

PRIMERJAVA NEKATERIH FIZIKALNIH IN KEMIJSKIH LASTNOSTI RAZLIČNIH VRST MEDU

raziskovalna naloga

avtorji:

Anže Godicelj, Ula Rezec, Deja Šelih

mentor:

Boštjan Štih

KAZALO

Kazalo slikovnega gradiva	2
povzetek.....	3
1 UVOD.....	4
1.1 Teoretske osnove	4
1.1.1 Delitev medu po izvoru	4
1.1.2 Sestava nektarja.....	4
1.1.3 Gozdni med	4
1.1.4 Sestava medu.....	5
1.1.5 Fizikalne lastnosti medu.....	5
1.2 Opis raziskovalnega problema	7
1.3 Hipoteze	7
1.4 Metode dela	8
1.4.1 Izbira vzorcev	8
1.4.2 Določanje gostote medu.....	9
1.4.3 Določanje pH vrednosti medu.....	9
1.4.4 Določanje vsebnosti vode in sladkorjev v medu	10
1.4.5 Določanje električne upornosti	10
1.4.6 Določanje viskoznosti.....	11
2 OSREDNJI DEL.....	12
2.1 Opis raziskovalnih rezultatov.....	13
2.1.1 Gostota posameznih vrst medu	13
2.1.2 pH vrednosti vodne raztopine medu	14
2.1.3 Delež vode v posameznih vrstah medu.....	15
2.1.4 Delež sladkorja v medu	16
2.1.5 Viskoznost posameznih vrst medu.....	17
2.1.6 Električna upornost posameznih vrst medu.....	18
2.1.7 Zveza med deležem sladkorja in gostoto medu	19
2.1.8 Zveza med deležem sladkorja in viskoznostjo medu.....	20
2.1.9 Zveza med električno upornostjo in pH vrednostjo	21
2.2 Diskusija	22
3 ZAKLJUČEK.....	24
4 VIRI IN LITERATURA	25
4.1 Literatura	25
4.2 Spletni viri	25
4.3 Viri slik	25

KAZALO SLIKOVNEGA GRADIVA

Slika 1: Merjenje mase medu za potrebe računanja njegove gostote	9
Slika 2: Merjenje električne upornosti medu	10
Slika 3: Merjenje časa padanja kroglice za potrebe določanja viskoznosti	12
Grafikon 1: Gostota posameznih vrst medu	13
Grafikon 2: pH vrednosti vodnih raztopin posameznih vrst medu.....	14
Grafikon 3: Delež vode v posameznih vrstah medu	15
Grafikon 4: Delež sladkorja v posameznih vrstah medu	16
Grafikon 5: Viskoznost posameznih vrst medu	17
Grafikon 6: Električna upornost posameznih vrst medu	18
Grafikon 7: Zveza med deležem sladkorja in gostoto medu	19
Grafikon 8: Zveza med deležem sladkorja in viskoznostjo medu	20
Grafikon 9: Zveza med električno upornostjo in pH.....	21

POVZETEK

Med je čebelji pridelek, ki lahko izvira iz cvetnega nektarja ali iz mane. Zanimale so nas njegove fizikalne in kemijske lastnosti in v ta namen smo testirali 8 vrst nektarjevega medu (Medex), 3 vrste maninega medu (Medex) in eno vrsto cvetličnega medu zasebnega čebelarja.

Ugotovili smo, da razen v električni upornosti ne obstajajo razlike med medovi nektarjevega oz. maninega izvora. Se pa domači med v nekaterih lastnostih, zlasti vsebnosti vode, sladkorja in viskoznosti zelo razlikuje od medu (Medex). Prav tako smo ugotovili logično povezavo med deležem sladkorja, gostoto in viskoznostjo ter električno upornostjo in pH vrednostjo vodne raztopine medu.

Pri delu smo uporabljali metodo eksperimentalnega dela ter elemente statistične analize podatkov.

1 UVOD

1.1 Teoretske osnove

Med je naravna sladka snov, ki ga izdelajo čebele *Apis mellifera*, iz nektarja cvetov ali izločkov iz živih delov rastlin ali izločkov na živih delih rastlin, ki jih čebele zberejo, predelajo z določenimi lastnimi snovmi, ga shranijo, posušijo in pustijo dozoreti v satju. Med je živilo živalskega izvora.

1.1.1 Delitev medu po izvoru:

- a) cvetlični med ali med iz nektarja - pridobljen je iz nektarja cvetov;
- b) med iz mane ali gozdni med - pridobljen je predvsem iz izločkov insektov (*Hemiptera*) na živih delih rastlin ali izločkov živih delov rastlin;

1.1.2 Sestava nektarja:

- Je vodna raztopina sladkorjev s primesmi aminokislin, organskih kislin, proteinov, lipidov, antioksidantov, dekstrinov in mineralov, eteričnih olj.
- Vsebnost sladkorjev je od 3 do 72 % . Čebelarjem je najbolj zanimiv nektar z 50% sladkorja.
- Specifična teža 1,02-1,35
- Vsebnost pepela (po sežigu) 0,023-0,45 %
- pH vrednost 2,7-6,4
- Glavni sladkorji: glukoza, fruktoza, saharoza
- Sekundarni sladkorji: galaktoza, riboza, maltoza, mannoza, melicitoza, rafinoza
- Dušične snovi, minerali, organske kisline, vitamini, aromatske snovi

1.1.3 Gozdni med:

- Mano izločajo žuželke (listne uši, kaparji, medvedji škrtarji), ki se hranijo s floemskimi sokovi dreves. V njihovem prebavnem traktu pride do pretvorbe sladkorjev in beljakovin rastlinskega soka z encimi.
- Organizem teh žuželk vsrka le majhen delež potrebnih snovi, predvsem sladkorjev (5-10%), preostanek pa ušica izbrizga na zadku v obliki sladke kapljice.
- Zaradi biokemijske pretvorbe ne moremo več govoriti o floemskem soku, saj ima tekočina drugačno sestavo. Zdaj je to medena rosa ali mana, ki jo v obliki lepljivih kapljic najdemo na listih različnih dreves (jelke, smreke, macesna, hrasta, bora, kostanja, vrbe, bukev, lipe, javorja, jesena itd.

Sestava mane :

- Specifična teža 1,0 do 1,3
- pH vrednost 5,1-7,9
- Skupna vsebnost dušika 0,2-1,8 % v suhi snovi
- Vsebnost vode do 50 % in več
- Količina ogljikovih hidratov znaša 90 do 95 % suhe snovi
- Glavna sestavina so sladkorji, nekateri za čebele niso privlačni; melicitoza povzroča hitro kristalizacijo medu v satju.
- Včasih so v mani snovi, ki jih rastlinski floem sploh ne vsebuje – posledica delovanja endosimbiontov (mikroorganizmi) v posrednikih medenja.

1.1.4 Sestava medu

Med vsebuje največ ogljikovih hidratov, nekaj vode in majhne količine številnih drugih substanc. V medu sta najpomembnejša sladkorja glukoza in fruktoza, saj skupaj sestavljata kar 85-95 % skupne količine ogljikovih hidratov. Poleg teh dveh sladkorjev vsebuje med še številne druge sladkorje, različne disaharide (saharozo, maltozo, koibiozo, izomaltozo, nigerozo itd.) in trisaharide (melicitozo, erlozo, maltotriozo itd.).

Delež in navzočnost posameznih sladkorjev v medu sta odvisna od izvora medu. S senzoričnega in fizikalnega stališča je pomembno predvsem razmerje glukoza : fruktoza. To razmerje nam skupaj z razmerjem glukoza : voda pomaga predvideti, kako hitro bo med kristaliziral. Med, ki vsebuje majhno količino glukoze in veliko količino fruktoze, ostane dalj časa tekoč.

Med vsebuje tudi majhne količine **kislin**, ki vplivajo na okus medu. V medu so: jabolčna, jantarna, citronska, vinska, ocetna, oksalna, maslena, mlečna, mravljinčna idr. kisline. Pravilnik o medu (1999) določa, da v 1 kg medu ne sme biti več kot 40 mg prostih kislin.

Med vsebuje še majhne količine **beljakovin in aminokislin**, ki delno izvirajo iz paše, delno pa jih med proizvodnjo medu dodajajo čebele same, kot to velja npr. za aminokislino PROLIN. (Prolin je pomemben pri ugotavljanju ponarejenosti medu).

Mineralne snovi in vitamine najdemo v medu le v majhnih količinah. Manin med vsebuje več mineralov, najpomembnejšimi med njimi je kalij.

Naravne strupe v medu (iz nekaterih vrst rododendronov) je mogoče najti v nekaterih državah, npr. v Turčiji, Novi Zelandiji, na Japonskem itd. Med iz Srednje Evrope ne vsebuje teh strupenih snovi.

Zaradi visoke koncentracije sladkorjev se **mikroorganizmi** v medu tako rekoč ne morejo razmnoževati. Če med vsebuje spore hude gnilobe, za človeka ni nevaren. Zaradi nevarnosti okužbe pa ne sme biti dostopen čebelam.

Kvasovke se v medu razmnožujejo, če ta vsebuje večjo količino vode. Tak med se skisa, pokvari in ni primeren niti za ljudi, niti za čebele.

Nečistoče v medu izvirajo iz onesnaženega okolja ali iz kmetijske dejavnosti. V onesnaženem okolju med ogrožajo težke kovine (svinec, kadmij) in radioaktivno sevanje. Tudi v čebelarstvu uporabljamo različna sredstva, katerih ostanki prek voska lahko prehajajo v med. Problematična so zlasti nekatera sredstva za zatiranje varoje in voščene vešče ter antibiotiki.

1.1.5 Fizikalne lastnosti medu

Konsistenca medu: Med je lahko gosto oziroma redko tekoč, lahko pa je tudi kremni.

Specifična teža medu je od 1,35-1,44 g/cm³. Zlasti v večji posodi večkrat opazimo, da se med sčasoma sam razdeli v več plasti, to pa je znak različnega izvora medičine.

Viskoznost medu je odvisna od vsebnosti vode. Čim več vode vsebuje med in čim višja je temperatura, tem bolj je tekoč.

Toplotna prevodnost medu je podobna kot pri vodi in veliko manjša, kot npr. pri kovinah. Kristaliziran med ima desetkrat manjšo toplotno prevodnost kot tekoč med, zato se pri nestrokovnem segrevanju hitro pojavijo poškodbe medu.

Elektrolitska prevodnost medu je odvisna od vsebnosti mineralov. Z elektrolitsko prevodnostjo ugotavljamo tudi botanični izvor medu (ali je med cvetličnega ali maninega izvora).

Optične lastnosti medu so posledica vsebnosti sladkorjev, ki sukajo ravnino polarizirane svetlobe. Na splošno velja, da so cvetlični medovi levosučni (v njih je najpogostejša levosučnost fruktoze), medovi iz mane pa desnosučni (najpogosteje vsebujejo desnosučno glukozo); takšni sta tudi melicitoza in erloza.

1.2 Opis raziskovalnega problema

V naši raziskovalni nalogi želimo ugotoviti, kakšne so razlike v nekaterih fizikalnih in kemijskih lastnosti posameznih vrst medu, katera vrsta medu najbolj izstopa iz povprečja v pH vrednosti, vsebnosti vode, vsebnosti sladkorjev, električni upornosti, gostoti in viskoznosti.

Zanimajo nas odgovori na naslednja vprašanja:

1. Ali se medovi iz mane po fizikalnih in kemijskih lastnosti razlikujejo od medov, ki izvirajo iz cvetličnega nektarja?
2. Ali se domači med zasebnega čebelarja razlikuje po fizikalnih in kemijskih lastnostih od medu iz trgovine?
3. Ali obstajajo kakšne povezave med omenjenimi fizikalnimi in kemijskimi lastnostmi pri posamezni vrsti medu?

1.3 Hipoteze

Postavili smo naslednje hipoteze:

1. Medovi iz mane se po svojih fizikalnih in kemijskih lastnostih razlikujejo od medov cvetličnega izvora.
2. Domači med se po svojih fizikalnih in kemijskih lastnostih razlikuje od medu iz trgovine.
3. Med fizikalnimi in kemijskimi lastnostmi medu obstaja določena povezava.

1.4 Metode dela

1.4.1 Izbira vzorcev

Izbira medu na slovenskem tržišču je zelo pestra. Najdemo med domačih čebelarjev, med podjetja Medex, pa še veliko vrst uvoženega medu različnih proizvajalcev z različnimi dodatki, kot je suho sadje, limonin sok ipd. Najprej smo se odločili, da bomo testirali samo različne vrste medu podjetja Medex, ker smo sklepali, da je proizvodni proces podoben in lahko zaradi tega zanemarimo njegov vpliv na lastnosti medu.

Šli smo torej po nakupih in na policah trgovin nabrali vse vrste medu podjetja Medex, ki so bili na voljo. Tako smo testirali (našteta imena so navedena na etiketi na embalaži):

- cvetlični med
- planinski med
- hojev med
- lipov med
- sivkin med
- gozdni med
- rožmarinov med
- kostanjev med
- akacijev med
- žajbljev med
- travniški med

Kasneje pa smo se odločili, da bomo vendarle ugotavljali, ali se medovi ene vrste, a različnih proizvajalcev razlikujejo po svojih lastnostih. Tako smo testirali še:

- cvetlični med zasebnega čebelarja

1.4.2 Določanje gostote medu

Zaradi večje viskoznosti medu smo ocenili, da merjenje z areometrom ne pride v poštev, zato smo se odločili za določanje gostote preko mase in volumna medu. Najprej smo stehali prazen merilni valj iz umetne mase. Pri tem smo uporabljali elektronsko tehtnico BS150A z merilnim območjem 0-150 g in napako 5 mg. V merilni valj smo nalili okoli 30 mL medu in valj ponovno stehali. Tej masi smo odšteli maso praznega merilnega valja in tako dobili maso medu. Gostoto medu smo izračunali po enačbi:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

kjer je:

- ρ : gostota
- m : masa medu [g]
- V : prostornina medu [L]



Slika 1: Merjenje mase medu za potrebe računanja njegove gostote

1.4.3 Določanje pH vrednosti medu

Pri določanju pH vrednosti smo naleteli na težavo, saj se vrednost na pH metru nikakor ni hotela ustaliti. Podobno kot pri prejšnjem poskusu smo sklepali, da je težava v viskoznosti medu, zato smo se po premisleku odločili, da bomo pripravili raztopino medu v destilirani vodi in nato merili pH te raztopine.

Raztopino smo pripravili tako, da smo v merilno 50 mL merilno bučko zatehtali 25 g medu in z destilirano vodo dopolnili bučko do oznake. Z mešanjem smo med raztopili v vodi, nato pa raztopino prelili v čašo v kateri smo merili pH vrednost. Za merjenje pH vrednosti smo uporabljali elektronski pH meter Piccolo z območjem 0 - 14 in natančnostjo 0,02.

1.4.4 Določanje vsebnosti vode in sladkorjev v medu

Vsebnost vode smo določili z uporabo refraktometra za določanje preostanka vlage v medu RHD-90. Refraktometer smo najprej kalibrirali s kalibrirno tekočino. Nato smo s plastično žličko previdno nanесли vzorec medu na merilno prizmo tako, da je le-ta popolnoma prekrita in v vzorcu ni zračnih mehurčkov. Refraktometer smo držali vodoravno proti viru svetlobe in odčitali vsebnost vode tam, kjer mejna črta seka skalo. Po uporabi smo refraktometer očistili z destilirano vodo in z mehko krpo obrisali do suhega.

Na enak način smo odčitali vsebnost sladkorjev, le da smo uporabili drugo skalo.

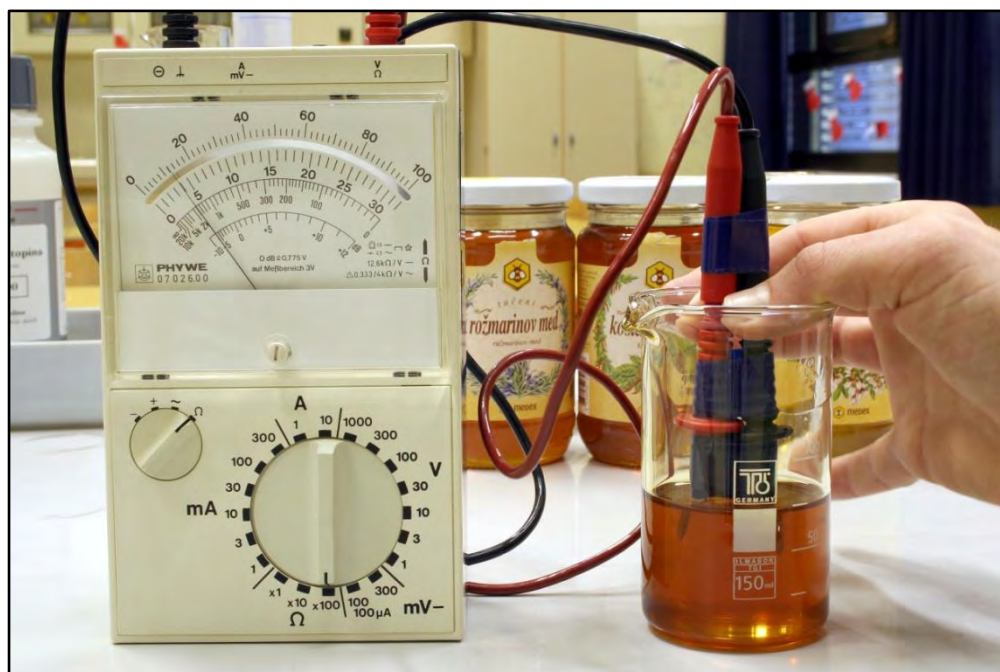


Slika 2: Refraktometer in njegova merilna skala

1.4.5 Določanje električne upornosti

Za določanje električne upornosti smo sestavili aparaturo iz analognega univerzalnega merilnega instrumenta Iskra, dveh jeklenih elektrod, debeline 2,5 mm in dolžine 1,5 cm, ki sta bili med seboj oddaljeni 3 cm.

Elektrodi smo potopili v med in na instrumentu odčitali električno upornost. Po vsakem merjenju smo elektrodi sprali z vročo vodo, nato še z destilirano in obrisali do suhega.



Slika 3: Merjenje električne upornosti medu

1.4.6 Določanje viskoznosti

Viskoznost je mogoče meriti na več načinov, mi smo se odločili za merjenje časa padanja kroglice v medu in računanje koeficienta viskoznosti. Na padajočo kroglico delujejo:

- sila upora
- sila teže
- vzgon

Ker pri viskoznih tekočinah na začetku pospešeno gibanje kroglice slej ko prej preide v enakomerno, velja enačba:

$$\eta = \frac{2g(\rho - \rho_0)r^2}{9v}$$

kjer je:

- η : koeficient viskoznosti [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$]
- g : gravitacijski pospešek [m/s^2]
- ρ : gostota kroglice [kg/m^3]
- ρ_0 : gostota medu [kg/m^3]
- r : polmer kroglice [m]
- v : hitrost padanja kroglice [m/s]

Omenjena enačba velja le, če je hitrost padanja majhna, sicer bi bilo potrebno enačbo popraviti.

Hitrost padanja kroglice smo izračunali iz časa padanja na določeni razdalji. 250 mL čašo smo napolnili z medom in tik nad gladino namestili jekleno kroglico, polmera 16 mm. Ko smo kroglico spustili v med, smo merili čas padanja na razdalji, ko se je kroglica gibala enakomerno. Ta razdalja je bila 2,5 cm. Čas smo merili tako, da smo pred čašo, napolnjeno z medom, postavili digitalno videokamero Moticam 2000 in s programsko opremo posneli padanje kroglice. Iz posnetka smo nato natančno določili čas, ko je kroglica dosegla začetno oznako in čas, ko je dosegla končno oznako. Iz razlike smo nato izračunali čas padanja na razdalji 2,5 cm.

Vse meritve smo izvajali pri temperaturi 20⁰ C.

Hitrost padanja kroglice smo izračunali po enačbi:

$$v = \frac{s}{t}$$

kjer je:

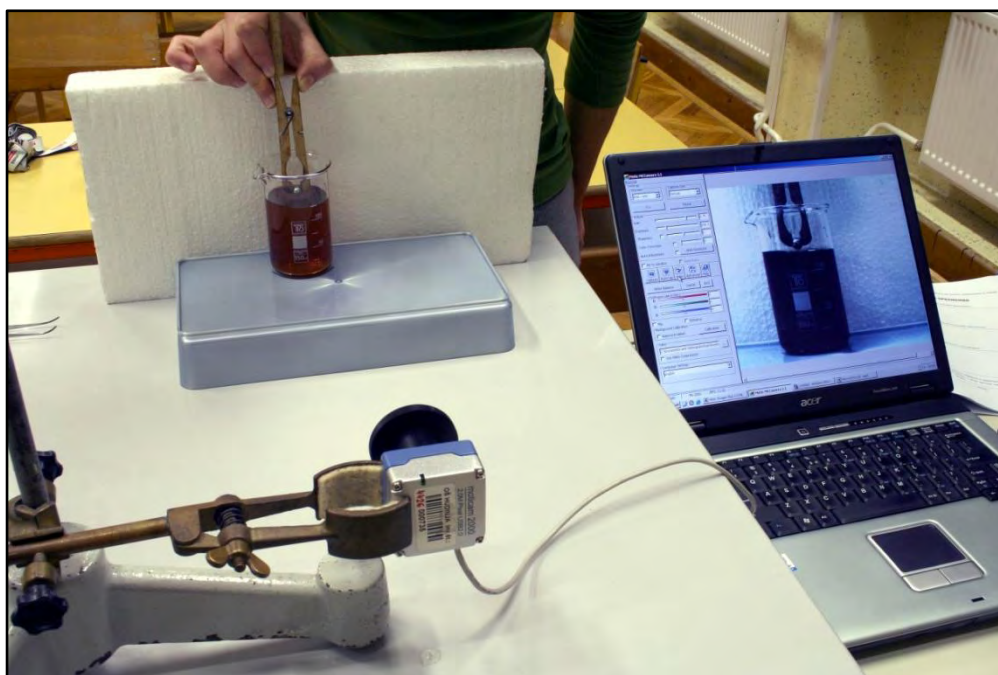
- s : razdalja, na kateri smo merili čas padanja [m]
- t : čas padanja na omenjeni razdalji [s]

Gostoto kroglice smo izračunali po enačbi:

$$\rho = \frac{3m}{4\pi r^3}$$

kjer je:

- m : masa kroglice [kg]
- r : polmer kroglice [m]

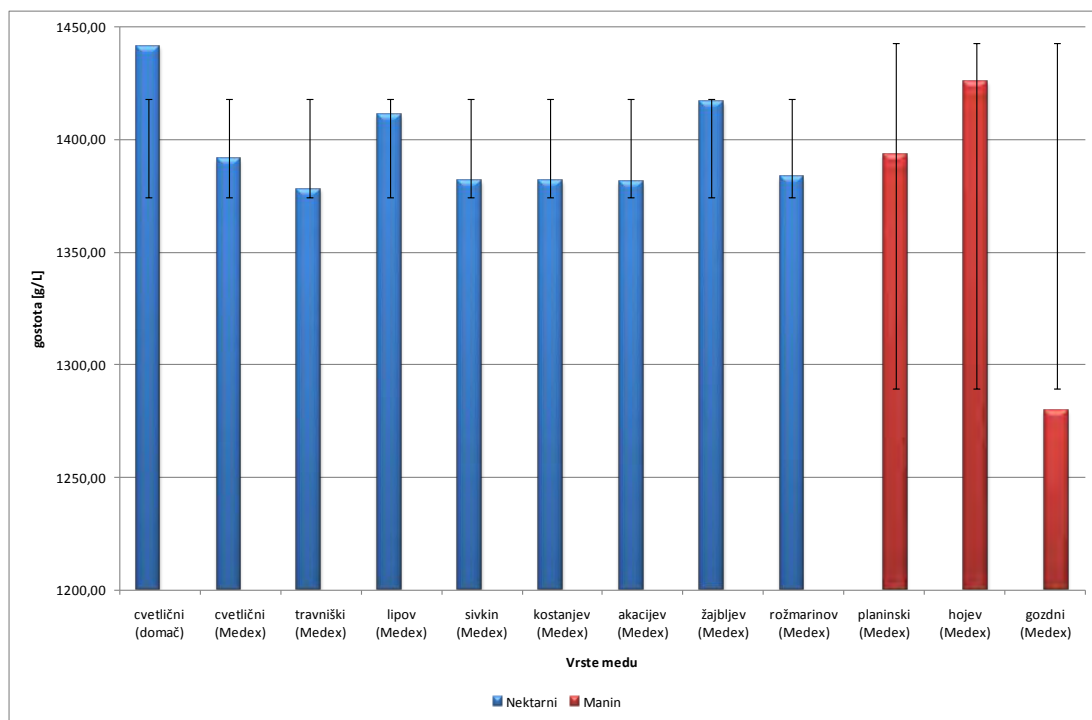


Slika 4: Merjenje časa padanja kroglice za potrebe določanja viskoznosti

OSREDNJI DEL

2.1 Opis raziskovalnih rezultatov

2.1.1 Gostota posameznih vrst medu



Grafikon 1: Gostota posameznih vrst medu

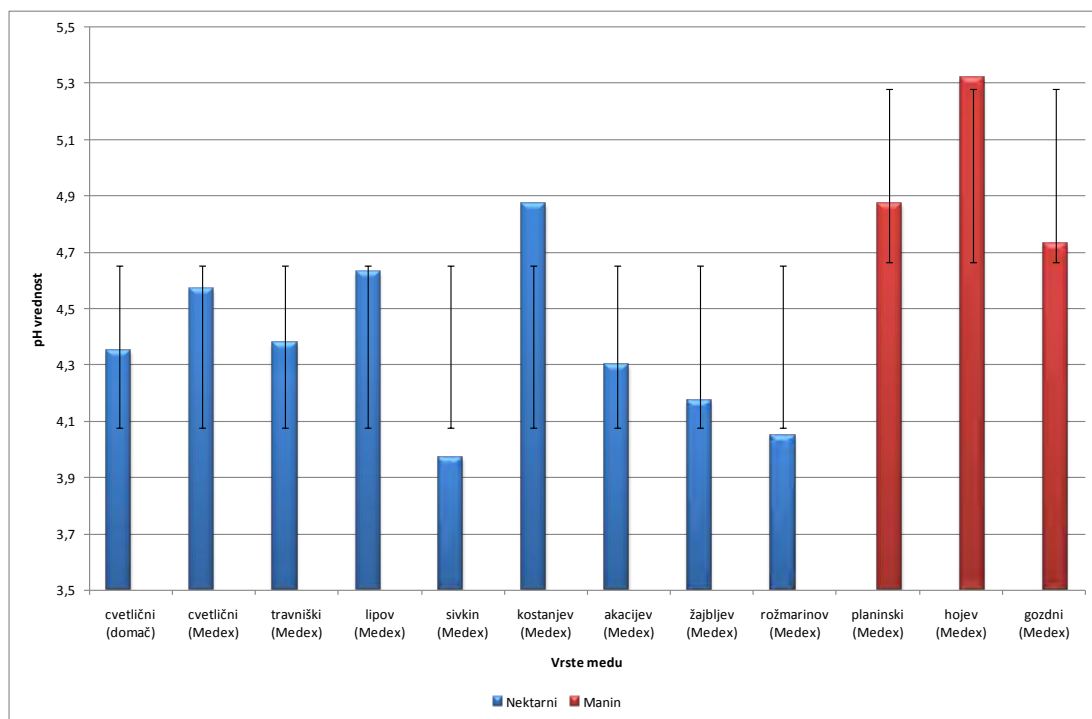
Grafikon prikazuje izračunane vrednosti gostote posameznih vrst medu. Navpične črte prikazujejo vrednost standardnega odklona. Izračunana povprečna gostota medu nektarnega izvora je 1400 ± 23 g/L, maninega medu pa 1366 ± 73 g/L.

Iz prikazanih rezultatov je razvidno, da ima med maninega izvora sicer nižjo povprečno gostoto kot med nektarnega izvora, a med njima ni statistično pomembne razlike.

Od medov nektarnega izvora izstopata cvetlični med zasebnega čebelarja z večjo gostoto od povprečne, med gostotami ostalih vrst medu iz te skupine pa ni pomembnih razlik. Od medov maninega izvora pa izstopa gozdni med z manjšo gostoto od statističnega povprečja medtem, ko so ostale gostote medov iz te skupine v okviru povprečja.

Cvetlični med zasebnega čebelarja je po gostoti primerljiv s cvetličnim medom (Medex)

2.1.2 pH vrednosti vodne raztopine medu



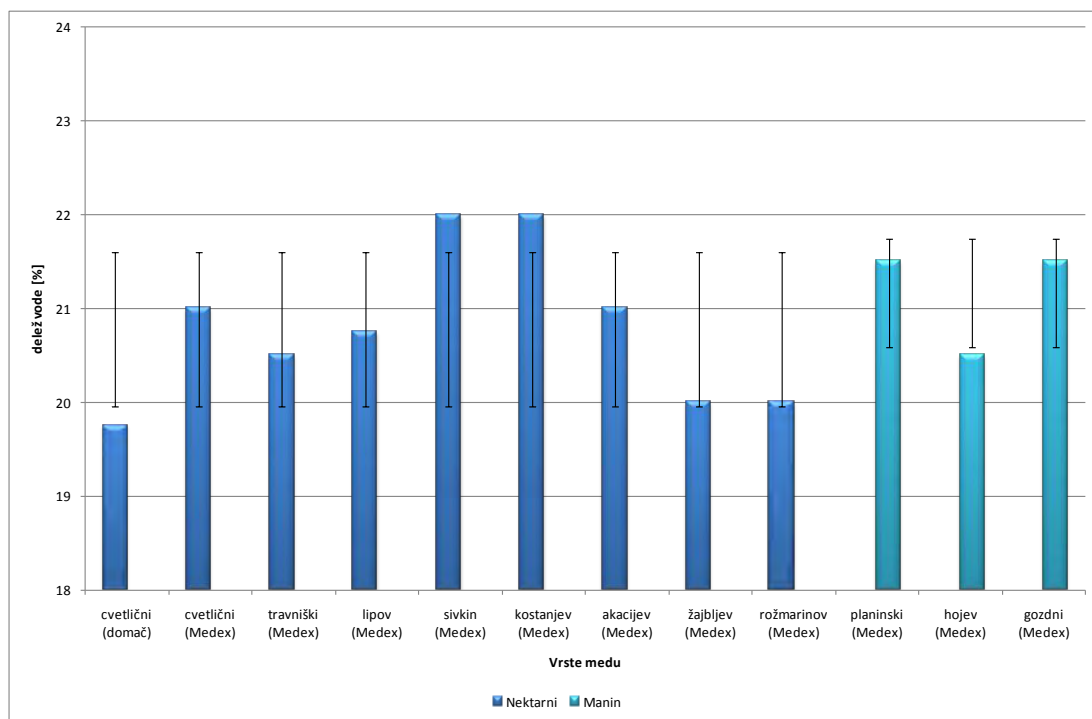
Grafikon 2: pH vrednosti vodnih raztopin posameznih vrst medu

Grafikon prikazuje izmerjene pH vrednosti vodnih raztopin posameznih vrst medu. Navpične črte prikazujejo vrednost standardnega odklona. Izračunana povprečna pH vrednost raztopine medu nektarnega izvora je $4,34 \pm 0,29$, raztopine maninega medu pa $4,97 \pm 0,31$.

Iz prikazanih rezultatov je razvidno, da imajo raztopine medov maninega izvora višjo povprečno pH vrednost kot raztopine medov nektarnega izvora, razlika med njima je statistično pomembna.

Od medov nektarnega izvora izstopata medova sivke in rožmarina s pH vrednostjo raztopine nižjo od povprečne ter kostanjev med, ki ima višjo izmerjeno pH vrednost raztopine od povprečne. Ostale pH vrednosti raztopin medov iz te skupine so v okviru povprečne. pH vrednosti raztopin maninih vrst medov so v okviru povprečne. Med zasebnega čebelarja je po izmerjeni pH vrednosti raztopine v okviru statističnega povprečja in je primerljiv s cvetličnim medom (Medex).

2.1.3 Delež vode v posameznih vrstah medu



Grafikon 3: Delež vode v posameznih vrstah medu

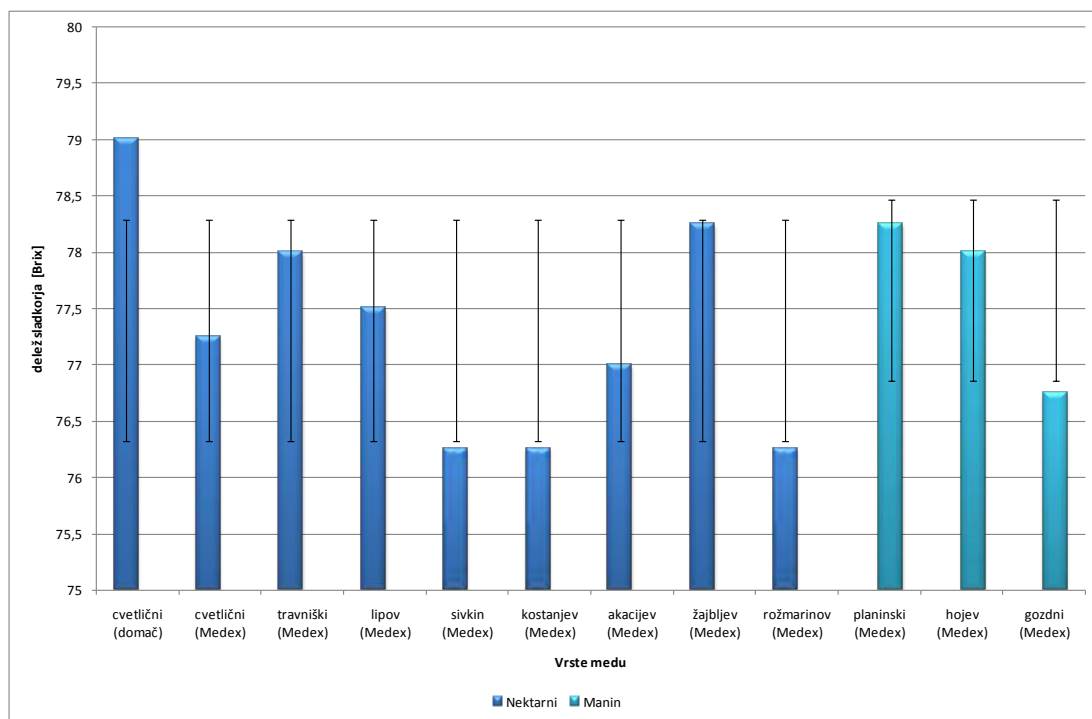
Grafikon prikazuje deleže vode v posameznih vrstah medu, ki smo jih izmerili z ročnim refraktometrom. Navpične črte prikazujejo vrednost standardnega odklona. Izračunan povprečen delež vode v medovih nektarnega izvora je $20,85 \pm 0,81\%$, pri medovih maninega izvora pa $21,2 \pm 0,6\%$.

Iz prikazanih rezultatov je razvidno, da je povprečen delež vode v medovih nektarnega izvora približno enak deležu vode v medovih maninega izvora.

Izmed medov nektarnega izvora izstopa cvetlični med zasebnega čebelarja z manjšim deležem vode od povprečnega. Izmed maninih medov pa izstopa hojev med, ki prav tako vsebuje manjši delež vode od povprečnega. Ostale vrste medov iz obeh skupin vsebujejo takšen delež vode, da je le-ta v okviru povprečnega deleža posamezne skupine.

Primerjava med cvetličnim medom zasebnega čebelarja in cvetličnim medom (Medex) kaže, da med njima obstaja opazna razlika v deležu vode, ki ga vsebujeta.

2.1.4 Delež sladkorja v medu



Grafikon 4: Delež sladkorja v posameznih vrstah medu

Grafikon prikazuje izmerjene deleže sladkorja v posameznih vrstah medu, ki smo jih izmerili z ročnim refraktometrom. Navpične črte prikazujejo vrednost standardnega odklona. Izračunan povprečen delež sladkorja v medovih nektarnega izvora je $77,23 \pm 0,96$ Brix, v medovih maninega izvora pa $77,7 \pm 0,8$ Brix.

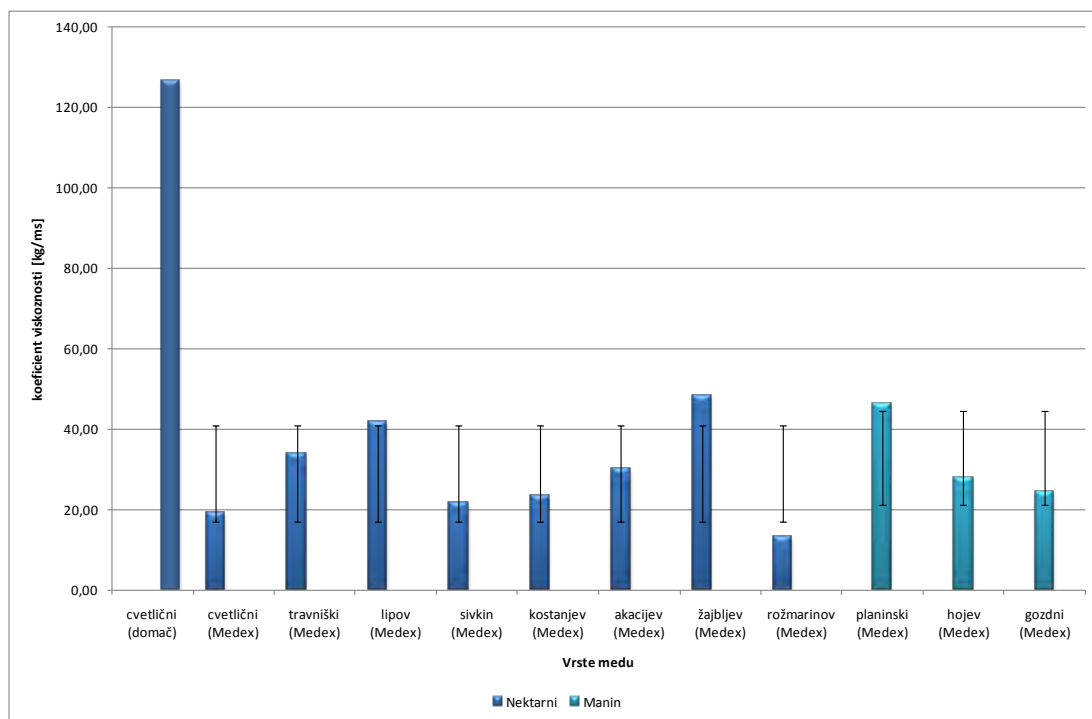
Iz rezultatov je razvidno, da se medovi nektarnega izvora po povprečnem deležu sladkorja ne razlikujejo od medov maninega izvora.

Izstopajo štiri vrste medov. Med nektarnimi sta to sivkin rožmarinov in kostanjev med (Medex) z deležem sladkorja, ki je pod povprečjem, podobno kot tudi gozdni med (Medex) iz skupine maninih medov.

Primerjava med cvetličnim medom zasebnega čebelarja in cvetličnim medom (Medex) kaže, da med njima obstaja opazna razlika v deležu sladkorja, ki ga vsebujeta.

Prav tako so opazne razlike v deležu sladkorja med posameznimi vrstami medu v okviru ene skupine.

2.1.5 Viskoznost posameznih vrst medu



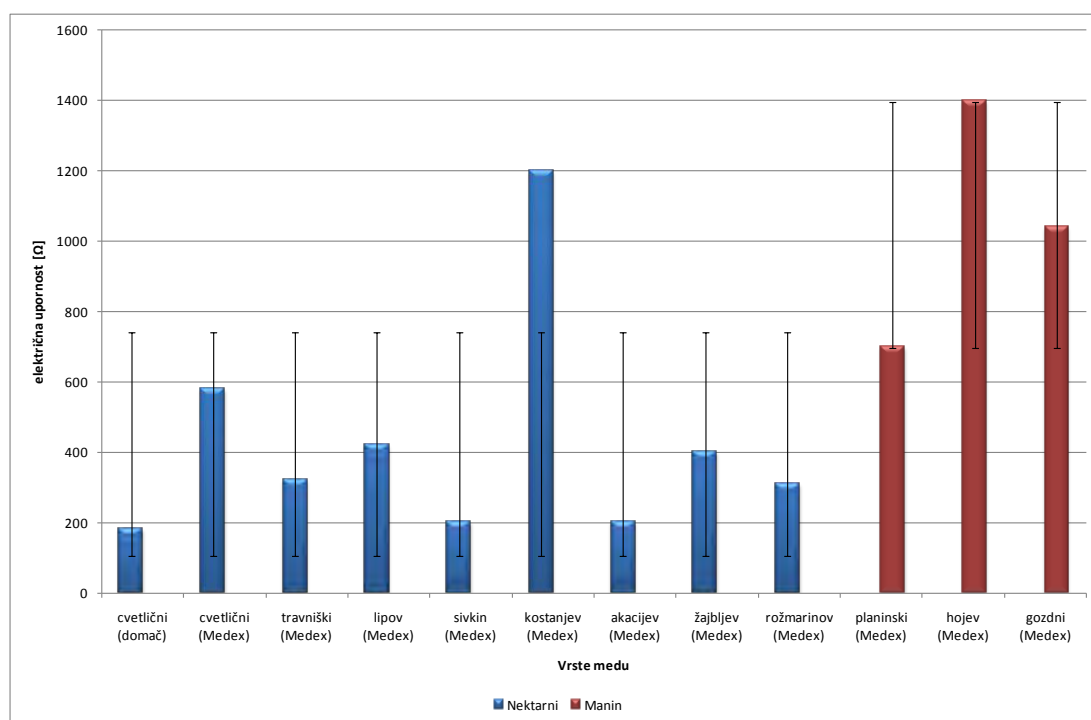
Grafikon 5: Viskoznost posameznih vrst medu

Grafikon prikazuje izračunane koeficiente viskoznosti, ki smo jih dobili na podlagi podatkov o hitrosti padanja kroglice v medu. Navpične črte prikazujejo vrednost standardnega odklona. Povprečen koeficient viskoznosti medov nektarnega izvora je $28,8,2 \pm 11,1$ kg/ms. V to povprečje ni zajet koeficient viskoznosti domačega cvetličnega medu, ker je nekajkrat večji. Povprečen koeficient viskoznosti medov maninega izvora pa je $32,8 \pm 11,6$ kg/ms. Iz tega lahko sklepamo, da ne obstajajo pomembne razlike med medovi maninega izvora in nektarnega izvora, čeprav pa so med posameznimi vrstami medu kar opazne razlike v viskoznosti.

Najbolj iz povprečja izstopajo žajbljev med iz skupine nektarnih medov ter planinski med iz skupine maninih medov, oba z viskoznostjo, ki je nad statističnim povprečjem, s podpovprečno viskoznostjo pa izstopa rožmarinov med iz skupine nektarnih.

Zagotovo pa najbolj izstopa cvetlični med zasebnega čebelarja, ki ima kar več kot šestkrat večji koeficient viskoznosti kot cvetlični med (Medex).

2.1.6 Električna upornost posameznih vrst medu



Grafikon 6: Električna upornost posameznih vrst medu

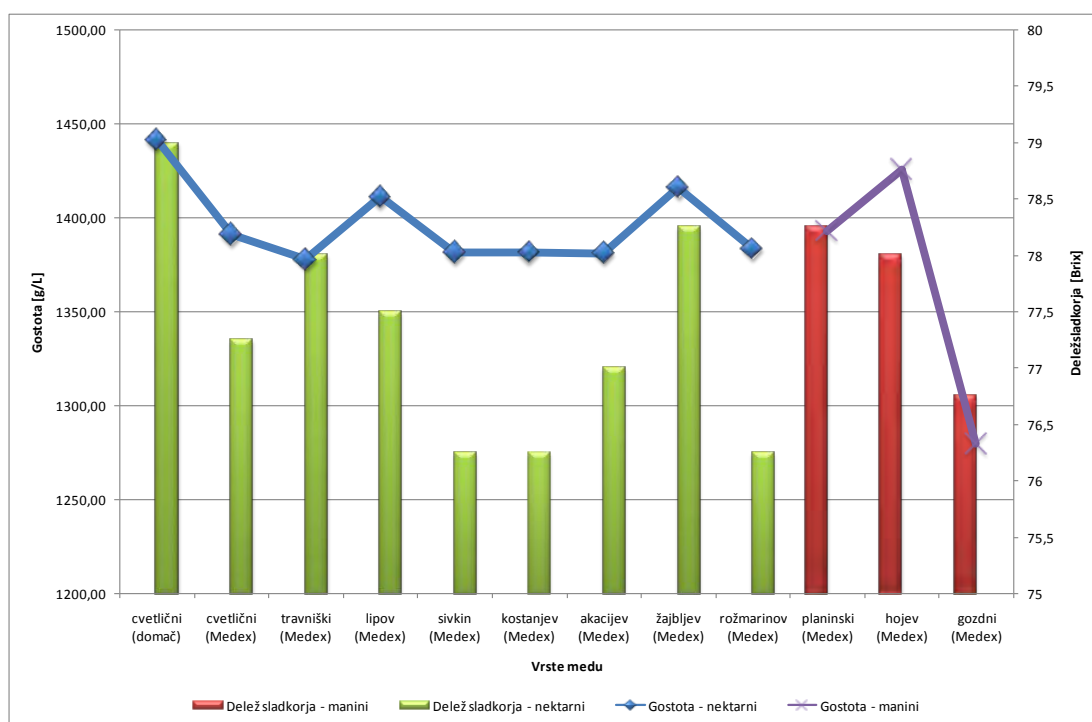
Grafikon prikazuje izmerjene vrednosti električnega upora posameznih vrst medu. Izračunana povprečna vrednost električnega upora pri nektarnih vrstah medu je $401 \pm 308,35 \Omega$, pri maninih vrstah medu pa $863 \pm 350 \Omega$.

Iz teh podatkov lahko sklepamo, da obstaja večja razlika med medovi nektarnega izvora in medovi maninega izvora. Med povprečnima vrednostima električnega upora obeh skupin obstaja statistično pomembna razlika.

Med nektarnimi vrstami ima največji upor kostanjev med, saj je le-ta kar šestkrat večji od najnižje izmerjene vrednosti v isti skupini.

Prav tako obstaja razlika med električnim uporom cvetličnega medu zasebnega čebelarja in električnim uporom cvetličnega medu (Medex), saj je slednji skoraj trikrat večji od prvega.

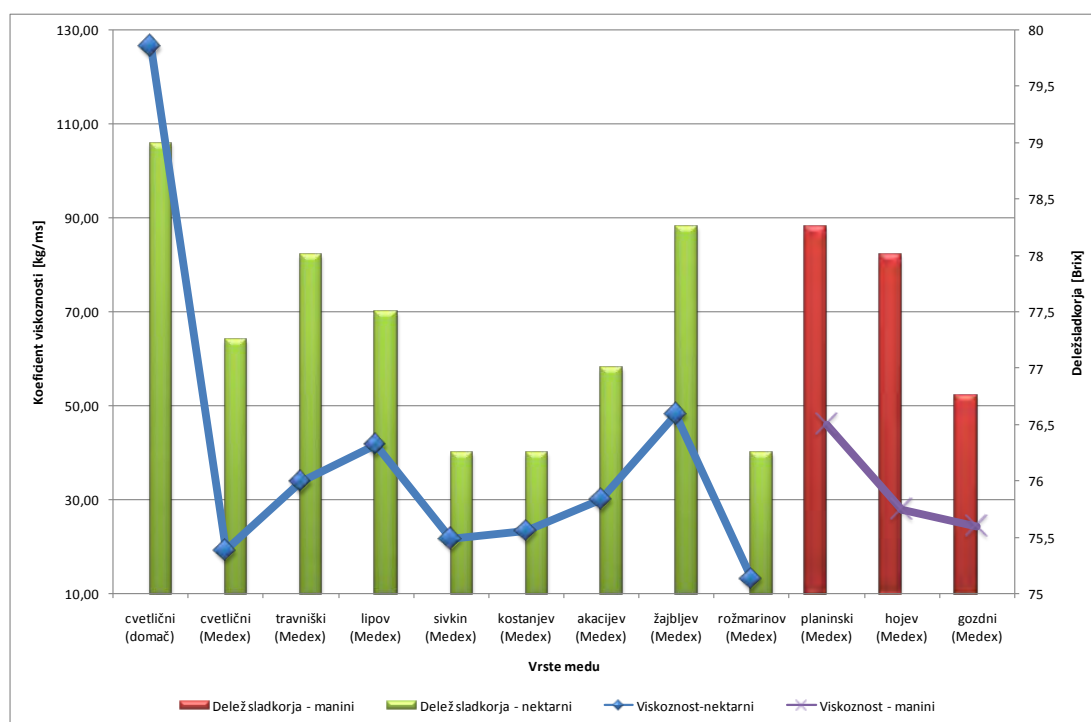
2.1.7 Zveza med deležem sladkorja in gostoto medu



Grafikon 7: Zveza med deležem sladkorja in gostoto medu

Iz grafikona je razvidno ujemanje med izračunanimi podatki za gostoto medu in izmerjenim deležem sladkorja v medu. Ujemanje je boljše pri medovih nektarnega izvora kot pri maninih.

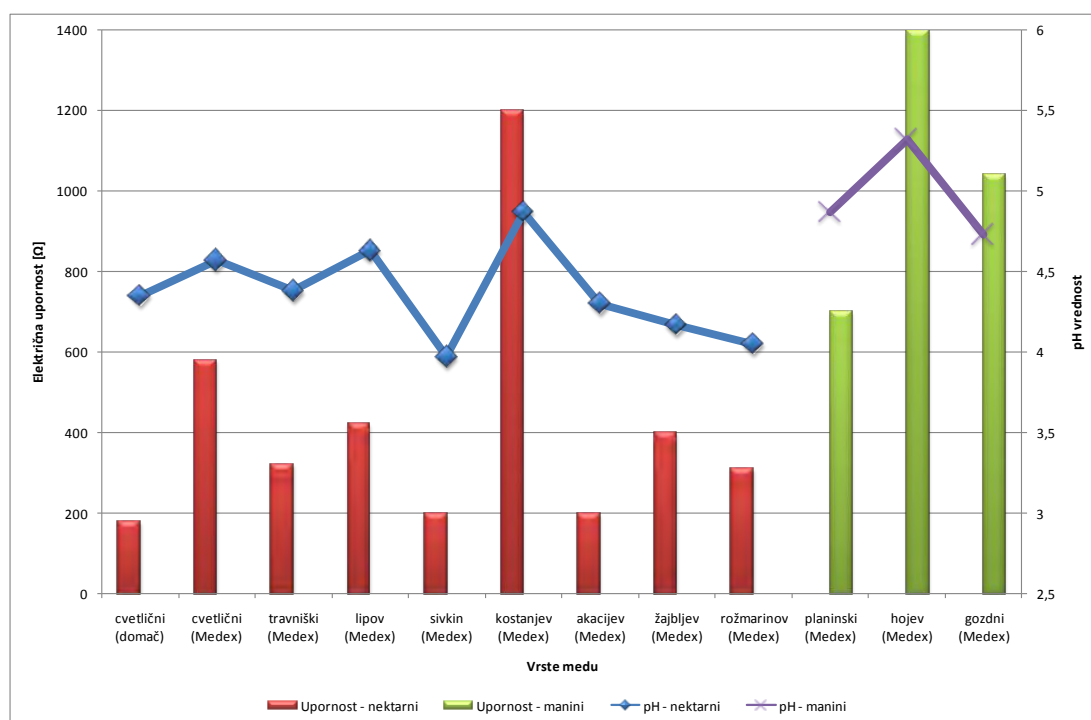
2.1.8 Zveza med deležem sladkorja in viskoznostjo medu



Grafikon 8: Zveza med deležem sladkorja in viskoznostjo medu

Iz grafikona je razvidna jasna zveza med viskoznostjo medu in deležem sladkorja v njem. Z večanjem deleža sladkorja v medu se veča tudi njegova viskoznost. Pri tej zvezi ni zaznati razlike med medom nektarnega in maninega izvora.

2.1.9 Zveza med električno upornostjo in pH vrednostjo



Grafikon 9: Zveza med električno upornostjo in pH

Zveza med električno upornostjo medu in pH vrednostjo vodne raztopine medu je zelo izrazita. Med z večjo upornostjo ima tudi večjo pH vrednost in obratno. Oboje velja tako za med nektarnega kot tudi maninega izvora.

2.2 Diskusija

V naši raziskovalni nalogi smo pod drobnogled vzeli med, živilo, ki ga vsi poznamo in za katerega vemo, da je zelo zdrav. Nas pa so bolj zanimala njegove fizikalne in kemijske lastnosti v povezavi z njegovim izvorom. Postavili smo tri hipoteze.

V prvi hipotezi smo napovedali, da se medovi iz mane po svojih fizikalnih in kemijskih lastnostih razlikujejo od medov cvetličnega izvora.

To hipotezo lahko ovržemo, saj je obstajala razlika samo v primerjavi povprečne električne prevodnosti maninih in nektarnih medov. Pri primerjavi povprečne pH vrednosti raztopin nektarnih in maninih medov smo prav tako zaznali razliko, a ta ni bila statistično pomembna. Razlog za to verjetno tiči v sestavi mane oz. nektarja. Kot navaja Plut (2009)⁶, je pH nektarja med 2,7 in 6,4 in poleg drugih snovi vsebuje še organske kisline, medtem ko je pH vrednost mane med 5,7 in 7,9, vsebuje med drugim še amide in aminokisline. So pa zaznavne razlike med posameznimi vrstami medu pri vseh fizikalnih in kemijskih lastnostih, ki smo jih spremljali.

V drugi hipotezi trdimo, da se cvetlični med zasebnega čebelarja po fizikalnih in kemijskih lastnostih razlikuje od medu iz trgovine. To hipotezo lahko potrdimo z zadržkom, saj smo primerjali samo dve vrsti cvetličnega medu, enega od zasebnega čebelarja in drugega od podjetja Medex. Za natančnejšo potrditev bi bilo potrebno zbrati cvetlični med večih proizvajalcev s približno istega geografskega okoliša, saj bi morala biti paša čebel podobna, za kar pa nam je zmanjkalo časa. Kljub temu pa lahko ugotovimo naslednje:

- Gostota domačega cvetličnega medu je večja od gostote vseh vrst nektarnih medov iz trgovine.
- pH vrednost vodne raztopine domačega medu je nekje na sredini med pH vrednostmi vodnih raztopin nektarnih medov iz trgovine.
- Delež vode je v domačem medu precej nižji kot pri medovih iz trgovine, iz česar lahko sklepamo, da je testirani domači med najboljše kvalitete, saj kot navaja Plestenjak (1999)⁴, med vrhunske kvalitete ne sme vsebovati več kot 18,6% vode, pa tudi slovenski pravilnik o medu dovoljuje največ 20% vode v medu (Pravilnik o medu, 2004)⁵. Naše izmerjene vrednosti so sicer višje od te, to pa zaradi tega, ker smo vsebnost vode merili čisto na koncu vseh poskusov, ko je bil med že precej časa odprt. Higroskopičnost pa je lastnost medu, da absorbira in zadržuje zračno vlago (Božnar in Senegačnik, 1998)¹. Zaradi tega so tudi naše izmerjene vrednosti za delež vlage višje.
- Delež sladkorja je v domačem medu precej večji kot v medovih iz trgovine. Kot navaja Božnar (2002)², je sestava medu splet vplivov okolja, klime, botaničnega izvora in spretnosti čebelarja, njegove fizikalno-kemijske lastnosti pa so odvisne od nektarja oz. od mane.

⁶ http://www.cebelarska-zveza-slo.si/cebele_pridelki_med.php (21. 2. 2009)

⁴ Plestenjak, A.: Fizikalno kemijske lastnosti medu, zakonodaja, vzorčenje. V: Pridelava in kontrola medu v okviru kolektivne blagovne znamke za slovenski med, Čebelarstva zveza Slovenije in Biotehniška fakulteta, Ljubljana 1998, str. 14-17

⁵ Pravilnik o medu, 2004, Uradni list Republike Slovenije 14, 31, str. 3611-3612

¹ Božnar, A., Senegačnik, J.: Od čebele do medu, Kmečki glas, Ljubljana 1998, str. 376 – 413

² Božnar, M.: Zaklad iz čebeljega panja, Kmečki glas, Ljubljana 2002, str. 39.

- Tudi viskoznost domačega medu je nekajkrat večja od viskoznosti medu iz trgovine. Ta lastnost je povezana z deležem vode, saj kot navajata Božnar in Senegačnik (1998)¹, je viskoznost medu odvisna predvsem od vsebnosti vode, sladkorja in temperature. Manj vode kot vsebuje med, bolj je viskozen.
- Električna upornost domačega medu se razlikuje od nekaterih vrst medu iz trgovine, od drugih pa spet ne.

Tretja hipoteza pravi, da med fizikalnimi in kemijskimi lastnostmi medu obstaja določena povezava. Tudi to hipotezo lahko potrdimo, kar pa ni pravzaprav nič presenetljivega. Prepoznali smo povezavo med deležem sladkorja in viskoznostjo medu. Bolj viskozen med vsebuje več sladkorja kot manj viskozen, kar je razvidno tudi iz grafikona 8. Iz grafikona 7 pa je razvidna tudi povezava med gostoto medu in vsebnostjo sladkorja, kar pa je pravzaprav tudi logično. Zasledili pa smo tudi povezavo med električno upornostjo medu in pH vrednostjo vodne raztopine, ki je razvidna iz grafikona 9 in je tudi logična. Med je snov z rahlo kislo pH vrednostjo, ker lahko vsebuje organske kisline. Kot navaja Glažar (2004)³ so organske kisline šibke kisline in njihov pH je odvisen od koncentracije oksonijevih ionov. Večja kot je koncentracija oksonijevih ionov, nižji je pH. Več oksonijevih ionov pa pomeni tudi večjo električno prevodnost oz. manjšo električno upornost. Prav to smo ugotovili tudi pri medu, saj so imele vodne raztopine medu, ki je imel večjo električno upornost tudi večji pH in obratno.

¹ Božnar, A., Senegačnik, J.: Od čebele do medu, Kmečki glas, Ljubljana 1998, str. 376 – 413

³ Glažar, S.A.: Kemija danes 2, DZS, Ljubljana 2004, str. 12

3 ZAKLJUČEK

Že Mojzes je, hoteč Izraelcem opisati bogastvo in izobilje obljubljenе dežele kanaanske, dejal, da se v njej cedita mleko in med. To dokazuje, kako zelo so cenili čebelarstvo že v davnih časih.

Namen naše raziskovalne naloge je bil predvsem, da s preprostimi eksperimenti, ki jih lahko izvedemo v šoli povežemo znanje fizike in kemije. Med se nam je zdel zelo primerna snov za raziskovanje, saj je lahko dostopen, pri delu z njim ni nevarnosti, pa se lahko še posladkamo.

Pri delu smo zelo uživali, saj smo se prvič srečali z izvajanjem meritev s pomočjo računalnika, spoznali smo refraktometer, ki ga prej nismo poznali in kar je tudi zelo pomembno: zdaj vemo, da če ne želimo imeti lepljivih prstov, si moramo na kruh namazati domač cvetlični med, ki je zelo viskozen in se nam ne bo cedil s kruha.

4 VIRI IN LITERATURA

4.1 Literatura

1. Božnar, A., Senegačnik, J.: Od čebele do medu, Kmečki glas, Ljubljana 1998, str. 376 – 413.
2. Božnar, M.: Zaklad iz čebeljega panja, Kmečki glas, Ljubljana 2002, str. 39.
3. Glažar, S.A.: Kemija danes 2, DZS, Ljubljana 2004, str. 12
4. Plestenjak, A.: Fizikalno kemijske lastnosti medu, zakonodaja, vzorčenje. V: Pridelava in kontrola medu v okviru kolektivne blagovne znamke za slovenski med, Čebelarstva zveza Slovenije in Biotehniška fakulteta, Ljubljana 1998, str. 14-17
5. Pravilnik o medu, 2004, Uradni list Republike Slovenije 14, 31, str. 3611-3612

4.2 Spletni viri

6. http://www.cebelska-zveza-slo.si/cebele_pridelki_med.php (21. 2. 2009)
7. http://www.slovenski-cebelarji.com/index.php?option=com_content&task=view&id=32&Itemid=109 (21. 2. 2009)

4.3 Viri slik

Vse slike v raziskovalni nalogi so avtorsko delo avtorjev naloge in mentorja.

IZJAVA

Mentor *Boštjan Štih*, v skladu z 2. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom *Primerjava nekaterih fizikalnih in kemijskih lastnosti različnih vrst medu*, katere avtorji so *Anže Godicelj, Ula Rezec* in *Deja Šelih*:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo (-ičino) dovoljenje, ki je hranjeno v šolskem arhivu;
- da Osrednja knjižnica Celje sme objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju.

Celje, 20. marec 2009

Podpis mentorja