



# Vsebnost elementov v medu

Besedilo in foto: **Urška Kropf**, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani

Med nastaja iz medičine, ki izvira bodisi iz nektarja bodisi iz mane. Glede na izvor medičine poznamo nektarne, manine in mešane vrste medu. Med zadnje spadata lipov in kostanjev med. Med cvetenjem lipa in kostanja se po navadi pojavi tudi množična populacija uši, bogatih proizvajalk drevesne mane, ki jo čebele tako kot nektar zelo rade nabirajo, saj je je obilo. Akacijev in cvetlični med sta nektarnega izvora, gozdni, smrekov in hojev med pa izvirajo iz mane.

Med je zelo kompleksna naravna mešanica ogljikovih hidratov in drugih sestavin. Lahko je tekoč ali kristaliziran, odvisno pač od vsebnosti vode in razmerja med ogljikovima hidratoma, ki ju je v medu največ, to je med fruktozo in glukozo. Med vsebuje tudi številne druge ogljikove hidrate, di- in tri-saharide. Poleg tega so v medu tudi beljakovine, proste aminokisliline, organske kisline, snovi z antioksidativnim delovanjem, različni encimi, vitamini in tudi številni elementi, ki jih včasih imenujejo tudi minerali.

Kadar govorimo o vsebnostih posameznih kemičnih elementov, izraz mineral ni najbolj primeren.

**Mineral** (iz latinske besede *minerallis* – *rudnina*) je naravna spojina z značilno kristalno zgradbo, nastala zaradi geoloških procesov. Pojem mineral ne

pomeni samo kemične sestave, ampak tudi zgradbo minerala. Zato je pravilnejši izraz **vsebnost elementov** v medu.

Analize so pokazale, da je v medu širok spekter elementov, vendar je njihova vsebnost razmeroma majhna. Največ je kalija (K). Ker ga je pogosto več kot 1 mg/kg medu, kalij štejemo med makroelemente. Razmerje 1 mg/kg je enako kot en gram na eno tono. Za lažjo predstavo: to je en ščepec soli v enem kubiku vode. Med mikroelementi, ki nastopajo v količinah več kot 1 mg/kg, so v medu: aluminij (Al), bor (B), barij (Ba), brom (Br), kalcij (Ca), klor (Cl), železo (Fe), magnezij (Mg), mangan (Mn), natrij (Na), fosfor (P), rubidij (Rb), žveplo (S), stroncij (Sr) in cink (Zn). Med elementi v sledovih (vsebnost je manjša od 1 mg/kg) pa v medu najdemo: kadmij (Cd), kobalt (Co), krom (Cr), baker (Cu), litij (Li), molibden (Mo), nikelj (Ni), selen (Se), svinec (Pb) in druge. Elementi v medu niso prosti, temveč so vezani na različne organske spojine (kisline, sladkorje, barvila ...).

## Določanje elementne sestave medu

Določanje elementne sestave medu je zahtevno iz več razlogov. Na prvem mestu je zelo majhna

Preglednica: povprečna vsebnost elementov (mg/kg) v vzorcih slovenskega medu

Vrsta medu	Število vzorcev	K	Cl	S	Ca	Mn	Na*	Rb	Fe*	Zn*	Br
akacijev ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	55	278	95,1	46,5	17,3	1,68	3,4	0,72	0,22	0,3	0,60
cvetlični	43	1120	264	55,5	61,0	3,12	13	2,97	0,64	1,2	0,65
lipov ( <i>Tilia</i> spp.)	32	1800	379	50,4	68,5	3,55	3,5	5,50	1,1	0,7	1,02
kostanjev ( <i>Castanea sativa</i> )	39	3590	240	42,4	148	23,2	8,2	17,0	0,71	0,8	0,55
gozdni	40	2940	310	56,5	59,2	6,74	10	13,7	2,7	4,0	0,59
smrekov ( <i>Picea abies</i> )	32	2950	322	70,1	46,9	7,07	8	13,9	3,0	3,0	0,58
hojev ( <i>Abies alba</i> )	30	3170	333	70,5	34,5	5,03	6	21,9	3,2	1,7	0,59

\* določeno z metodo INAA v štirih vzorcih medu

vsebnost elementov v medu. Ob pripravi vzorcev se lahko pojavi kontaminacija, saj je večina metod destruktivnih, to pa pomeni, da je treba vzorce medu pred analizo razkrojiti. Zato so boljša izbira nede-struktivne metode. Dve izmed teh metod sta rentgenska fluorescenčna spektrometrija s popolnim odbojem (TXRF) in instrumentalna nevtronska aktivacijska analiza (INAA), ki smo ju ob pomoči kolegov na Institutu Jožef Stefan uporabili v tej raziskavi.

Naslednja težava pri določanju elementov v medu je velika možnost kontaminacije z mikroelementi in elementi v sledovih med procesom pridobivanja medu. Med točenjem je namreč med večkrat v stiku z različnimi kovinskimi orodji in čebelarскими pripomočki (čebelarске vilice, nož, točilo, cedilo, kovinski sodi za shranjevanje medu). Temu se je tako rekoč nemogoče izogniti, saj bi že pri vzorčenju medu na terenu potrebovali strokovnjaka, ki bi med iztočil brez kontaminacije. To bi bilo zelo drago

in zamudno, zato raziskovalci medu ta postopek po navadi preskočimo in analiziramo že iztočen med ali celo med, pakiran v končno embalažo.

## Vsebnost elementov v slovenskem medu

Vzorci medu, ki smo jih na Biotehniški fakulteti zbirali v letih 2004, 2005 in 2006, so bili glede na senzorične lastnosti tipični predstavniki najpogostejših vrst medu v Sloveniji. Vzorce smo dobili neposredno od čebelarjev in jih do analiz shranili v plastični embalaži pri sobni temperaturi. V preglednici so predstavljene vsebnosti posameznih določenih elementov v akacijevem, cvetličnem, lipovem, kostanjevem, gozdnem, smrekovem in hojevem medu.

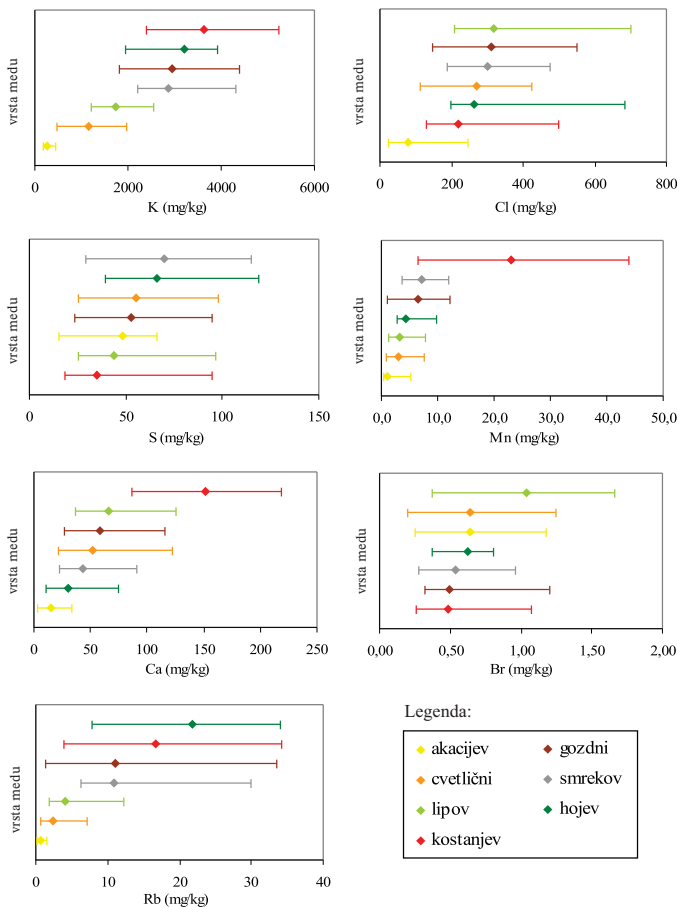
Razlike v povprečnih vrednostih posameznih elementov v različnih vrstah medu so zelo velike. Ugotovili smo, da je na podlagi vsebnosti elementov mogoče neznanemu vzorcu medu določiti botanično poreklo, torej vrsto.

V primerjavi z drugimi vrstami medu vsebuje najmanj vseh elementov akacijev med, torej je primeren tudi za ljudi, ki imajo dieto z nizkim vnosom kalija.

Gozdni, smrekovi, hojev in kostanjev med vsebujejo zelo veliko kalija. V primerjavi s preostalimi vrstami medu imajo ti medovi tudi precej več rubidija, pri drugih elementih pa nismo ugotovili takšnih razlik. Izjema sta le kalcij in mangan v kostanjevem medu, saj ju je v tej vrsti medu izjemno veliko. Ugotavljamo, da je vsebnost elementov povezana z barvo medu. Tokrat naj končam le s tem, da temni medovi vsebujejo več elementov, svetli pa manj, ter da je med iz mane bogatejši z elementi kot med iz nektarja.

Cvetlični in lipov med sta po vsebnosti elementov nekje v sredini med akacijevim in temnimi medovi. Cvetlični med nekoliko odstopa od drugih vrst samo po večji povprečni vsebnosti natrija, vendar bo treba to potrditi še z analizo večjega števila vzorcev.

Vsebnost natrija v slovenskem medu je glede na tuje podatke zelo majhna, to pa pojasnjujemo z oddaljenostjo od morja (kljub temu da je morje razmeroma blizu, še zlasti gledano po zračni črti, pa glede na relief in vremenske značilnosti v



Mediana (pika) in interval (ročaj) vsebnosti K, Cl, S, Mn, Ca, Br in Rb, določeno z metodo TXRF, v različnih vrstah medu slovenskega porekla

Sloveniji nima velikega vpliva na vegetacijo in zato tudi ne na sestavo medu pri nas). Vsebnost drugih analiziranih elementov je primerljiva z navedbami tujih avtorjev.

Na sliki so predstavljena območja vsebnosti, in sicer najmanjša (levi ročaj) in največja vsebnost (desni ročaj) ter mediana (srednja vrednost) nekaterih elementov, ki smo jih določali v različnih vrstah medu. Med medianami so opazne precejšnje razlike, podobno pa smo ugotovili tudi ob primerjavi povprečnih vrednosti zgoraj. Vendar pa so območja vsebnosti med vrstami po večini zelo podobna (glej: kalij v smrekovem, hojevem in gozdnem medu; rubidij v kostanjevem, hojevem, smrekovem in gozdnem medu). Samo pri nekaterih elementih so razlike tudi v intervalih med vrstami velike (mangan in kalcij v kostanjevem medu). Iz tega sledi, da primerjanje srednjih in povprečnih vrednosti (aritmetična sredina) ni vedno najboljša, saj so ob tem lahko spregledane številne podobnosti med vrstami medu.

### Vsebnost toksičnih elementov

Zelo pomemben vidik kakovosti medu je poznavanje vsebnosti različnih kontaminantov, ki v med lahko zaidejo zaradi kontaminacije okolja ali zaradi različnih dovoljenih ali nedovoljenih farmakoloških posegov. Nekateri raziskovalci navajajo, da lahko med vsebuje potencialno toksične elemente, kot so arzen, kadmij in svinec. Po njihovem mnenju je ta vrsta kontaminacije posledica zunanjih virov ali nepravilnih postopkov med predelavo in skladiščenjem. V vzorcih slovenskega medu smo določili izjemno majhne količine teh elementov, saj so bile pogosto pod mejo detekcije (ne moremo določiti točne vrednosti, temveč lahko rečemo le to, da je njihova vsebnost pod neko vrednostjo).

Ker je med živilo z nizko vrednostjo pH (kislo živilo), se med procesom točenja medu zaradi uporabe kovinskih orodij in med skladiščenjem v kovinskih posodah pojavi kontaminacija z elementi, kot so krom, svinec, cink. Zato je pri vzorčenju medu za analizo elementov treba poskrbeti, da so ti vplivi izključeni oziroma da so kar najmanjši. V naši raziskavi je bila vsebnost cinka v vseh analiziranih vzorcih majhna, to pa kaže, da vzorci niso bili podvrženi kontaminaciji.

Čeprav so številni raziskovalci prepričani, da bi si s poznavanjem vsebnosti toksičnih elementov v medu lahko pomagali pri ugotavljanju onesnaženosti okolja, je v dostopni literaturi le malo objav o njihovi vsebnosti. Neka poljska raziskava kaže, da so vzorci medu iz panjev v bližini mestnega in industrijskega okolja vsebovali več težkih kovin. V Makedoniji so ugotovili, da sta povečani vsebnosti kadmija

in bakra v medu posledica metalurške dejavnosti v okolici pasišča čebel. V neki slovenski raziskavi pa so ugotovili, da je z medom mogoče preveriti tudi onesnaženost okolja z žveplovim dioksidom.

### Sklep

Glede na vsebnost elementov je slovenski med zelo raznovrsten, vsebnost elementov pa je odvisna od botaničnega porekla medu, nektarja in/ali mane. Med iz mane vsebuje več elementov kot med iz nektarja. Na podlagi vsebnosti elementov je mogoče določiti vrsto medu. V mejnih primerih, kakršen je recimo akacijev med, mešan s cvetličnim, to izjemno hitro vpliva na sestavo elementov, saj je vsebnost kalija v takšnem vzorcu neznatno velika za akacijev med. Z vsebnostjo elementov v medu je mogoče preverjati tudi onesnaženost okolja, glede na elementni profil (razmerja med posameznimi elementi) medu določene vrste z različnih geografskih območij pa je mogoče določati in preverjati geografsko poreklo medu. ■

### Zahvala

Iskreno se zahvaljujemo vsem čebelarjem in čebelarским društvom, ki so nam podarili svoje vzorce medu. Skupaj smo zbrali več kot tisoč vzorcev ter jih vključili v več raziskav, diplomskih in doktorskih nalog. Hvala vsem, brez vašega medu nam ne bi uspelo.

### Viri:

- Đarmati, D., Bošković, L., Đarmati, Š. (1985): Ispitivanje nekih mikroelemenata u medu sa područja uža Šumadije. *Hrana i ishrana*, 26: 5-8.
- Garcia, J. C. R., et al. (2006): Preliminary chemometric study on the use of honey as an environmental marker in Galicia (northwestern Spain). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 7206-7212.
- Golob, T., et al. (2005): Determination of trace and minor elements in Slovenian honey by total reflection X-ray fluorescence spectroscopy. *Food Chemistry*, 91: 593-600.
- Kropf, U. (2009): Elementna in izotopska sestava medu iz različnih geografskih regij Slovenije. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 200 str.
- Ponikvar, M., Šnajder, J., Sedej, B. (2005): Honey as a bioindicator for environmental pollution with SO<sub>2</sub>. *Apidologie*, 36: 403-409.
- Stankovska, E., Stafilov, T., Šajn, R. (2008): Monitoring of trace elements in honey from Republic of Macedonia by atomic absorption spectrometry. *Environmental Monitoring and Assessment*, 142: 117-126.