel tudi največji razpon svetlosti. Med svetlejše vrste medu uvrščamo torej lipov in akacijev med, med temnejše pa smrekov, hojev in gozdni med.

Med analiziranimi vzorci je imel najvišjo povprečno pozitivno vrednost parametra a* smrekov med, in sicer 9,5. To je tudi sicer edina vrsta medu, za katerega je značilna

prisotnost rdečega barvnega odtenka. Negativno povprečno vrednost parametra a^* smo izmerili za akacijeve in lipove medove, kar pomeni, da je pri njih prevladovala zelena barva, pri ostalih pa rdeča. Prisotnost zelene barve smo izmerili tudi pri enem vzorcu kostanjevega in štirih vzorcih cvetličnega medu, pri čemer lahko sklepamo, da so bili ti vzorci mešani z lipovim ali akacijevim medom.

Iz rezultatov merjenja parametra b^* smo ugotovili, da je imel največjo intenziteto rumene barve cvetlični med, s povprečno vrednostjo 44,3, najvišjo izmerjeno vrednost b^* pa je imel vzorec kostanjevega medu, in sicer 49,4. Najmanjšo povprečno vrednost parametra b^* je imel akacijev med, 22,7. Po pričakovanih negativnih vrednosti v vzorcih medu nismo izmerili, saj je modra barva za med neznačilna. Največji razpon rumene barve je imel akacijev med, razlika med najnižjo in najvišjo izmerjeno vrednostjo parametra b^* je bila 34,2, standardna deviacija pa 8,0.

Statistična obdelava podatkov je pokazala, da se posamezne vrste medu v barvi med seboj statistično značilno razlikujejo, med nekaterimi vrstami pa ni razlik. Velike razlike v barvi pa obstajajo tudi znotraj posamezne vrste medu.

Če primerjamo naše rezultate parametrov L , a^* in b^* z rezultati drugih avtorjev, opazimo velike razlike. Piotraszewska-Pajak in Ciszak (2001) sta v akacijevem medu določila za 20 enot nižje vrednosti L , Popek (2002) pa celo za 30 enot, torej je poljski akacijev med temnejši od slovenskega. V cvetličnem medu pa sta prva avtorja določila nekoliko višjo vrednost za svetlost kot mi, Popek (2002) pa za 10 enot nižjo. Pri merjenju parametra a^* sta Piotraszewska-Pajak in Ciszak (2001) določila negativne povprečne vrednosti pri štirih od šestih vrst medu, Popek (2002) pa v štirih od osmih, medtem ko smo mi izmerili negativno vrednost pri štirih vrstah slovenskega medu, vendar so bile povprečne vrednosti negativne le pri lipovem in akacijevem medu. Torej lahko sklepamo, da vsebujejo poljski medovi večji delež zelene barve. Vrednosti parametra b^* so tudi pri vseh podatkih v literaturi pozitivne.

Če primerjamo različne letnike medu slovenskega porekla, pridemo do ugotovitev, da se med seboj močno razlikujejo, predvsem v parametru L . Le-ta je bil v vseh vzorcih letnikov 2001 in 2002 (Zupančič, 2002) višji od naših vzorcev (letnik 2004), vzorci letnika 2005 (Šenk, 2006) pa se ne razlikujejo bistveno od letnika 2004. Povprečna vrednost parametra L je bila za gozdni med letnika 2004 višja za 2,4, za cvetlični pa nižja za 2,9 od letnika 2005. Pri ostalih vrstah so razlike manjše. Šenk (2006) in Zupančič (2002) pri akacijevem medu nista izmerili pozitivnih vrednosti parametra a^* , medtem ko je bil v letniku 2004 takšen en vzorec, ki pa je bil mešan z drugo vrsto medu. Razpon rdeče barve pri cvetličnem medu je bil največji za letnik 2001 in 2002, in sicer 16 enot, za letnik 2004 pa le 9,3 enot. Povprečna vrednost parametra a^* je bila za vzorce letnika 2004 večja od letnikov 2001 in 2002 le pri vzorcih akacijevnega in smrekovega medu, to pomeni, da so naši vzorci vsebovali manj rdeče barve. Obratno je bilo pri intenziteti rumene barve, saj so naši vzorci v večini vsebovali več rumene barve kot vzorci letnika 2001 in 2002. Ti vzorci pa so imeli pri cvetličnem medu zelo velik razpon rumene barve, to je 36,6, medtem ko se je pri drugih letnikih gibal okrog 20.

Razlike v barvi med letniki in med vzorci posamezne vrste so posledica vremenskih razmer in različnega naravnogeografskega porekla.

Namen snemanja absorpcijskih spektrov v 2 % vodnih raztopinah medu je bil ugotoviti vrsto medu, oziroma potrditev deklaracije za posamezen vzorec. Že rezultati predhodnih raziskav (Buzuk, 1995; Šmit, 1997 in Sirnik, 2002) so pokazali, da dobimo pri snemanju spektrov v UV območju, od 220 – 450 nm, različne oblike spektrov, ki pa so značilne za posamezno vrsto medu. Najbolj značilno obliko spektrov imata kostanjev in lipov med. Spektri smrekovega, hojevega in gozdnega medu pa so med seboj zelo podobni, zato iz samih spektrov še ne moremo določiti vrste medu. Potrebna je še senzorična analiza, oziroma katera izmed drugih fizikalnih metod. Za spekter akacijevega medu je značilna zelo nizka vrednost absorbance na celotnem intervalu spektra.

Na osnovi rezultatov, dobljenih pri snemanju spektrov, smo vzorce vsake vrste medu razdelili na tipične in netipične. Vzorci v skupini s tipično obliko spektra za posamezno vrsto medu so običajno tudi na osnovi drugih meritev (senzorična analiza, barva) imeli značilnosti dane vrste, medtem ko so bili vzorci z netipično obliko spektra večinoma tudi senzorično slabo ocenjeni in so imeli značilnosti druge vrste medu in ne tiste, za katero so bili deklarirani.

Med vzorci akacijevega in lipovega medu je bilo najmanj vzorcev z netipično obliko absorpcijske krivulje, kar pomeni, da so bili med njimi dejansko čisti vzorci obeh vrst. Pri vseh drugih vrstah pa smo opazili velika odstopanja v obliki krivulje za posamezno vrsto medu. Zlasti cvetlični medovi so imeli zelo raznolike spektre, kar pripisujemo veliki variabilnosti nektarja v cvetličnem medu. Npr. vzorec 215 je verjetno vseboval precejšen delež lipovega medu, saj ima krivulja značilno obliko lipovega medu z lokalnim maksimumom pri okrog 300 nm. Vzorci C10, C12 in 177 pa so najbrž vsebovali nekaj akacijevega medu, saj so bile absorbance pri 250 do 270 nm zelo nizke. Med vzorci kostanjevega medu je imela polovica vzorcev netipično obliko absorpcijskega spektra, kar kaže na to, da analizirani vzorci kostanjevega medu niso bili le iz kostanjevega nektarja, ampak mešani. Istočasno kot kostanj medijo namreč tudi druga drevesa. Poleg tega pa tudi leto 2004 na splošno ni bilo ugodno za kostanjev med, saj je bilo v času cvetenja veliko dežja in razmeroma hladno vreme. Veliko vzorcev kostanjevega medu je bilo mešanih z lipovim ali cvetličnim medom. Tudi pri gozdnem medu smo dobili precej različne oblike spektrov. Tudi tukaj nas to ni presenetilo, saj spada gozdni med med nesortne medove, vsebuje mano iz različnih virov, in če v njem prevladuje določena vrsta mane, je tudi oblika absorpcijskega spektra drugačna. Tako je bilo kar nekaj vzorcev, ki so imeli krivulje in vsebnost elementov podobne kot kostanjev ali lipov med. Pri smrekovem in hojevem medu je bilo podobno. Skoraj polovica vzorcev je odstopala od primerjalnega vzorca. Vzorce S6, 666, H7 in 661 smo prerazporedili v gozdni med, saj smo le tako rezultate opravljenih analiz med sabo primerjali. Prav tako velja za vzorce S3, S14, 205, H8, H9, H11 in H 14, ki so verjetno mešani s kostanjevim medom. Menimo, da bi bilo za te vzorce potrebno izvesti še pelodno analizo, ki bi pokazala, katere vrste je med.

Vsebnost posameznih elementov smo analizirali v 148 vzorcih in pri tem uporabili rentgensko fluorescenčno spektroskopijo s totalnim odbojem, metodo, ki omogoča določitev vsebnosti elementov z atomskim številom nad 13. Statistično smo obdelali le sedem elementov, ki so značilni pri ugotavljanju vrste medu in katerih rezultati so bili najbolj ponovljivi; to so: klor, kalij, kalcij, mangan, baker, brom in rubidij. Rezultati analize so pokazali, da se vrste medu razlikujejo v vsebnosti posameznega elementa. Najmanj elementov smo določili v vzorcih akacijevega medu, največ pa v vzorcih kostanjevega; sledijo smrekov, hojev in gozdni med. Med elementi je v medu največ kalija,

sledijo klor, žveplo, kalcij, mangan, rubidij, cink, baker, brom. Determinacijski koeficient je bil izredno visok (0,99) med vsebnostjo skupnih elementov in kalija, med kalijem in pepelom ter kalijem in SEP.

Kostanjev med se od drugih vrst razlikuje po največji vsebnosti kalija, kalcija in mangana ter relativno veliki vsebnosti rubidija. Največjo vsebnost rubidija smo namreč izmerili v hojevem medu, kostanjev med ga je vseboval malo manj.

V vsebnosti bakra in broma ni bilo velikih razlik med vrstami, saj so se vrednosti gibale okrog 3,0 mg/kg za baker in okrog 1,0 mg/kg za brom.

Če primerjamo naše rezultate z rezultati medu iz letnikov 2001 in 2002 (Golob in sod., 2005), vidimo, da je takrat največ kalija vseboval gozdni med, in sicer skoraj enkrat več kot so naši rezultati (letnik 2004). Kalija je bilo v akacijevem in kostanjevem medu v teh treh letnikih približno enako, pri ostalih vrstah pa so bile razlike. Naši vzorci smrekovega, hojevega in gozdnega medu so vsebovali približno enako količino kalija (2800 mg/kg). Medtem ko smo mi največ klora določili v gozdnem medu, ga je leta 2001 in 2002 vseboval največ hojev med. Najmanj klora in kalcija je v vseh treh letnikih vseboval akacijev med. Razlika med letniki se je pokazala še v vsebnosti rubidija, in sicer je leta 2001 in 2002 največ rubidija vseboval hojev, v naših vzorcih pa kostanjev med.

S korelacijsko analizo smo dobili zelo močne zveze med vsebnostjo pepela in elektrolitsko prevodnostjo (0,99), med vsebnostjo rubidija in elektrolitsko prevodnostjo (0,82) ter vsebnostjo rubidija in pepela (0,83). Determinacijski koeficient, 0,98, med parametrom L in a^* kaže, da je svetlost medu v tesni zvezi s prisotnostjo rdeče barve. Ugotovili smo še nekatere druge zveze, ki pa niso tako močne, npr. zveza med parametrom L in vsebnostjo pepela (0,63), med elektrolitsko prevodnostjo in parametrom L (0,67), med elektrolitsko prevodnostjo in parametrom a^* (0,74) ter parametrom a^* in vsebnostjo pepela (0,71). Z vsebnostjo kalija pa sta v povezavi tudi svetlost medu (0,66) ter intenziteta rdeče barve (0,73).

6 SKLEPI

Na osnovi rezultatov senzorične analize in merjenja nekaterih fizikalno-kemijskih parametrov smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- Senzorična analiza je pri določanju vrste medu izredno pomembna. Rezultati senzorične analize so v tesni zvezi s parametri merjenja barve medu in z obliko krivulje pri snemanju UV spektrov.
- Senzorično najboljše ocenjeni so bili vzorci cvetličnega medu, s povprečno oceno 27,5, najslabše vzorci kostanjevega medu, s povprečno oceno 22,7.
- Akacijev med je najsvetlejši, s povprečno vrednostjo parametra L 63,5, najtemnejši je smrekov med, s povprečno vrednostjo L 43,8. Najvišjo intenziteto rdeče barve je imel smrekov med, s povprečno vrednost a^* 9,5, medtem ko v lipovem in akacijevem medu prevladuje zelena barva, kar kaže negativna vrednost parametra a^* . Največ rumene barve so imeli vzorci cvetličnega medu, s povprečno vrednostjo parametra b^* 44,3, najmanj pa akacijev, z b^* vrednostjo 22,7.
- Absorpcijski spektri so za posamezno vrsto medu značilni. Najbolj prepoznavne spektre imajo kostanjev, lipov in akacijev med; spektri so dovolj zanesljiv kriterij pri določitvi sorte omenjenih vrst medu. Medtem ko so si spektri smrekovega, hojevega in gozdnega medu med seboj zelo podobni, zato je za določitev vrste potrebna še senzorična analiza, oz. katera izmed fizikalnih metod.
- Rezultati določanja vsebnosti elementov so pokazali, da se posamezne vrste statistično značilno razlikujejo tako v vsebnosti skupnih kot posameznih elementov.
- Največ elementov je vseboval kostanjev med, povprečno 3700 mg/kg, najmanj pa akacijev med, manj kot 420 mg/kg. Med analiziranimi elementi je bilo v medu največ kalija, nato klora, žvepla, kalcija, mangana rubidij, cinka, bakra in broma.
- Vsebnost posameznih elementov v naših vzorcih medu (letnik 2004) se je razlikovala od vzorcev letnikov 2001 in 2002.
- Statistična obdelava podatkov je pokazala visoko stopnjo korelacije med nekaterimi obravnavanimi parametri, npr. med skupno vsebnostjo elementov in pepelom ($R^2=0,97$), skupno vsebnostjo elementov in kalijem ($R^2=0,99$) ter med kalijem in pepelom ($R^2=0,99$).
- Rezultati senzorične analize, merjenja barve, analize vsebnosti elementov ter snemanja spektrov so med seboj primerljivi. Pri določanju vrste medu se je za večino vzorcev pokazala nujnost izvedbe vseh omenjenih analiz, medtem ko pri zelo značilnih predstavnikih zadostuje včasih že posamezna analiza.

7 POVZETEK

Namen diplomske naloge je bil senzorično oceniti vzorce posameznih vrst medu, jim izmeriti barvo s kromometrom, posneti absorpcijske spektre 2 % raztopinam medu v območju od 220 do 450 nm in določiti vsebnost posameznih elementov z TXRF metodo ter ugotoviti ali med obravnavanimi parametri obstaja zveza. Analiza je potekala na sedmih vrstah medu slovenskega porekla letnika 2004.

Senzorično smo ocenili 115 vzorcev, od tega 35 vzorcev nesortnega (cvetlični, gozdni med) in 80 vzorcev sortnega medu (akacijev, lipov, kostanjev, smrekov in hojev med). Ocenjevanje smo izvedli na nesegretem, v steklene kozarčke pretočenem medu, ocenili pa smo naslednje senzorične lastnosti: videz, vonj, okus, sortno značilnost arome in obstojnost arome. Vzorec je lahko prejel oceno od 7 do 30 točk. Najvišjo povprečno oceno je dobil cvetlični med, 27,5, ocene posameznih vzorcev pa so se gibale od 24,5 do 30 točk, kar je bila najvišja možna skupna ocena. Najslabše ocenjeni so bili vzorci kostanjevega medu, ki so prejeli ocene od 15,5 do 29 in dobili povprečno oceno 22,7. Na osnovi rezultatov ocenjevanja ugotavljamo, da so bili vsi v raziskavo vključeni vzorci povprečno dobre kakovosti.

Barvo smo določili 134 vzorcem sedmih vrst medu s pomočjo kromometra Minolta v CIE $L^*a^*b^*$ sistemu, ki je splošno znan sistem za merjenje barve živil. Naše meritve so pokazale, da se vrednosti parametra L^* gibljejo od 29,8 za smrekov med do 65,9 za vzorce lipovega medu in da ima akacijev med najvišjo povprečno vrednost parametra L^* , 63,54, smrekov pa najnižjo, 43,82.

Najvišja povprečna vrednost a^* za smrekov med, 9,5, kaže na prisotnost rdeče barve, ki je sicer značilna za to vrsto medu, najnižja povprečna vrednost parametra a^* za lipov in akacijev med, -2,83 oz. -2,7, pa na prisotnost zelenih odtenkov, ki za druge vrste medu niso značilni. Vendar pa smo negativno vrednost a^* izmerili tudi pri enem vzorcu kostanjevega in štirih vzorcih cvetličnega medu, pri čemer lahko sklepamo, da so bili ti vzorci mešani z lipovim ali akacijevim medom.

Najvišje povprečne vrednosti parametra b^* , ki označuje intenziteto rumene barve, so bile izmerjene za vzorce cvetličnega in kostanjevega medu in so znašale 44,3 oz. 43,6, najnižje vrednosti pa v akacijevem, 22,6. Po pričakovanjih negativnih vrednosti parametra b^* v vzorcih medu nismo izmerili, saj je modra barva za med neznčilna. Največji razpon rumene barve je imel akacijev med, 34,15, standardna deviacija pa je bila zelo visoka, 8,0.

Absorpcijske spektre 2 % vodnih smo posneli 148 vzorcem medu. Krivulje smo snemali s spektrofotometrom v UV območju od 220 – 450 nm. Pri tem smo poskušali vzorcem medu določiti vrsto, oziroma s katero vrsto medu je vzorec mešan. Vsaka vrsta ima namreč karakteristično obliko krivulje, najbolj značilno obliko krivulje pa imata kostanjev in lipov med. Spektri smrekovega, hojevega in gozdnega medu so si zelo podobni, zato je za določitev vrste potrebna še senzorična analiza, oz. katera izmed fizikalnih metod. Za spekter akacijevnega medu je značilna zelo nizka vrednost absorbance v UV območju. Pri vzorcih s tipično obliko absorpcijskega spektra so se rezultati vseh štirih metod za ugotavljanje vrste medu ujemali, pri vzorcih z netipično krivuljo pa so bila med posameznimi parametri odstopanja. Pri nekaterih vzorcih smo ugotovili, da so bili napačno

deklarirani in smo jih glede na rezultate opravljenih analiz prerazporedili. Pri nekaterih vzorcih bi bilo potrebno za pravilno določitev vrste izvesti še pelodno analizo.

Z rentgensko fluorescenčno spektroskopijo s totalnim odbojem (TXRF) smo 148 vzorcem določili vsebnost elementov z atomskim številom nad 13. Rezultati kažejo na to, da je največ elementov, ki smo jih statistično obdelali (klor, kalij, kalcij, mangan, baker, brom in rubidij) v kostanjevem medu, povprečno 3840 mg/kg. Najmanjšo skupno vsebnost elementov pa je imel akacijev med, 610 mg/kg. Vrste medu se razlikujejo po vsebnosti posameznega elementa. Element, ki je v medu najbolj zastopan je kalij, sledijo klor, žveplo, kalcij, mangan, rubidij, cink, baker, brom. Največ kalija, kalcija in mangana vsebuje kostanjev med, največ rubidija pa vsebuje hojev med.

Rezultati korelacijske analize so pokazali tesno zvezo med vsebnostjo elementov in kalija ($R^2=0,99$), med vsebnostjo kalija in pepela (0,99) ter kalija in SEP (0,99), vsebnostjo pepela in SEP ($R^2=0,99$). Nekoliko manjše determinacijske koeficiente (od 0,6 do 0,7) smo dobili pri korelacijah med parametri barve in SEP, pepelom ter vsebnostjo kalija.

Rezultati senzorične analize, analize spektrov, merjenja elementov in barve so se večinoma ujemali ter nam pokazali, da so bili nekateri vzorci napačno deklarirani. Menimo, da je za natančno določitev botaničnega porekla medu ena sama analiza premalo zanesljiva, da je potrebno opraviti vsaj dve metodi, npr. senzorično analizo in merjenje barve, ali senzorično analizo in spektre, ali senzorično analizo in analizo elementov.

8 VIRI

- Adamič Š. 1989. Temelji biostatistike. Ljubljana, Medicinska fakulteta, Inštitut za biomedicinsko informatiko: 27-39, 44-48, 113-122, 157
- Advanced test equipment rentals. Minolta CR-200B handheld chroma meter. 2002. San Diego, Minolta
<http://www.atecorp.com/Equipment/Minolta/CR-200b.htm> (november 2005): 1 str.
- Anupama D., Bhat K. K., Sapna V. K. 2003. Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. Food Research International, 36: 183-191
- Aparna A. R., Rajalakshmi D. 1999. Honey - its characteristics, sensory aspects, and applications. Food Reviews International, 15, 4: 455-471
- Božnar A., Senegačnik J. 1998. Med. V: Od čebele do medu. Poklukar J. (ur). Ljubljana: Kmečki glas: 376-413
- Božnar M. 2002. Zaklad iz čebeljega panja. Ljubljana: Kmečki glas: 9-20
- Brücker F. 1984. Farb – Beurteilung von Flüssigkeiten. Fette, Seifen, Anstrichmittel, 89:167-171
- Buzuk S. 1995. Novi kakovostni parametri slovenskega sortnega medu. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 59 str.
- Doberšek U. 2003. Določanje mineralov v medu z rentgensko fluorencenčno spektroskopijo. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 92 str.
- Golob T., Bertoncej J. Škrabanja V. 2002. Sensory characteristics of Slovenian honey. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani: Kmetijstvo, 79, 2: 381- 389
- Golob T., Doberšek U., Kump P., Nečemer M. 2005. Determination of trace and minor elements in Slovenian honey by total reflection X-ray fluorescence spectroscopy. Food Chemistry, 91: 593-600
- Golob T. 1999. Pridelava in kontrola medu v okviru kolektivne blagovne znamke za slovenski med. Ljubljana, Čebelarska zveza Slovenije; Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 45-48
- Gonzales Pereyra A., Burin L., Buera del Pilar M. 1999. Color changes during storage of honeys in relation to their composition and initial color. Food Research International, 32: 185 - 191

- Gonzalez - Miret M. L., Terrab A., Hernanz D., Fernandez - Recamales M. A., Heredia F. J. 2005. Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanic origin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2574-2580
- Herold E. 1974. Čebele in zdravje. Maribor, Založba obzorja Maribor: 54-61
- Kapš P. 1998. Med in zdravje. Novo mesto, Erro: 46-120
- Klockenkämper R. 1997. Total reflection X ray fluorescence analysis. New York, John Wiley&Sons, Inc.: 1-86
- Koren A. 1999. Presnova, termoregulacija in prebava. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 91-96
- Košmelj B. 2001. Uporabna statistika. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 48-52
- Lazaridou A., Biliaderis C. G., Bacandritsos N., Sabatini A. G. 2004. Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. *Journal of Food Engineering*, 64: 9-21
- Mesallam A. S., El-Shaarawy M. I. 1987. Quality attributes of honey in Saudi Arabia. *Food Chemistry*, 25: 1-11
- Ocepek M. 2005. Zveza med specifično elektrolitsko prevodnostjo medu in SEP pepela. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 62-71
- Piazza M. G., Accorti M., Persano Oddo L. 1991. Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honeys. *Apicoltura*, 7: 51-63
- Piotraszewska-Pajak A., Ciszak S. 2001. The influence of botanical origin on sugar composition, acidity and colour of nectar honeys. V: *Commodity science in global quality perspective: Products- Technology, Quality and Enviroment. Vol 1. 13th IGWT Symposium, 2nd-8th September 2001. Denac M., Musil V., Pregred B. (ur.). Maribor, Ekonomsko-poslovna fakulteta: 705-710*
- Popek S. 2002. A procedure to identify a honey type. *Food Chemistry*, 79: 401-406
- Posudin Y. I., Polishuk V. P., Bulavin S. P., Istomina V. A. 1995. Spectroscopic evaluation of honey quality. *Spectroscopic Methods of Honey Investigations*, 6: 78-82
<http://iatp.org.ua/posudin/research2.html>
- Pravilnik o ocenjevanju medu. 2002. Brdo pri Lukovici, Čebelarska zveza Slovenije. 7 str.
- Pravilnik o medu. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 31: 3611-3614

- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 133-190
- Rihar J. 2003. Mana iglavcev, napovedovanje gozdnega medenja. Ljubljana, Pansan: 32-34
- Rodrigues-Otero J. L., Paseiro P., Simal J., Terradillos L., Cepeda A. 1995. Silicon, phosphorus, sulphur, chlorine and ash contents of Spanish commercial honeys. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 200: 233-234
- Sheenan D. 2000. *Physical biochemistry: Principles and applications*. Chichester, England, John Wiley&Sons: 61-120
- Sirnik V. 2002. Ugotavljanje sortnosti medu z mikroskopsko, senzorično in fizikalno analizo. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 44-56
- Šenk N. 2006. Vrednotenje medu: zveza med barvo in antioksidativno aktivnostjo. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 30-35
- Šmit R. 1997. Nekateri fizikalno kemijske lastnosti slovenskih medov. Diplomski naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 46 str.
- Trstenjak Petrović Ž., Mandić M L., Grgić J., Grgić Z. 1994. Ash and chromium levels of some types of honey. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 198: 36-39
- Yilmaz H., Yavuz Ö. 1999. Content of some trace metals in honey from south-eastern Anatolia. *Food Chemistry*, 65: 475-476
- Zupančič L. 2002. Barva, elektrolitska prevodnost in vsebnost pepela v medu. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 51 str.

ZAHVALA

Najprej bi se zahvalila celotni Katedri za vrednotenje živil, ki mi je omogočila izvedbo diplomske naloge; mentorici prof. dr. Tereziji Golob za strokovne nasvete in vzpodbudne besede, asistentkama Jasni Bertoncelej in Urški Doberšek za pomoč v laboratoriju in pri pisanju diplomske naloge ter tehnični sodelavki Eleni Kenda Majerič.

Hvala doc. dr. Rajku Vidrihu za strokovno pomoč.

Zahvala gre seveda tudi mojim staršem, ki so mi omogočili študij, me vedno vzpodbujali in materialno podpirali vsa leta, zadnje leto pa so večkrat popazili mojo hčerko Manco.

Hvala Jožetu za vso potrpežljivost in ljubezen, ki traja več kot šest let.

Hvala knjižničarkama Barbari Slemenik in Ivici Hočevar pri iskanju knjižnega gradiva in urejanju diplomske naloge.

Hvala vsem drugim, ki ste kakorkoli prispevali pri nastajanju moje diplomske naloge.

PRILOGE

Priloga A. Ocene senzorične analize medu

Priloga A. Rezultati senzorične analize za akacijev med

Št. vzorca	videz			vonj (1-5 točk)	okus (1-5 točk)	aroma		skupna ocena (7 do 30 točk)	opomba
	čistost (1-3 točke)	barva (1-4 točke)	bistrost (1-3 točke)			sortna značilnost (1-6 točk)	obstojnost (1-4 točke)		
A1	3	3,5	2,5	4,5	4,5	6	3,5	27,5	
A2	3	3,5	3	4,5	5	5	4	28	
A3	3	4	2,75	5	5	6	4	29,75	
A4	3	3	3	4,5	5	5	4	27,5	
A5	3	4	3	4	5	6	4	29	
A6	3	4	3	4	4,5	5	4	27,5	
A7	3	4	3	4	5	5,5	4	28,5	
A8	3	3,5	3	4	5	5,5	4	28	
A9	3	3	3	4	5	5	4	27	
A10	3	4	2	4	3	4	3	23	
A11	3	3,75	3	3,25	4	4,75	4	26,75	
A12	3	4	3	4	4	5	4	27	
A13	3	4	3	3	5	5	4	27	
A14	3	4	3	4	5	6	4	29	
A15	3	3,5	3	4	4,5	4,75	4	26,75	
A16	3	4	3	4	4,5	4,5	4	27	
170	3	3	3	3	4	3	3	22	
313	1,25	3	3	4	5	4,75	3,5	24,5	
390	1,75	3,25	3	4	4	4,75	3,5	24,25	

Priloga A2. Rezultati senzorične analize za lipov med

Št. vzorca	videz			vonj (1-5 točk)	okus (1-5 točk)	aroma		skupna ocena (7 do 30 točk)	opomba
	čistost (1-3 točke)	barva (1-4 točke)	bistrost (1-3 točke)			sortna značilnost (1-6 točk)	obstojnost (1-4 točke)		
L1	3	4	3	4	4	4	4	26	Prisotnost kostanjevega medu
L2	1	3	3	4	3	4	3	21	Prisotnost akacijevega medu
L3	3	4	3	5	5	5	4	29	
L4	3	4	3	4	4	5	4	27	
L5	3	3	3	4	4	4	3,5	24,5	
L6	2	3	3	4	4	5	3	24	Prisotnost cvetličnega medu
L7	3	3	3	3	3	4	3	22	Prisotnost kostanjevega medu
L8	3	4	3	4	4	4	3	25	
L9	3	4	3	4	4	5	3	26	
L10	3	4	3	4	4	5	3	26	
L11	2	4	3	3	4	5	4	25	
L12	2	4	3	5	5	6	4	29	
L13	3	4	3	5	5	6	4	30	
L14	3	4	3	4	4	5	3	26	
L15	3	4	3	3	3	4	3	23	Prisotnost kostanjevega medu

Priloga A3. Rezultati senzorične analize za cvetlični med

Št. vzorca	videz			vonj (1-5 točk)	okus (1-5 točk)	aroma		skupna ocena (7 do 30 točk)	opomba
	čistost (1-3 točke)	barva (1-4 točke)	bistrost (1-3 točke)			sortna značilnost (1-6 točk)	obstojnost (1-4 točke)		
C1	3	4	3	4,5	4,5	6	4	29	
C3	3	4	3	3,5	4	5	4	26,5	
C4	3	4	3	5	5	5	4	29	
C5	3	4	3	4	3,5	5	4	26,5	
C6	3	4	3	4	5	6	4	29	
C7	3	4	3	4	4	5	4	27	
C8	2	4	3	4	4	5	4	26	
C9	3	4	3	5	4,5	5,5	4	29	
C10	3	4	3	4	4	5	4	27	
C11	3	4	3	4	4,5	4,5	4	27	
C12	3	4	3	4	4,5	5,5	4	28	
C13	3	4	3	5	5	6	4	30	
C14	3	4	3	4	4	5	4	27	
C15	3	4	3	4	4,5	5	4,5	27,5	
C400	3	4	3	4	4,5	4,5	3,5	26,5	
C405	3	3	3	4	3,5	4	3	24,5	

Priloga A4. Rezultati senzorične analize za kostanjev med

Št. vzorca	videz			vonj (1-5 točk)	okus (1-5 točk)	aroma		skupna ocena (7 do 30 točk)	opomba
	čistost (1-3 točke)	barva (1-4 točke)	bistrost (1-3 točke)			sortna značilnost (1-6 točk)	obstojnost (1-4 točke)		
K1	2,25	4	3	4	4	5	4	26,25	
K2	3	4	3	4	4,5	4	3	25,5	
K3	3	4	2	4	4	5	4	26	
K4	3	4	3	5	5	5	4	29	
K5	3	4	3	5	4,5	5	4	28,5	
K6	3	4	3	3,5	3	2,5	3	22	
K7	3	4	3	4	4	4	3	25	
K8	2	4	3	4	4	4	3	24	
K9	3	3	3	3,5	4	5	4	22	
K10	2,75	3	3	4	3,5	4	3	23,25	
K11	3	3	3	3,5	3,5	4	3	23	
K12	3	3	3	3,5	4	4	3	23,5	
096	3	4	3	3	3	3	3	22	
178	3	2	3	2	2	2	2	16	
408	3	3	3	3	3	3	2,5	20,5	
465	3	2	2	2	2,5	3	2,5	17	
454	3	2	3	3	3	3,5	2	19,5	
475	3	2	2	2	2,5	2	2	15,5	

Priloga A5. Rezultati senzorične analize za gozdni med

Št. vzorca	videz			vonj (1-5 točk)	okus (1-5 točk)	aroma		skupna ocena (7 do 30 točk)	opomba
	čistost (1-3 točke)	barva (1-4 točke)	bistrost (1-3 točke)			sortna značilnost (1-6 točk)	obstojnost (1-4 točke)		
G1	3	4	3	4	5	5	4	28	
G2	2	4	3	4	4	5	3,5	25,5	
G3	2	4	3	3	3,5	4	3	22,5	
G4	2	4	3	4	4,5	5	4	26,5	
G5	2	4	3	5	5	5	4	28	
G6	2	3	3	4	4	4	3	23	
G7	3	3	3	3	4	4	3	23	
G8	3	3	3	4	4	5	4	26	
G9	3	4	3	4	4,5	4,5	4	27	Prisotnost smrekovega medu
G10	2	4	3	3	4	4	3	23	
G11	2	4	3	4	4	4	3,5	24,5	
G12	2	4	3	4,5	5	5,5	4	28	
G13	3	4	3	4	4	5	4	27	
G14	1	4	3	4	4	5	3,5	24,5	
G15	3	4	3	4	5	5	4	28	
G202	3	3	3	4	4	4	3,5	24,5	
G417	3	4	3	4	4	4	3	25	
G500	3	3,5	3	4	4	4	3	24,5	
G520	3	3	3	4	4	3,5	3	23,5	

Priloga A6. Rezultati senzorične analize za smrekov med

Št. vzorca	videz			vonj (1-5 točk)	okus (1-5 točk)	aroma		skupna ocena (7 do 30 točk)	opomba
	čistost (1-3 točke)	barva (1-4 točke)	bistrost (1-3 točke)			sortna značilnost (1-6 točk)	obstojnost (1-4 točke)		
S1	3	4	3	4	5	5	3	27	
S2	3	3	3	4	4	4	3	24	
S4	3	3	3	4	4,5	5	3	25,5	
S5	3	4	3	4	5	6	4	29	
S6	3	3	2,5	4	4	3,5	3	23	Prisotnost gozdnega medu
S7	3	3	3	5	4	5	4	27	
S8	2	4	2	3	3	4,5	3	21,5	
S9	2	4	3	4,5	4	5	4	25,5	
S10	2	4	2	4	4,5	5,5	3,5	25,5	
S11	1	4	3	4	4	5	4	25	
S12	3	4	3	3	4	4,5	3	24,5	
S14	3	3,5	3	4	4	5	4	26,5	
S121	3	4	3	4	4	4,5	4	26,5	

Priloga A7. Rezultati senzorične analize za hojev med

Št. vzorca	videz			vonj (1-5 točk)	okus (1-5 točk)	aroma		skupna ocena (7 do 30 točk)	opomba
	čistost (1-3 točke)	barva (1-4 točke)	bistrost (1-3 točke)			sortna značilnost (1-6 točk)	obstočnost (1-4 točke)		
H1	3	4	3	4	5	5	4	28	
H2	3	4	3	4	5	4	4	27	
H3	2	4	3	5	4	5	4	27	
H4	3	4	3	4	5	5	3	27	
H5	2	4	3	4	4	4	3	24	
H6	2	3	3	4	4	3	3	26	Prisotnost lipovega medu
H7	1	4	3	4	4	4	3	23	
H8	3	4	3	4	3	4	3	24	Prisotnost kostanjevega medu
H9	2	4	3	4	4	4	4	25	Prisotnost smrekovega medu
H10	3	3	3	5	5	6	4	29	
H11	3	4	3	4	3	4	3	24	Prisotnost kostanjevega medu
H12	3	4	3	5	5	6	4	30	
H13	3	4	3	5	4	5	4	28	
H14	3	4	3	4	4	4	4	26	Prisotnost kostanjevega medu
H15	2	4	3	4	4	5	4	26	

Priloga B. Rezultati merjenja barve, SEP in vsebnosti pepela v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	SEP (mS/cm)	Vsebnost pepela (%)	Barva		
	povprečje	povprečje	L	a	b
A1	0,19	0,08	63,82	-3,15	21,16
A2	0,23	0,09	63,53	-2,69	22,67
A3	0,18	0,06	64,50	-2,41	17,84
A4	0,24	0,07	63,44	-3,74	25,38
A5	0,16	0,05	64,53	-2,51	15,27
A6	0,20	0,05	64,92	-2,74	14,78
A7	0,16	0,04	65,67	-2,40	13,49
A8	0,20	0,06	64,73	-3,13	18,62
A9	0,24	0,06	63,42	-3,12	23,05
A10	0,20	0,05	64,61	-2,60	19,56
A11	0,19	0,05	63,86	-2,84	18,50
A12	0,22	0,07	64,24	-3,51	21,56
A13	0,16	0,04	65,25	-2,76	15,88
A14	0,19	0,08	64,79	-2,91	18,21
A15	0,26	0,08	63,64	-4,00	23,31
A16	0,24	0,08	63,44	-3,28	29,21
170	0,29	-	62,62	-3,09	28,16
294	0,75	-	55,40	1,39	47,64
313	0,26	0,08	-	-	-
390	0,23	0,06	63,93	-2,82	23,37
464	0,27	0,08	60,43	-1,98	35,33
L1	0,72	0,28	63,49	-3,79	26,16
L2	0,99	0,36	60,81	-2,85	34,43
L3	0,77	0,28	61,38	-3,01	33,36
L4	0,70	0,27	65,91	-3,33	19,34
L5	0,78	0,30	64,22	-3,82	28,91
L6	0,72	0,26	60,68	-2,39	36,79
L7	0,82	0,30	60,59	-2,10	39,59
L8	0,73	0,24	64,07	-3,26	21,28
L9	0,79	0,26	63,94	-3,79	27,30
L10	0,71	0,24	61,71	-3,13	23,91
L11	0,64	0,22	64,01	-3,51	24,33
L12	0,64	0,19	65,57	-3,53	21,94
L13	0,69	0,22	62,63	-3,49	20,93
L14	0,55	0,18	63,59	-3,32	24,95
L15	0,78	0,30	62,35	-3,23	33,19
214	0,95	-	58,89	-1,50	38,23
224	0,85	0,29	63,95	-3,55	26,15
250	0,77	-	61,04	-2,39	37,54
331	0,77	0,28	-	-	-
610	0,92	0,35	56,08	2,18	42,03

se nadaljuje

- ni podatka

nadaljevanje: Priloga B. Rezultati merjenja barve, SEP in vsebnosti pepela v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	SEP (mS/cm)	Vsebnost pepela (%)	Barva		
	povprečje	povprečje	L	a	b
C1	0,61	0,24	53,80	2,29	43,57
C3	0,58	0,22	55,48	0,10	49,18
C4	0,64	0,26	57,30	-0,90	45,23
C5	0,78	0,26	51,72	3,74	43,37
C6	0,75	0,27	50,84	4,80	46,76
C7	0,47	0,16	55,33	0,94	48,28
C8	0,58	0,21	53,56	3,10	46,65
C9	0,69	0,27	51,04	5,77	45,59
C10	0,42	0,13	57,52	-1,21	45,64
C11	0,60	0,19	52,42	1,83	44,15
C12	0,33	0,11	59,92	-1,55	38,06
C13	0,57	0,18	55,83	0,84	49,22
C14	0,61	0,20	55,24	1,12	46,94
C15	0,54	0,20	-	-	-
040	0,99	-	53,01	2,64	48,56
177	0,37	-	-	-	-
215	1,20	-	51,29	5,27	43,24
324	0,84	0,29	-	-	-
400	0,50	0,16	55,02	1,68	47,44
401	1,05	-	50,49	6,89	44,56
404	0,99	-	44,70	7,74	37,41
405	0,57	-	39,98	6,09	28,61
442	1,09	-	52,47	5,03	46,48
665	0,47	0,14	56,82	-0,31	41,59
K2	1,48	0,59	47,86	10,82	43,32
K3	1,83	0,76	46,79	10,63	41,46
K4	2,25	1,05	42,44	8,95	33,32
K5	1,89	0,84	49,31	8,61	44,30
K6	1,63	0,69	49,40	8,47	44,50
K7	1,54	0,63	51,49	6,66	47,13
K8	1,84	0,81	48,52	7,19	42,18
K9	1,57	0,65	53,35	3,79	45,50
K10	1,53	0,63	49,29	7,64	42,91
K11	1,52	0,68	47,69	10,09	41,32
K12	1,62	0,71	53,28	5,35	49,36
096	1,24	-	51,47	5,65	46,55
178	1,02	-	-	-	-
408	1,03	-	52,85	3,22	42,96
454	1,44	0,60	55,76	1,16	46,19
457	0,77	0,28	57,98	-1,14	40,77
465	1,28	-	51,05	6,60	45,46
475	0,85	0,31	57,57	0,20	44,04
664	1,36	0,58	-	-	-

se nadaljuje

- ni podatka

nadaljevanje: Priloga B. Rezultati merjenja barve, SEP in vsebnosti pepela v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	SEP (mS/cm)	Vsebnost pepela (%)	Barva		
	povprečje	povprečje	L	a	b
G1	1,32	0,58	37,97	10,96	27,81
G2	1,36	0,56	45,56	8,90	37,86
G3	1,26	0,51	45,22	9,68	37,55
G4	1,28	0,51	40,84	9,29	28,88
G5	1,08	0,38	46,79	8,02	40,47
G6	1,17	0,45	49,48	5,55	41,51
G7	1,14	0,48	50,70	4,49	41,86
G8	1,11	0,45	48,09	4,21	37,67
G9	1,37	0,52	41,31	12,31	31,99
G10	1,30	0,58	45,31	8,18	35,37
G11	1,37	0,58	43,31	10,60	35,23
G12	1,47	0,60	43,21	9,41	33,77
G13	1,31	0,56	41,70	11,60	32,00
G14	1,33	0,57	41,03	7,59	30,96
G15	1,10	0,44	42,91	7,50	33,41
004	1,10	-	46,58	5,98	37,70
081	0,91	0,33	50,56	6,91	46,60
083	1,12	0,45	50,44	6,59	44,54
088	1,34	-	47,27	9,98	41,57
173	0,40	-	54,20	0,25	38,28
202	0,92	0,33	42,74	7,47	33,04
283	1,13	0,42	45,26	9,76	37,33
417	1,16	-	47,70	8,54	40,72
429	1,75	0,69	44,15	9,01	37,30
500	1,08	-	44,42	10,77	35,89
520	1,39	0,60	45,88	6,37	36,77

se nadaljuje

- ni podatka

nadaljevanje: Priloga B. Rezultati merjenja barve, SEP in vsebnosti pepela v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	SEP (mS/cm)	Vsebnost pepela (%)	Barva		
	povprečje	povprečje	L	a	b
S1	1,62	0,70	42,21	11,11	32,57
S2	1,52	0,66	45,54	8,95	37,57
S3	1,57	0,58	-	-	-
S4	1,59	0,67	48,38	7,03	38,27
S5	1,63	0,71	42,28	8,59	31,83
S6	1,39	0,61	45,24	11,05	39,11
S7	1,39	0,59	44,36	7,97	34,99
S8	1,33	0,56	43,78	9,35	35,39
S9	1,45	0,63	44,41	9,59	36,71
S10	1,07	0,41	46,57	8,07	38,82
S11	1,15	0,48	48,20	7,26	40,06
S12	1,27	0,49	42,78	10,51	33,48
S13	1,29	0,53	-	-	-
S14	1,32	0,55	47,36	7,56	38,58
S15	1,24	0,52	-	-	-
078	1,10	0,44	-	-	-
121	1,26	-	39,87	13,61	29,37
205	1,37	0,53	-	-	-
280	1,27	0,51	46,54	8,16	38,39
432	1,30	-	-	-	-
666	1,15	-	29,80	12,99	13,67
H1	1,33	0,58	43,79	10,60	36,71
H2	1,43	0,61	38,85	11,12	29,18
H3	1,11	0,47	42,23	6,88	31,83
H4	1,29	0,54	39,27	8,63	29,10
H5	0,96	0,38	45,63	6,38	36,67
H6	0,89	0,35	48,75	4,34	38,69
H7	0,90	0,35	51,21	3,42	40,42
H8	1,34	0,57	44,32	8,49	35,86
H9	1,04	0,44	47,18	7,70	39,78
H10	1,25	0,51	48,78	5,67	39,77
H11	1,34	0,58	44,75	6,58	35,60
H12	1,41	0,60	44,82	8,04	36,33
H13	1,37	0,60	45,63	6,81	35,57
H14	1,47	0,65	46,42	8,34	39,56
H15	1,39	0,58	42,32	9,33	34,76
661	1,29	0,52	42,44	8,95	33,32

- ni podatka

Priloga C. Vsebnost elementov v mg/kg, določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Priloga C1. Vsebnost P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti in Ba določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	Element (mg/kg)							
	P	S	Cl	K	Ca	Sc	Ti	Ba
A1			62,4	321	32,9	158		350
A2			100	394	18,1			17,4
A3			66,1	249	8,4			
A4	118		92,6	385	14,4			16,2
A5		34,9	48,8	230	20,1	6,20		
A6		46,7	64,5	289	10,8			
A7		70,1	44,4	237	8,52			
A8		58,4	60,9	232	10,3			
A9			82,7	434	18,6			24,0
A10			46,0	320	16,5			
A11	91,6	48,6	57,9	299	7,88			
A12		63,0	74,4	337	13,8			13,6
A13		65,4	44,8	234	11,3	5,90		
A14			63,1	324	17,9			
A15		66,2	106	411	14,9			9,7
A16			104	380	14,6			25,3
170			127	431	14,6			15,7
294		61,3	271	1420	48,9			
313			99,8	446	18,3			14,6
390		60,6	89,1	387	24,3			9,6
464		60,7	100	405	40,8			
L1			276	1550	50,3			
L2			324	2240	37,0			
L3			317	1720	37,4			
L4			278	1450	35,2			
L5			264	1600	97,9			
L6	813		246	1470	82,0			
L7		72,0	208	1770	48,6			
L8			296	1460	43,2			
L9		57,9	260	1500	53,7			
L10		46,1	267	1260	38,7			13,3
L11			296	1350	63,4			
L12			247	1340	48,4			
L13			316	1470	39,7			
L14			243	1210	38,6			
L15			252	1740	57,0			
214		59,1	259	1870	84,1			
224			283	1760	86,9		6,4	
250			281	1630	128		5,8	
331			252,	1700	36,4			
610		96,5	261	2000	70,1			

se nadaljuje

Nadaljevanje: Priloga C1. Vsebnost P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti in Ba določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	Element (mg/kg)							
	P	S	Cl	K	Ca	Sc	Ti	Ba
K1			247	4560	118			
K2			230	3190	150			
K3			205	4040	115			
K4			140	5520	123			
K5			193	4350	87,4			
K6			206	3870	100			
K7		191	256	3470	107			
K8			212	4110	87,5			22,8
K9		83,2	160	3470	128			
K10		88,6	222	3220	153			
K11	170	94,6	211	3340	159			
K12			175	3730	113			
096	195		251	2960	170			
178	846		200	2650	89,0			13,1
408			158	2210	61,2			
454	125		185	3190	100			
457			184	1610	75,9			
465			235	2840	131			
475		51,8	326	1780	97,5			
664		78,0	216	3080	86,3			
S1		115	302	3640	32,5			
S2	142	81,1	373	3520	42,4			
S3		74,6	344	3070	50,2			
S4		65,7	276	3360				
S5		90,8	268	3540				
S6		95,3	300	2990	33,0			
S7	146	91,3	187	2980				
S8		95,3	259	2850				
S9		89,0	280	3090				
S10			288	2200				
S11		86,0	292	2380	31,0			
S12	172	89,9	361	2640	31,1			
S13	215		274	2760	39,6			
S14			278	3030	30,9			
S15			212	2800				
078			295	2430	43,4			
121			312	3090				
205		117	298	2880	51,2			
280		94,6	233	2990	55,4			
432		63,1	255	2850				
666			286	2700	56,0			

se nadaljuje

Nadaljevanje: Priloga C1. Vsebnost P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti in Ba določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	Element (mg/kg)							
	P	S	Cl	K	CA	Sc	Ti	Ba
G1		46,6	267	2950	58,1			
G2		73,3	386	3050	52,0			
G3	92,0	61,5	404	2750	58,8			
G4		73,0	354	2970	67,9			
G5			285	2170	62,8			
G6		81,6	348	2610	61,8		13,1	
G7		73,3	169	2520	73,1			
G8	143	92,3	147	2440	35,2			
G9	96,4	94,4	347	2820	55,6			12,1
G10		94,6	325	3010	84,3			
G11		74,2	272	3140	65,4			
G12		138	361	3310	54,1			
G13		68,6	318	2880	36,4			
G14	102	111	275	2990	30,0			
G15	240	81,3	297	2390	154			
004			245	2510		7,8		
081			385	1950	37,7			
083			369	2610	36,2			
088	130	72,8	408	3210	51,1			
173			120	659	23,7			
202	974		411	2070	32,5			
283		83,7	352	2590	57,6			
417	92,8	83,5	282	2470	47,0			
429	121	99,8	281	3510	59,2			
500		65,8	302	2370	45,1			
520	219		398	3180	29,1			18,0
C1		61,6	258	1140	42,9			
C3			293	1140	74,2			
C4			240	1280	51,0			
C5	195	80,0	281	1520	38,0			
C6		56,2	304	1610	32,9			
C7		64,7	229	893	39,4			
C8		55,0	236	1200	31,8			
C9		85,1	233	1580	62,5			
C10		89,6	261	789	39,3			
C11			322	1190	59,7			
C12			113	614	30,0			
C13			313	1010	55,1			
C14		55,2	247	1240	35,8			
C15		98,0	172	1160	43,8			
040		40,5	431	1960	33,4			
177			143	596	27,0			
215			305	2520	47,9			
324			183	1740	27,0			10,1

se nadaljuje

Nadaljevanje: Priloga C1. Vsebnost P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti in Ba določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	Element (mg/kg)							
	P	S	Cl	K	Ca	Sc	Ti	Ba
400			303	827	66,3			
401			304	2240	29,8			
404	126	91,9	402	1900	67,1			
405		64,5	313	1100	84,4		9,2	
442			273	2270	116			
665		86,6	134	824	28,9			
H1		68,7	259	3140				
H2		106	256	3260				
H3		91,0	263	2490				
H4		67,7	323	2860				
H5		85,0	198	2020	30,0			
H6			237	2010	15,1			
H7			251	1960	12,4			
H8		77,0	216	3210	46,8			
H9		106	256	2390				
H10		110	214	2890				
H11		108	203	2910	22,0			
H12	142	107	242	3250		6,5		
H13	245		213	3270				
H14		111	259	3430				
H15		91,7	254	3220				
661		84,2	208	2770				

Priloga C2. Vsebnost V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn in As določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	Element (mg/kg)							
	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As
A1		93,6	2,6	13,9	2,0	1,7	3,7	
A2		11,0	3,0	18,6	2,0	0,7	3,3	
A3		12,2	4,2	25,6	2,1	2,5	5,0	
A4		12,6	4,0	19,4	2,3	1,4	4,0	
A5	3,4	10,1	3,8	12,6	2,0	2,0	7,4	
A6		9,6	2,9	14,3	2,6	3,3	5,0	
A7		8,9	3,0	5,9	2,0	1,6	3,2	
A8		13,5	3,2	17,4	2,1	2,6	4,6	1,8
A9	3,3	10,9	3,1	11,8	2,2	1,3	4,1	
A10		10,7	4,3	11,2	1,5	1,7	2,8	
A11		12,3	2,4	14,2	1,7	2,8	3,8	
A12		9,1	3,6	13,9	2,4	2,5	3,3	
A13	4,3	14,4	5,2	21,1	2,5	3,2	3,6	
A14		8,6	2,7	13,9	2,2	2,1	3,3	
A15		7,8	3,3	12,9	2,2	2,1	4,1	
A16		7,7		13,1	3,0	3,4	3,5	
170		18,8	2,8	29,3	2,3	2,7	3,7	
294		3,3	7,4	7,1	4,4		5,0	
313		4,8	3,5	8,9	3,5		3,0	
390		8,8	3,9	9,5	5,4	0,3	3,2	
464		3,9	2,7	4,5	2,8	0,9	7,8	
L1		6,4	4,6	13,8	3,7	4,1	3,6	
L2		5,1	2,4	2,9	2,1	2,4	2,5	
L3		5,4	3,2	11,7	2,7	4,0	4,8	
L4		6,9		12,5	2,3	2,8	3,1	
L5		6,9	4,3	15,5	2,2	4,2	4,5	
L6		11,7	7,8	11,4	2,4	3,5	3,4	
L7		11,0	6,2	15,0	2,1	3,4	4,5	
L8		7,2	4,8	27,7	2,9	2,6	3,3	
L9		9,7	3,9	8,8	3,5	3,9	3,4	
L10		7,0	3,6	12,4	1,4	3,0	4,5	
L11		3,7		6,6	1,7	2,5	5,2	
L12		1,3		1,2	1,8	2,0	2,8	
L13	6,54	5,9		5,2	2,8	3,1	3,6	
L14		0,1			2,7	1,5	3,8	
L15		1,3	3,5	2,0	2,2	1,8	2,4	
214		9,7		19,8	4,9	4,4	5,7	
224		7,7	4,0	16,5	3,5	3,3	4,1	
250		4,8	7,8	9,6	2,1	2,8	4,9	
331		7,7		4,1	2,5	1,6	3,8	
610		13,2		23,1	3,4	4,2	4,1	

se nadaljuje

nadaljevanje: Priloga C2. Vsebnost V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn in As določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	Element (mg/kg)							
	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As
K1	3,9	7,4	29,1	6,9	3,0	4,0	3,6	
K2		3,9	35,0	14,2	3,4	4,5	5,5	
K3		4,8	27,3	10,9	2,9	6,0	4,3	
K4		3,8	25,4	4,2		3,9	3,1	
K5		6,2	19,8	19,4	4,5	5,4	3,8	
K6		3,3	18,7	2,1	2,4	2,4	3,6	
K7		5,0	21,7	4,7	2,4	5,2	4,7	
K8		6,0	20,5	13,6	3,9	5,0	4,3	
K9	7,5	5,6	31,1	11,9	3,2	7,3	3,7	
K10		6,6	24,6	8,6	3,4	5,1	3,3	
K11		7,4	26,7	10,3	2,5	4,6	2,9	
K12		2,3	10,6	2,2	2,2	3,1	3,1	
096		4,6	10,6	5,0	3,0	3,1	5,2	0,9
178		18,8	15,4	34,6	1,9	2,6	3,6	
408		6,8	14,6	11,6	2,5		3,9	
454		2,9	11,8	4,2	3,0	0,4	2,6	
457		4,7	9,0	4,3	2,6		2,7	
465		8,0	18,0	16,9	4,8	2,0	5,0	
475		3,5	14,7	9,6	3,6	0,9	3,7	
664		11,0	8,6	15,2	1,9	1,3	5,4	
S1	3,3	5,6	8,0	8,2	2,4	4,1	7,3	
S2		5,0	8,7	9,5	2,7	3,7	5,6	
S3		2,4	6,5	5,9	1,7	2,7	6,5	
S4		2,0	8,7	5,7	3,2	3,6	7,1	
S5		4,2	10,4	7,8	2,9	2,6	7,1	
S6		2,3	10,7	12,8	4,1	3,8	7,0	
S7		1,8	7,7	4,3	3,7	4,3	4,9	
S8		2,6	7,4	2,9	3,2	3,4	7,3	
S9	3,1	1,0	9,6	1,4	5,7	2,6	6,5	
S10		4,2	5,9	6,0	5,5	4,3	8,3	
S11		7,9	6,2	40,0	3,0	2,5	8,2	
S12	3,1	2,5	6,4	5,5	2,6	3,2	6,2	
S13		0,6	7,9	15,6	3,4	3,3	6,0	
S14		0,9	10,0	5,4	3,3	2,8	6,3	
S15		1,5	4,0	5,5	3,7	3,5	3,3	
078		2,9	9,2	2,6	3,3	3,6	5,3	
121		12,4	5,8	28,3	4,0	5,2	10,1	
205		12,5	5,4	38,9	3,9	6,4	7,4	
280		2,5	5,5	5,4	5,0	0,4	4,9	
432		3,5	8,4	13,3	3,9	0,1	6,9	
666		10,2	9,7	28,8	3,5	5,2	5,0	

se nadaljuje

nadaljevanje: Priloga C2. Vsebnost V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn in As določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	Element (mg/kg)							
	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As
G1		0,3	12,1	2,4	2,0	2,2	5,6	
G2		3,5	9,3	7,5	2,9	3,3	5,8	
G3		2,3	5,6	14,9	2,7	1,9	5,2	
G4		4,9	6,5	12,8	2,3	2,7	5,2	
G5	2,8	5,0	5,3	2,9	2,2	3,5	4,6	
G6		6,7	5,8	1,5	2,4	4,9	6,5	
G7		1,3	6,3	3,0	2,8	4,4	3,8	
G8		2,4	8,6	2,8	3,7	4,5	5,6	
G9		10,3	8,9	18,9	2,2	3,2	6,4	
G10		9,0	10,6	23,7	4,2	4,3	10,8	
G11		3,3	6,1	3,0	2,1	3,0	7,6	
G12		14,2	8,9	25,8	3,4	7,4	4,0	
G13		2,5	7,5	5,7	2,9	3,5	6,9	
G14		3,9	4,7	11,8	3,2	3,1	3,8	
G15		3,1	7,5	7,6	3,1	2,4	6,9	
004		1,6	3,1	4,6	2,1	5,5	3,1	
081		1,1	4,0	4,0	2,4	2,9	4,3	
083		2,4	6,9	2,1	2,4	2,9	5,7	
088		3,2	7,7	2,2	1,9	3,0	6,3	
173		8,9	3,5	17,8	1,4	1,7	3,6	
202		18,3	4,4	32,1		2,1	3,1	
283		2,2	7,6	2,1	3,9	0,2	4,8	
417		10,1	7,5	18,0	2,1	3,6	6,5	
429		5,6	9,3	40,9	2,7	0,9	6,6	
500		12,1	5,1	21,8	2,9	4,8	4,5	
520		14,0	9,0	23,8	2,9	3,4	4,3	
C1		5,8		9,2	3,1	4,5	2,9	
C3		3,7	4,1	8,8	3,4	4,8	3,0	
C4		13,4	3,9	14,6	4,2	6,3	5,0	
C5	3,3	2,0	3,7	5,3	2,7	4,2	3,3	
C6		13,8	3,6	3,5	2,5	3,8	4,6	
C7		3,4	3,2	8,1	2,7	4,2	5,5	
C8		1,3	3,0	2,0	2,3	3,6	4,4	
C9		1,3	5,8	2,3	2,2	3,5	3,2	
C10	6,7	4,3	4,6	5,5	2,8	4,0	3,8	
C11		3,4	3,0	6,6	2,1	4,4	4,2	
C12		4,7	2,6	3,4	2,1	3,0	7,1	
C13		2,0		1,0	2,2	2,3	2,7	
C14		1,4	3,9	2,6	2,5	3,4	3,8	
C15		0,8	4,1	1,5	2,1	2,5	11,5	
040		0,9	1,8	1,6	1,6	2,0	3,1	

se nadaljuje

nadaljevanje: Priloga C2. Vsebnost V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn in As določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	Element (mg/kg)							
	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As
177		15,6	2,9	20,8	2,3	3,2	5,2	
215		8,8	3,5	19,0	3,8	5,0	4,5	
324		7,8	4,1	12,3	1,7	0,6	4,2	
400		10,1	4,1	17,7	2,2	1,1	3,0	
401		6,0	6,8	18,1	2,5		5,6	
404		3,9	6,2	9,8	2,1	1,2	3,8	
405		10,5	5,0	67,4	4,1	0,4	83,8	
442		5,2	18,7	8,7	2,5	0,7	3,7	
665		11,9	3,2	40,8	2,2	2,7	4,5	
H1		1,5	3,6	1,4	2,6	3,6	4,1	
H2		1,6	4,3	13,5	1,6	4,7	7,6	
H3		2,3	2,8	10,3	2,2	4,1	3,7	
H4		1,7	3,2	7,1	2,5	5,4	3,4	
H5		11,8	3,6	12,7	2,8	4,4	3,9	
H6		0,6	3,2	2,8	2,2	3,0	3,4	
H7		0,0	3,3	3,7	1,7	2,9	3,1	
H8		1,1	9,4	2,2	2,8	4,7	3,3	
H9		2,9	2,8	5,7	2,2	5,4	3,5	
H10		1,9	5,3	4,5	2,3	5,4	3,3	
H11		4,4	8,0	3,6	2,7	5,0	4,7	
H12			3,4	0,9	1,6	4,4	3,1	
H13		2,8	6,4	10,8	2,0	4,3	4,1	
H14		1,3	5,3	1,9	2,7	4,7	2,8	
H15			4,0	2,9	2,3	4,0	3,4	
661		12,9	4,8	23,6	1,9	5,7	3,5	

Priloga C3 . Vsebnost Pb, Br in Rb določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	Element (mg/kg)		
	Pb	Br	Rb
A1	1,7	0,9	0,6
A2	2,6		0,7
A3	3,6	1,2	1,1
A4	2,3		1,1
A5	2,7		1,0
A6	2,3	0,7	1,5
A7	2,4		1,2
A8	3,0	0,6	1,0
A9	2,5	0,7	0,8
A10	2,5		0,9
A11	1,9	0,7	1,0
A12	2,5	0,6	1,1
A13	2,3	0,7	0,8
A14	1,7	0,7	1,1
A15	2,5		1,2
A16			1,4
170	2,4	0,7	1,1
294	3,2	0,6	10,2
313	2,2	0,8	1,3
390	2,6		1,2
464	1,9		1,8
L1	1,3	1,5	3,1
L2	1,5	0,6	8,7
L3	1,9	1,4	5,5
L4	1,3	1,2	2,3
L5	2,2	1,3	7,5
L6	1,4	1,5	8,7
L7	2,5	1,1	12,2
L8	1,5	1,7	3,8
L9	1,6	1,6	3,2
L10	2,3	0,7	2,2
L11	1,7	1,4	5,3
L12	1,6		4,0
L13	1,4		4,9
L14	1,8		2,6
L15	1,3		5,1
214	1,9	1,0	8,4
224	3,5	1,3	7,5
250	2,5	0,9	13,2
331	3,1	1,0	15,0
610	2,7	0,9	8,0

se nadaljuje

Nadaljevanje priloge C3. Vsebnost Pb, Br in Rb določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	Element (mg/kg)		
	Pb	Br	Rb
K1	2,2		19,3
K2	2,1		10,3
K3	2,7	1,5	15,3
K4			33,2
K5	2,3	1,1	26,0
K6	2,8	1,0	23,8
K7	2,5	0,7	10,1
K8	2,7		31,4
K9	2,8		22,7
K10	2,2		18,9
K11		1,1	15,6
K12		0,9	10,9
096	1,7	0,8	8,0
178	2,5	0,9	4,2
408	1,5		9,0
454	3,1	1,1	12,3
457			4,6
465	2,6	0,9	6,7
475	2,0	1,1	9,5
664	2,3		7,1
S1	1,7	0,8	10,5
S2	3,6	1,0	9,8
S3	1,3	0,9	17,6
S4	1,4		10,0
S5	1,8		8,5
S6	1,4		7,3
S7	1,6		19,1
S8	1,6		13,5
S9			8,9
S10			18,3
S11	1,6	0,7	10,7
S12	1,4		18,6
S13	1,4		10,8
S14	1,4		15,9
S15	1,3		17,9
078	1,3		10,4
121	2,4	0,7	9,3
205	2,8	0,9	9,4
280	2,1	0,8	22,7
432	2,5		17,8
666	3,8	1,2	11,7

se nadaljuje

Nadaljevanje priloge C3. Vsebnost Pb, Br in Rb določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	Element (mg/kg)		
	Pb	Br	Rb
G1	1,2		14,5
G2	2,5	0,8	11,6
G3	1,8	1,0	7,4
G4	1,7	0,5	7,2
G5	1,1		10,2
G6	1,2	1,3	19,5
G7	1,2	0,7	12,5
G8	1,3		18,5
G9	2,8	0,8	8,9
G10	1,9		8,6
G11	1,5		10,3
G12	1,7	1,2	26,3
G13	2,4	1,4	17,4
G14	4,1		12,7
G15	2,0	1,1	6,8
004	1,7	0,7	14,0
081	1,7	1,5	4,3
083	2,5	1,3	8,9
088	2,1		7,9
173	1,7	0,2	1,6
202	3,2	1,2	7,5
283	2,3	0,8	16,2
417	2,5		9,4
429	1,8		19,1
500	3,8	0,6	7,1
520	2,2	0,8	12,2
C1	2,0		1,6
C3	3,1	1,1	3,3
C4	2,7	1,3	3,3
C5	1,4		4,9
C6	2,1	0,7	2,5
C7	4,8	0,7	2,1
C8	1,9		2,2
C9	2,3	0,9	8,2
C10	1,9	0,7	1,9
C11	2,5	1,0	2,1
C12	2,5		3,3
C13	1,6	0,6	2,3
C14	2,2	0,9	2,4
C15	3,0	0,9	5,3

se nadaljuje

Nadaljevanje priloge C3. Vsebnost Pb, Br in Rb določenih z TXRF metodo v analiziranih vzorcih medu

Št. vzorca	Element (mg/kg)		
	Pb	Br	Rb
040	1,5	0,6	3,1
177	3,0	0,7	0,7
215	2,4	0,9	10,6
324	1,6		9,0
400	2,8	1,4	2,1
401	1,9		8,5
404	2,0	0,7	8,7
405	2,1	0,9	1,7
442	2,8		8,7
665	1,9		1,2
H1	2,7		9,1
H2	2,0	0,6	20,9
H3	1,2		23,2
H4	1,2	0,9	23,8
H5	1,4	0,6	11,1
H6	1,2	0,5	15,9
H7	2,0	1,1	16,1
H8	2,6	0,6	24,1
H9	2,3		20,2
H10	2,0		17,4
H11	2,4		21,8
H12	2,0	0,7	23,5
H13	2,2	0,8	24,9
H14	1,6	0,7	7,8
H15	1,2		25,0
661	2,2		16,3

Priloga D. Povprečne vsebnosti pepela, SEP in vseh elementov v posamezni vrsti medu

Vrsta medu	Pepel (%)	SEP (mS/cm)	Vsebnost vseh elementov (mg/kg)
akacijev	0,065	0,242	610
lipov	0,268	0,764	2030
cvetlični	0,205	0,676	1750
kostanjev	0,666	1,481	3840
gozdni	0,504	1,202	3220
smrekov	0,565	1,347	3390
hojev	0,521	1,238	3210