

www.czs.si



Čebelarska zveza Slovenije
Brdo pri Lukovici 8
1225 Lukovica
tel: (01) 729 6100
faks: (01) 729 6132

Končno poročilo aplikativne raziskave Vzpostavitve evidence podatkov za določanje porekla medu

v skladu z Uredbo o izvajanju programa ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji v
letih 2020-2022 (Uradni list RS, 78/19, 85/20, 110/20 in 54/21)

Izvajalec:
Čebelarska zveza Slovenije (ČZS)
Institut Jožef Stefan (IJS) (podizvajalec)
Kemijski inštitut (podizvajalec)

Lukovica, julij 2022

Naslov: **Poročilo aplikativne raziskave**
Vzpostavitev evidence podatkov za določanje porekla medu

Naročnik: REPUBLIKA SLOVENIJA,
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO, GOZDARSTVO IN
PREHRANO
Dunajska cesta 22
1000 Ljubljana

Oznaka pogodbe: POGODBA št. 2330-21-000165

Izvajalec: Čebelarska zveza Slovenije
Brdo pri Lukovici 8
1225 Lukovica

Podizvajalci: Institut Jožef Stefan (podizvajalec)
Kemijski inštitut (podizvajalec)

Vodja projekta: dr. Andreja Kandolf Borovšak (ČZS) do maj 2022
Dr. Peter Kozmus

Sodelavci: prof. dr. Nives Ogrinc
dr. Doris Potočnik
dr. Lidija Strojnik
doc. dr. Tea Zuliani
Monika Škrjanc
prof. dr. Janez Plavec
dr. Damjan Makuc

Avtorji poročila: dr. Andreja Kandolf Borovšak, dr. Doris Potočnik, doc. dr. Tea Zuliani, dr. Lidija Strojnik, Monika Škrjanc, dr. Damjan Makuc, dr. Nataša Lilek, prof. dr. Janez Plavec, prof. dr. Nives Ogrinc, Ana Janžekovič

Rezultati so nastali v okviru Programa ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji v letih 2020-2022, ki je bil financiran iz sredstev državnega proračuna in proračuna Evropske unije.

Lukovica, 29.7.2022

Boštjan Noč, predsednik ČZS

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	6
2	PREGLED OBJAV.....	7
2.1	O MEDU.....	7
2.2	NASTANEK MEDU	8
2.3	SESTAVA MEDU.....	10
2.4	GEOGRAFSKO POREKLO MEDU	11
2.5	RAZLIKE MED RAZLIČNIMI BOTANIČNIMI TER GEOGRAFSKIMI POREKLI SLOVENSKEGA MEDU	12
2.6	METODE POMEMBNE ZA DOLOČANJE GEOGRAFSKEGA POREKLA MEDU	13
2.6.1	Elementna sestava.....	13
2.6.2	Razmerje stabilnih izotopv v medu	14
2.6.3	Hlapne organske spojine.....	15
2.6.4	NMR	15
3	MATERIAL IN METODE	16
3.1	VZORČENJE.....	16
3.2	ANALIZE MEDU	19
3.2.1	Stabilni izotopi.....	19
3.2.2	Elementna sestava medu.....	21
3.2.3	Hlapne organske spojine.....	21
3.2.4	NMR profiliranje	22
4	REZULTATI Z RAZPRAVO.....	23
4.1	STABILNI IZOTOPI.....	23
4.2	ELEMENTNA SESTAVA	26
4.3	HLAPNE ORGANSKE SPOJINE	36
4.4	NMR PROFILIRANJE.....	41
4.5	STATISTIČNA PCA ANALIZA – geografsko poreklo	46
5	ZAKLJUČKI.....	49
6	PODATKOVNA ZBIRKA.....	51
6.1	ZBRANI VZORCI.....	51
6.2	STABILNI IZOTOPI.....	53
6.3	ELEMENTNA SESTAVA MEDU	55
6.4	HLAPNE ORGANSKE SPOJINE	61

7	VIRI.....	68
----------	------------------	-----------

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Analizirani vzorci medu	17
Preglednica 2: Rezultati stabilnih izotopov v medu ter proteinih v medu	24
Preglednica 3: Rezultati elementne sestave medu (preglednica se nadaljuje na naslednjih straneh).....	27

KAZALO SLIK

Slika 1: Razlikovanje med vrstami medu – ajdov, akacijev, cvetlični, gozdni, hojev, kostanjev, lipov, OO (oljna ogrščica) in smrekov glede na stabilne izotope v medu in proteinih v medu ter elementno sestavo (LDA analiza)	33
Slika 2: Razlikovanje med vrstami medu – ajdov, akacijev, cvetlični, , lipov in OO (oljna ogrščica) glede na stabilne izotope v medu in proteinih v medu ter elementno sestavo (LDA analiza)	34
Slika 3: Razlikovanje med geografskimi regijami – alpska, dinarska, panonska in sredozemska glede na stabilne izotope v medu in proteinih v medu ter elementno sestavo (LDA analiza) .	35
Slika 4: Razlikovanje med vrstami medu – OO (oljna ogrščica), ajdov, akacijev, cvetlični, gozdni, hojev, kostanjev, lipov in smrekov glede na aromatski profil (LDA analiza)	37
Slika 5: Razlikovanje med vrstami medu – cvetlični, gozdni, hojev, kostanjev, lipov in smrekov glede na aromatski profil (LDA analiza).....	38
Slika 6: Primerjava aromatskega profila različnih vrst medu. Zaradi boljše preglednosti smo vključili samo spojine, katere imajo vsaj pri eni vrsti povprečno vrednost nad 5 %	39
Slika 7: Slika Razlikovanje med geografskimi regijami – alpska, dinarska, panonska in sredozemska glede na aromatski profil (LDA analiza)	40
Slika 8: Klasifikacija vzorcev različnih vrst in geografskega porekla iz NMR profiliranja 2021 in 2022 v dvorazsežnem prostoru glavnih komponent 1 in 2 (PCA). Vrsta medu vzorcev je označena z barvo simbola – legenda v zgornjem levem kotu. Geografska regija nabi. Napaka! Zaznamek ni definiran.	
Slika 9: aromatska regija 1D 1H spektrov vzorcev lipovega medu iz NMR profiliranja 2021 in 2022	Napaka! Zaznamek ni definiran.
Slika 10: Klasifikacija vzorcev različnih vrst iz NMR profiliranja 2021 in 2022 v dvorazsežnem prostoru glavnih komponent 1 in 3 (PCA).....	Napaka! Zaznamek ni definiran.
Slika 11: Klasifikacija vzorcev različnih vrst iz NMR profiliranja 2021 in 2022 v dvorazsežnem prostoru glavnih komponent 2 in 3 (PCA).....	Napaka! Zaznamek ni definiran.
Slika 12: Klasifikacija vzorcev kostanjevega medu različnega geografskega porekla v dvorazsežnem prostoru glavnih komponent (PCA).	Napaka! Zaznamek ni definiran.
Slika 13: Klasifikacija vzorcev maninega medu različnega geografskega porekla v dvorazsežnem prostoru glavnih komponent (PCA).	Napaka! Zaznamek ni definiran.

1 UVOD

Slovenija je geografsko, floristično, favnistično in vegetacijsko izredno pestra dežela. Fitogeografsko ima šest (6) različnih območij. Posledica floristične pestrosti Slovenije je pestrost slovenskega medu, saj osnovno surovino za nastanek medu čebele naberejo na rastlinah.

Glede na Pravilnik o medu (2015), ki povzema evropsko regulativo (Council directive, 2002), mora imeti med v prodaji označeno državo porekla. Pravilnik o medu tudi določa, da ga lahko označimo z navedbo cvetov ali rastlin, če izhaja v celoti ali delno iz navedenega izvora in ima njegove senzorične, fizikalno-kemijske in mikroskopske lastnosti. Med, ki ima označeno botanično in geografsko poreklo, ima večjo komercialno vrednost (Malacalza in sod., 2007), poleg tega je v Evropi bolj cenjen med, ki je pridelan na domačem območju. Podrobnejša označitev geografskega porekla medu postaja v zadnjem času vse pomembnejša. Zaradi prostega pretoka blaga je na trgovskih policah vse več uvoženega medu, zato intenzivno iščejo metode, s katerimi bi bilo mogoče preveriti in dokazati njegovo geografsko pa tudi botanično poreklo.

Evropska skupnost v celoti in tudi naša država v zadnjem času vse bolj podpirata zaščito izdelkov in pridelkov, kot so tisti večje kakovosti, z zaščitenim geografskim poreklom ali označbo. Slednji morajo biti vsaj pridelani, če ne tudi predelani in embalirani, na območju zaščite.

Politika zaščite teh pridelkov ima predvsem dva namena:

- dati pridelovalcem in predelovalcem možnost, da so zaradi priznane kakovosti na trgu ne le navzoči, ampak tudi konkurenčni;
- ugoditi željam kupcev, da dobijo pridelke in izdelke, ki so avtentični in boljši.

Tudi v Sloveniji je uveljavljenih več zaščit medu.

Ista vrsta medu, pridelana na različnih koncih Slovenije, se razlikuje po senzoričnih lastnostih. Kropf (2009) je dokazala, da se njihove fizikalno-kemijske lastnosti, vsebnost analiziranih elementov pa tudi naravnih stabilnih izotopov statistično razlikujejo, razlike so tudi v pelodni sestavi (Kandolf Borovšak, 2011).

Do pred kratkim je bila ena od glavnih metod za določanje geografskega porekla melisopalinološka metoda, vendar pa se v zadnjem času uveljavljajo tudi druge bolj zanesljive metode. Strokovnjaki ugotavljajo, da je za določanje geografskega porekla pomembno imeti bogato podatkovno zbirko, s čim večjim številom merjenih parametrov s posameznega območja, zato je smiselno, da se tudi podatkovna baza za slovenski med dopolni s parametri, ki omogočajo določanje geografskega porekla medu z namenom izvajanja zanesljivega nadzora nad označevanjem geografskega porekla medu.

Za dopolnitev podatkovne zbirke za med s parametri, ki omogočajo zanesljivejše določanje geografskega porekla medu je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano naročilo raziskavo z naslovom: Vzpostavitev evidence podatkov za določanje porekla medu. Naloga je nadgradnja in dopolnitev dosedanjega dela.

Glede na Program vzpostavitve evidence podatkov za določanje porekla medu v skladu z Uredbo o izvajanju programa ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji v letih 2020-2022 (Uradni list RS, št. 78/19, 85/20, 110/20 in 54/21) je cilj ukrepa:

- vzpostavitev evidence podatkov s parametri, ki so pomembni za določanje geografskega porekla medu.

Kazalnik ukrepa je:

- število vzpostavljenih evidenc s podatki o poreklu medu.

Vsak posamezen vzorec medu se analizira na relevantne parametre za določanje geografskega porekla medu in sicer na:

- razmerje $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ v medu,
- razmerje $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ - v proteinih medu,
- elementno sestavo medu,
- izotopsko sestavo Sr ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) v medu,
- hlapne organske spojine,
- NMR profiliranje.

2 PREGLED OBJAV

2.1 O MEDU

Med je naravna sladka snov, ki jo izdelajo čebele *Apis mellifera* iz nektarja cvetov ali izločkov iz živih delov rastlin ali izločkov žuželk, ki sesajo rastlinski sok na živih delih rastlin, ki jih čebele zberejo, predelajo z določenimi lastnimi snovmi, shranijo, posušijo in pustijo dozoreti v satju (Direktiva 2001/110/ES Sveta z dne 20. decembra o medu in Direktiva 2014/63/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 15. maja o spremembi Direktive o medu; Pravilnik o medu, 2011 in sprememba 2015).

Lahko je tekoč, viskozen ali delno do popolnoma kristaliziran. Barva, okus, vonj in aroma medu se razlikujejo glede na rastlinski izvor. Ne sme vsebovati nobenih dodanih sestavin, biti mora brez neznačilnih primesi. Ne sme imeti tujega okusa ali vonja, ne sme začeti fermentirati, njegova stopnja kislosti ne sme biti umetno spremenjena in ne sme biti izveden tehnološki postopek tako, da so naravni encimi bodisi uničeni, bodisi je znatno zmanjšana njihova aktivnost. Ni mu dovoljeno odvzeti cvetnega prahu ali zanj značilnih sestavin, razen če je to

nujno potrebno pri odstranjevanju neznačilnih snovi (Direktiva 2001/110/ES Sveta z dne 20. decembra o medu in Direktiva 2014/63/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 15. maja o spremembi Direktive o medu; Pravilnik o medu, 2011 in sprememba 2015).

Biokemijske lastnosti in kakovost medu so odvisni od izvora nektarja, zrelosti medu, klimatskih razmer, sezone, sestave tal ter načina in pogojev pridelave in shranjevanja kot tudi sposobnosti čebelarja (White, 1978; Crane, 1980; Persano Oddo in sod., 2004; Hermosin in sod., 2003; Kaškoniené in sod., 2010).

Med sestavljajo ogljikovi hidrati, voda, sledi organskih kislin, encimi, aminokisliline, pigmenti, pelod in vosek. Nekatere sestavine so posledica zorenja medu, nekatere dodajo čebele, izvor nekaterih pa so rastline. Med istega botaničnega porekla se razlikuje zaradi klimatskih razlik in zaradi geografskega porekla (Anklam, 1998). Na kakovost in sestavo medu negativno vplivajo preobsežno krmljenje družin s saharozo in drugimi sladkorji, prehitro točenje, neprimerno shranjevanje medu in uporaba veterinarskih zdravil (Bogdanov in sod., 1999; Persano Oddo in sod., 2004; Sahinler in sod., 2004).

2.2 NASTANEK MEDU

Pašne čebele nabirajo nektar (medičino) in mano ter jo shranijo v mednem želodčku. Poln medni želodček tehta med 40 in 70 mg in lahko predstavlja 90 % mase čebele (Doner, 2003). Pašna čebela mora za poln želodček nektarja na dan obiskati do 1000 cvetov in opraviti okrog deset izletov (Gary, 1992).

Nektar najdejo čebele v cvetnih ali zunajcvetnih nektarijih na rastlini. Osnovni sestavini nektarja so voda in sladkorji, v manjši meri pa vsebuje tudi rudninske snovi, eterična olja, organske kisline, dušikove spojine, vitamine, barvne snovi, zrnca cvetnega prahu in snovi, ki privabljajo čebele in druge opraševalce. Delež sladkorja v nektarju se spreminja in znaša od 5 do 80 %, vode je lahko od 28 do 97 % (Maurizio, 1979). Čebele najraje nabirajo nektar s koncentracijo sladkorne raztopine med 30 in 50 % (Waller, 1972). Od sladkorjev so v nektarju zastopani saharoza, fruktoza in glukoza, pH nektarja je od 2,7 do 6,4, zelo redko je bazičen (Maurizio, 1979b; Doner, 2003).

Mano v glavnem sestavljajo sladkorji, ki se nahajajo v floemskem soku, najdemo pa tudi povsem nove sladkorje, ki so nastali iz floemskega soka pod vplivom prebavnih sokov sesajočih žuželk. Vsebuje saharozo, glukoza in fruktozo, pa tudi maltozo, trehalozo, melecitozo in višje ogljikovodike (Maurizio, 1979b). Izločajo jo žuželke (listne uši, kaparji, medeči škržat), 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 izloči v obliki sladke kapljice. Zaradi biokemijske pretvorbe ne moremo več govoriti o floemskem soku, saj ima

tekočina drugačno sestavo. Imenujemo jo medena rosa ali mana in jo v obliki lepljivih kapljic najdemo na listih različnih dreves (jelke, smreke, macesna, hrasta, bora, kostanja, vrbe, bukve, lipe, javorja, jesena itd.) (Rihar, 2003). V nasprotju z nektarjem je mana bogata z rudninskimi snovmi (Maurizio, 1979b).

Pretvorba nektarja ali mane v med se začne v naravi, ko pašna čebela napolni želodček (Nicholson in Human, 2008), in se konča v notranjosti panja (Eyer in sod., 2016). Čebele iz žlez izločajo encime in jih zmešajo z vsebino v mednem želodčku. Krmilna žleza izloča diastazo, α -glukozidazo in glukozo oksidazo, slinska pa α -glukozidazo in diastazo (Maurizio, 1979b).

Ko se pašne čebele vrnejo v panj, oddajo vsebino panjskim čebelam, ki dokončajo proces zorenja medu. Vsebina, ki jo pašne čebele predajo panjskim čebelam, je že razredčena z izločki krmilne in slinske žleze. Manjši trdni delci, ki so prisotni v mednem želodčku, kot npr. zrnca peloda, se iz mednega želodčka filtrirajo in preidejo naprej v prebavni trakt (Bailey, 1952), tako da je v vsebini za dve tretjini manj zrnca peloda kot v izvornem nektarju (Maurizio, 1979b). Filtracija je učinkovitejša pri večjem pelodu in zato ga je v medu manj, še posebej, ker je večjega peloda manj že v cvetnem nektarju (Floris in sod., 2007). Panjske čebele s posebnimi gibi iztiskajo nektar iz svojega mednega želodčka tako, da se v obliki kapljice prikaže vsakih pet do deset sekund na koncu rilčka. Nato se sladki sok nekaj sekund suši na toplem in sorazmerno suhem zraku, potem pa se vrne v medni želodček, od koder ponovno pripolzi na kratko osuševanje. To se dogaja 15 do 20 minut. V tem času izgubi okrog 50 % vode (Maurizio, 1979b), koncentracija sladkorjev se poveča za 10 do 25 % (Eyer in sod., 2016). Čebele nato majhne kapljice napol zrelega medu odložijo v celice satja (Maurizio, 1979b; Doner, 2003), v tem času se koncentracija sladkorja poveča za 2 do 8 % (Eyer in sod., 2016).

V enem do treh dneh se sestava nektarja zaradi delovanja encimov spremeni in zgosti. Zorenje medu je odvisno od moči družine in dnevnega donosa medu. Kadar je medenje obilno, čebele delno zrelo med prenašajo med seboj ali pa ga takoj skladiščijo, kadar je medenje slabše, pa več čebel napol zrelo med pred skladiščenjem v satje prenašajo med seboj. Več čebel ko sodeluje pri zorenju medu, več encimov bo imel. Zorenje je odvisno tudi od vsebnosti vode v napol zrelem medu, ki ga čebele odložijo v satje, ravni, do katerih čebele celice napolnijo z medom, prezračevanja panja, temperature in relativne vlažnosti (Doner, 2003; Maurizio, 1979b). Tudi prestavljanje nektarja med celicami satja v panju je del procesa zorenja medu (Eyer in sod., 2016).

Med zorenjem se spreminja sestava medu, kar se najbolj odraža v sestavi sladkorjev v medu. Saharoza se razgrajuje v glukozo in fruktozo, med procesom transglukozidacije in transfruktozidacije nastajajo višji sladkorji (Doner, 2003; Maurizio, 1979b). Spreminja se tudi gostota medu, shranjenega v celicah. V posamezni celici se med zorenjem medu gostota povečuje, zmanjšuje ali ostaja enaka, v celotnem satju pa se količina shranjenega medu in število polnih celic povečujeta. Čebele predstavljajo vsebino med celicami satja, predvsem iz

tistih celic, kjer je nižja koncentracija sladkorja. V pokritih celicah je koncentracija sladkorja višja. Tudi znotraj posamezne celice, napolnjene z medom, je med nehomogen, kar kaže na to, da čebele v eno celico dodajo med različnega izvora (Eyer in sod., 2016).

Med zorenjem medu, kot vzporedni produkt delovanja encima glukoze oksidaze, nastaja tudi vodikov peroksid, ki preprečuje rast mikroorganizmov. Ko je med zrel, ga čebele pokrijejo z voščeniimi pokrovcami in shranijo kot zalogo hrane (Maurizio, 1979b; Doner, 2003). Med mora dozoreti v satju.

Čebelarji odvzamejo satje z zrelim medom iz medišča, mehansko odstranijo voščene pokrovice in s pomočjo centrifugalne sile v točilu iztočijo med iz satja. Iztočeni med prefiltrirajo skozi filtre, ki imajo odprtine večje od 0,2 mm, da v medu ostane naravno prisotni cvetni prah. Med nato napolnijo v prodajno embalažo. Če je med kristaliziral, ga utekočinijo do temperature 40 °C (Veljanovski in sod., 2018).

2.3 SESTAVA MEDU

Sestava medu je odvisna od vrste medu (botaničnega porekla) in pašnega okolja (geografskega porekla), saj prst in klima določata medovite rastline in prisotnost različnih mineralov, ki izvirajo iz prsti. Botanično poreklo medu je pomemben parameter v analitiki medu. Ocena kakovosti medu s strani potrošnikov temelji na osnovi organoleptičnih lastnosti medu, ki so v tesni odvisnosti od botaničnega in deloma geografskega porekla medu (Baroni in sod., 2009). Glede na izvor delimo med na med iz nektarja, ki ga poimenujemo cvetlični med, in na med iz mane, navadno poimenovan gozdni med, lahko pa ga poimenujemo tudi po viru iz cvetov ali rastlin, če med izhaja v celoti ali pretežno iz navedenega vira in ima njegove senzorične, fizikalno-kemijske in mikroskopske lastnosti (Direktiva 2001/110/ES Sveta z dne 20. decembra o medu in Direktiva 2014/63/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 15. maja o spremembi Direktive o medu; Pravilnik o medu, 2011 in sprememba 2015).

Med vsebuje ogljikove hidrate, beljakovine, encime, vodo, kisline, minerale, vitamine, pelod in aromatske snovi (Crane, 1980). Sladkorji določajo glavno lastnost medu, to je sladek okus, preostale sestavine, ki so v manjšini, pa mu dajejo lastnosti, ki medove razlikujejo med seboj. Te snovi se koncentrirajo med zorenjem medu, ko voda izhlapeva (Doner, 2003). Ker je med naravni proizvod, so sestave medov zelo različne. Največji delež medu predstavljata monosaharida fruktoza in glukoza. Njuno razmerje je v veliki meri odvisno od izvora nektarja. V medu je prisotna tudi saharoza, približno 1 % suhe snovi, lahko pa je več, če čebelarji čebelje družine preveč nakrmijo. Vsebnost mineralov variira od 0,04 % v svetlih medovih do 0,2 % v temnih medovih. Odvisna je od sestave tal, kjer so čebele nabirale mano ali nektar. Od encimov vsebuje med α -glukozidazo, diastazo, glukozo oksidazo, katalazo in precej drugih snovi v sledovih, kot so vitamini in kisline rastlin. Glede na Direktivo 2001/110/ES Sveta z dne 20. decembra o medu in Direktivo 2014/63/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 15. maja

o spremembi Direktive o medu se za ugotavljanje kakovosti medu določa vsebnost invertnih sladkorjev, HMF, mineralov (pepel), vode in netopnih snovi, kislost in diastazno število (DN) (Anklam, 1998).

Nekatere sestavine medu so odvisne od vrste medu. Razlikovanje med nektarnimi in maninimi medovi je za potrošnike zelo pomembno: ponekod imajo rajši svetle medove, v Švici Avstriji in Nemčiji so dražji temni medovi (Bogdanov in sod., 2004). Vrstni medovi bi morali zagotavljati višjo kakovost, saj naj bi imeli dobro definiran okus in aromo. Njihova aroma je zelo specifična in odraža prisotnost različnih sestavin, ki so odvisne od izvora nektarja oz. mane (Fallico in sod., 2004). Nekateri vrstni medovi imajo več sestavin, ki so odgovorni za njihovo antioksidativno lastnost (Bertoncelj in sod., 2007).

Melisopalinološka (pelodna) analiza je bila prva tehnika za razlikovanje med vrstami medov, potem so začeli uporabljati tudi senzorično analizo, omejitve obeh pa so pospešile razvoj fizikalno-kemijskih metod za določitev vrste medu (Terrab in sod., 2004).

Najpogostejše slovenske vrste medu so: cvetlični, gozdni, akacijev, lipov, kostanjev, ajdov, hojev, smrekov, med oljne ogrščice, redkeje regratov, javorjev ipd.

2.4 GEOGRAFSKO POREKLO MEDU

Kakšne so razlike med medovi različnega geografskega izvora, so ugotavljali številni znanstveniki. Pogosto so iskali razlike v fizikalno-kemijskih in mikroskopskih značilnostih medu, pa tudi v vsebnosti mineralov, organskih kislin in drugih kemijskih sestavin medu (Karabournioti in sod., 2006). Novejše raziskave pa temeljijo na določanju aminokislin, ogljikovih hidratov, organskih alifatskih skupin, aktivnosti encimov, vsebnosti hlapnih komponent, aromatičnih snovi, flavonoidov.

Ugotavljanje in določanje geografskega izvora medu postaja v današnjem času prostega pretoka blaga še kako zanimivo. V ta namen pa so nujne bogate zbirke (tako imenovane podatkovne baze) o lastnostih medu.

Evropskih medov navadno ni težko razlikovati od medov z drugih celin, pogosto pa se primerjajo tudi medovi sosednjih držav; po nekaterih parametrih se razlikuje celo med iste vrste tudi znotraj ožjega geografskega območja. Pomembno je raziskati, kakšne so razlike v medu iste vrste glede na različni geografski izvor, sicer so lahko razlike le posledica različnega botaničnega in ne geografskega porekla medu.

Za določanje geografskega porekla medu je uporabno tudi določanje mineralov in elementov v sledih v medu tudi zato, ker so vsebnosti precej odvisne od onesnaženosti okolja (Anklam,

1998). Pri komentiranju vsebnosti mineralov v medu je treba upoštevati možnost antropogenega onesnaženja z minerali (Bogdanov in sod., 2007).

Da je vsebnost mineralov v medu odvisna od geografskega območja, so ugotovili v Združenih državah Amerike, v Mehiki, Salvadorju, na Kitajskem, v provincah Kanade ter v Sloveniji. V Mehiki sta se vzorca z dveh območij razlikovala po vsebnosti kar 7 mineralov, kar je bilo mogoče potrditi s 100-odstotno zanesljivostjo. V Španiji so našli razlike v vzorcih medu s 3 območij: razlikovali so se po fizikalno-kemijskih parametrih (pepel, prolin, prevodnost) in po vsebnosti mineralov (Fe/Ni, Cl, Cu, Si, S, Ni/Mn, P, Mg) (Gomez Barez in sod., 2000; Gonzales Paramas in sod., 2000).

Določanje elementov in razmerij stabilnih izotopov je zelo koristno za določane geografskega poreke živil in pijač, razmerje $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ poda kritične informacije tudi o sestavi tal (Drivelos in Georgiou, 2012).

2.5 RAZLIKE MED RAZLIČNIMI BOTANIČNIMI TER GEOGRAFSKIMI POREKLI SLOVENSKEGA MEDU

Tudi slovenski med se razlikuje tako med vrstami medu, kot znotraj vrste glede na različno geografsko poreklo. Razlike znotraj vrst medu pa so tudi posledica leta pridelave. Določali so osnovne fizikalno-kemijske parametre medu: električno prevodnost, vsebnost pepela, skupnih in prostih kislin ter laktonov, vrednost pH, diastazno število, vsebnost prolina in beljakovin, parametre barve (rotacijo L^* , a^* in b^* ter specifično rotacijo), poleg tega pa še vsebnost kemijskih elementov in izotopska razmerja ogljika in dušika. S testi ANOVA, Duncanovim in Kruskal-Wallisovim testom so dokazali, da se posamezne vrste slovenskega medu razlikujejo po analiziranih parametrih (Kropf, 2009).

Metoda glavnih osi (PCA) in linearna diskriminantna analiza (LDA) sta pokazali, da se akacijev in kostanjev med dobro razlikujeta od vseh ostalih vrst medu. Cvetlični in lipov med se ne razlikujeta povsem. Skupina, v katero sodijo gozdni, smrekov in hojev med, pa se dobro razlikuje od ostalih vrst, ne pa med seboj (Kropf, 2009).

Dokazali so tudi, da se vzorci iste vrste medu po analiziranih parametrih razlikujejo glede na svoj geografski izvor. Slovenijo so zato razdelili na naravnogeografske pokrajine, in sicer na štiri makroregije (alpska, dinarska, panonska, sredozemska). Statistične metode, PCA, in klasifikacija s pomočjo dendrogramov niso ustrezno razporedile vzorcev, medtem ko je bila pri tem uspešna LDA. Z njo so ugotovili razlike pri vseh vrstah medu: kostanjev in cvetlični med sta drugačna v vsaki pokrajini – alpski, dinarski, panonski in sredozemski. Za analizo drugih vrst medu so imeli potrebno količino le iz dveh pokrajin. Ugotovili so, da je akacijev med s sredozemskega območja drugačen kot s panonskega. Lipov, gozdni, smrekov in hojev med pa so drugačni, če so pridelani na alpskem ali na dinarskem območju (Kropf, 2009).

Z melisopalinološko metodo ugotovimo, da so vzorci s preddinarskega območja najmanj pestri, sledijo vzorci z alpskega, predalpskega, subpanonskega, submediteranskega območja, največje vrednosti pa imajo vzorci z dinarskega območja. Tudi relativna pogostost peloda posameznih rastlin v vzorcih medu je odvisna od fitogeografskega območja. Značilnost vzorcev medov s submediteranskega območja je vsebnost peloda *Cotinus coggygria*, v vzorcih s subpanonskega območja pa *Brassica* sp. tip. Značilnost medov s submediteranskega območja sta tudi peloda *Paliurus spina-christi* in *Ailanthus altissima* (Kandolf Borovšak, 2011).

2.6 METODE POMEMBNE ZA DOLOČANJE GEOGRAFSKEGA POREKLA MEDU

2.6.1 Elementna sestava

Med vsebuje od 0,02 do 1,03 % mineralov (White, 1978). Temni medovi imajo več mineralov kot svetlejši, razen niklja, in tako višjo električno prevodnost (Doner, 2003; Bogdanov in sod., 2004; 2007). Vsebnost mineralov je v tesni povezavi z vrsto medu (Bontempo in sod., 2017). Največ jih je v hojevem medu, sledijo kostanjev, gorski cvetlični, rododendronov, cvetlični, lipov, med oljne ogrščice, regratov in nazadnje akacijev med (Bogdanov in sod., 2007). V medu so prisotni železo, kalcij, klorid, mangan, baker, fosfor, žveplo, silicij (Doner, 2003). Ne glede na vrsto medu je v medu največ kalija, sledijo kalcij, natrij in bor. Kalij predstavlja med 70 in 90 % vseh mineralov. Če odštejemo štiri najbolj pogoste elemente (K, Ca, Na in B), predstavljajo ostali manj kot 1 % glede na skupno količino (Bontempo in sod., 2017). Tudi v medu slovenskega porekla je največ kalija, sledijo klor, žveplo in kalcij, ostalih elementov je malo (Kropf in sod., 2010); med vrstami medov so razlike; vsaka vrsta ima svojo sestavo (Golob in sod., 2005).

Elementna sestava se pogosto uporablja tudi za določanje geografskega porekla medu. Lattore in sod. (1999) so s pomočjo določanja elementne sestave ugotavljali avtentičnost cvetličnega medu iz Galicije v Španiji, Paramas in sod. (2000) pa v provincah Salamanca, Zamora in Caceres v Španiji. Podobno so ugotavljali tudi Garcia in sod. (2006), V medu s Kanarskih otokov pa Hernandez in sod. (2005), svinec in kobalt se razlikujejo tudi v medu iz različnih regij Hrvaške (Bilandžić in sod., 2011). Podobno je ugotovila tudi Kropf (2009) za slovenski med. Akacijev med iz sredozemske regije v Slovenije vsebuje več mangana kot iz panonske, cvetlični med iz dinarske regije vsebuje manj klora kot iz drugih, razlikuje se tudi lipov med iz alpske ter dinarske regije, kostanjev med se med regijami razlikuje v vsebnosti kalija in rubidija, gozdni med iz dinarske regije vsebuje več rubidija, kot iz alpske, klora je več v hojevem medu iz dinarske regije kot alpske (Kropf, 2009). Tudi cvetni prah osmukanec pridelan v Sloveniji se med seboj loči. Cvetni prah iz sredozemske regije ima višje vrednosti mangana, cinka in stroncija, iz panonske pa ima višje povprečne vrednosti fosforja, žvepla, kalija in kalcija. Vzorci alpske in dinarske regije se od vzorcev sredozemske ter panonske regije ločijo po višjih povprečnih vrednosti klora, broma, železa in ribona (Lilek in sod., 2021).

2.6.2 Razmerje stabilnih izotopov v medu

Določanje izotopov v medu in proteinih izoliranih iz medu ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) se uporablja za določanje pristnosti medu ter geografskega porekla. Izotopsko sestavo izražamo kot razmerje med težjim in lažjim izotopom, in sicer z vrednostjo, ki predstavlja relativno razliko izotopske sestave raziskovalnega vzorca glede na standard.

Razmerje meritev stabilnih izotopov lahkih elementov podajamo z delta (δ) vrednostjo v promilih (‰), kar prikazuje enačba 1:

$$\delta(^{i/j}E) = \frac{i/jR_{Vz} - i/jR_{St}}{i/jR_{St}} \quad (1)$$

kjer je E element (C, N, O, S), R je izotopsko razmerje med težjim " i " in lažjim " j " izotopom ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$) v vzorcu in ustreznem mednarodno priznanim referenčnim standardom. δ – vrednosti pomnožimo s 1000 in jih tako izrazimo v promilih (‰). Za C je vprivzet standard Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB), za N referenčni standard zračni N_2 (AIR), za O je privzet standard Vienna Standar Mean Ocean Water (VSMOW) in za S Vienna Canon Diablo Triolite (VCDT). Vsi standardi imajo definirano izotopsko sestavo 0 ‰ (Brand et al. 2014).

Vsebnost stabilnih izotopov je v principu stalna in določena z nastankom elementov oziroma s sestavo Zemlje ob njenem nastanku. Klimatske ter pedološke razmere vplivajo na razmerje dušikovih izotopov v rastlinah, višje $\delta^{15}\text{N}$ vrednosti imajo rastline, ki privzemajo več v zemlji raztopljenega anorganskega dušika, nižje pa tiste, ki privzemajo več atmosferskega dušika (Garten, 1993). $\delta^{13}\text{C}$ vrednosti padajo v rastlinah z naraščanjem količine padavin (Guy in Holowchuk, 2001). Razlike so ugotovili pri ananasovem soku iz južne Afrike, Kenije in zahodne Afrike (Jamin in sod., 1998), pomarančnem soku (Rummel in sod., 2010), pšenici iz Avstralije, ZDA, Kanade in Kitajske (Luo in sod., 2015), rižu (Suzuki in sod., 2008), ovčjem mesu (Piasentier in sod., 2003), govejem mesu (Smidth in sod. 2005; Heaton in sod., 2008), mleku (Kornexl in sod., 1997), vinu (Tescione in sod., 2015).

V Sloveniji so z določanjem ogljikovih izotopov v kombinaciji z določanjem vodikovih izotopov ločili vse tri vinorodne dežele (Košir in sod., 2001; Ogrinc in sod., 2001), pomembni so tudi za določanje porekla olj (Ogrinc in sod., 2002; Ogrinc in sod., 2003). Kropf (2009) je ugotovila, da na osnovi $\delta^{13}\text{C}$ vrednosti lahko loči cvetlični, smrekov in hojev med glede na geografsko regijo Slovenije. Na osnovi razmerja stabilnih izotopov ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$) se lahko 70 % evropskih medov ustrezno določi geografsko poreklo, največ k razlikovanju prispevata $\delta^{13}\text{C}$ ter $\delta^{15}\text{N}$ v proteinih v medu (Schellenber in sod., 2010).

2.6.3 Hlapne organske spojine

Fizikalno kemijski parametri, kot so vsebnost vode, barva, proste kisline, električna prevodnost, vsebnost sladkorjev, mikroskopske in senzorične lastnosti medu se razlikujejo med medovi različnih geografskih porekel (Silvano in sod., 2014). Vonj in aroma medu sta senzorični lastnosti, ki sta močno odvisni od hlapnih spojin v medu. Hlapne aromatične komponente prispevajo k značilnostim arome posamezne vrste medu in omogočajo razlikovanje med botaničnim poreklom medu. Med vsebuje okrog 600 hlapnih spojin, med njimi aromatične organske snovi v medu predstavljajo različni ogljikovodiki, alkoholi, fenolne spojine, etri, aldehidi, estri, furani in dušikove spojine (Karabagias in sod., 2014; Kaškonienė in Venskutonis, 2010). Nastanejo pri različnih biosintetičnih procesih, so rastlinskega izvora, nastanejo pa tudi pri pretvorbi nektarja v med ter pri shranjevanju medu, odvisne pa so tudi od okoljskih pogojev, rokovanja z medom ter mikrobiološke aktivnosti (Jerković in sod., 2006; Karabagias in sod., 2014). Njihova vsebnost je odvisna od geografskega porekla medu (Stanimirova in sod., 2010), klimatskih pogojev, prsti, pa tudi vrste čebel (Makowicz in sod., 2018). Profil arome predstavlja »prstni odtis« (finger print) medu (Baroni in sod., 2006; da Silva in sod., 2017; Radovic in sod., 2001).

2.6.4 NMR

NMR je pred kratkim postala ena izmed hitrih in širše (globalno) uporabljenih metod za določanje pristnosti medu (Schievano in sod., 2012). Za določitev $^{13}\text{C}/^2\text{H}$ izotopskega razmerja v medu se uporablja metoda mestno specifična naravna izotopska frakcionacija določena z jedrsko magnetno resonanco (angl. *site specific natural isotopic fractionation-nuclear magnetic resonance*, ^2H SNIF-NMR) (Cotte in sod., 2007). Novejša je protonska jedrska magnetna resonanca (angl. *proton NMR*, ^1H -NMR). Pri NMR se izvede neciljano profiliranje vseh sestavin v medu, njihova sestava in koncentracija se s kemometrijskimi metodami primerja s pristnim medom (Bertelli in sod., 2010; Olawode in sod., 2018). Vsak med ima svoj »prstni odtis« s specifičnimi kemičnimi markerji, ki se uporabijo za določanje vrste medu (Schievano in sod., 2012), geografskega porekla in zaznavo potvorb, kar so uporabne metode za ugotavljanje kakovosti medu (Spiteri in sod., 2015; Olawode in sod., 2018; Dübecke in sod., 2018). Z ^1H -NMR lahko odkrijejo zelo majhne razlike v sestavi medu (Ohmenhaeuser in sod., 2013).

NMR je nedestruktivna, hitra metoda, priprava vzorcev je enostavna, izmeri se cel spekter parametrov, ne potrebuje kalibracije z internimi standardi, vendar pa so analizni aparati dragi (Bertelli in sod., 2010; Siddiqui in sod., 2017; Olawode in sod., 2018; Schievano in sod., 2012). Zelo uporabna je tudi za določanje geografskega porekla medu (Spiteri in sod., 2019). NMR na tako velikem številu slovenskega medu še ni bila opravljena.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 VZORČENJE

Fitogeografsko Slovenijo razdelimo na šest območij: alpsko, dinarsko, submediteransko, subpanonsko, preddinarsko ter predalpsko območje (Martinčič in sod., 1999), geografsko pa na alpsko, panonsko, dinarsko ter sredozemsko (Perko, 1998), kar smo upoštevali tudi v naši raziskavi.

V raziskavo smo vključili 81 vzorcev medu iz enajstih (11) statističnih regij Slovenije. 15 jih je prihajalo iz osrednjeslovenske regije, po 14 iz goriške ter pomurske, 12 iz jugovzhodne Slovenije, sedem (7) iz savinske, štiri (4) iz podravske in primorsko-notranjske, po tri (3) iz obalno-kraške, po en (1) iz gorenjske in posavske ter štirje (4) zaradi premikanje čebeljih družin z enega pašnega okoliša na drugega iz dveh (2) različnih geografskih regij. 24 vzorcev je iz alpske regije, po dvajset (20) iz dinarske ter panonske, 15 iz sredozemske ter dva (2) zaradi premikanje čebeljih družin z enega pašnega okoliša na drugega iz dveh.

Analizirali smo 81 vzorcev medu. V programskem letu 2021 do izvajanja naloge ni bilo medenja medu, zato smo v analizo vključili vzorce iz čebelarske sezone 2019-2020, v programskem letu 2022 pa smo analizirali vzorce iz čebelarske letine 2020-2021, tako da smo za vsako najpogostejšo vrsto medu značilno za slovensko poreklo vzorčili iz dveh različnih let. Medenje smreke je v zadnjih letih zelo slabo, zato smo analizirali vzorec iz leta 2018. Analizirali smo šestnajst (16) vzorcev kostanjevega medu, štirinajst (14) hojevega, dvanajst (12) cvetličnega, enajst (11) lipovega, po osem (8) ajdovega in gozdnega, šest (6) akacijevega in štiri (4) olnje ogrščice.

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Preglednica 1: Analizirani vzorci medu

Zap. št.	Številka vzorca	Statistična regija	Geografska regija	Leto pridelave	Vrsta medu
1	K. MED 2021-1	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	KOSTANJEV
2	K. MED 2021-2	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	KOSTANJEV
3	K. MED 2021-3	Osrednjeslovenska	Dinarska	2020	GOZDNI
4	K. MED 2021-4	Pomurska	Panonska	2020	AJDOV
5	K. MED 2021-5	Pomurska	Panonska	2020	AJDOV
6	K. MED 2021-6	Pomurska	Panonska	2020	AJDOV
7	K. MED 2021-7	Pomurska	Panonska	2020	AJDOV
8	K. MED 2021-8	Pomurska	Panonska	2020	AJDOV
9	K. MED 2021-9	Goriška	Sredozemska	2020	AKACIJEV
10	K. MED 2021-10	JV Slovenija	Dinarska	2019	HOJEV
11	K. MED 2021-11	JV Slovenija	Dinarska	2019	HOJEV
12	K. MED 2021-12	Goriška	Sredozemska	2019	HOJEV
13	K. MED 2021-13	Goriška	Sredozemska	2020	LIPOV
14	K. MED 2021-14	Goriška	Sredozemska	2020	AKACIJEV
15	K. MED 2021-15	Goriška	Sredozemska	2020	AKACIJEV
16	K. MED 2021-16	Goriška	Sredozemska	2020	LIPOV
17	K. MED 2021-17	Goriška	Sredozemska	2020	LIPOV
18	K. MED 2021-18	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	GOZDNI
19	K. MED 2021-19	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	KOSTANJEV
20	K. MED 2021-20	Obalno-kraška	Sredozemska	2020	KOSTANJEV
21	K. MED 2021-21	Obalno-kraška/goriška	Sredozemska	2020	LIPOV
22	K. MED 2021-22	Goriška	Sredozemska	2020	LIPOV
23	K. MED 2021-23	Goriška	Sredozemska	2020	LIPOV
24	K. MED 2021-24	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	GOZDNI
25	K. MED 2021-25	Podravska	Alpska	2020	GOZDNI
26	K. MED 2021-26	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	GOZDNI
27	K. MED 2021-27	Podravska	Panonska	2020	KOSTANJEV
28	K. MED 2021-28	Podravska/Posavska	Panonska	2020	AKACIJEV
29	K. MED 2021-29	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	KOSTANJEV
30	K. MED 2021-30	Savinjska/Podravska	Panonska	2020	KOSTANJEV
31	K. MED 2021-31	JV Slovenija	Dinarska	2018	SMREKOV
32	K. MED 2021-32	Pomurska	Panonska	2020	OLJNE
33	K. MED 2021-33	Pomurska	Panonska	2020	OLJNE
34	K. MED 2021-34	Pomurska	Panonska	2019	OLJNE
35	K. MED 2021-35	Pomurska	Panonska	2019	OLJNE
36	K. MED 2021-36	JV Slovenija	Dinarska	2019	HOJEV
37	K. MED 2021-37	JV Slovenija	Dinarska	2020	GOZDNI
38	K. MED 2021-38	Podravska	Panonska	2020	KOSTANJEV
39	K. MED 2021-39	JV Slovenija	Dinarska	2021	CVETLIČNI
40	K. MED 2021-40	JV Slovenija/ Gorenjska	Dinarsko / alpska	2019	SMREKOV
41	K. MED 2022-1	Pomurska	Panonska	2021	AJDOV
42	K. MED 2022-2	Podravska	Panonska	2021	AJDOV

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Zap. št.	Številka vzorca	Statistična regija	Geografska regija	Leto pridelave	Vrsta medu
43	K. MED 2022-3	Pomurska	Panonska	2021	AJDOV
44	K. MED 2022-4	Pomurska	Panonska	2021	AKACIJEV
45	K. MED 2022-5	Primorsko-notranjska in Goriška	Dinarska-Sredozemska	2020	AKACIJEV
46	K. MED 2022-6	Gorenjska	Alpska	2021	CVETLIČNI
47	K. MED 2022-7	Obalno kraška	Sredozemska	2021	CVETLIČNI
48	K. MED 2022-8	Primorsko-notranjska	Dinarska	2021	CVETLIČNI
49	K. MED 2022-9	Posavska	Panonska	2021	CVETLIČNI
50	K. MED 2022-10	Jugovzhodna Slovenija	Dinarska	2021	GOZDNI
51	K. MED 2022-11	Goriška	Dinarska	2021	GOZDNI
52	K. MED 2022-12	Savinjska	Alpska	2021	CVETLIČNI
53	K. MED 2022-13	Primorsko-notranjska	Dinarska	2021	HOJEV
54	K. MED 2022-14	Osrednjeslovenska	Alpska	2021	HOJEV
55	K. MED 2022-17	Osrednjeslovenska	Alpska	2021	HOJEV
56	K. MED 2022-16	Jugovzodna Slovenija	Dinarska	2021	HOJEV
57	K. MED 2022-15	Osrednjeslovenska	Dinarska	2021	HOJEV
58	K. MED 2022-18	Primorsko-notranjska	Alpska	2020	HOJEV
59	K. MED 2022-19	Savinjska	Alpska	2021	HOJEV
60	K. MED 2022-20	Jugovzhodna Slovenija	Dinarska	2021	HOJEV
61	K. MED 2022-21	Primorska-notranjska	Dinarska	2021	HOJEV
62	K. MED 2022-22	Jugovzhodna Slovenija	Dinarska	2021	HOJEV
63	K. MED 2022-23	Osrednjeslovenska	Alpska	2021	KOSTANJEV
64	K. MED 2022-24	Osrednjeslovenska	Alpska	2021	KOSTANJEV
65	K. MED 2022-25	Osrednjeslovenska	Alpska	2021	KOSTANJEV
66	K. MED 2022-26	Savinjska	Alpska	2021	KOSTANJEV
67	K. MED 2022-27	Osrednjeslovenska	Alpska	2021	KOSTANJEV
68	K. MED 2022-28	Savinjska	Alpska	2021	KOSTANJEV
69	K. MED 2022-29	Savinjska	Alpska	2021	KOSTANJEV
70	K. MED 2022-30	Savinjska	Alpska	2021	KOSTANJEV
71	K. MED 2022-31	Obalno kraška	Sredozemska	2021	LIPOV
72	K. MED 2022-32	Goriška	Sredozemska	2021	LIPOV
73	K. MED 2022-33	Jugovzhodna Slovenija	Dinarska	2021	LIPOV
74	K. MED 2022-34	Jugovzhodna Slovenija	Dinarska	2021	LIPOV
75	K. MED 2022-35	Goriška	Sredozemska	2021	LIPOV
76	K. MED 2022-43	Zasavska	Alpska	2020	CVETLIČNI
77	K. MED 2022-44	Pomurska	Panonska	2020	CVETLIČNI
78	K. MED 2022-45	Goriška	Dinarska	2020	CVETLIČNI
79	K. MED 2022-46	Goriška	Dinarska	2020	CVETLIČNI
80	K. MED 2022-47	Savinjska	Alpska	2020	CVETLIČNI
81	K. MED 2022-48	Pomurska	Panonska	2020	CVETLIČNI

3.2 ANALIZE MEDU

3.2.1 Stabilni izotopi

Meritve razmerja stabilnih izotopov ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ in $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$) v medu in proteinih izoliranih iz medu, se izvaja z uporabo masnega spektrometra za analitiko stabilnih izotopov lahkkih elementov (ang. Isotope Ratio Mass Spectrometry – IRMS). Rezultate se izrazi/poroča z δ – vrednostjo kot je navedeno v enačbi 1.

Določanje izotopske sestave ogljika v medu

Meritve izotopskega razmerja ogljika ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) v medu smo določili z masnim spektrometrom za analizo stabilnih izotopov lahkkih elementov IsoPrime 100 sklopljenim s preparativnim nastavkom za trdne vzorce – Vario PYRO Cube (OH/CNS Pyrolyser/Elemental Analyser). Približno 1 mg vzorca medu smo prenesli v kositrove kapsule, jih zatisnili in preoblikovali v kroglice ter vstavili v avtomatski podajalnik elementarnega analizatorja. Za spremljanje pravilnosti in natančnosti meritev, smo pri analizah uporabili referenčne materiale z znano izotopsko sestavo. Za normalizacijo rezultatov smo uporabili referenčna materiala z znano izotopsko sestavo: IAEA-CH-6 z $\delta^{13}\text{C} = -10,45 \pm 0,03\%$ in USGS77 z $\delta^{13}\text{C} = -30,71 \pm 0,04\%$, kot neodvisno kontrolo pa smo uporabili referenčni material USGS83 z $\delta^{13}\text{C} = -26,20 \pm 0,08\%$. Napaka meritve za določitev $\delta^{13}\text{C}$ znaša $\pm 0,2\%$.

Določanje izotopske sestave ogljika, dušika in žvepla v proteinih izoliranih iz medu

Izolacija proteinov je bila narejena po metodi AOAC 991.41. Od 10 g do 12 g medu smo zatehtali v plastično centrifugirko in dodali 4 mL destilirane vode (MiliQ) ter dobro premešali. Nato smo posebej zmešali še 2 mL 10% NaWO_4 in 2 mL 0,33M raztopine H_2SO_4 in mešanico takoj dodali k raztopino medu. Vse skupaj smo segrevali na vodni kopeli pri 80 °C, da so se tvorili vidni kosmiči in bistri supernatant. Nato smo dodali MiliQ vodo do oznake 50 mL, dobro premešali in centrifugirali 5 min pri 3000 obr/min, odlili supernatant in sprali oborino 10 krat s po 40 mL MiliQ vode. Oborino smo sušili v sušilniku pri 40 °C. Tako pripravljen izoliran protein smo natehtali v kositrove kapsule.

Meritve razmerij lahkkih elementov $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ in $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ v proteinih izoliranih iz medu smo določili z masnim spektrometrom za analizo stabilnih izotopov lahkkih elementov IsoPrime 100 sklopljenim s preparativnim nastavkom za trdne vzorce – Vario PYRO Cube (OH/CNS Pyrolyser/Elemental Analyser). Približno 2,5 mg posušenega vzorca smo prenesli v kositrove kapsule in mu dodali enako količino WO_3 . Nato smo kositrove kapsule zatisnili in preoblikovali v kroglice ter vstavili v avtomatski podajalnik elementarnega analizatorja. Za spremljanje pravilnosti in natančnosti meritev, smo pri analizah uporabljali referenčne materiale in laboratorijski referenčni material z znano izotopsko sestavo. Rezultati za ogljik in dušik so bili

normalizirani glede na sledeče mednarodne referenčne materiale; USGS64 z $\delta^{13}\text{C}$ vrednostjo $-40,81 \pm 0,04 \text{ ‰}$ in $\delta^{15}\text{N}$ vrednostjo $+1,76 \pm 0,06 \text{ ‰}$ ali IAEA-600 z $\delta^{13}\text{C}$ vrednostjo $-27,74 \pm 0,04 \text{ ‰}$ in $\delta^{15}\text{N}$ vrednostjo $+1,02 \pm 0,05 \text{ ‰}$, USGS88 z $\delta^{13}\text{C}$ vrednostjo $-16,06 \pm 0,07 \text{ ‰}$ in $\delta^{15}\text{N}$ vrednostjo $+14,96 \pm 0,14 \text{ ‰}$ ter USGS89 z $\delta^{13}\text{C}$ vrednostjo $-18,13 \pm 0,11 \text{ ‰}$ in $\delta^{15}\text{N}$ vrednostjo $+6,25 \pm 0,12 \text{ ‰}$. Kot kontrolni material se je uporabilo laboratorijski referenčni material CRP-IAEA z $\delta^{13}\text{C}$ vrednostjo $-20,34 \pm 0,09 \text{ ‰}$ in $\delta^{15}\text{N}$ vrednostjo $+5,62 \pm 0,19 \text{ ‰}$ in USGS42 z $\delta^{13}\text{C}$ vrednostjo $-21,09 \pm 0,10 \text{ ‰}$ in $\delta^{15}\text{N}$ vrednostjo $+8,05 \pm 0,10 \text{ ‰}$. V primeru žvepla pa smo za normalizacijo rezultatov uporabili referenčne materiale USGS42 z $\delta^{34}\text{S}$ vrednostjo $+7,84 \pm 0,25 \text{ ‰}$, USGS88 z $\delta^{34}\text{S}$ vrednostjo $+17,10 \pm 0,44 \text{ ‰}$ in USGS89 z $\delta^{34}\text{S}$ vrednostjo $+3,86 \pm 0,56 \text{ ‰}$. Kot kontrolni material se je uporabilo laboratorijski referenčni material CRP-IAEA z $\delta^{34}\text{S}$ vrednostjo $+4,18 \pm 0,79 \text{ ‰}$. Napaka meritve za določitev $\delta^{13}\text{C}$ in $\delta^{15}\text{N}$ vrednosti znaša $\pm 0,2 \text{ ‰}$ in $\pm 0,6 \text{ ‰}$ za $\delta^{34}\text{S}$.

Določanje izotopske sestave kisika v proteinih izoliranih iz medu in v medu

Določanje izotopskega razmerja kisika ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) v proteinih meda je zaradi prenizke vsebnosti kisika pod mejo zaznavnosti. Ker smatramo, da je vrednost $\delta^{18}\text{O}$ vseeno pomemben podatek za gradnjo baze podatkov medu, smo meritve izotopskega razmerja kisika ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) izvedli tudi v medu. Med približno 0,15 in 0,20 mg vzorca medu smo prenesli v srebrove kapsule, jih zatisnili in preoblikovali v kroglice ter vstavili v avtomatski podajalnik elementarnega analizatorja. Meritve izotopskega razmerja kisika ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) v medu smo določili z masnim spektrometrom za analizo stabilnih izotopov lahkih elementov IsoPrime 100 sklopljenim s preparativnim nastavkom za trdne vzorce – Vario PYRO Cube (OH/CNS Pyrolyser/Elemental Analyser) oziroma DELTA XP IRMS (Thermo Scientific) coupled with a TC/EA pyrolyser (Thermo Finnigan). Za spremljaje pravilnosti in natančnosti meritev smo pri analizah uporabili referenčna materiala medu z znano izotopsko sestavo USGS82 $\delta^{18}\text{O} = +19,44 \pm 0,36 \text{ ‰}$ in USGS83 $\delta^{18}\text{O} = +18,20 \pm 0,25 \text{ ‰}$. Napaka meritve za določitev $\delta^{18}\text{O}$ znaša 0,7 ‰.

Izotopska sestava Sr ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) medu

Vzorci medu smo kalcinirali v žarilni peči (Bosio EUP-K series, Celje, Slovenia). Približno 20 g medu smo zatehtali v kvarčne čaše in jih žarili na 600–650 °C 20 ur oziroma dokler ni nastal bel pepel. Ostanek smo raztopili v koncentrirani HNO_3 in H_2O_2 na peščeni kopeli in posušili do suhega.

Za pripravo vzorca za določitev $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ z multikolektorskim ICP-MS (Nu II, Nu Plasma, Ametek, Wrexham, Velika Britanija), smo suhi ostanek raztopili v 8 M HNO_3 . Sr smo iz vzorca izolirali s pomočjo Sr selektivne smole (Eichrom, SR-B50-S, Triskem International, France). Za korekcijo zaradi masne frakcionacije smo uporabili certificiran referenčni material SRM 987 ($0,71034 \pm 0,00026$, NIST, ZDA).

3.2.2 Elementna sestava medu

Za popolno mineralizacijo vzorca smo uporabili zaprti razkroj z mikrovalovi (MARS 6, CEM Corporation). V teflonske lončke smo zatehtali 0,5 g medu, dodali 5 mL koncentrirane spektralno čiste HNO₃ in 1 mL spektralno čiste H₂O₂. Sam postopek mineralizacije vzorca s pomočjo mikrovalov je potekal 30 min pri 180°C in 1600 W. Po mineralizaciji smo vzorce kvantitativno prenesli v 30 mL polietilenske epruvete in vzorce dopolnili z MilliQ vodo do 20 mL. Tik pred meritvijo smo vzorce petkrat redčili. Vsebnost elementov v tako pripravljenih vzorcih smo določili z masnim spektrometrom z induktivno sklopljeno plazmo (ICP-MS) (7900xAgilent Technologies, Tokio, Japonska).

3.2.3 Hlapne organske spojine

Neposredno v 10 ml stekleno vialo smo zatehtali 0,5g medu in dodali 0,5 mL nasičene vodne raztopine natrijevega klorida (NaCl). Vialo smo hermetično zaprli s silikonsko/PTFE septo, vzorec rahlo segreli (na 40 °C) in nato premešali na vrtničnem mešalniku.

Hlapne organske spojine (VOC) smo določevali po razviti metodi mikroekstrakcije na trdnem nosilcu iz plinaste faze nad vzorcem (HS-SPME) s plinsko kromatografijo sklopljeno z masno spektrometrijo (GC-MS). Za analizo medu smo uporabili SPME vlakno Divinylbenzene/Carboxen/Polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS), katerega smo novega kondicionirali pri 250 °C 4 ure. Poleg tega je bilo vlakno pred vsako analizo kondicionirano pri 250 °C za 5 min ter po vsaki analizi za 20 min. Inkubacija (vzpostavljanje ravnotežja) je potekala 15 min pri 60 °C, ekstrakcija pa 60 min pri 60 °C.

Za analizo smo uporabili plinski kromatograf tip 7890B (Agilent Technologies), z masnim spektrometrom tip 5977A (Agilent Technologies) z avtomatskim vzorčevalnikom in VF-WAX kolono (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) (Agilent J & W). Po sledečem temperaturnem programu: 40 °C (0 min); 3 °C / min do 140 °C (10 min); 5 °C / min do 230 °C (2 min); 5 °C / min do 250 °C (0 min); (skupen čas 67,33 min). Nosilni plin je bil helij s konstantnim pretokom 1 mL/min. Uporabili smo poseben SPME liner (SPME taper, 0.75mm, Agilent Technologies). Injiciranje (desorbpcija spojin z vlakna) je bilo izvedeno pri 250 °C za 3 min v splitless načinu. Ionizacija je v masnem spektrometru potekala v območju 35-300 m/z.

Podatke iz kromatograma smo obdelali s pomočjo programskega orodja ChemStation (Agilent Technologies) tako, da smo površine identificiranih vrhov najprej integrirali. Identifikacija spojin je potekala s sprimerjavo masnega spektra posameznih vrhov s podatki iz spektralne knjižnice NIST14 (Agilent Technologies) in z izračuni retenzijskih indeksov (RI) v skladu z enačbo, ki sta jo uporabila Van den Dool in Kratz (1963) ter primerjani z razpoložljivimi podatki za RI iz NIST knjižnjice. Za izračun retenzijskih indeksov so bili uporabljeni n-aklani

(C10 – C40). Vsebnost posamezne spojine (izražene v %) predstavlja delež posamezne spojine glede na vsoto vseh prisotnih spojin v posameznem vzorcu.

3.2.4 NMR profiliranje

V epico smo zatehtali 1,5 g vzorca. Dodali smo 5 mL miliQ vode in jo stresali na stresalnik za 1 uro, da se je vzorec raztopil. Vzeli smo 900 μ L tako pridobljene raztopine medu in ji dodali 100 μ L fosfatnega pufra, ki smo ga pripravili v D₂O in mu dodali 0,1 % referenčne substance TMSP. pH vzorca smo nastavili na 3,1 z uporabo 1M NaOH ali HCl. Vzorec smo prenesli v 5 mm NMR cevko.

Na 400 MHz NMR spektrometru smo posneli 1D ¹H spektre pripravljenih vzorcev. Za snemanje smo uporabili pulzno sekvenco *noesygppr1d* in naslednje vrednosti parametrov:

- število točk: 65536,
- število ponovitev: 64,
- širina spektra: 20,5 ppm (8196,7 Hz),
- relaksacijski čas: 25 s,
- frekvenca nasičevanja: 4,698 ppm (1879,86 Hz).

Izvedli smo PCA analizo 1D ¹H spektrov letošnjih enainštiridesetih vzorcev medu. Pred analizo smo spektrom s programom Topspin nastavili referenco na 0 ppm (signal TMSP) in optimizirali njihovo bazno linijo in fazo. Posamezne spektre smo razdelili na 238 razdelkov, ki smo jih določili v študiji NMR profiliranja 2021. Program nam je podal vrednost integrala za območje posameznega razdelka. Podatke smo normalizirali na enako vsoto vrednosti razdelkov za posamezen vzorec. Filtrirali smo jih na podlagi standardne deviacije. Odstranjenih je bilo 40 % vseh razdelkov z nizko vrednostjo SD. S tem smo se znebili razdelkov, ki nimajo variabilnosti in tistih, ki vsebujejo samo šum. Hkratna statistična analiza spojin v širokem koncentracijskem območju je težavno zato smo vrednosti pred obdelavo skalirali (range scaling).

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

4.1 STABILNI IZOTOPI

Določali smo razmerje $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ v medu ($\delta^{13}\text{C}_{\text{MED}}$ (‰)) ter razmerje $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C}_{\text{p}}$ (‰)), $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ($\delta^{15}\text{N}_{\text{p}}$ (‰)), $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ($\delta^{18}\text{O}_{\text{p}}$ (‰)), $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ($\delta^{34}\text{S}_{\text{p}}$ (‰)) v proteinih medu. Določanje izotopskega razmerja kisika v proteinih v medu je zaradi nizke vsebnosti kisika pod mejo zaznavnosti, zato smo meritve izotopskega razmerja kisika izvedli tudi v medu ($\delta^{18}\text{O}_{\text{MED}}$ (‰)), saj menimo, da je pomemben podatek pri vzpostavitvi podatkovne zbirke o medu. Določali smo tudi izotopsko sestavo Sr ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) v medu.

$\delta^{13}\text{C}_{\text{MED}}$ se giblje v območju od -27,9 do -23,4 ‰ z mediano -25,9 ‰, $\delta^{18}\text{O}_{\text{MED}}$ pa v območju med 19,7 in 25,4 ‰ z mediano 23,0 ‰. Najbolj negativne povprečne vrednosti $\delta^{13}\text{C}_{\text{MED}}$ smo določili v ajdovem medu (-27,3 ‰) in medu oljne ogrščice (-27,2 ‰). Najvišje povprečne vrednosti pa smo določili v cvetličnem (-25,3 ‰) in akacijevem medu (-24,4 ‰). Povprečna vrednost $\delta^{13}\text{C}_{\text{MED}}$ ostalih vrst medu je v gozdnem medu (-26,0 ‰), v smrekovem (-26,6 ‰), v hojevem (-25,6 ‰), kostanjevem (-25,8 ‰) in lipovem medu (-26,5 ‰). (Kropf (2009) je najbolj negativne povprečne vrednosti $\delta^{13}\text{C}_{\text{MED}}$ določila v gozdnem in smrekovem medu (-26,1 ter -26,0 ‰), najvišje vrednosti pa je določila v akacijevem (-24,8 ‰) ter hojevem medu (-25,3 ‰). V proteinih v medu je najnižje povprečne vrednosti našla pri smrekovem medu (-26,1 ‰), najvišje pa pri cvetličnem medu (-24,8 ‰). V naši raziskavi se $\delta^{13}\text{C}_{\text{p}}$ se giblje v območju med -28,1 ter -23,9 ‰ z mediano -25,9 ‰.

Vrednosti $\delta^{15}\text{N}_{\text{p}}$ se gibljejo v območju med -1,0 ter 6,4 ‰ z mediano 1,5 ‰. V povprečju se gibljejo v širšem obsegu v primerjavi z rezultati Kropf (2009), ko so določili najvišjo povprečno vrednost pri akacijevem medu (2,9 ‰), najnižjo pa pri smrekovem (1,1 ‰).

$\delta^{34}\text{S}_{\text{p}}$ se giblje v območju med 1,9 in 7,0 ‰ z mediano 4,7 ‰. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ v medu se giblje v območju med 0,70817 in 0,71636 z mediano 0,71048. Rezultati izotopov v medu in proteinih v medu so prikazani v preglednici 2.

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Preglednica 2: Rezultati stabilnih izotopov v medu ter proteinih v medu

Št. vzorca	$\delta^{13}\text{C}_{\text{MED}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{MED}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{p}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{p}}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}_{\text{p}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{p}}$ (‰)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
K. MED 2021-1	-26,0	21,8	-25,6	0,5	5,0	n.d.	0,71345
K. MED 2021-2	-25,8	21,6	-25,5	0,2	4,9	n.d.	0,71374
K. MED 2021-3	-26,6	23,2	-25,8	1,1	4,6	n.d.	0,71224
K. MED 2021-4	-27,7	20,6	-26,9	5,2	1,9	n.d.	0,71144
K. MED 2021-5	-25,2	21,0	-26,9	6,1	2,9	n.d.	0,71151
K. MED 2021-6	-27,7	21,0	-27,6	6,0	2,5	n.d.	0,71044
K. MED 2021-7	-27,1	21,6	-27,2	3,9	2,6	n.d.	0,71154
K. MED 2021-8	-24,7	20,2	-27,8	6,4	2,5	n.d.	0,71106
K. MED 2021-9	-23,5	23,9	-23,9	1,1	3,7	n.d.	0,71048
K. MED 2021-10	-25,7	22,9	-26,2	1,8	4,5	n.d.	0,71128
K. MED 2021-11	-25,9	24,6	-25,4	2,7	4,2	n.d.	0,71119
K. MED 2021-12	-23,4	25,2	-25,2	0,0	4,3	n.d.	0,70922
K. MED 2021-13	-26,6	23,6	-26,1	-1,0	4,5	n.d.	0,70898
K. MED 2021-14	-23,8	23,1	-24,2	1,1	3,2	n.d.	0,70886
K. MED 2021-15	-23,5	23,5	-24,5	1,7	3,1	n.d.	0,70961
K. MED 2021-16	-26,9	23,0	-26,4	0,6	5,5	n.d.	0,70982
K. MED 2021-17	-26,5	22,9	-26,2	0,5	4,3	n.d.	0,70904
K. MED 2021-18	-26,0	25,1	-25,9	0,6	5,6	n.d.	0,70967
K. MED 2021-19	-25,6	23,3	-25,9	1,1	3,4	n.d.	0,71354
K. MED 2021-20	-25,7	24,2	-25,6	1,6	3,6	n.d.	0,71096
K. MED 2021-21	-26,9	23,0	-26,8	0,9	5,0	n.d.	0,70950
K. MED 2021-22	-26,8	22,6	-25,9	-0,5	4,8	n.d.	0,70913
K. MED 2021-23	-27,0	21,9	-25,7	-0,2	4,1	n.d.	0,70929
K. MED 2021-24	-25,7	24,1	-25,8	1,9	3,0	n.d.	0,70995
K. MED 2021-25	-26,8	24,3	-26,7	1,6	3,3	n.d.	0,71099
K. MED 2021-26	-25,9	24,2	-26,0	1,5	4,6	n.d.	0,71351
K. MED 2021-27	-26,0	23,1	-25,9	1,3	4,2	n.d.	0,71161
K. MED 2021-28	-25,0	21,7	-24,7	1,4	2,8	n.d.	0,71067
K. MED 2021-29	-25,7	22,9	-25,4	-0,2	5,7	n.d.	0,71429
K. MED 2021-30	-26,2	22,9	-26,2	1,7	3,2	n.d.	0,71039
K. MED 2021-31	-25,9	24,2	-26,1	2,3	5,4	n.d.	0,71446
K. MED 2021-32	-27,7	21,7	-27,8	4,9	2,5	n.d.	0,71070
K. MED 2021-33	-27,3	23,8	-26,5	4,0	2,7	n.d.	0,71128
K. MED 2021-34	-27,1	24,4	-27,2	4,6	2,5	n.d.	0,71132
K. MED 2021-35	-27,0	24,7	-27,1	4,5	2,5	n.d.	0,71150
K. MED 2021-36	-26,4	24,0	-26,8	2,0	5,9	n.d.	0,71093
K. MED 2021-37	-25,9	23,3	-26,2	2,5	5,8	n.d.	0,70975
K. MED 2021-38	-26,0	22,9	-26,0	1,5	3,9	n.d.	0,71044
K. MED 2021-39	-23,6	21,7	-25,1	1,8	5,0	n.d.	0,70943
K. MED 2021-40	-27,3	24,6	-26,8	3,2	5,0	n.d.	0,71452
K.MED-2022-01	-27,4	21,2	-27,5	4,8	4,1	n.d.	0,71194
K.MED-2022-02	-26,9	21,1	-27,5	5,0	3,8	n.d.	0,71127
K.MED-2022-03	-27,9	19,7	-28,1	5,0	4,2	n.d.	0,71075
K.MED-2022-04	-25,5	20,9	-25,5	3,9	4,8	n.d.	0,71117

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Št. vzorca	$\delta^{13}\text{C}_{\text{MED}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{MED}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{P}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{P}}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}_{\text{P}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{P}}$ (‰)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
K.MED-2022-05	-25,6	21,3	-25,9	2,8	4,0	n.d.	0,71101
K.MED-2022-06	-24,1	21,7	-25,7	1,0	4,3	n.d.	0,70927
K.MED-2022-07	-26,0	24,0	-26,0	2,2	5,4	n.d.	0,70950
K.MED-2022-08	-25,9	23,4	-26,5	1,4	6,4	n.d.	0,70916
K.MED-2022-09	-25,4	21,8	-25,7	1,4	5,8	n.d.	0,71174
K.MED-2022-10	-26,0	24,1	-26,2	1,1	6,7	n.d.	0,71032
K.MED-2022-11	-26,0	23,2	-26,2	0,6	6,0	n.d.	0,70999
K.MED-2022-12	-25,9	23,4	-25,8	-0,5	5,8	n.d.	0,70817
K.MED-2022-13	-24,9	24,0	-25,6	0,6	5,7	n.d.	0,71022
K.MED-2022-14	-25,8	23,7	-25,5	2,1	6,6	n.d.	0,71011
K.MED-2022-15	-25,7	25,4	-26,6	0,6	6,4	n.d.	0,71201
K.MED-2022-16	-26,4	24,4	-25,6	0,3	6,5	n.d.	0,70919
K.MED-2022-17	-25,5	24,6	-26,4	1,5	6,0	n.d.	0,70980
K.MED-2022-18	-24,8	23,3	-25,8	1,4	4,3	n.d.	n.d.
K.MED-2022-19	-27,6	23,0	-26,2	3,2	4,7	n.d.	0,71005
K.MED-2022-20	-25,4	23,6	-26,1	3,1	7,0	n.d.	0,71024
K.MED-2022-21	-25,3	23,7	-25,8	1,3	6,2	n.d.	0,71180
K.MED-2022-22	-25,2	22,8	-25,1	2,2	6,7	n.d.	0,70953
K.MED-2022-23	-26,0	21,1	-25,8	1,0	6,7	n.d.	0,71636
K.MED-2022-24	-26,2	22,7	-26,2	1,3	4,7	n.d.	0,71142
K.MED-2022-25	-25,5	21,1	-25,8	2,2	6,6	n.d.	0,71614
K.MED-2022-26	-25,8	22,8	-25,7	2,1	5,5	n.d.	0,71007
K.MED-2022-27	-25,2	22,0	-26,1	1,3	6,4	n.d.	0,71055
K.MED-2022-28	-25,6	22,0	-25,9	0,5	6,2	n.d.	0,71403
K.MED-2022-29	-26,2	21,6	-26,2	2,2	6,4	n.d.	0,71024
K.MED-2022-30	-25,7	22,2	-25,5	0,3	5,9	n.d.	0,71081
K.MED-2022-31	-25,0	23,7	-25,7	1,7	6,1	n.d.	0,70922
K.MED-2022-32	-25,3	21,6	-25,5	0,4	5,9	n.d.	0,70872
K.MED-2022-33	-25,3	22,3	-25,4	2,1	6,2	n.d.	0,70903
K.MED-2022-34	-26,2	23,5	-26,3	1,8	6,7	n.d.	0,70955
K.MED-2022-35	-24,6	22,6	-25,3	0,3	5,7	n.d.	0,70927
K.MED-2022-43	-25,2	23,2	-24,6	0,9	4,5	n.d.	0,71023
K.MED-2022-44	-27,5	21,8	-25,7	2,3	3,4	n.d.	0,71184
K.MED-2022-45	-24,6	22,0	-24,5	0,2	4,2	n.d.	0,71003
K.MED-2022-46	-24,2	23,5	-24,4	0,6	4,3	n.d.	0,70936
K.MED-2022-47	-26,2	22,4	-24,9	1,1	4,5	n.d.	0,71150
K.MED-2022-48	-24,0	22,3	-25,1	4,7	4,0	n.d.	0,71166
MEDIANA	-25,9	23,0	-25,9	1,5	4,7	n.d.	0,71048
POVPREČJE	-25,8	22,9	-26,0	1,9	4,7	n.d.	0,71086
S.D.	1,0	1,2	0,8	1,7	1,3	n.d.	0,00167
MIN	-27,9	19,7	-28,1	-1,0	1,9	n.d.	0,70817
MAKS	-23,4	25,4	-23,9	6,4	1,7	n.d.	0,71636

4.2 ELEMENTNA SESTAVA

Ne glede na vrsto medu je v medu največ K (Bontempo in sod., 2017), kar se je izkazalo tudi v naših vzorcih. Koncentracije K se gibljejo od 0,235 do 6,31 g/kg, z mediano 2,29 g/kg, Ca med 0,0159 do 0,455 z mediano 0,144 g/kg, Mg pa v območju med 0,00300 in 0,184 g/kg z mediano 0,0318 mg/kg, Na pa v območju med 0,00531 in 0,130 g/kg z mediano 0,0159 g/kg. Srednja vrednost elementov Rb, Mn, Al, B in Fe je več kot 1 mg/kg, ostalih elementov (Cr, Ni, Cu, Zn, Ba, Sr, As, Li, V, Co, Mo, Cd, Sb, Tl, Pb, U, Ag) pa je manj kot 1 mg/kg. Kropf (2009) je v slovenskem medu našla največ K, sledijo Ca>Rb>Na>Zn>Fe>Br>Cs. V naši raziskavi si sledijo v naslednjem vrstnem redu K>Ca>Mg>Na>Rb>Mn>B>Al>Fe.

Delež manjkajočih vrednosti (vrednosti pod mejo detekcije (<LOD)) presega 30% pri naslednjih elementih: srebra (Ag) (75 %), arzena (As) (64 %), natrija (Na) (52 %), litija (Li) (46 %), antimona (Sb) (38 %) in urana (U) (36 %).

Rezultati elementne sestave medu so prikazani v preglednici 3.

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Preglednica 3: Rezultati elementne sestave medu (preglednica se nadaljuje na naslednjih straneh)

Št. vzorca	K (g/kg)	Mg (g/kg)	Ca (g/kg)	Rb (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Al (mg/kg)	B (mg/kg)	Fe (mg/kg)
K. MED 2021-1	6,31	0,067	0,262	21,73	29,8	1,77	3,69	0,66
K. MED 2021-2	4,40	0,059	0,391	15,59	40,5	2,58	3,83	0,78
K. MED 2021-3	3,69	0,063	0,187	7,98	4,00	50,2	4,13	3,39
K. MED 2021-4	0,762	0,020	0,143	1,13	4,90	0,72	9,08	1,55
K. MED 2021-5	1,19	0,021	0,237	1,61	5,82	0,85	5,27	1,61
K. MED 2021-6	1,24	0,036	0,270	1,19	4,29	1,45	7,26	2,08
K. MED 2021-7	0,841	0,024	0,213	1,45	3,58	0,52	6,19	1,26
K. MED 2021-8	2,18	0,025	0,214	1,13	4,33	0,23	2,98	0,89
K. MED 2021-9	0,235	0,003	0,093	0,37	0,21	0,20	4,19	0,24
K. MED 2021-10	3,09	0,058	0,250	19,0	5,54	15,5	3,17	3,05
K. MED 2021-11	3,29	0,058	0,173	25,6	5,04	15,2	2,89	4,03
K. MED 2021-12	4,39	0,070	0,141	28,5	4,42	13,5	3,27	5,56
K. MED 2021-13	2,16	0,020	0,253	4,74	1,14	0,24	2,18	0,84
K. MED 2021-14	0,555	0,007	0,156	0,894	0,43	0,32	4,46	2,11
K. MED 2021-15	0,489	0,007	0,138	1,14	0,49	0,64	5,38	0,81
K. MED 2021-16	1,95	0,022	0,323	3,28	2,43	0,41	1,91	0,91
K. MED 2021-17	1,89	0,014	0,255	3,28	0,99	0,21	1,89	1,76
K. MED 2021-18	3,57	0,069	0,199	23,2	3,71	31,7	3,69	5,59
K. MED 2021-19	5,68	0,062	0,346	36,4	20,9	1,71	3,08	1,33
K. MED 2021-20	5,59	0,068	0,355	19,7	27,8	2,08	4,84	1,18
K. MED 2021-21	2,00	0,018	0,261	3,25	1,52	0,21	1,63	0,92
K. MED 2021-22	2,24	0,018	0,307	4,06	2,24	0,34	1,83	20,5
K. MED 2021-23	2,09	0,017	0,144	2,42	0,984	0,653	1,84	0,537
K. MED 2021-24	2,95	0,065	0,108	18,6	2,75	19,3	5,86	2,85
K. MED 2021-25	3,26	0,074	0,130	15,7	7,63	38,4	3,27	3,44
K. MED 2021-26	2,95	0,082	0,199	10,8	9,98	6,90	3,46	1,22
K. MED 2021-27	5,03	0,060	0,455	14,1	31,8	1,74	3,29	1,03
K. MED 2021-28	0,429	0,009	0,177	0,861	0,396	0,697	4,01	19,5
K. MED 2021-29	5,82	0,066	0,339	20,1	52,1	2,65	3,89	0,675
K. MED 2021-30	2,93	0,046	0,280	14,9	14,1	1,62	4,02	1,19
K. MED 2021-31	4,43	0,184	0,149	28,0	12,7	13,4	5,88	3,90
K. MED 2021-32	0,424	0,017	0,176	0,927	1,06	0,744	8,84	1,74
K. MED 2021-33	0,868	0,027	0,198	1,06	1,94	1,10	12,1	1,77
K. MED 2021-34	0,894	0,030	0,135	2,05	3,67	1,44	10,4	1,54
K. MED 2021-35	0,484	0,024	0,172	0,586	1,04	0,419	6,36	2,35
K. MED 2021-36	3,16	0,058	0,209	25,8	3,74	14,5	2,98	3,21
K. MED 2021-37	2,82	0,055	0,226	21,2	6,18	7,19	2,79	1,65
K. MED 2021-38	2,89	0,042	0,280	18,2	14,4	1,34	2,98	1,07
K. MED 2021-39	1,58	0,021	0,198	3,47	1,71	0,518	9,64	1,03
K. MED 2021-40	3,24	0,089	0,226	25,8	8,93	44,8	3,73	3,89
K.MED-2022-01	0,981	0,021	0,069	1,59	5,08	0,932	10,8	1,74
K.MED-2022-02	1,02	0,024	0,090	2,61	5,99	0,848	3,46	1,44
K.MED-2022-03	0,365	0,009	0,040	0,705	5,33	0,448	3,36	0,533
K.MED-2022-04	0,471	0,015	0,039	0,602	0,80	0,602	2,82	0,486

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Št. vzorca	K (g/kg)	Mg (g/kg)	Ca (g/kg)	Rb (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Al (mg/kg)	B (mg/kg)	Fe (mg/kg)
K.MED-2022-05	0,389	0,013	0,049	0,675	0,54	0,472	3,14	0,549
K.MED-2022-06	0,959	0,017	0,077	3,80	3,74	1,50	1,79	2,07
K.MED-2022-07	1,83	0,017	0,099	4,01	2,43	0,867	3,06	0,858
K.MED-2022-08	1,74	0,027	0,088	3,99	0,96	4,74	3,48	1,96
K.MED-2022-09	1,36	0,027	0,103	3,43	5,97	1,05	1,63	1,00
K.MED-2022-10	2,45	0,053	0,085	14,1	3,25	12,7	5,59	3,20
K.MED-2022-11	2,88	0,047	0,042	21,0	3,20	14,7	2,83	5,08
K.MED-2022-12	1,40	0,110	0,042	9,06	5,43	2,10	4,08	3,45
K.MED-2022-13	3,18	0,053	0,048	22,9	4,60	17,5	3,17	5,13
K.MED-2022-14	2,67	0,051	0,036	25,9	2,79	11,6	3,15	4,00
K.MED-2022-15	2,64	0,051	0,022	24,8	2,60	8,13	2,46	3,09
K.MED-2022-16	2,89	0,079	0,031	20,7	4,41	22,4	3,85	3,91
K.MED-2022-17	2,57	0,041	0,045	13,2	5,59	5,29	2,27	2,18
K.MED-2022-18	2,18	0,031	0,072	11,5	3,22	9,40	2,24	4,06
K.MED-2022-19	3,09	0,055	0,041	15,5	5,96	22,6	2,56	4,12
K.MED-2022-20	2,82	0,047	0,035	23,0	3,06	12,8	3,21	3,90
K.MED-2022-21	2,33	0,045	0,064	15,5	5,44	8,11	2,28	2,26
K.MED-2022-22	2,69	0,046	0,072	18,0	3,09	12,4	3,01	4,48
K.MED-2022-23	3,19	0,037	0,146	13,1	21,0	2,49	2,54	0,911
K.MED-2022-24	2,64	0,032	0,153	13,4	38,2	2,43	3,82	1,14
K.MED-2022-25	3,59	0,040	0,151	13,1	17,0	2,54	3,25	1,44
K.MED-2022-26	3,77	0,041	0,142	12,2	16,7	1,89	4,27	1,18
K.MED-2022-27	3,47	0,034	0,138	13,4	25,8	2,47	3,07	1,10
K.MED-2022-28	3,52	0,029	0,165	15,0	23,4	2,55	4,68	1,57
K.MED-2022-29	3,18	0,043	0,135	16,6	12,5	2,07	3,68	1,83
K.MED-2022-30	4,70	0,047	0,160	10,9	26,1	2,47	3,72	1,20
K.MED-2022-31	2,16	0,026	0,160	8,00	4,34	1,98	4,24	1,35
K.MED-2022-32	2,42	0,021	0,167	5,86	4,96	2,16	2,75	2,06
K.MED-2022-33	1,52	0,032	0,147	6,62	2,68	2,84	2,45	1,40
K.MED-2022-34	2,20	0,031	0,101	8,57	1,20	5,79	1,81	0,928
K.MED-2022-35	2,81	0,024	0,142	5,89	3,77	1,55	2,49	1,16
K.MED-2022-43	1,87	0,031	0,031	1,39	1,40	4,25	5,72	1,08
K.MED-2022-44	1,75	0,028	0,028	2,20	1,17	0,707	7,71	0,925
K.MED-2022-45	1,43	0,021	0,021	3,73	1,34	2,35	3,74	0,814
K.MED-2022-46	1,03	0,016	0,016	1,66	0,771	0,466	6,24	4,63
K.MED-2022-47	1,76	0,031	0,031	3,22	1,16	0,772	8,65	0,813
K.MED-2022-48	0,773	0,027	0,027	0,727	0,900	0,414	3,69	14,2
MEDIAN	2,40	0,0401	0,152	10,6	7,86	6,31	4,14	2,63
POVPREČJE	2,29	0,0318	0,144	8,28	3,88	2,07	3,46	1,59
S.D.	1,39	0,0270	0,098	9,12	10,3	9,93	2,22	3,37
MIN	0,235	0,0030	0,016	0,370	0,210	0,200	1,63	0,240
MAKS	6,31	0,184	0,455	36,4	52,1	50,2	12,1	20,5

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Nadaljevanje

Št. vzorca	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Se (mg/kg)	Sr (mg/kg)	As (mg/kg)	Na (mg/kg)	Li (mg/kg)
K. MED 2021-1	0,280	0,670	1,12	<0,060	0,258	<0,001	<5,00	<0,010
K. MED 2021-2	0,400	0,530	1,02	<0,060	0,185	<0,001	<5,00	0,258
K. MED 2021-3	1,47	0,980	0,096	<0,060	0,062	<0,001	<5,00	0,185
K. MED 2021-4	0,610	0,710	0,319	<0,060	0,066	<0,001	<5,00	0,062
K. MED 2021-5	0,200	0,840	0,405	<0,060	0,096	<0,001	7,59	0,066
K. MED 2021-6	0,600	0,730	0,322	<0,060	0,100	<0,001	7,82	0,096
K. MED 2021-7	0,510	0,700	0,292	<0,060	0,079	<0,001	<5,00	0,100
K. MED 2021-8	0,530	1,14	0,050	<0,060	0,082	<0,001	<5,00	0,079
K. MED 2021-9	0,060	0,180	0,078	<0,060	0,027	<0,001	<5,00	0,082
K. MED 2021-10	1,60	1,03	0,131	<0,060	0,066	0,002	<5,00	0,027
K. MED 2021-11	2,17	1,20	0,114	<0,060	0,068	0,003	<5,00	0,066
K. MED 2021-12	2,60	1,35	0,150	<0,060	0,097	0,003	5,83	0,068
K. MED 2021-13	0,176	0,390	0,206	<0,060	0,105	<0,001	<5,00	0,097
K. MED 2021-14	0,367	0,440	0,095	<0,060	0,038	<0,001	<5,00	0,105
K. MED 2021-15	0,154	0,330	0,059	<0,060	0,028	<0,001	<5,00	0,038
K. MED 2021-16	0,171	0,375	0,253	<0,060	0,166	<0,001	<5,00	0,028
K. MED 2021-17	0,155	0,376	0,089	<0,060	0,102	<0,001	<5,00	0,166
K. MED 2021-18	2,44	1,29	0,134	<0,060	0,061	0,003	<5,00	0,102
K. MED 2021-19	0,323	0,685	0,683	<0,060	0,612	<0,001	<5,00	0,061
K. MED 2021-20	0,457	0,580	1,19	<0,060	0,301	<0,001	<5,00	0,612
K. MED 2021-21	0,139	0,264	0,075	<0,060	0,125	<0,001	<5,00	0,301
K. MED 2021-22	0,168	0,296	0,111	<0,060	0,148	<0,001	130	0,125
K. MED 2021-23	0,160	0,517	0,066	<0,060	0,141	<0,001	<5,00	0,148
K. MED 2021-24	1,54	0,916	0,067	<0,060	0,061	<0,001	<5,00	0,141
K. MED 2021-25	1,26	1,27	0,192	0,072	0,143	0,009	<5,00	0,061
K. MED 2021-26	0,616	1,62	0,199	0,094	0,114	<0,001	<5,00	0,143
K. MED 2021-27	0,273	0,496	0,913	0,083	0,338	<0,001	48,1	0,114
K. MED 2021-28	0,104	1,02	0,029	0,084	0,052	<0,001	<5,00	0,338
K. MED 2021-29	0,263	0,47	1,18	0,115	0,247	<0,001	<5,00	0,052
K. MED 2021-30	0,297	0,797	0,603	0,079	0,447	<0,001	<5,00	0,247
K. MED 2021-31	0,746	1,16	0,293	0,101	0,090	<0,001	<5,00	0,447
K. MED 2021-32	0,138	0,573	0,035	0,119	0,053	<0,001	<5,00	0,090
K. MED 2021-33	0,205	0,688	0,047	<0,060	0,065	<0,001	<5,00	0,053
K. MED 2021-34	0,360	1,75	0,087	<0,060	0,081	<0,001	<5,00	0,065
K. MED 2021-35	0,186	0,476	0,037	<0,060	0,071	<0,001	<5,00	0,081
K. MED 2021-36	2,22	1,14	0,118	<0,060	0,059	<0,001	<5,00	0,071
K. MED 2021-37	0,974	0,951	0,195	<0,060	0,090	<0,001	<5,00	0,059
K. MED 2021-38	0,250	1,75	0,968	<0,060	0,541	<0,001	<5,00	0,090
K. MED 2021-39	0,175	0,854	0,071	<0,060	0,080	<0,001	<5,00	0,541
K. MED 2021-40	1,70	1,65	0,106	<0,060	0,078	<0,001	<5,00	0,080
K.MED-2022-01	0,480	0,826	0,127	n.d.	0,0908	0,0018	<5,0	<0,01
K.MED-2022-02	0,530	0,774	0,119	n.d.	0,136	0,0016	8,62	<0,01
K.MED-2022-03	0,669	0,595	0,0289	n.d.	0,0683	0,0017	18,0	<0,01
K.MED-2022-04	0,129	0,436	0,0503	n.d.	0,0807	<0,001	<5,0	<0,01

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Št. vzorca	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Se (mg/kg)	Sr (mg/kg)	As (mg/kg)	Na (mg/kg)	Li (mg/kg)
K.MED-2022-05	0,105	0,640	0,0368	n.d.	0,0799	<0,001	<5,0	<0,01
K.MED-2022-06	0,175	0,499	0,114	n.d.	0,0924	0,0016	27,9	<0,01
K.MED-2022-07	0,170	0,579	0,105	n.d.	0,130	<0,001	28,9	<0,01
K.MED-2022-08	0,444	1,18	0,0449	n.d.	0,0900	0,0017	81,8	<0,01
K.MED-2022-09	0,138	0,488	0,244	n.d.	0,140	<0,001	8,73	<0,01
K.MED-2022-10	0,617	1,24	0,100	n.d.	0,0853	<0,001	<5,0	<0,01
K.MED-2022-11	2,22	1,19	0,095	n.d.	0,0847	0,0038	7,78	<0,01
K.MED-2022-12	0,877	2,65	0,0563	n.d.	0,106	<0,001	15,9	<0,01
K.MED-2022-13	2,35	1,17	0,176	n.d.	0,0872	0,0050	8,94	<0,01
K.MED-2022-14	2,19	1,24	0,0659	n.d.	0,0427	0,0049	5,89	<0,01
K.MED-2022-15	2,17	1,07	0,0384	n.d.	0,0365	0,0033	5,31	<0,01
K.MED-2022-16	0,977	1,42	0,0918	n.d.	0,0352	<0,001	6,86	<0,01
K.MED-2022-17	1,27	0,769	0,175	n.d.	0,0582	0,0022	7,01	<0,01
K.MED-2022-18	1,23	0,722	0,212	n.d.	0,122	0,0034	11,1	<0,01
K.MED-2022-19	1,68	1,33	0,108	n.d.	0,0816	0,0024	8,87	<0,01
K.MED-2022-20	2,29	1,24	0,0571	n.d.	0,0437	0,0060	5,98	<0,01
K.MED-2022-21	1,37	0,922	0,176	n.d.	0,0888	0,0025	7,23	<0,01
K.MED-2022-22	1,72	1,21	0,106	n.d.	0,0929	0,0034	6,60	<0,01
K.MED-2022-23	0,308	0,306	0,770	n.d.	0,188	<0,001	8,57	<0,01
K.MED-2022-24	0,261	0,418	0,673	n.d.	0,118	<0,001	11,6	<0,01
K.MED-2022-25	0,239	0,383	1,06	n.d.	0,206	<0,001	9,56	<0,01
K.MED-2022-26	0,257	0,514	0,652	n.d.	0,527	<0,001	9,63	<0,01
K.MED-2022-27	0,232	0,624	0,792	n.d.	0,146	<0,001	7,14	<0,01
K.MED-2022-28	0,245	0,433	1,51	n.d.	0,207	0,0026	11,4	<0,01
K.MED-2022-29	0,377	1,23	1,10	n.d.	0,387	0,0025	11,9	<0,01
K.MED-2022-30	0,276	0,422	1,75	n.d.	0,141	0,0020	6,5	<0,01
K.MED-2022-31	0,206	0,402	0,525	n.d.	0,145	0,0024	7,89	<0,01
K.MED-2022-32	0,249	0,857	0,592	n.d.	0,294	0,0020	6,13	<0,01
K.MED-2022-33	0,243	0,640	0,311	n.d.	0,122	0,0016	6,89	<0,01
K.MED-2022-34	0,441	0,624	0,353	n.d.	0,0572	0,0017	5,33	<0,01
K.MED-2022-35	0,268	0,425	0,423	n.d.	0,158	0,0017	11,1	<0,01
K.MED-2022-43	0,400	0,618	<0,015	n.d.	0,0491	<0,001	8,25	4,23
K.MED-2022-44	0,330	0,884	<0,015	n.d.	0,0592	0,0014	19,3	3,79
K.MED-2022-45	0,445	0,461	<0,015	n.d.	0,0267	<0,001	<5,0	<0,01
K.MED-2022-46	0,184	0,401	<0,015	n.d.	0,0445	<0,001	<5,0	1,62
K.MED-2022-47	0,479	0,813	<0,015	n.d.	0,0621	<0,001	8,10	3,92
K.MED-2022-48	0,171	7,17	0,768	n.d.	0,117	<0,001	<5,0	9,81
MEDIANA	0,697	0,901	0,340		0,130	0,0029	15,9	0,657
POVPREČJE	0,372	0,726	0,134		0,0900	0,0024	8,57	0,099
S.D.	0,710	0,825	0,393		0,116	0,0016	23,4	1,73
MIN	0,060	0,180	0,029		0,0267	0,0014	5,31	0,027
MAKS	2,60	7,17	1,75		0,612	0,0090	130	9,81

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

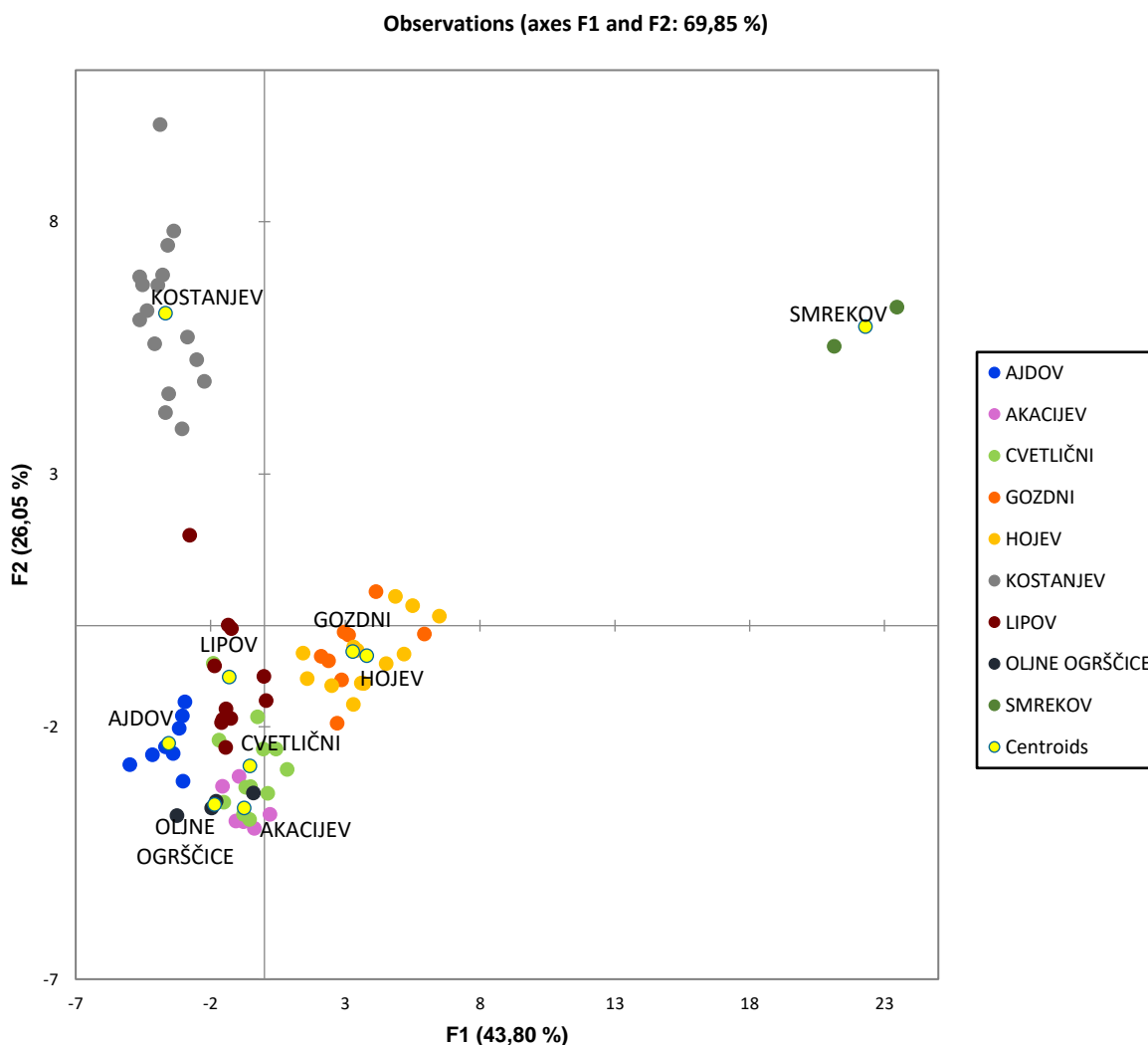
Nadaljevanje

Št. vzorca	V (µg/kg)	Cr (µg/kg)	Co (µg/kg)	Ni (µg/kg)	Mo (µg/kg)	Cd (µg/kg)	Sb (µg/kg)	Tl (µg/kg)	Pb (µg/kg)	U (µg/kg)	Ag (µg/kg)
K. MED 2021-1	<0,800	21,1	9,50	88,3	2,75	<0,200	<0,400	2,05	2,57	<0,040	8,95
K. MED 2021-2	1,43	10,6	12,5	82,2	5,25	<0,200	<0,400	2,05	2,19	<0,040	3,41
K. MED 2021-3	3,97	16,2	60,6	690	5,15	6,96	0,766	1,36	7,31	<0,040	1,50
K. MED 2021-4	1,18	10,8	5,64	53,5	4,91	1,07	<0,400	0,52	4,80	<0,040	<0,800
K. MED 2021-5	1,32	19,0	5,91	111	11,8	1,10	0,698	1,58	34,1	<0,040	<0,800
K. MED 2021-6	2,85	6,95	3,92	42,4	14,9	0,75	<0,400	0,39	8,62	<0,040	<0,800
K. MED 2021-7	<0,800	8,42	3,65	45,4	4,27	1,23	<0,400	0,40	3,18	<0,040	<0,800
K. MED 2021-8	<0,800	8,31	2,88	150	3,57	0,52	<0,400	0,88	11,2	<0,040	<0,800
K. MED 2021-9	<0,800	4,55	2,53	83,1	1,81	<0,200	<0,400	<0,100	1,14	<0,040	<0,800
K. MED 2021-10	5,00	35,4	36,9	520	22,5	10,4	0,959	4,08	57,5	<0,040	<0,800
K. MED 2021-11	6,31	31,3	42,0	673	56,2	9,57	0,592	4,97	13,1	<0,040	<0,800
K. MED 2021-12	9,45	294	26,2	604	63,3	8,84	0,855	7,34	10,7	0,250	<0,800
K. MED 2021-13	<0,800	27,8	1,77	63,3	3,12	0,42	<0,400	0,35	3,08	0,035	<0,800
K. MED 2021-14	4,33	201	3,31	144	18,7	<0,200	<0,400	0,73	7,50	0,073	<0,800
K. MED 2021-15	<0,800	12,8	5,87	71,4	3,34	0,59	<0,400	<0,100	2,01	<0,040	<0,800
K. MED 2021-16	<0,800	42,5	1,93	86,4	6,26	<0,200	<0,400	0,47	1,86	0,135	<0,800
K. MED 2021-17	<0,800	13,0	1,85	59,3	2,76	<0,200	<0,400	0,13	2,05	<0,040	<0,800
K. MED 2021-18	7,44	16,9	60,4	895	22,6	11,8	1,49	4,80	11,4	0,338	<0,800
K. MED 2021-19	<0,800	35,6	11,6	96,5	3,54	1,16	<0,400	2,10	20,4	0,070	<0,800
K. MED 2021-20	1,03	8,42	7,22	295	3,01	<0,200	<0,400	2,91	4,42	<0,040	<0,800
K. MED 2021-21	<0,800	9,29	1,35	78,6	0,89	<0,200	<0,400	0,13	1,97	<0,040	<0,800
K. MED 2021-22	8,44	1285	19,5	939	143	<0,200	<0,400	0,18	3,56	0,108	<0,800
K. MED 2021-23	<0,800	16,0	2,83	17,2	2,00	1,48	<0,400	1,04	4,42	0,173	<0,800
K. MED 2021-24	3,44	11,1	30,6	396	15,3	13,0	0,585	4,06	8,32	0,138	<0,800
K. MED 2021-25	3,06	41,1	73,0	1001	6,12	11,0	<0,400	3,72	9,18	0,164	<0,800
K. MED 2021-26	1,91	10,3	40,2	300	4,80	9,75	1,03	1,58	10,0	<0,040	<0,800
K. MED 2021-27	<0,800	8,23	8,38	63,9	3,02	1,08	<0,400	5,06	6,59	<0,040	<0,800
K. MED 2021-28	<0,800	17,5	4,68	61,1	3,50	0,74	<0,400	0,67	11,6	<0,040	<0,800
K. MED 2021-29	<0,800	11,2	13,1	58,3	3,17	0,93	<0,400	2,67	4,92	<0,040	<0,800
K. MED 2021-30	0,800	6,88	10,3	28,6	3,68	2,60	0,868	3,02	5,97	<0,040	<0,800
K. MED 2021-31	1,83	8,22	200	893	2,25	48,9	<0,400	1,86	16,5	<0,040	<0,800
K. MED 2021-32	1,28	48,6	6,01	10,5	6,46	0,86	<0,400	1,58	8,67	<0,040	<0,800
K. MED 2021-33	1,34	80,8	7,02	45,9	13,1	1,44	<0,400	1,81	5,88	<0,040	<0,800
K. MED 2021-34	<0,800	91,6	9,77	53,2	10,8	1,34	<0,400	1,75	6,28	<0,040	<0,800
K. MED 2021-35	3,95	627	17,2	10,7	71,3	1,02	<0,400	1,36	5,86	<0,040	<0,800
K. MED 2021-36	6,47	123	39,2	318	57,4	12,6	<0,400	7,16	9,09	<0,040	<0,800
K. MED 2021-37	3,14	160	29,8	235	34,6	6,04	<0,400	3,95	6,51	<0,040	<0,800
K. MED 2021-38	1,20	112	7,76	30,9	13,0	1,33	<0,400	3,72	11,2	0,550	<0,800
K. MED 2021-39	<0,800	25,7	25,3	27,0	4,15	1,28	<0,400	0,89	5,96	<0,040	<0,800
K. MED 2021-40	3,96	90,3	174	1150	17,0	36,1	<0,400	3,82	11,2	<0,040	<0,800
K.MED-2022-01	1,81	39,1	4,73	101	15,3	0,610	1,26	2,31	6,81	0,210	8,11
K.MED-2022-02	1,65	18,0	2,40	127	13,0	1,58	1,04	0,822	6,52	0,607	1,17
K.MED-2022-03	1,27	6,51	0,92	67,2	9,01	1,50	1,10	0,297	2,46	0,143	1,20
K.MED-2022-04	<0,8	4,89	6,25	105	7,90	1,18	1,14	0,190	2,35	0,259	6,58

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Št. vzorca	V (µg/kg)	Cr (µg/kg)	Co (µg/kg)	Ni (µg/kg)	Mo (µg/kg)	Cd (µg/kg)	Sb (µg/kg)	Tl (µg/kg)	Pb (µg/kg)	U (µg/kg)	Ag (µg/kg)
K.MED-2022-05	<0,8	3,41	3,21	91,7	5,40	1,28	7,41	0,358	4,03	0,273	4,18
K.MED-2022-06	1,51	4,98	3,12	75,1	6,01	1,93	7,30	1,07	4,90	0,281	3,28
K.MED-2022-07	1,38	4,99	2,59	48,8	6,80	0,729	3,77	0,923	2,27	0,113	2,66
K.MED-2022-08	4,55	26,8	5,99	160	14,5	2,90	5,57	1,44	9,03	0,195	2,78
K.MED-2022-09	1,49	11,3	2,33	40,1	4,55	<0.2	6,23	0,686	2,49	0,243	2,11
K.MED-2022-10	1,95	4,34	22,1	323	5,86	6,00	2,35	8,57	17,2	0,137	1,73
K.MED-2022-11	9,01	33,9	19,9	482	40,0	11,0	3,57	5,97	12,4	0,346	1,85
K.MED-2022-12	1,87	8,81	13,1	178	7,66	19,9	4,85	3,29	5,65	0,0948	1,77
K.MED-2022-13	9,83	16,5	24,5	592	50,5	15,9	3,21	5,62	13,2	0,370	1,56
K.MED-2022-14	6,40	14,6	20,4	455	64,9	8,28	2,32	4,39	20,9	0,314	<0,8
K.MED-2022-15	5,40	18,7	18,3	316	32,8	8,20	1,90	3,59	5,72	0,173	1,63
K.MED-2022-16	<0.8	7,42	42,5	432	4,98	9,36	1,77	12,0	5,58	0,0610	<0,8
K.MED-2022-17	3,74	11,5	10,4	177	25,3	6,56	2,91	2,59	10,6	0,172	<0,8
K.MED-2022-18	9,50	68,0	15,0	297	18,5	7,34	5,47	3,15	13,5	0,351	<0,8
K.MED-2022-19	7,47	17,0	56,4	876	15,3	17,0	2,35	2,19	9,94	0,297	<0,8
K.MED-2022-20	5,48	11,7	24,7	465	93,1	7,14	1,43	5,34	26,8	0,187	<0,8
K.MED-2022-21	3,88	9,63	12,5	273	21,3	5,38	4,46	3,68	6,73	0,155	<0,8
K.MED-2022-22	8,02	122	17,0	427	31,5	8,14	2,63	3,46	10,3	0,305	<0,8
K.MED-2022-23	1,52	5,53	6,06	65,8	2,94	<0,2	2,18	1,54	2,99	0,0716	<0,8
K.MED-2022-24	2,12	6,93	6,48	64,5	3,98	0,743	2,96	3,56	4,26	0,156	<0,8
K.MED-2022-25	2,23	26,5	7,06	50,8	4,96	<0,2	1,67	1,43	3,47	0,182	<0,8
K.MED-2022-26	2,85	6,02	3,67	49,6	10,1	0,635	1,60	0,580	4,89	0,113	<0,8
K.MED-2022-27	1,89	11,2	5,83	41,2	4,09	<0,2	3,37	2,19	4,05	0,117	<0,8
K.MED-2022-28	3,24	7,07	4,87	64,4	15,6	1,64	1,63	2,03	5,24	0,252	7,20
K.MED-2022-29	1,89	5,12	12,6	63,1	13,4	4,55	1,20	1,58	2,86	0,135	1,72
K.MED-2022-30	3,13	20,6	4,82	189	7,12	2,01	1,00	1,14	2,60	0,163	1,16
K.MED-2022-31	2,85	8,89	3,87	51,5	12,5	0,816	9,29	1,71	3,42	0,150	<0,8
K.MED-2022-32	4,33	124	3,90	115	5,69	0,649	7,65	0,687	9,87	0,188	<0,8
K.MED-2022-33	1,70	30,1	4,49	385	7,60	1,94	6,57	0,651	10,6	0,211	<0,8
K.MED-2022-34	1,35	7,22	10,1	181	8,96	2,11	6,35	1,23	6,35	0,195	<0,8
K.MED-2022-35	2,17	8,78	3,34	79,8	4,49	1,04	4,69	0,698	4,02	0,136	<0,8
K.MED-2022-43	1,15	10,3	2,73	95,8	3,70	1,34	2,31	0,197	3,40	0,150	<0,8
K.MED-2022-44	1,61	4,57	4,59	41,0	6,69	1,73	2,14	0,200	7,57	0,128	<0,8
K.MED-2022-45	1,36	4,27	9,20	101	6,89	2,41	2,01	0,795	6,04	0,094	<0,8
K.MED-2022-46	0,928	5,05	2,30	85,9	3,02	0,775	1,79	0,251	2,14	0,077	<0,8
K.MED-2022-47	1,20	3,89	6,67	87,2	4,93	2,61	2,69	0,354	5,14	0,121	<0,8
K.MED-2022-48	1,18	7,55	7,14	34,0	2,91	1,53	4,62	0,203	67,6	0,558	<0,8
MEDIANA	3,39	54,0	18,1	229	16,0	5,50	2,95	2,28	8,87	0,202	3,23
POVPREČJE	2,20	11,6	7,10	96,1	6,84	1,83	2,25	1,58	6,16	0,168	1,85
S.D.	2,52	161	31,1	267	23,0	8,05	2,20	2,19	10,3	0,123	2,47
MIN	0,800	3,41	0,92	10,5	0,890	0,420	0,585	0,130	1,14	0,035	1,16
MAKS	9,83	1285	200	1150	143	48,9	9,29	12,0	67,6	0,61	8,95

Z LDA analizo, ki vključuje podatke stabilnih izotopov v medu in proteinih izoliranih iz medu kakor tudi elementno sestavo, lahko ločimo med različnimi vrstami medu (Slika 1) ter med različnimi geografskimi regijami (alpska, dinarska, panonska in sredozemska) (Slika 2).

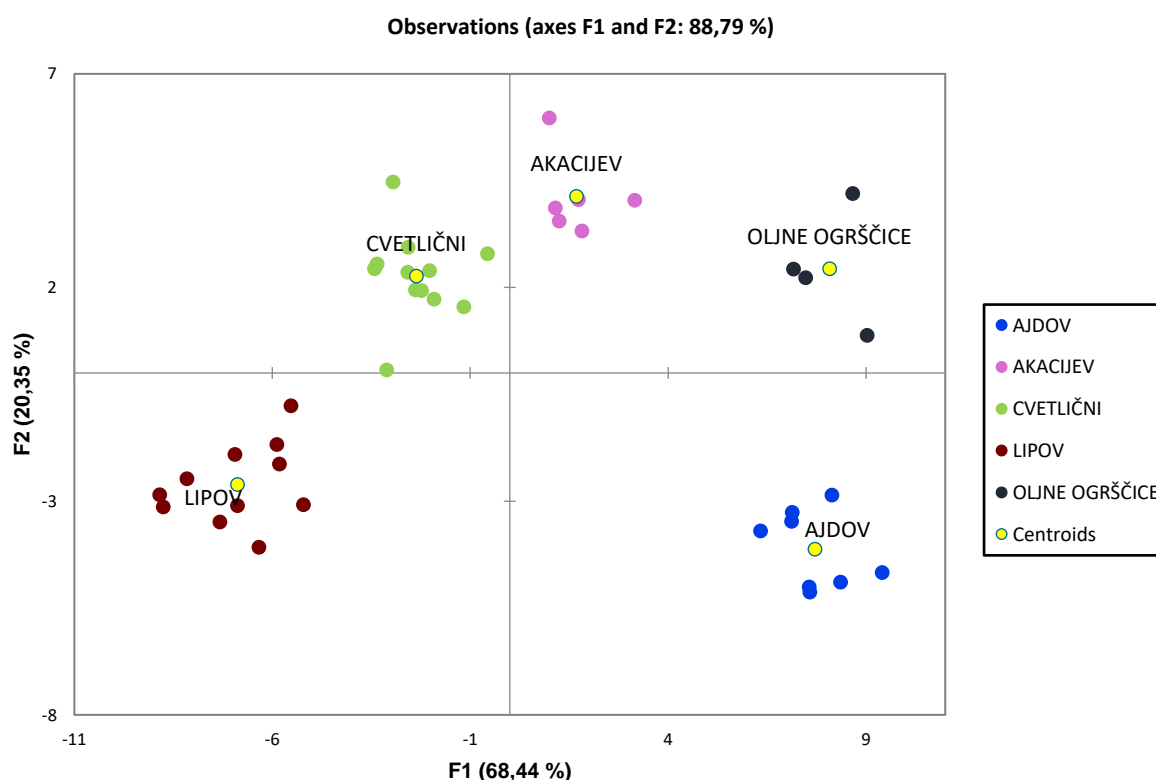


Slika 1: Razlikovanje med vrstami medu – ajdov, akacijev, cvetlični, gozdni, hojev, kostanjev, lipov, OO (oljna ogrščica) in smrekov glede na stabilne izotope v medu in proteinih v medu ter elementno sestavo (LDA analiza)

Slika 1 predstavlja razlikovanje med vrstami medu – ajdov, akacijev, cvetlični, gozdni, hojev, kostanjev, lipov, OO (oljna ogrščica) in smrekov glede na stabilne izotope v medu in proteinih v medu ter elementno sestavo z metodo linearne diskriminantne analize (LDA). Iz modela so izključeni elementi Ag, As, Na, Li, Sb in U saj več kot 30% vzorcev vsebuje vrednosti pod mejo detekcije (<LOD). Vsaka točka na grafu predstavlja vzorec medu. Vzorci so barvno kodirani glede na vrsto. Z rumeno barvo so označeni skupinski centroidi. Vzorci se dobro ločijo med vrstami, kjer z dvema osema lahko pojasnimo 70 % variabilnosti podatkov. Vrednost navzkrižne validacije je 78 % (akacijev, kostanjev, smrekov: 100 %, lipov: 91 %, ajdov: 88 %,

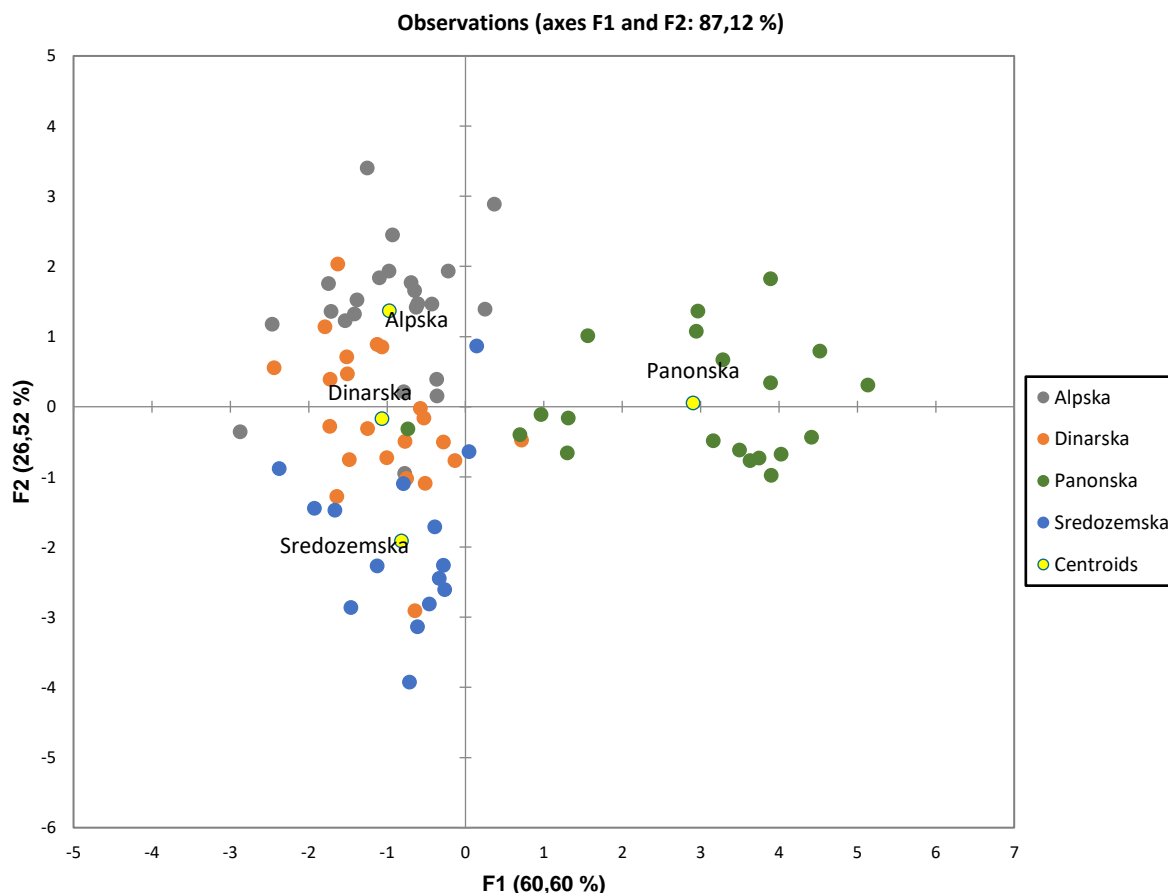
hojev: 77 %, oljne ogrščice: 75 %, cvetlični: 42 % in gozdni: 38%. Za model so najpomembnejše naslednje spremenljivke: $\delta^{18}\text{O}_{\text{MED}}$, $\delta^{13}\text{C}_p$, $\delta^{15}\text{N}_p$, $\delta^{34}\text{S}_p$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, Mg, K, B, Al, Mn, Cu, Sr, Ba, Co, Cd, Tl (p-value: < 0,0001). Poleg naštetih pa je pomemben še Zn.

Podrobnejša LDA analiza samo cvetličnih medov (ajdov, akacijev, cvetlični, lipov in oljne ogrščice) omogoča dobro ločbo med vsemi v analizo vključenimi vrstami medu (Slika 2). Vzorci se dobro ločijo med vrstami, kjer z dvema osema lahko pojasnimo 89 % variabilnosti podatkov. Vrednost navzkrižne validacije je 90 % (ajdov, akacijev, lipov, oljna ogrščica: 100 %, cvetlični: 66 %). Za model so najpomembnejše naslednje spremenljivke: $\delta^{18}\text{O}_{\text{MED}}$, $\delta^{15}\text{N}_p$, $\delta^{34}\text{S}_p$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, K, Mn (p-value: < 0,0001). Poleg naštetih pa so za ločbo pomembni še $\delta^{13}\text{C}_{\text{MED}}$, Mg, Ca, Cr, Cu, Ba, Co, Mo, Tl, Pb, V.



Slika 2: Razlikovanje med vrstami medu – ajdov, akacijev, cvetlični, lipov in OO (oljna ogrščica) glede na stabilne izotope v medu in proteinih v medu ter elementno sestavo (LDA analiza)

Pri podrobnejši LDA analizi samo gozdnega in hojevega medu, dobimo dobro ločbo, kjer z dvema osema lahko pojasnimo 100 % variabilnosti podatkov. Vrednost navzkrižne validacije je 90 % (hojev: 92 %, gozdni: 88 %).



Slika 3: Razlikovanje med geografskimi regijami – alpska, dinarska, panonska in sredozemska glede na stabilne izotope v medu in proteinih v medu ter elementno sestavo (LDA analiza)

Slika 3 predstavlja razlikovanje med geografskimi regijami – alpska, dinarska, panonska in sredozemska glede na stabilne izotope v medu in proteinih v medu ter elementno sestavo z metodo linearne diskriminantne analize (LDA). Iz modela so izključeni elementi Ag, As, Na, Li, Sb in U saj več kot 30% vzorcev vsebuje vrednosti pod mejo detekcije (<LOD). Vsaka točka na grafu predstavlja vzorec medu. Vzorci so barvno kodirani glede na vrsto. Z rumeno barvo so označeni skupinski centroidi. Vzorci se lepo ločijo med geografskimi regijami, kjer z dvema osema lahko pojasnimo 87 % variabilnosti podatkov. Vrednost navzkrižne validacije je 73 % (Alpska: 78 %, Panonska: 75 %, Sredozemska: 73 %, Dinarska: 64 %). Za model so najpomembnejše naslednje spremenljivke: $\delta^{15}\text{N}_p$, $\delta^{34}\text{S}_p$, Al, Mn, Rb (p-value: < 0,0001). Poleg naštetih pa so za ločbo pomembni še $\delta^{13}\text{C}_{\text{MED}}$, Mg, Ca, Fe, Ni, Co, Tl.

Ločitev znotraj geografskega porekla je zelo verjetno posledica zastopanosti različnih vrst medu med geografskimi regijami, saj pri analizi geografskega porekla znotraj posamezne vrste medu ne dobimo ustrezne ločbe. Ustreznega modela ni mogoče vzpostaviti tudi zaradi premajhnega števila vzorcev določene vrste medu znotraj posameznimi geografskimi regijami.

4.3 HLAAPNE ORGANSKE SPOJINE

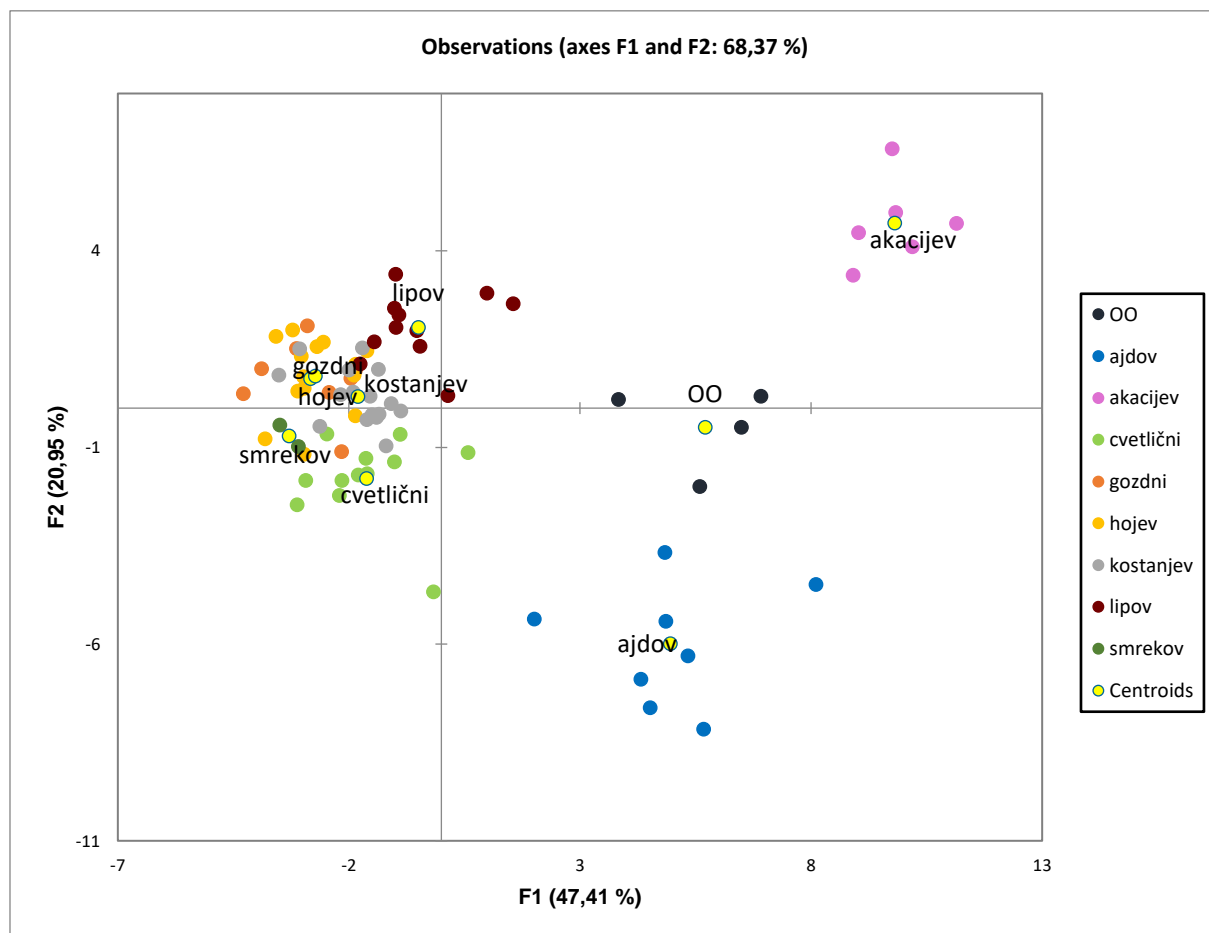
Vonj in aroma medu sta senzorični lastnosti in sta močno odvisni od hlapnih spojin v medu ter omogočata razlikovanje med botaničnim poreklom medu. Njihova vsebnost je odvisna tudi od geografskega porekla medu (Stanimirova in sod., 2010). V vzorcih smo identificirali 291 različnih hlapnih spojin, spojine, kjer identifikacija ni bila mogoča so združene v skupino Ostale neidentificirane. Delež neidentificiranih hlapnih organskih spojin je največji v vzorcih lipovega medu. Benzaldehid je prisoten v vseh vzorcih. Ostale spojine, ki so zastopane v vsaj 70 % vzorcev so: nonanojska kislina, 1-metil-4-prop-1-en-2-ilbenzen, fenilmetanol, 2-feniletanol, oktanojska kislina, 1-(2-aminofenil)etanon, očetna kislina, furan-2-karbaldehid, nonanal, benzojska kislina, trikozan, oktan, (5E)-3,7-dimetilokta-1,5,7-trien-3-ol, 2-(4-metilfenil)propan-2-ol, dietil(dimetil)plumban, dekanajojska kislina, 1-(furan-2-il)etanon, (1S,2R,4S)-1,7,7-trimetilbicyklo[2.2.1]heptan-2-ol, 4-metil-1-propan-2-ilcikloheks-3-en-1-ol, 2-(5-etenil-5-metiloksolan-2-il)propan-2-il etil karbonat, 2-(5-metil-5-viniltetrahidro-2-furanil)propanal (izomer II) in 1-metil-2-propan-2-ilbenzen. Benzaldehida je v območju med 0,22 in 12,75 v povprečju 5,12 %. Poleg benzaldehida je največ je nonanojske kisline (v povprečju 6,61 % med 0,77 in 23,59 %), ki je prisotna v 80 vzorcih, ter furan-2-karbaldehida (v povprečju 2,35 v območju med 0,18 in 31 %), ki je prisoten v 74 vzorcih in 1-metil-4-prop-1-en-2-ilbenzen (v povprečju 1,97 % v območju med 0,1 in 23,59%), ki je prisoten v 78 vzorcih.

Povprečne vrednosti posameznih hlapnih spojin so zaradi velike količine podatkov in preglednosti prikazani v prilogi 1, podatki za posamezen vzorec pa v prilogi 2. V statistični obdelavi rezultatov aromatskih profilov analiziranih vzorcev medu smo uporabili linearno diskriminantno analizo (ang. Linear Discriminant Analysis – LDA). V statistično analizo smo vključili spojine, ki so se v vsaj eni vrsti medu pojavljala v več kot 70% z deležem več kot 5 odstotkih (>5 %) glede na celoten aromatski profil. Takšnih spojin je 44 od skupno 291 identificiranih.

Statistična obdelava podatkov z uporabo linearne diskriminantne analize prikazuje dobro ločbo akacijevga, ajdovega medu in medu oljne ogrščice (OO) od ostalih vrst (slika 4), kjer z dvema osema lahko pojasnimo 68 % variabilnosti podatkov. Vrednost navzkrižne validacije je 70 % (OO, smrekov: 100 %, lipov: 91 %, akacijev: 83 %, ajdov: 75 %, cvetlični: 67 %, hojev: 64 %, kostanjev: 63 %, gozdni: 38 %). Za model so ene izmed pomembnejših naslednje spremenljivke (p -value: <0,0001): 1-(2-aminofenil)etanon, furan-2-karbaldehid, oktan, (5E)-3,7-dimetilokta-1,5,7-trien-3-ol, 1-(furan-2-il)etanon, dietil(dimetil)plumban, 2-(5-etenil-5-metiloksolan-2-il)propan-2-il etil karbonat, (E)-1-(2,6,6-trimetilcikloheksa-1,3-dien-1-il)but-2-en-1-on, furan-2-ilmetanol, 2-[(2S,5S)-5-etenil-5-metiloksolan-2-il]propan-2-ol, 5-metilfuran-2-karbaldehid in 4-propan-2-ylcikloheksa-1,3-dien-1-karbaldehid.

Za **ajdov** med je značilna spojina: furan-2-karbaldehid. Za med **oljne ogrščice** sta značilni 2-(5-etenil-5-metiloksolan-2-il)propan-2-il etil karbonat in dietil(dimetil)plumban.

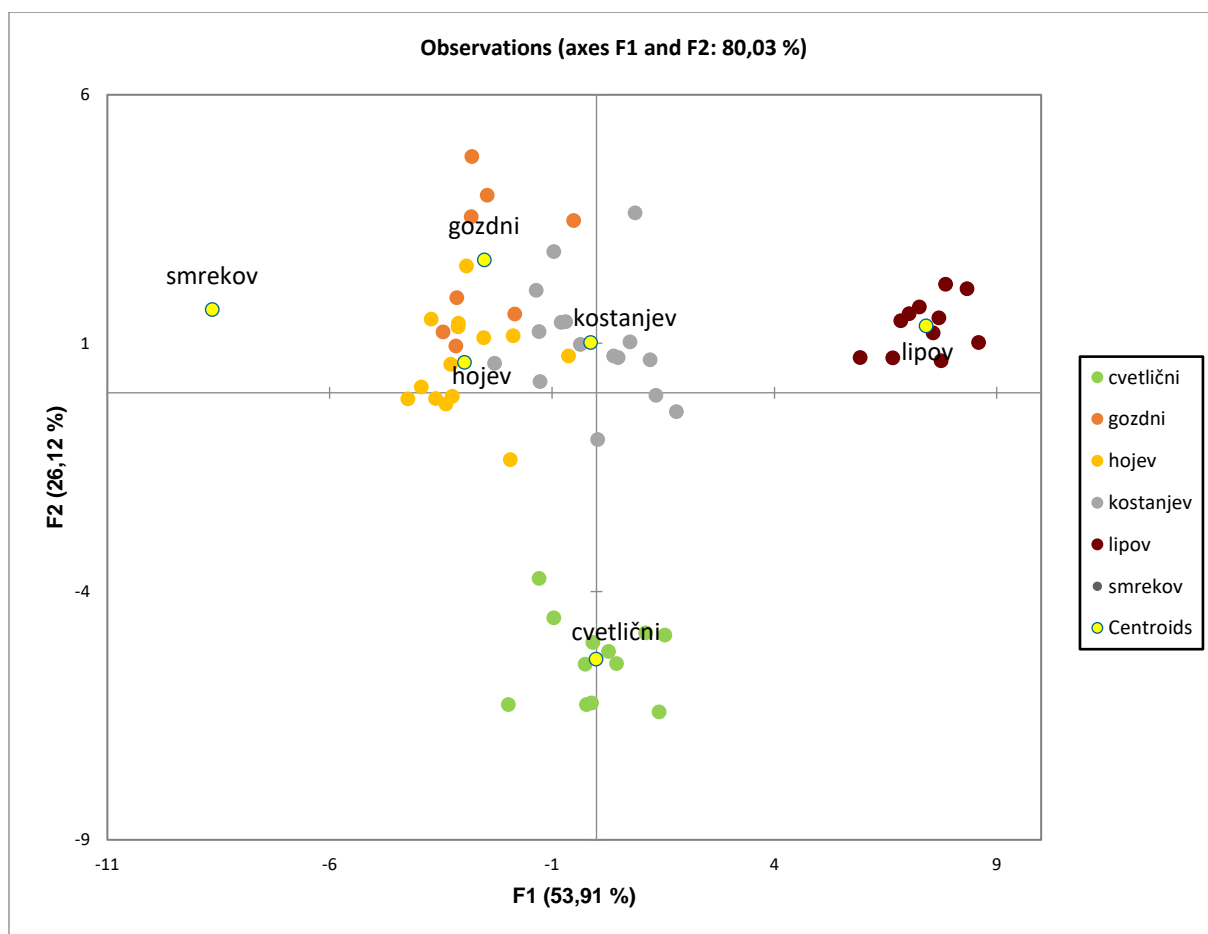
Za **akacijev** med so značilne spojine furan-2-karbaldehide, (5E)-3,7-dimetilokta-1,5,7-trien-3-ol, 2-[2S,5S)-5-etenil-5-metiloksolan-2-il]propan-2-ol in (E)-1-(2,6,6-trimetilcikloheksa-1,3-dien-1-il)but-2-en-1-on.



Slika 4: Razlikovanje med vrstami medu – OO (oljna ogrščica), ajdov, akacijev, cvetlični, gozdni, hojev, kostanjev, lipov in smrekov glede na aromatski profil (LDA analiza)

Pri nadaljni analizi so odstranili akacijev, ajdov med in med oljne ogrščice (OO). LDA analiza omogoča dobro ločbo med ostalimi v analizo vključenimi vrstami medu (cvetlični, gozdni, hojev, kostanjev in lipov (Slika 5), kjer z dvema osema lahko pojasnimo 80 % variabilnosti podatkov. Vrednost navzkrižne validacije je 64 % (cvetlični: 83 %, lipov: 73 %, hojev: 64 %, smrekov: 50%, kostanjev: 56 %, gozdni: 38 %). Za model so ene izmed pomembnejših naslednje spremenljivke (p-value: <0,0001): furan-2-karbaldehide, oktan, 1-(furan-2-il)etanon, furan-2-ilmetanol in 5-metilfuran-2-karbaldehid.

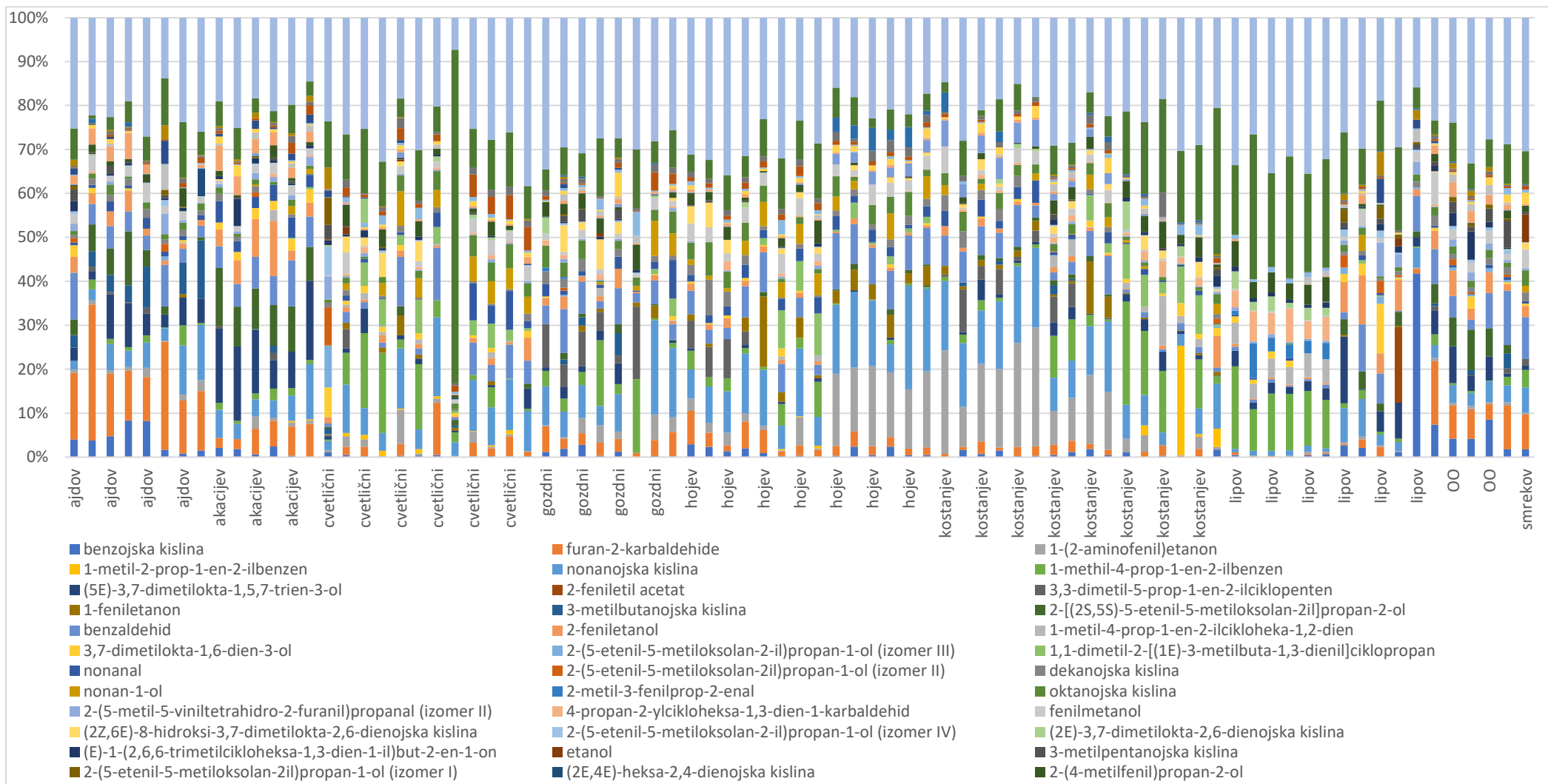
Za **cvetlični** med sta značilni spojini: oktan in 1-metil-2-propan-2-ilbenzen. Za **lipov** med so značilne spojine 4-propan-2-ylcikloheksa-1,3-dien-1-karbaldehid, 2-(4-metilcikloheksa-2,4-dien-1-il)propan-2-ol, (5E)-3,7-dimetilokta-1,5,7-trien-3-ol.



Slika 5: Razlikovanje med vrstami medu – cvetlični, gozdni, hojev, kostanjev, lipov in smrekov glede na aromatski profil (LDA analiza)

Ločba hojevega, gozdnega in kostanjevega medu je slabša kar je verjetno posledica vrstne “nečistoti”, kar je razvidno tudi iz aromatskega profila (Slika 6). V nekaterih vzorcih hojevega medu (K.MED-2022-17, K.MED-2022-18, K.MED-2022-19, K.MED-2022-20, K.MED-2022-21 in K.MED-2022-22) je aromatski profil podoben kostanjevem (prisotnost spojine 1-(2-aminofenil)etanon): Aromatski profil gozdnega in hojevega medu je v veliki večini precej podoben. Aromatski profil cvetličnega medu je zelo heterogen, v nekaterih vzorcih (K.MED-2022-07, K.MED-2022-08 in K.MED-2022-12) se vidi vpliv lipe (spojina 1-metil-4-prop-1-en-2-ilbenzen), ki je videti tudi v 3 vzorcih kostanjevega medu (K.MED-2022-25, K.MED-2022-26 in K.MED-2022-27) in v dveh vzorcih gozdnega medu (K. MED 2021-26 in K. MED 2021-37). Nekateri vzorci imajo glede na deklarirano vrsto medu netipičen aromatski profil. To so cvetlični medovi: K. MED 2021-39, K.MED-2022-43 in K.MED-2022-44, kostanjev med: K.MED-2022-28, lipovi medovi: K.MED-2022-31, K.MED-2022-32, K.MED-2022-33, K.MED-2022-34 in K.MED-2022-35.

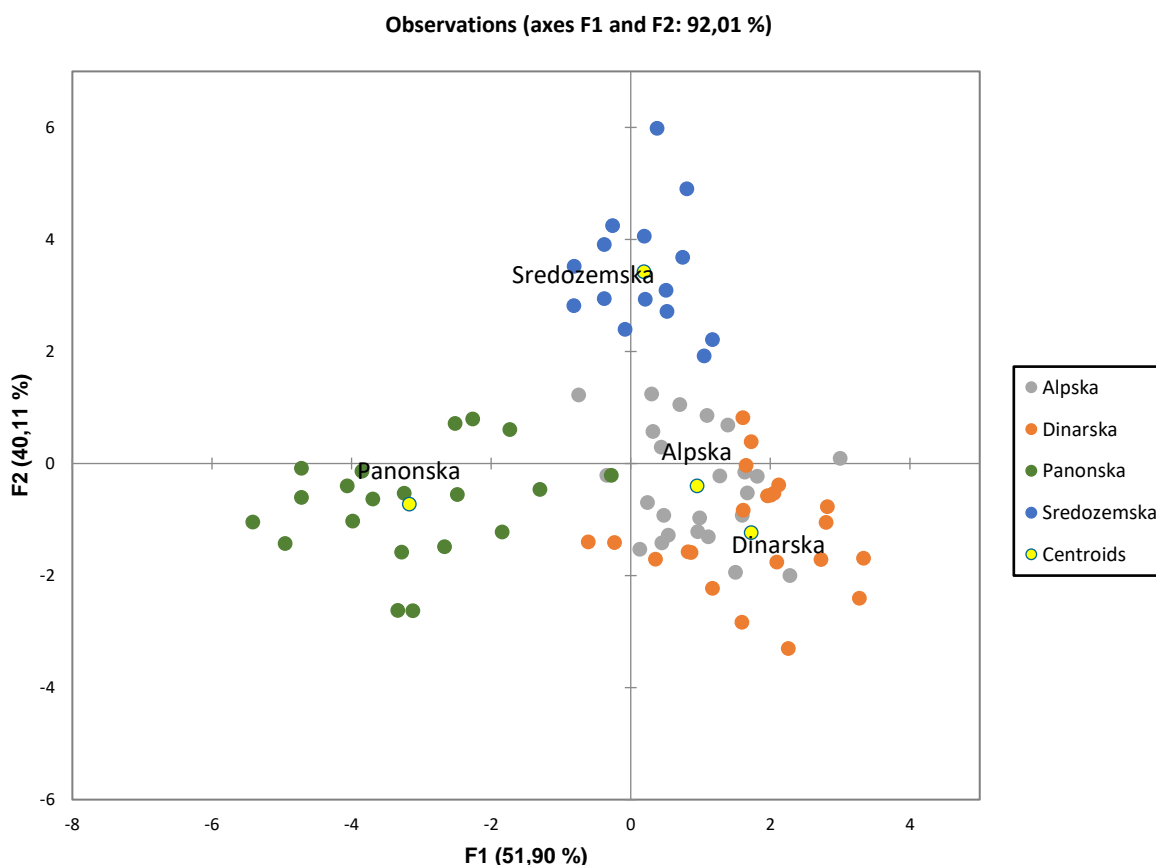
APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO



Slika 6: Primerjava aromatskega profila različnih vrst medu. Zaradi boljše preglednosti smo vključili samo spojine, katere imajo vsaj pri eni vrsti povprečno vrednost nad 5 %

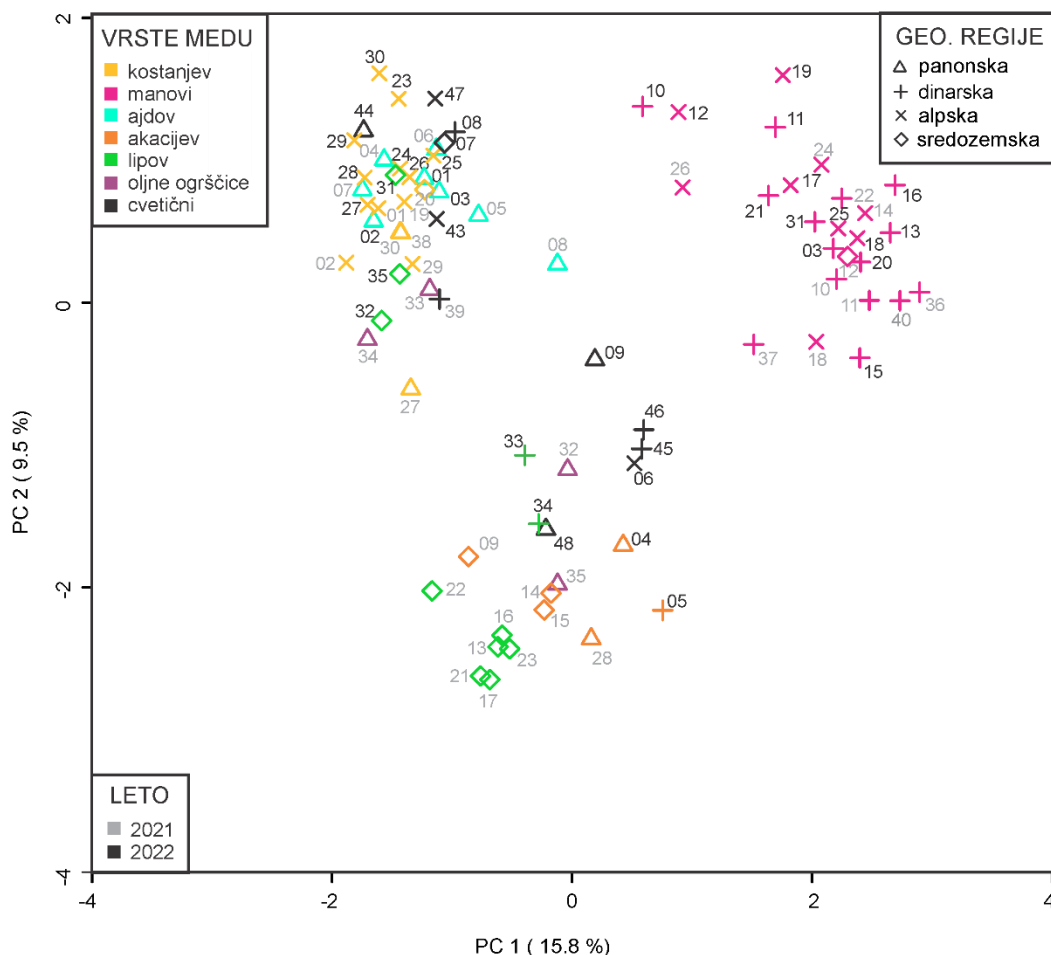
Rezultati linearne diskriminantne analize (LDA) (slika 7) so pokazali dobro ločbo medu iz 4 geografskih regij Slovenije (panonska, sredozemska, alpska in dinarska), kjer z dvema osema lahko pojasnimo 92 % variabilnosti podatkov. Vrednost navzkrižne validacije je 73 % (panonska: 90 %, sredozemska: 80 %, alpska: 67 %, dinarska: 59 %). Za model so ene izmed pomembnejših naslednje spremenljivke (p-value: <0,0001): furan-2-karbaldehid, 1-(furan-2-il)etanon, 2-(4-metilcikloheksa-2,4-dien-1-il)propan-2-ol in 4-propan-2-ylcikloheksa-1,3-dien-1-karbaldehid.

Spojine značilne za **alpsko** in **dinarsko** regijo so: 1-(furan-2-il)etanon, heneikozan, očetna kislina, oktanojska kislina, nonanojska kislina, (E)-non-2-enojska kislina, (1S,2R,4S)-1,7,7-trimetilbiciklo[2.2.1]heptan-2-ol, 1-metil-2-propan-2-ilbenzen. Spojine značilne za **panonsko** regijo so: furan-2-karbaldehid, 2,6,6-trimetilcikloheks-2-en-1,4-dion, 5-metilfuran-2-karbaldehid. Spojine pomembne za ločbo **sredozemske** regije od ostalih pa so: 4-propan-2-ylcikloheksa-1,3-dien-1-karbaldehid, 2-(4-metilcikloheksa-2,4-dien-1-il)propan-2-ol, 1-metil-4-prop-1-en-2-ilcikloheksa-1,3-dien.



Slika 7: Slika Razlikovanje med geografskimi regijami – alpska, dinarska, panonska in sredozemska glede na aromatski profil (LDA analiza)

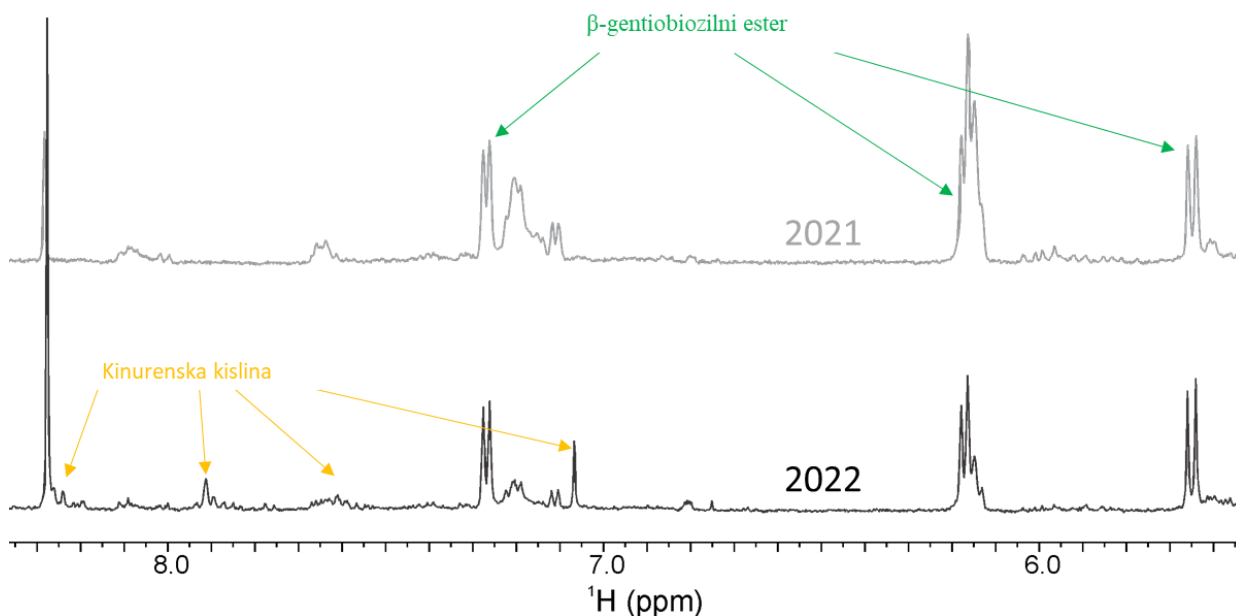
4.4 NMR PROFILIRANJE



Slika 5: Klasifikacija vzorcev različnih vrst in geografskega porekla iz NMR profiliranja 2021 in 2022 v dvorazsežnem prostoru glavnih komponent 1 in 2 (PCA). Vrsta medu vzorcev je označena z barvo simbola – legenda v zgornjem levem kotu. Geografska regija nabiranja medu je označena z različnimi simboli – legenda v zgornjem desnem kotu. Leto NMR profiliranja je označeno z barvo številke vzorca – legenda v spodnjem levem kotu.

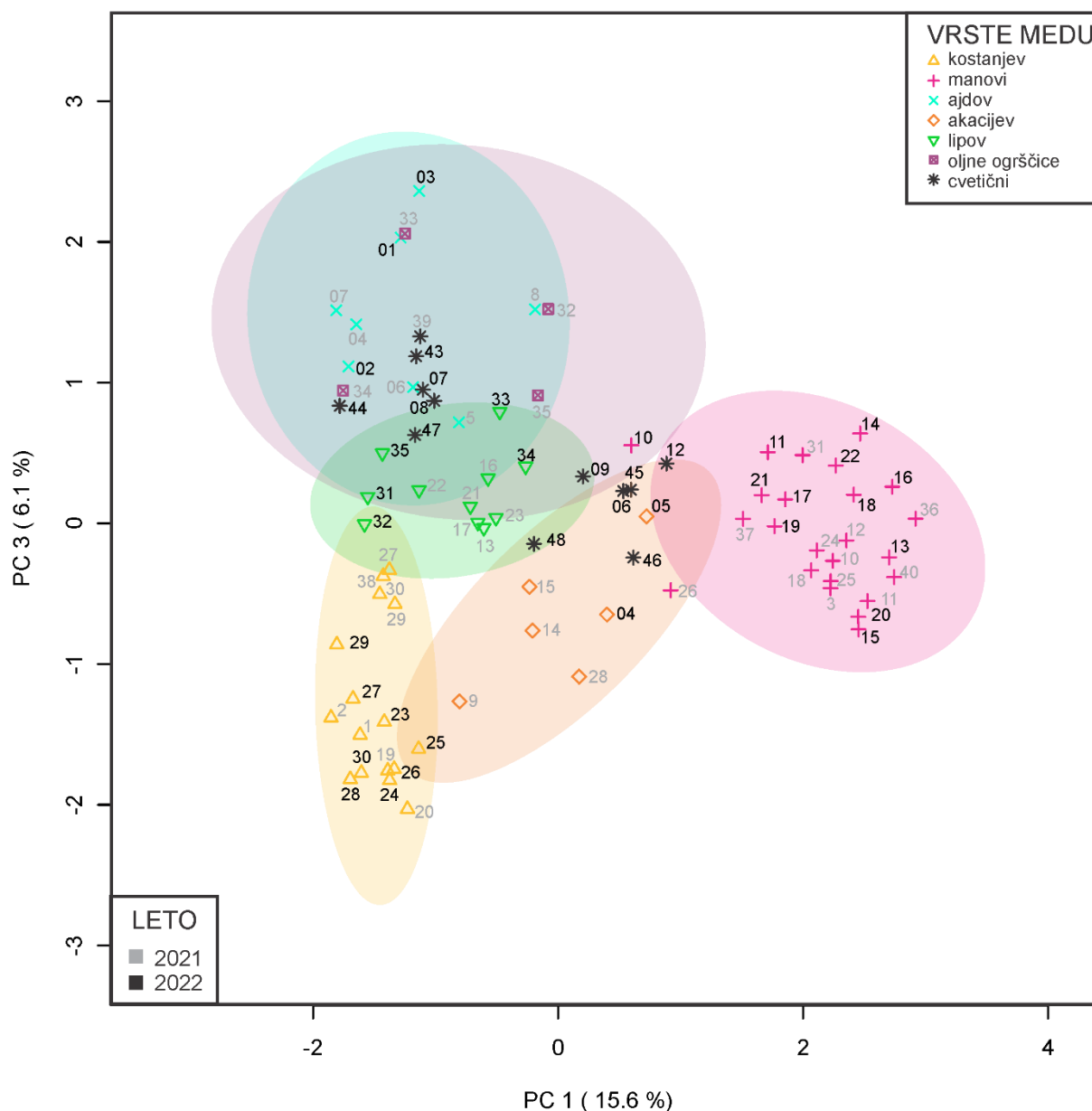
Na sliki 5 je prikazana klasifikacija vzorcev na podlagi 1D ^1H NMR spektrov, ki smo jih analizirali v letih 2021 in 2022. Označeni so glede na vrsto, geografsko poreklo in leto prejema. Za PCA analizo smo uporabili vse razdelke spektra. Vzorci se po geografskem poreklu niso ločili s celotnim naborom vzorcev in razdelkov v dvorazsežnem prostoru glavnih komponent PC1 in PC2, saj so v NMR spektrih prisotne velike razlike med vrstami. Zato je smiselna primerjava vzorcev iste vrste po geografskem poreklu, ki pa je v nekaterih primerih nemogoča, saj določene rastlinske vrste ne medijo v več regijah, kot smo opisali tudi v ločenih poročilih za posamezno leto NMR profiliranja. Na sliki 5 je razvidno, da se določene skupine vzorcev jasno ločijo po vrsti medu: vzorci manovega, akacijevega medu in vzorci lipovega medu, ki so

bili vključeni v NMR profiliranje 2021. Vzorci kostanjevega, ajdovega, cvetličnega medu in medu oljne ogrščice se prekrivajo.



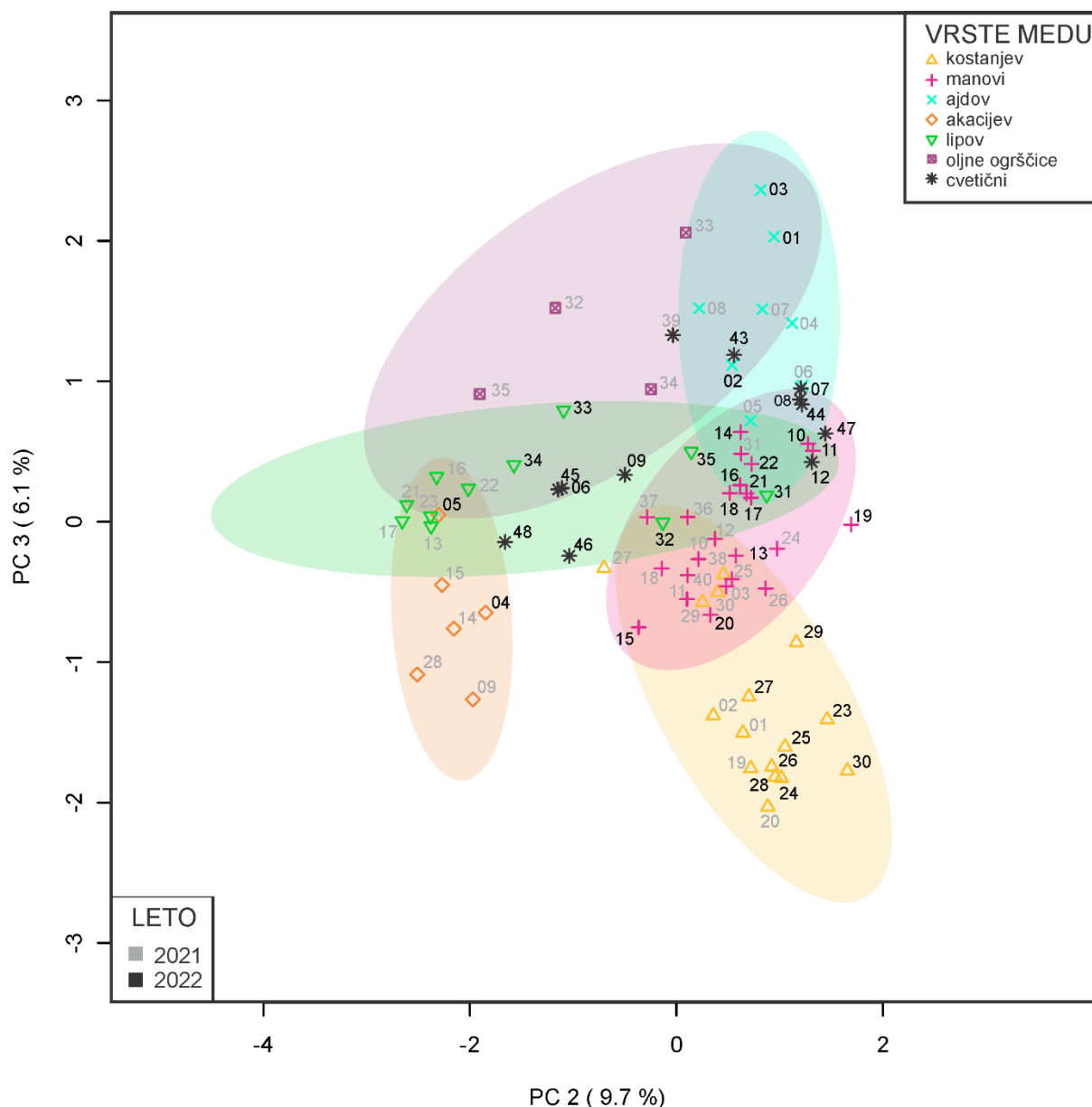
Slika 6: aromatska regija 1D ¹H spektrov vzorcev lipovega medu iz NMR profiliranja 2021 in 2022.

V vzorcih lipovega medu letnik 2021 najdemo karakteristične signale β-gentiobiozilnega estera, na podlagi katerih je možna njihova klasifikacija. Vzorci lipovega medu, ki smo jih analizirali letos, pa se od njih precej razlikujejo. Slika 6 prikazuje primerjavo med vzorcem lipovega medu, ki smo ga prejeli leta 2021 in vzorcem, ki smo ga prejeli letos. Opazimo lahko, da je v vzorcu prisotna kinurenska kislina, ki je sicer v vzorcih lipovega medu ne pričakujemo, je pa značilna predvsem za kostanjev med, kar kaže, da je lahko prišlo do mešanja lipovega medu s kostanjevim.



Slika 7: Klasifikacija vzorcev različnih vrst iz NMR profiliranja 2021 in 2022 v dvorazsežnem prostoru glavnih komponent 1 in 3 (PCA).

Pri klasifikaciji na sliki 5, kjer je prikazan samo dvorazsežni prostor glavnih komponent PC1 in PC2, se kostanjevi, ajdovi, cvetlični vzorci in vzorci medu oljne ogrščice ne ločijo dobro med seboj, zato smo za klasifikacijo upoštevali še glavno komponento PC3, ki vključuje še dodaten nabor razdelkov. Na sliki 7 je tako prikazan še dvorazsežni prostor med glavnima komponentama PC1 in PC3, kar nam omogoča jasno ločbo vzorcev kostanjevega medu. Vzorci medu oljne ogrščice in ajdovega medu pa se še vedno prekrivajo.

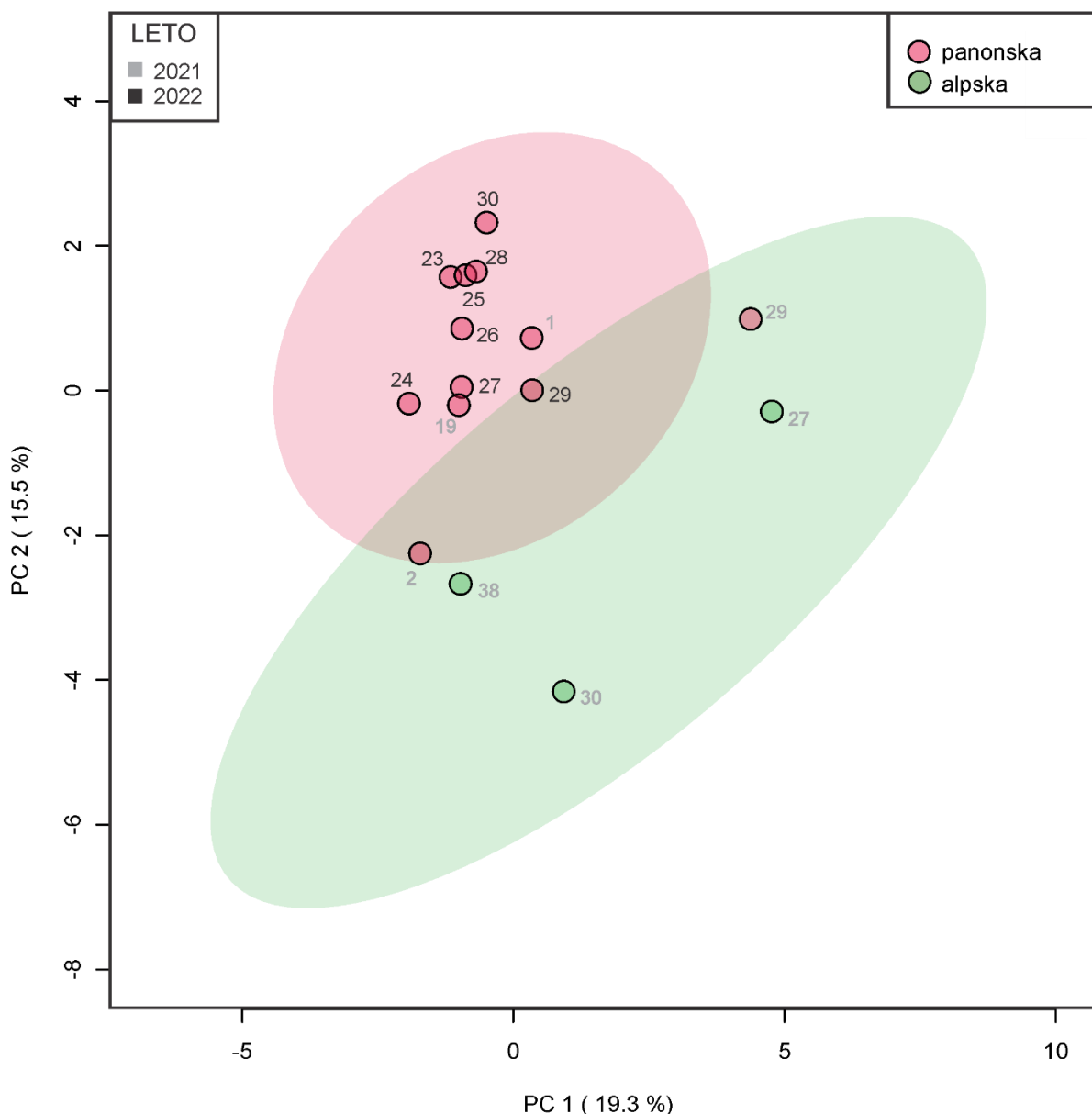


Slika 8: Klasifikacija vzorcev različnih vrst iz NMR profiliranja 2021 in 2022 v dvorazsežnem prostoru glavnih komponent 2 in 3 (PCA).

Na podoben način smo upoštevali podatke dvorazsežnega prostora med glavnima komponentama PC2 in PC3, kar je predstavljeno na sliki 8. Ta način vrednotenja rezultatov z upoštevanjem glavne komponente PC3 nam omogoča ločbo med vzorci medu oljne ogrščice in vzorci ajdovega medu. Na vseh slikah pa so vzorci cvetličnega medu razpršeni med vzorci drugih vrst. Kot smo že omenili, so vzorci cvetličnega medu kemijsko najbolj raznolika skupina, saj so poliflorni oz. mešani z drugimi vrstami.

4.5 STATISTIČNA PCA ANALIZA – geografsko poreklo

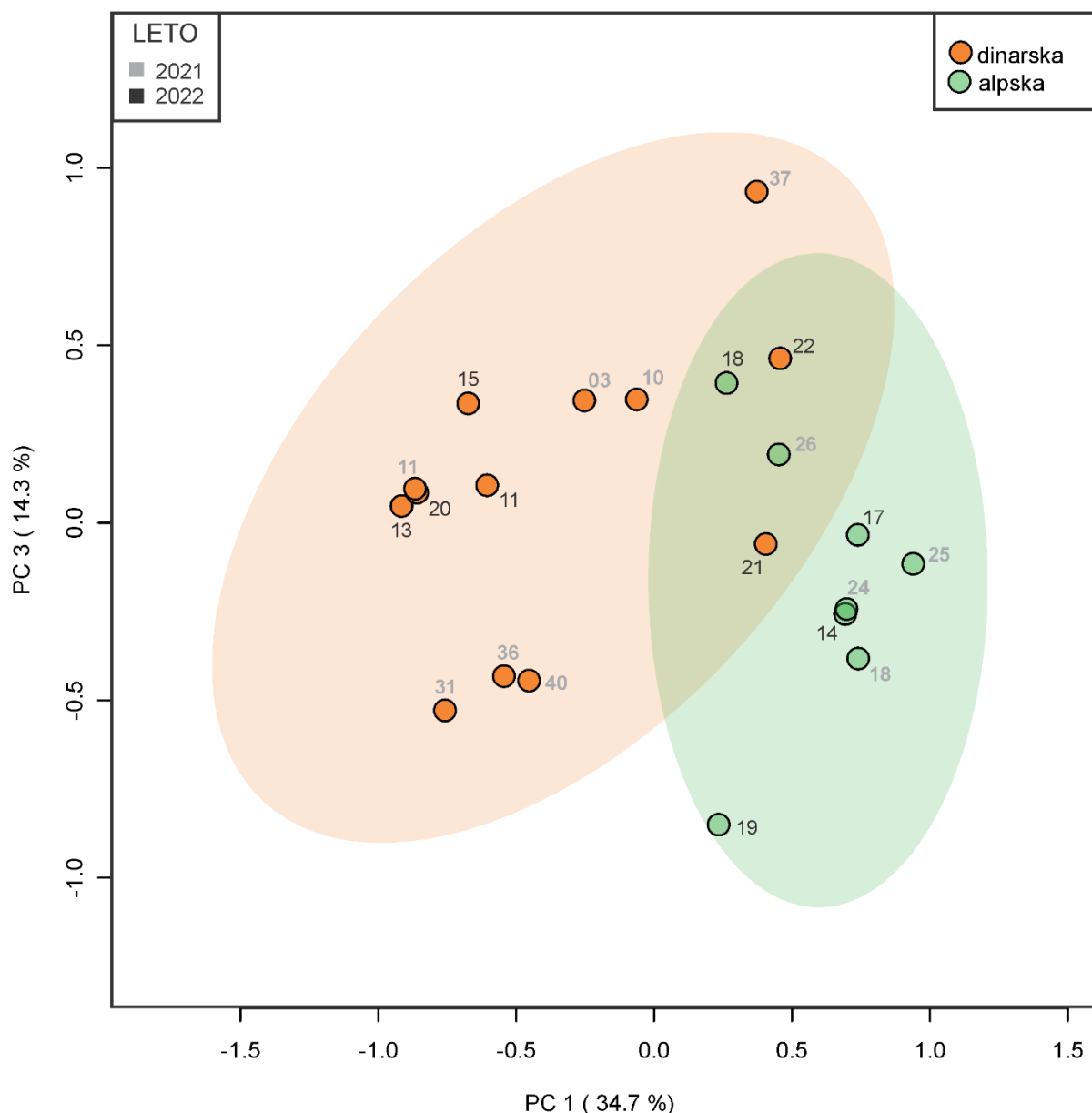
Za klasifikacijo vzorcev glede na geografsko poreklo po posameznih vrstah s statistično analizo ostajajo vzorci lipovega in akacijevega medu neprimerni, saj nimamo zadostnega števila vzorcev v posamezni skupini. Vsi vzorci ajdovega medu in medu oljne ogrščice so iz panonske regije. En vzorec cvetličnega medu je bil analiziran leta 2021 in ne vpliva na klasifikacijo vzorcev iz letošnjega leta, kjer se vzorci niso ločili. Klasifikacija glede na geografsko poreklo je bila tako izvedena na vzorcih kostanjevega (slika 9) in manovega medu (slika 10).



Slika 9: Klasifikacija vzorcev kostanjevega medu različnega geografskega porekla v dvorazsežnem prostoru glavnih komponent (PCA).

Vzorci kostanjevega medu iz 2021 in 2022 se ločijo med seboj po geografskem poreklu. Za PCA analizo smo uporabili vse razdelke spektra. Iz analize je bil izvzet vzorec iz sredozemske

regije, saj ni primeren za statistično analizo. Treba pa je omeniti, da je tudi v skupini vzorcev iz alpske regije samo minimalno število vzorcev za analizo, kar vpliva na zanesljivost PCA analize.



Slika 10: Klasifikacija vzorcev manovega medu različnega geografskega porekla v dvorazsežnem prostoru glavnih komponent (PCA).

Na sliki 10 je prikazana klasifikacija vseh vzorcev manovega medu, ki smo jih prejeli v letih 2021 in 2022. Za PCA analizo smo uporabili samo nekatere razdelke spektra (8,1825 - 8,2025 ppm, 7,0644 - 7,0878 ppm, 6,9881 - 7,0081 ppm, 2,8497 - 2,8903 ppm, 2,2896 - 2,3096 ppm, 1,8629 - 1,8932 ppm, 1,3972 - 1,4372 ppm, 1,2049 - 1,2312 ppm). Vzorci se glede na geografsko poreklo ne ločijo popolnoma. Razlog je mogoče v tem, da so v spektrih prisotni signali, ki so specifični za druge vrste medu, to so signali kinurenske kisline in β -gentiobiozilnega estra.

5 ZAKLJUČKI

Ob upoštevanju rezultatov elementne sestave medu in stabilnih izotopov lahko ločimo vzorce medu glede na vrsto in regijo. Na osnovi hlapnih organskih spojin lahko ločimo vzorce med sabo glede na vrsto medu in regijo, določili smo hlapne organske spojine, ki so značilne za posamezno vrsto medu ter geografsko regijo.

S pomočjo NMR profiliranja lahko klasificiramo vzorce glede na vrsto medu. Določimo lahko tudi vzorce, kjer se nakazuje mašanje različnih vrst medu. S pomočjo NMR profiliranja določamo ali je v vzorcu prisotna višja vsebnost saharoze. V vzorcu medu lahko do neke mere identificiramo tudi spojine, ki za določeno vrsto medu niso značilne. NMR profiliranje se je izkazalo uporabno za klasificiranje vzorcev kostanjevega in maninega tipa medu glede na geografsko poreklo. Z NMR profiliranje smo identificirali za vrsto medu specifične spojine: trigonelin in tirozin sta značilna za vzorce ajdovega medu. Šikimska kislina in citronska kislina sta značilni za maine vzorce medu. Ugotovili smo, da je za manove vzorce medu značilna višja vsebnost sladkorja melezitose. β -gentiobiozil ester 4-(1-hidroksi-1-metiletil)cikloheksa-1,3-dien-1-karboksilne kisline je značilen za vzorce lipovega medu.

Identificirali smo za posamezno botanično poreklo medu specifične spojine:

- trigonelin in tirozin sta značilna za vzorce ajdovega medu
- šikimska kislina, citronska kislina in višja vsebnost melezitose so značilni za manine vzorce medu
- β -gentiobiozilni ester 4-(1-hidroksi-1-metiletil)cikloheksa-1,3-dien-1-karboksilne kisline je značilen za vzorce lipovega medu
- kinurenska kislina pa je značilna za vzorce kostanjevega medu

Naštete spojine otežujejo klasifikacijo vseh vzorcev medu skupaj po geografskem poreklu zato je smiselna klasifikacija vzorcev po geografskem poreklu za vsako vrsto posebej. Pri nekaterih vrstah to ni bilo mogoče zaradi nabora vzorcev ali medenja rastlinske vrste v samo eni geografski regiji. Klasifikacija vzorcev maninega in kostanjevega medu po geografskem poreklu je bila možna, ločitev se nakazuje. Prav tako je nabor vzorcev to omogočal za vzorce cvetličnega medu, vendar pa je skupina zaradi načina nabiranja nektarja (iz več rastlinskih vrst) kemijsko zelo raznolika.

Pokazali smo, da lahko v splošnem sledimo profilu posameznih vrst medu ne glede na letnik. Pri kostanjevih in maninih medovih lahko ločimo med vzorci iz različnih geografskih regij. Identificiramo lahko, če je prišlo do mešanja vrst, nedovoljenih dodatkov, spreminjanja NMR profila. Rezultati NMR profiliranja kažejo na njegov potencial za klasifikacijo vzorcev slovenskega medu. Za vzpostavitev začetnega NMR profila posamezne vrste medu oz. medu iz posamezne geografske regije potrebujemo reprezentativne vzorce, zanesljive podatke o njihovi vrsti in geografskem poreklu ter primerno število vzorcev za posamezno skupino. Priporočamo

dolgoročno spremljanje NMR profila vzorcev medu, kar bo omogočalo vzpostavitev večje baze podatkov in s tem zanesljivejše študije slovenskega medu.

Izvedena raziskava pomembno obogati podatkovno zbirko slovenskega medu z vidika zbiranja podatkov o poreklu medu, kar v zadnjem času postaja ob zavedanju potrošnika, da je pomembno uživati hrano iz lokalnega okolja, vse bolj pomembno.

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

6 PODATKOVNA ZBIRKA

6.1 ZBRANI VZORCI

Zap. št.	Številka vzorca	Statistična regija	Geografska regija	Leto pridelave	Vrsta medu
1	K. MED 2021-1	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	KOSTANJEV
2	K. MED 2021-2	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	KOSTANJEV
3	K. MED 2021-3	Osrednjeslovenska	Dinarska	2020	GOZDNI
4	K. MED 2021-4	Pomurska	Panonska	2020	AJDOV
5	K. MED 2021-5	Pomurska	Panonska	2020	AJDOV
6	K. MED 2021-6	Pomurska	Panonska	2020	AJDOV
7	K. MED 2021-7	Pomurska	Panonska	2020	AJDOV
8	K. MED 2021-8	Pomurska	Panonska	2020	AJDOV
9	K. MED 2021-9	Goriška	Sredozemska	2020	AKACIJEV
10	K. MED 2021-10	JV Slovenija	Dinarska	2019	HOJEV
11	K. MED 2021-11	JV Slovenija	Dinarska	2019	HOJEV
12	K. MED 2021-12	Goriška	Sredozemska	2019	HOJEV
13	K. MED 2021-13	Goriška	Sredozemska	2020	LIPOV
14	K. MED 2021-14	Goriška	Sredozemska	2020	AKACIJEV
15	K. MED 2021-15	Goriška	Sredozemska	2020	AKACIJEV
16	K. MED 2021-16	Goriška	Sredozemska	2020	LIPOV
17	K. MED 2021-17	Goriška	Sredozemska	2020	LIPOV
18	K. MED 2021-18	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	GOZDNI
19	K. MED 2021-19	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	KOSTANJEV
20	K. MED 2021-20	Obalno-kraška	Sredozemska	2020	KOSTANJEV
21	K. MED 2021-21	Obalno-kraška/goriška	Sredozemska	2020	LIPOV
22	K. MED 2021-22	Goriška	Sredozemska	2020	LIPOV
23	K. MED 2021-23	Goriška	Sredozemska	2020	LIPOV
24	K. MED 2021-24	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	GOZDNI
25	K. MED 2021-25	Podravska	Alpska	2020	GOZDNI
26	K. MED 2021-26	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	GOZDNI
27	K. MED 2021-27	Podravska	Panonska	2020	KOSTANJEV
28	K. MED 2021-28	Podravska/Posavska	Panonska	2020	AKACIJEV
29	K. MED 2021-29	Osrednjeslovenska	Alpska	2020	KOSTANJEV
30	K. MED 2021-30	Savinjska/Podravska	Panonska	2020	KOSTANJEV
31	K. MED 2021-31	JV Slovenija	Dinarska	2018	SMREKOV
32	K. MED 2021-32	Pomurska	Panonska	2020	OLJNE
33	K. MED 2021-33	Pomurska	Panonska	2020	OLJNE
34	K. MED 2021-34	Pomurska	Panonska	2019	OLJNE
35	K. MED 2021-35	Pomurska	Panonska	2019	OLJNE
36	K. MED 2021-36	JV Slovenija	Dinarska	2019	HOJEV
37	K. MED 2021-37	JV Slovenija	Dinarska	2020	GOZDNI
38	K. MED 2021-38	Podravska	Panonska	2020	KOSTANJEV
39	K. MED 2021-39	JV Slovenija	Dinarska	2021	CVETLIČNI

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Zap. št.	Številka vzorca	Statistična regija	Geografska regija	Leto pridelave	Vrsta medu
40	K. MED 2021-40	JV Slovenija/ Gorenjska	Dinasko / alpska	2019	SMREKOV
41	K. MED 2022-1	Pomurska	Panonska	2021	AJDOV
42	K. MED 2022-2	Podravska	Panonska	2021	AJDOV
43	K. MED 2022-3	Pomurska	Panonska	2021	AJDOV
44	K. MED 2022-4	Pomurska	Panonska	2021	AKACIJEV
45	K. MED 2022-5	Primorsko-notranjska in Goriška	Dinarska-Sredozemska	2020	AKACIJEV
46	K. MED 2022-6	Gorenjska	Alpska	2021	CVETLIČNI
47	K. MED 2022-7	Obalno kraška	Sredozemska	2021	CVETLIČNI
48	K. MED 2022-8	Primorsko-notranjska	Dinarska	2021	CVETLIČNI
49	K. MED 2022-9	Posavska	Panonska	2021	CVETLIČNI
50	K. MED 2022-10	Jugovzhodna Slovenija	Dinarska	2021	GOZDNI
51	K. MED 2022-11	Goriška	Dinarska	2021	GOZDNI
52	K. MED 2022-12	Savinjska	Alpska	2021	CVETLIČNI
53	K. MED 2022-13	Primorsko-notranjska	Dinarska	2021	HOJEV
54	K. MED 2022-14	Osrednjeslovenska	Alpska	2021	HOJEV
55	K. MED 2022-17	Osrednjeslovenska	Alpska	2021	HOJEV
56	K. MED 2022-16	Jugovzodna Slovenija	Dinarska	2021	HOJEV
57	K. MED 2022-15	Osrednjeslovenska	Dinarska	2021	HOJEV
58	K. MED 2022-18	Primorsko-notranjska	Alpska	2020	HOJEV
59	K. MED 2022-19	Savinjska	Alpska	2021	HOJEV
60	K. MED 2022-20	Jugovzhodna Slovenija	Dinarska	2021	HOJEV
61	K. MED 2022-21	Primorsko-notranjska	Dinarska	2021	HOJEV
62	K. MED 2022-22	Jugovzhodna Slovenija	Dinarska	2021	HOJEV
63	K. MED 2022-23	Osrednjeslovenska	Alpska	2021	KOSTANJEV
64	K. MED 2022-24	Osrednjeslovenska	Alpska	2021	KOSTANJEV
65	K. MED 2022-25	Osrednjeslovenska	Alpska	2021	KOSTANJEV
66	K. MED 2022-26	Savinjska	Alpska	2021	KOSTANJEV
67	K. MED 2022-27	Osrednjeslovenska	Alpska	2021	KOSTANJEV
68	K. MED 2022-28	Savinjska	Alpska	2021	KOSTANJEV
69	K. MED 2022-29	Savinjska	Alpska	2021	KOSTANJEV
70	K. MED 2022-30	Savinjska	Alpska	2021	KOSTANJEV
71	K. MED 2022-31	Obalno kraška	Sredozemska	2021	LIPOV
72	K. MED 2022-32	Goriška	Sredozemska	2021	LIPOV
73	K. MED 2022-33	Jugovzhodna Slovenija	Dinarska	2021	LIPOV
74	K. MED 2022-34	Jugovzhodna Slovenija	Dinarska	2021	LIPOV
75	K. MED 2022-35	Goriška	Sredozemska	2021	LIPOV
76	K. MED 2022-43	Zasavska	Alpska	2020	CVETLIČNI
77	K. MED 2022-44	Pomurska	Panonska	2020	CVETLIČNI
78	K. MED 2022-45	Goriška	Dinarska	2020	CVETLIČNI
79	K. MED 2022-46	Goriška	Dinarska	2020	CVETLIČNI
80	K. MED 2022-47	Savinjska	Alpska	2020	CVETLIČNI
81	K. MED 2022-48	Pomurska	Panonska	2020	CVETLIČNI

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

6.2 STABILNI IZOTOPI

Št. vzorca	$\delta^{13}\text{C}_{\text{MED}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{MED}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{p}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{p}}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}_{\text{p}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{p}}$ (‰)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
K. MED 2021-1	-26,0	21,8	-25,6	0,5	5,0	n.d.	0,71345
K. MED 2021-2	-25,8	21,6	-25,5	0,2	4,9	n.d.	0,71374
K. MED 2021-3	-26,6	23,2	-25,8	1,1	4,6	n.d.	0,71224
K. MED 2021-4	-27,7	20,6	-26,9	5,2	1,9	n.d.	0,71144
K. MED 2021-5	-25,2	21,0	-26,9	6,1	2,9	n.d.	0,71151
K. MED 2021-6	-27,7	21,0	-27,6	6,0	2,5	n.d.	0,71044
K. MED 2021-7	-27,1	21,6	-27,2	3,9	2,6	n.d.	0,71154
K. MED 2021-8	-24,7	20,2	-27,8	6,4	2,5	n.d.	0,71106
K. MED 2021-9	-23,5	23,9	-23,9	1,1	3,7	n.d.	0,71048
K. MED 2021-10	-25,7	22,9	-26,2	1,8	4,5	n.d.	0,71128
K. MED 2021-11	-25,9	24,6	-25,4	2,7	4,2	n.d.	0,71119
K. MED 2021-12	-23,4	25,2	-25,2	0,0	4,3	n.d.	0,70922
K. MED 2021-13	-26,6	23,6	-26,1	-1,0	4,5	n.d.	0,70898
K. MED 2021-14	-23,8	23,1	-24,2	1,1	3,2	n.d.	0,70886
K. MED 2021-15	-23,5	23,5	-24,5	1,7	3,1	n.d.	0,70961
K. MED 2021-16	-26,9	23,0	-26,4	0,6	5,5	n.d.	0,70982
K. MED 2021-17	-26,5	22,9	-26,2	0,5	4,3	n.d.	0,70904
K. MED 2021-18	-26,0	25,1	-25,9	0,6	5,6	n.d.	0,70967
K. MED 2021-19	-25,6	23,3	-25,9	1,1	3,4	n.d.	0,71354
K. MED 2021-20	-25,7	24,2	-25,6	1,6	3,6	n.d.	0,71096
K. MED 2021-21	-26,9	23,0	-26,8	0,9	5,0	n.d.	0,70950
K. MED 2021-22	-26,8	22,6	-25,9	-0,5	4,8	n.d.	0,70913
K. MED 2021-23	-27,0	21,9	-25,7	-0,2	4,1	n.d.	0,70929
K. MED 2021-24	-25,7	24,1	-25,8	1,9	3,0	n.d.	0,70995
K. MED 2021-25	-26,8	24,3	-26,7	1,6	3,3	n.d.	0,71099
K. MED 2021-26	-25,9	24,2	-26,0	1,5	4,6	n.d.	0,71351
K. MED 2021-27	-26,0	23,1	-25,9	1,3	4,2	n.d.	0,71161
K. MED 2021-28	-25,0	21,7	-24,7	1,4	2,8	n.d.	0,71067
K. MED 2021-29	-25,7	22,9	-25,4	-0,2	5,7	n.d.	0,71429
K. MED 2021-30	-26,2	22,9	-26,2	1,7	3,2	n.d.	0,71039
K. MED 2021-31	-25,9	24,2	-26,1	2,3	5,4	n.d.	0,71446
K. MED 2021-32	-27,7	21,7	-27,8	4,9	2,5	n.d.	0,71070
K. MED 2021-33	-27,3	23,8	-26,5	4,0	2,7	n.d.	0,71128
K. MED 2021-34	-27,1	24,4	-27,2	4,6	2,5	n.d.	0,71132
K. MED 2021-35	-27,0	24,7	-27,1	4,5	2,5	n.d.	0,71150
K. MED 2021-36	-26,4	24,0	-26,8	2,0	5,9	n.d.	0,71093
K. MED 2021-37	-25,9	23,3	-26,2	2,5	5,8	n.d.	0,70975
K. MED 2021-38	-26,0	22,9	-26,0	1,5	3,9	n.d.	0,71044
K. MED 2021-39	-23,6	21,7	-25,1	1,8	5,0	n.d.	0,70943
K. MED 2021-40	-27,3	24,6	-26,8	3,2	5,0	n.d.	0,71452
K.MED-2022-01	-27,4	21,2	-27,5	4,8	4,1	n.d.	0,71194
K.MED-2022-02	-26,9	21,1	-27,5	5,0	3,8	n.d.	0,71127
K.MED-2022-03	-27,9	19,7	-28,1	5,0	4,2	n.d.	0,71075

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Št. vzorca	$\delta^{13}\text{C}_{\text{MED}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{MED}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{p}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{p}}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}_{\text{p}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{p}}$ (‰)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
K.MED-2022-04	-25,5	20,9	-25,5	3,9	4,8	n.d.	0,71117
K.MED-2022-05	-25,6	21,3	-25,9	2,8	4,0	n.d.	0,71101
K.MED-2022-06	-24,1	21,7	-25,7	1,0	4,3	n.d.	0,70927
K.MED-2022-07	-26,0	24,0	-26,0	2,2	5,4	n.d.	0,70950
K.MED-2022-08	-25,9	23,4	-26,5	1,4	6,4	n.d.	0,70916
K.MED-2022-09	-25,4	21,8	-25,7	1,4	5,8	n.d.	0,71174
K.MED-2022-10	-26,0	24,1	-26,2	1,1	6,7	n.d.	0,71032
K.MED-2022-11	-26,0	23,2	-26,2	0,6	6,0	n.d.	0,70999
K.MED-2022-12	-25,9	23,4	-25,8	-0,5	5,8	n.d.	0,70817
K.MED-2022-13	-24,9	24,0	-25,6	0,6	5,7	n.d.	0,71022
K.MED-2022-14	-25,8	23,7	-25,5	2,1	6,6	n.d.	0,71011
K.MED-2022-15	-25,7	25,4	-26,6	0,6	6,4	n.d.	0,71201
K.MED-2022-16	-26,4	24,4	-25,6	0,3	6,5	n.d.	0,70919
K.MED-2022-17	-25,5	24,6	-26,4	1,5	6,0	n.d.	0,70980
K.MED-2022-18	-24,8	23,3	-25,8	1,4	4,3	n.d.	n.d.
K.MED-2022-19	-27,6	23,0	-26,2	3,2	4,7	n.d.	0,71005
K.MED-2022-20	-25,4	23,6	-26,1	3,1	7,0	n.d.	0,71024
K.MED-2022-21	-25,3	23,7	-25,8	1,3	6,2	n.d.	0,71180
K.MED-2022-22	-25,2	22,8	-25,1	2,2	6,7	n.d.	0,70953
K.MED-2022-23	-26,0	21,1	-25,8	1,0	6,7	n.d.	0,71636
K.MED-2022-24	-26,2	22,7	-26,2	1,3	4,7	n.d.	0,71142
K.MED-2022-25	-25,5	21,1	-25,8	2,2	6,6	n.d.	0,71614
K.MED-2022-26	-25,8	22,8	-25,7	2,1	5,5	n.d.	0,71007
K.MED-2022-27	-25,2	22,0	-26,1	1,3	6,4	n.d.	0,71055
K.MED-2022-28	-25,6	22,0	-25,9	0,5	6,2	n.d.	0,71403
K.MED-2022-29	-26,2	21,6	-26,2	2,2	6,4	n.d.	0,71024
K.MED-2022-30	-25,7	22,2	-25,5	0,3	5,9	n.d.	0,71081
K.MED-2022-31	-25,0	23,7	-25,7	1,7	6,1	n.d.	0,70922
K.MED-2022-32	-25,3	21,6	-25,5	0,4	5,9	n.d.	0,70872
K.MED-2022-33	-25,3	22,3	-25,4	2,1	6,2	n.d.	0,70903
K.MED-2022-34	-26,2	23,5	-26,3	1,8	6,7	n.d.	0,70955
K.MED-2022-35	-24,6	22,6	-25,3	0,3	5,7	n.d.	0,70927
K.MED-2022-43	-25,2	23,2	-24,6	0,9	4,5	n.d.	0,71023
K.MED-2022-44	-27,5	21,8	-25,7	2,3	3,4	n.d.	0,71184
K.MED-2022-45	-24,6	22,0	-24,5	0,2	4,2	n.d.	0,71003
K.MED-2022-46	-24,2	23,5	-24,4	0,6	4,3	n.d.	0,70936
K.MED-2022-47	-26,2	22,4	-24,9	1,1	4,5	n.d.	0,71150
K.MED-2022-48	-24,0	22,3	-25,1	4,7	4,0	n.d.	0,71166
MEDIANA	-25,9	23,0	-25,9	1,5	4,7	n.d.	0,71048
POVPREČJE	-25,8	22,9	-26,0	1,9	4,7	n.d.	0,71086
S.D.	1,0	1,2	0,8	1,7	1,3	n.d.	0,00167
MIN	-27,9	19,7	-28,1	-1,0	1,9	n.d.	0,70817
MAKS	-23,4	25,4	-23,9	6,4	1,7	n.d.	0,71636

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

6.3 ELEMENTNA SESTAVA MEDU

Št. vzorca	K (g/kg)	Mg (g/kg)	Ca (g/kg)	Rb (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Al (mg/kg)	B (mg/kg)	Fe (mg/kg)
K. MED 2021-1	6,31	0,067	0,262	21,73	29,8	1,77	3,69	0,66
K. MED 2021-2	4,40	0,059	0,391	15,59	40,5	2,58	3,83	0,78
K. MED 2021-3	3,69	0,063	0,187	7,98	4,00	50,2	4,13	3,39
K. MED 2021-4	0,762	0,020	0,143	1,13	4,90	0,72	9,08	1,55
K. MED 2021-5	1,19	0,021	0,237	1,61	5,82	0,85	5,27	1,61
K. MED 2021-6	1,24	0,036	0,270	1,19	4,29	1,45	7,26	2,08
K. MED 2021-7	0,841	0,024	0,213	1,45	3,58	0,52	6,19	1,26
K. MED 2021-8	2,18	0,025	0,214	1,13	4,33	0,23	2,98	0,89
K. MED 2021-9	0,235	0,003	0,093	0,37	0,21	0,20	4,19	0,24
K. MED 2021-10	3,09	0,058	0,250	19,0	5,54	15,5	3,17	3,05
K. MED 2021-11	3,29	0,058	0,173	25,6	5,04	15,2	2,89	4,03
K. MED 2021-12	4,39	0,070	0,141	28,5	4,42	13,5	3,27	5,56
K. MED 2021-13	2,16	0,020	0,253	4,74	1,14	0,24	2,18	0,84
K. MED 2021-14	0,555	0,007	0,156	0,894	0,43	0,32	4,46	2,11
K. MED 2021-15	0,489	0,007	0,138	1,14	0,49	0,64	5,38	0,81
K. MED 2021-16	1,95	0,022	0,323	3,28	2,43	0,41	1,91	0,91
K. MED 2021-17	1,89	0,014	0,255	3,28	0,99	0,21	1,89	1,76
K. MED 2021-18	3,57	0,069	0,199	23,2	3,71	31,7	3,69	5,59
K. MED 2021-19	5,68	0,062	0,346	36,4	20,9	1,71	3,08	1,33
K. MED 2021-20	5,59	0,068	0,355	19,7	27,8	2,08	4,84	1,18
K. MED 2021-21	2,00	0,018	0,261	3,25	1,52	0,21	1,63	0,92
K. MED 2021-22	2,24	0,018	0,307	4,06	2,24	0,34	1,83	20,5
K. MED 2021-23	2,09	0,017	0,144	2,42	0,984	0,653	1,84	0,537
K. MED 2021-24	2,95	0,065	0,108	18,6	2,75	19,3	5,86	2,85
K. MED 2021-25	3,26	0,074	0,130	15,7	7,63	38,4	3,27	3,44
K. MED 2021-26	2,95	0,082	0,199	10,8	9,98	6,90	3,46	1,22
K. MED 2021-27	5,03	0,060	0,455	14,1	31,8	1,74	3,29	1,03
K. MED 2021-28	0,429	0,009	0,177	0,861	0,396	0,697	4,01	19,5
K. MED 2021-29	5,82	0,066	0,339	20,1	52,1	2,65	3,89	0,675
K. MED 2021-30	2,93	0,046	0,280	14,9	14,1	1,62	4,02	1,19
K. MED 2021-31	4,43	0,184	0,149	28,0	12,7	13,4	5,88	3,90
K. MED 2021-32	0,424	0,017	0,176	0,927	1,06	0,744	8,84	1,74
K. MED 2021-33	0,868	0,027	0,198	1,06	1,94	1,10	12,1	1,77
K. MED 2021-34	0,894	0,030	0,135	2,05	3,67	1,44	10,4	1,54
K. MED 2021-35	0,484	0,024	0,172	0,586	1,04	0,419	6,36	2,35
K. MED 2021-36	3,16	0,058	0,209	25,8	3,74	14,5	2,98	3,21
K. MED 2021-37	2,82	0,055	0,226	21,2	6,18	7,19	2,79	1,65
K. MED 2021-38	2,89	0,042	0,280	18,2	14,4	1,34	2,98	1,07
K. MED 2021-39	1,58	0,021	0,198	3,47	1,71	0,518	9,64	1,03
K. MED 2021-40	3,24	0,089	0,226	25,8	8,93	44,8	3,73	3,89
K.MED-2022-01	0,981	0,021	0,069	1,59	5,08	0,932	10,8	1,74
K.MED-2022-02	1,02	0,024	0,090	2,61	5,99	0,848	3,46	1,44
K.MED-2022-03	0,365	0,009	0,040	0,705	5,33	0,448	3,36	0,533

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Št. vzorca	K (g/kg)	Mg (g/kg)	Ca (g/kg)	Rb (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Al (mg/kg)	B (mg/kg)	Fe (mg/kg)
K.MED-2022-04	0,471	0,015	0,039	0,602	0,80	0,602	2,82	0,486
K.MED-2022-05	0,389	0,013	0,049	0,675	0,54	0,472	3,14	0,549
K.MED-2022-06	0,959	0,017	0,077	3,80	3,74	1,50	1,79	2,07
K.MED-2022-07	1,83	0,017	0,099	4,01	2,43	0,867	3,06	0,858
K.MED-2022-08	1,74	0,027	0,088	3,99	0,96	4,74	3,48	1,96
K.MED-2022-09	1,36	0,027	0,103	3,43	5,97	1,05	1,63	1,00
K.MED-2022-10	2,45	0,053	0,085	14,1	3,25	12,7	5,59	3,20
K.MED-2022-11	2,88	0,047	0,042	21,0	3,20	14,7	2,83	5,08
K.MED-2022-12	1,40	0,110	0,042	9,06	5,43	2,10	4,08	3,45
K.MED-2022-13	3,18	0,053	0,048	22,9	4,60	17,5	3,17	5,13
K.MED-2022-14	2,67	0,051	0,036	25,9	2,79	11,6	3,15	4,00
K.MED-2022-15	2,64	0,051	0,022	24,8	2,60	8,13	2,46	3,09
K.MED-2022-16	2,89	0,079	0,031	20,7	4,41	22,4	3,85	3,91
K.MED-2022-17	2,57	0,041	0,045	13,2	5,59	5,29	2,27	2,18
K.MED-2022-18	2,18	0,031	0,072	11,5	3,22	9,40	2,24	4,06
K.MED-2022-19	3,09	0,055	0,041	15,5	5,96	22,6	2,56	4,12
K.MED-2022-20	2,82	0,047	0,035	23,0	3,06	12,8	3,21	3,90
K.MED-2022-21	2,33	0,045	0,064	15,5	5,44	8,11	2,28	2,26
K.MED-2022-22	2,69	0,046	0,072	18,0	3,09	12,4	3,01	4,48
K.MED-2022-23	3,19	0,037	0,146	13,1	21,0	2,49	2,54	0,911
K.MED-2022-24	2,64	0,032	0,153	13,4	38,2	2,43	3,82	1,14
K.MED-2022-25	3,59	0,040	0,151	13,1	17,0	2,54	3,25	1,44
K.MED-2022-26	3,77	0,041	0,142	12,2	16,7	1,89	4,27	1,18
K.MED-2022-27	3,47	0,034	0,138	13,4	25,8	2,47	3,07	1,10
K.MED-2022-28	3,52	0,029	0,165	15,0	23,4	2,55	4,68	1,57
K.MED-2022-29	3,18	0,043	0,135	16,6	12,5	2,07	3,68	1,83
K.MED-2022-30	4,70	0,047	0,160	10,9	26,1	2,47	3,72	1,20
K.MED-2022-31	2,16	0,026	0,160	8,00	4,34	1,98	4,24	1,35
K.MED-2022-32	2,42	0,021	0,167	5,86	4,96	2,16	2,75	2,06
K.MED-2022-33	1,52	0,032	0,147	6,62	2,68	2,84	2,45	1,40
K.MED-2022-34	2,20	0,031	0,101	8,57	1,20	5,79	1,81	0,928
K.MED-2022-35	2,81	0,024	0,142	5,89	3,77	1,55	2,49	1,16
K.MED-2022-43	1,87	0,031	0,031	1,39	1,40	4,25	5,72	1,08
K.MED-2022-44	1,75	0,028	0,028	2,20	1,17	0,707	7,71	0,925
K.MED-2022-45	1,43	0,021	0,021	3,73	1,34	2,35	3,74	0,814
K.MED-2022-46	1,03	0,016	0,016	1,66	0,771	0,466	6,24	4,63
K.MED-2022-47	1,76	0,031	0,031	3,22	1,16	0,772	8,65	0,813
K.MED-2022-48	0,773	0,027	0,027	0,727	0,900	0,414	3,69	14,2
MEDIAN	2,40	0,0401	0,152	10,6	7,86	6,31	4,14	2,63
POVPREČJE	2,29	0,0318	0,144	8,28	3,88	2,07	3,46	1,59
S.D.	1,39	0,0270	0,098	9,12	10,3	9,93	2,22	3,37
MIN	0,235	0,0030	0,016	0,370	0,210	0,200	1,63	0,240
MAKS	6,31	0,184	0,455	36,4	52,1	50,2	12,1	20,5

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Št. vzorca	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Se (mg/kg)	Sr (mg/kg)	As (mg/kg)	Na (mg/kg)	Li (mg/kg)
K. MED 2021-1	0,280	0,670	1,12	<0,060	0,258	<0,001	<5,00	<0,010
K. MED 2021-2	0,400	0,530	1,02	<0,060	0,185	<0,001	<5,00	0,258
K. MED 2021-3	1,47	0,980	0,096	<0,060	0,062	<0,001	<5,00	0,185
K. MED 2021-4	0,610	0,710	0,319	<0,060	0,066	<0,001	<5,00	0,062
K. MED 2021-5	0,200	0,840	0,405	<0,060	0,096	<0,001	7,59	0,066
K. MED 2021-6	0,600	0,730	0,322	<0,060	0,100	<0,001	7,82	0,096
K. MED 2021-7	0,510	0,700	0,292	<0,060	0,079	<0,001	<5,00	0,100
K. MED 2021-8	0,530	1,14	0,050	<0,060	0,082	<0,001	<5,00	0,079
K. MED 2021-9	0,060	0,180	0,078	<0,060	0,027	<0,001	<5,00	0,082
K. MED 2021-10	1,60	1,03	0,131	<0,060	0,066	0,002	<5,00	0,027
K. MED 2021-11	2,17	1,20	0,114	<0,060	0,068	0,003	<5,00	0,066
K. MED 2021-12	2,60	1,35	0,150	<0,060	0,097	0,003	5,83	0,068
K. MED 2021-13	0,176	0,390	0,206	<0,060	0,105	<0,001	<5,00	0,097
K. MED 2021-14	0,367	0,440	0,095	<0,060	0,038	<0,001	<5,00	0,105
K. MED 2021-15	0,154	0,330	0,059	<0,060	0,028	<0,001	<5,00	0,038
K. MED 2021-16	0,171	0,375	0,253	<0,060	0,166	<0,001	<5,00	0,028
K. MED 2021-17	0,155	0,376	0,089	<0,060	0,102	<0,001	<5,00	0,166
K. MED 2021-18	2,44	1,29	0,134	<0,060	0,061	0,003	<5,00	0,102
K. MED 2021-19	0,323	0,685	0,683	<0,060	0,612	<0,001	<5,00	0,061
K. MED 2021-20	0,457	0,580	1,19	<0,060	0,301	<0,001	<5,00	0,612
K. MED 2021-21	0,139	0,264	0,075	<0,060	0,125	<0,001	<5,00	0,301
K. MED 2021-22	0,168	0,296	0,111	<0,060	0,148	<0,001	130	0,125
K. MED 2021-23	0,160	0,517	0,066	<0,060	0,141	<0,001	<5,00	0,148
K. MED 2021-24	1,54	0,916	0,067	<0,060	0,061	<0,001	<5,00	0,141
K. MED 2021-25	1,26	1,27	0,192	0,072	0,143	0,009	<5,00	0,061
K. MED 2021-26	0,616	1,62	0,199	0,094	0,114	<0,001	<5,00	0,143
K. MED 2021-27	0,273	0,496	0,913	0,083	0,338	<0,001	48,1	0,114
K. MED 2021-28	0,104	1,02	0,029	0,084	0,052	<0,001	<5,00	0,338
K. MED 2021-29	0,263	0,47	1,18	0,115	0,247	<0,001	<5,00	0,052
K. MED 2021-30	0,297	0,797	0,603	0,079	0,447	<0,001	<5,00	0,247
K. MED 2021-31	0,746	1,16	0,293	0,101	0,090	<0,001	<5,00	0,447
K. MED 2021-32	0,138	0,573	0,035	0,119	0,053	<0,001	<5,00	0,090
K. MED 2021-33	0,205	0,688	0,047	<0,060	0,065	<0,001	<5,00	0,053
K. MED 2021-34	0,360	1,75	0,087	<0,060	0,081	<0,001	<5,00	0,065
K. MED 2021-35	0,186	0,476	0,037	<0,060	0,071	<0,001	<5,00	0,081
K. MED 2021-36	2,22	1,14	0,118	<0,060	0,059	<0,001	<5,00	0,071
K. MED 2021-37	0,974	0,951	0,195	<0,060	0,090	<0,001	<5,00	0,059
K. MED 2021-38	0,250	1,75	0,968	<0,060	0,541	<0,001	<5,00	0,090
K. MED 2021-39	0,175	0,854	0,071	<0,060	0,080	<0,001	<5,00	0,541
K. MED 2021-40	1,70	1,65	0,106	<0,060	0,078	<0,001	<5,00	0,080
K.MED-2022-01	0,480	0,826	0,127	n.d.	0,0908	0,0018	<5,0	<0,01
K.MED-2022-02	0,530	0,774	0,119	n.d.	0,136	0,0016	8,62	<0,01
K.MED-2022-03	0,669	0,595	0,0289	n.d.	0,0683	0,0017	18,0	<0,01
K.MED-2022-04	0,129	0,436	0,0503	n.d.	0,0807	<0,001	<5,0	<0,01
K.MED-2022-05	0,105	0,640	0,0368	n.d.	0,0799	<0,001	<5,0	<0,01

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Št. vzorca	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Se (mg/kg)	Sr (mg/kg)	As (mg/kg)	Na (mg/kg)	Li (mg/kg)
K.MED-2022-06	0,175	0,499	0,114	n.d.	0,0924	0,0016	27,9	<0,01
K.MED-2022-07	0,170	0,579	0,105	n.d.	0,130	<0,001	28,9	<0,01
K.MED-2022-08	0,444	1,18	0,0449	n.d.	0,0900	0,0017	81,8	<0,01
K.MED-2022-09	0,138	0,488	0,244	n.d.	0,140	<0,001	8,73	<0,01
K.MED-2022-10	0,617	1,24	0,100	n.d.	0,0853	<0,001	<5,0	<0,01
K.MED-2022-11	2,22	1,19	0,095	n.d.	0,0847	0,0038	7,78	<0,01
K.MED-2022-12	0,877	2,65	0,0563	n.d.	0,106	<0,001	15,9	<0,01
K.MED-2022-13	2,35	1,17	0,176	n.d.	0,0872	0,0050	8,94	<0,01
K.MED-2022-14	2,19	1,24	0,0659	n.d.	0,0427	0,0049	5,89	<0,01
K.MED-2022-15	2,17	1,07	0,0384	n.d.	0,0365	0,0033	5,31	<0,01
K.MED-2022-16	0,977	1,42	0,0918	n.d.	0,0352	<0,001	6,86	<0,01
K.MED-2022-17	1,27	0,769	0,175	n.d.	0,0582	0,0022	7,01	<0,01
K.MED-2022-18	1,23	0,722	0,212	n.d.	0,122	0,0034	11,1	<0,01
K.MED-2022-19	1,68	1,33	0,108	n.d.	0,0816	0,0024	8,87	<0,01
K.MED-2022-20	2,29	1,24	0,0571	n.d.	0,0437	0,0060	5,98	<0,01
K.MED-2022-21	1,37	0,922	0,176	n.d.	0,0888	0,0025	7,23	<0,01
K.MED-2022-22	1,72	1,21	0,106	n.d.	0,0929	0,0034	6,60	<0,01
K.MED-2022-23	0,308	0,306	0,770	n.d.	0,188	<0,001	8,57	<0,01
K.MED-2022-24	0,261	0,418	0,673	n.d.	0,118	<0,001	11,6	<0,01
K.MED-2022-25	0,239	0,383	1,06	n.d.	0,206	<0,001	9,56	<0,01
K.MED-2022-26	0,257	0,514	0,652	n.d.	0,527	<0,001	9,63	<0,01
K.MED-2022-27	0,232	0,624	0,792	n.d.	0,146	<0,001	7,14	<0,01
K.MED-2022-28	0,245	0,433	1,51	n.d.	0,207	0,0026	11,4	<0,01
K.MED-2022-29	0,377	1,23	1,10	n.d.	0,387	0,0025	11,9	<0,01
K.MED-2022-30	0,276	0,422	1,75	n.d.	0,141	0,0020	6,5	<0,01
K.MED-2022-31	0,206	0,402	0,525	n.d.	0,145	0,0024	7,89	<0,01
K.MED-2022-32	0,249	0,857	0,592	n.d.	0,294	0,0020	6,13	<0,01
K.MED-2022-33	0,243	0,640	0,311	n.d.	0,122	0,0016	6,89	<0,01
K.MED-2022-34	0,441	0,624	0,353	n.d.	0,0572	0,0017	5,33	<0,01
K.MED-2022-35	0,268	0,425	0,423	n.d.	0,158	0,0017	11,1	<0,01
K.MED-2022-43	0,400	0,618	<0,015	n.d.	0,0491	<0,001	8,25	4,23
K.MED-2022-44	0,330	0,884	<0,015	n.d.	0,0592	0,0014	19,3	3,79
K.MED-2022-45	0,445	0,461	<0,015	n.d.	0,0267	<0,001	<5,0	<0,01
K.MED-2022-46	0,184	0,401	<0,015	n.d.	0,0445	<0,001	<5,0	1,62
K.MED-2022-47	0,479	0,813	<0,015	n.d.	0,0621	<0,001	8,10	3,92
K.MED-2022-48	0,171	7,17	0,768	n.d.	0,117	<0,001	<5,0	9,81
MEDIANA	0,697	0,901	0,340		0,130	0,0029	15,9	0,657
POVPREČJE	0,372	0,726	0,134		0,0900	0,0024	8,57	0,099
S.D.	0,710	0,825	0,393		0,116	0,0016	23,4	1,73
MIN	0,060	0,180	0,029		0,0267	0,0014	5,31	0,027
MAKS	2,60	7,17	1,75		0,612	0,0090	130	9,81

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Št. vzorca	V (µg/kg)	Cr (µg/kg)	Co (µg/kg)	Ni (µg/kg)	Mo (µg/kg)	Cd (µg/kg)	Sb (µg/kg)	Tl (µg/kg)	Pb (µg/kg)	U (µg/kg)	Ag (µg/kg)
K. MED 2021-1	<0,800	21,1	9,50	88,3	2,75	<0,200	<0,400	2,05	2,57	<0,040	8,95
K. MED 2021-2	1,43	10,6	12,5	82,2	5,25	<0,200	<0,400	2,05	2,19	<0,040	3,41
K. MED 2021-3	3,97	16,2	60,6	690	5,15	6,96	0,766	1,36	7,31	<0,040	1,50
K. MED 2021-4	1,18	10,8	5,64	53,5	4,91	1,07	<0,400	0,52	4,80	<0,040	<0,800
K. MED 2021-5	1,32	19,0	5,91	111	11,8	1,10	0,698	1,58	34,1	<0,040	<0,800
K. MED 2021-6	2,85	6,95	3,92	42,4	14,9	0,75	<0,400	0,39	8,62	<0,040	<0,800
K. MED 2021-7	<0,800	8,42	3,65	45,4	4,27	1,23	<0,400	0,40	3,18	<0,040	<0,800
K. MED 2021-8	<0,800	8,31	2,88	150	3,57	0,52	<0,400	0,88	11,2	<0,040	<0,800
K. MED 2021-9	<0,800	4,55	2,53	83,1	1,81	<0,200	<0,400	<0,100	1,14	<0,040	<0,800
K. MED 2021-10	5,00	35,4	36,9	520	22,5	10,4	0,959	4,08	57,5	<0,040	<0,800
K. MED 2021-11	6,31	31,3	42,0	673	56,2	9,57	0,592	4,97	13,1	<0,040	<0,800
K. MED 2021-12	9,45	294	26,2	604	63,3	8,84	0,855	7,34	10,7	0,250	<0,800
K. MED 2021-13	<0,800	27,8	1,77	63,3	3,12	0,42	<0,400	0,35	3,08	0,035	<0,800
K. MED 2021-14	4,33	201	3,31	144	18,7	<0,200	<0,400	0,73	7,50	0,073	<0,800
K. MED 2021-15	<0,800	12,8	5,87	71,4	3,34	0,59	<0,400	<0,100	2,01	<0,040	<0,800
K. MED 2021-16	<0,800	42,5	1,93	86,4	6,26	<0,200	<0,400	0,47	1,86	0,135	<0,800
K. MED 2021-17	<0,800	13,0	1,85	59,3	2,76	<0,200	<0,400	0,13	2,05	<0,040	<0,800
K. MED 2021-18	7,44	16,9	60,4	895	22,6	11,8	1,49	4,80	11,4	0,338	<0,800
K. MED 2021-19	<0,800	35,6	11,6	96,5	3,54	1,16	<0,400	2,10	20,4	0,070	<0,800
K. MED 2021-20	1,03	8,42	7,22	295	3,01	<0,200	<0,400	2,91	4,42	<0,040	<0,800
K. MED 2021-21	<0,800	9,29	1,35	78,6	0,89	<0,200	<0,400	0,13	1,97	<0,040	<0,800
K. MED 2021-22	8,44	1285	19,5	939	143	<0,200	<0,400	0,18	3,56	0,108	<0,800
K. MED 2021-23	<0,800	16,0	2,83	17,2	2,00	1,48	<0,400	1,04	4,42	0,173	<0,800
K. MED 2021-24	3,44	11,1	30,6	396	15,3	13,0	0,585	4,06	8,32	0,138	<0,800
K. MED 2021-25	3,06	41,1	73,0	1001	6,12	11,0	<0,400	3,72	9,18	0,164	<0,800
K. MED 2021-26	1,91	10,3	40,2	300	4,80	9,75	1,03	1,58	10,0	<0,040	<0,800
K. MED 2021-27	<0,800	8,23	8,38	63,9	3,02	1,08	<0,400	5,06	6,59	<0,040	<0,800
K. MED 2021-28	<0,800	17,5	4,68	61,1	3,50	0,74	<0,400	0,67	11,6	<0,040	<0,800
K. MED 2021-29	<0,800	11,2	13,1	58,3	3,17	0,93	<0,400	2,67	4,92	<0,040	<0,800
K. MED 2021-30	0,800	6,88	10,3	28,6	3,68	2,60	0,868	3,02	5,97	<0,040	<0,800
K. MED 2021-31	1,83	8,22	200	893	2,25	48,9	<0,400	1,86	16,5	<0,040	<0,800
K. MED 2021-32	1,28	48,6	6,01	10,5	6,46	0,86	<0,400	1,58	8,67	<0,040	<0,800
K. MED 2021-33	1,34	80,8	7,02	45,9	13,1	1,44	<0,400	1,81	5,88	<0,040	<0,800
K. MED 2021-34	<0,800	91,6	9,77	53,2	10,8	1,34	<0,400	1,75	6,28	<0,040	<0,800
K. MED 2021-35	3,95	627	17,2	10,7	71,3	1,02	<0,400	1,36	5,86	<0,040	<0,800
K. MED 2021-36	6,47	123	39,2	318	57,4	12,6	<0,400	7,16	9,09	<0,040	<0,800
K. MED 2021-37	3,14	160	29,8	235	34,6	6,04	<0,400	3,95	6,51	<0,040	<0,800
K. MED 2021-38	1,20	112	7,76	30,9	13,0	1,33	<0,400	3,72	11,2	0,550	<0,800
K. MED 2021-39	<0,800	25,7	25,3	27,0	4,15	1,28	<0,400	0,89	5,96	<0,040	<0,800
K. MED 2021-40	3,96	90,3	174	1150	17,0	36,1	<0,400	3,82	11,2	<0,040	<0,800
K.MED-2022-01	1,81	39,1	4,73	101	15,3	0,610	1,26	2,31	6,81	0,210	8,11
K.MED-2022-02	1,65	18,0	2,40	127	13,0	1,58	1,04	0,822	6,52	0,607	1,17
K.MED-2022-03	1,27	6,51	0,92	67,2	9,01	1,50	1,10	0,297	2,46	0,143	1,20
K.MED-2022-04	<0,8	4,89	6,25	105	7,90	1,18	1,14	0,190	2,35	0,259	6,58
K.MED-2022-05	<0,8	3,41	3,21	91,7	5,40	1,28	7,41	0,358	4,03	0,273	4,18

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA
DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Št. vzorca	V (µg/kg)	Cr (µg/kg)	Co (µg/kg)	Ni (µg/kg)	Mo (µg/kg)	Cd (µg/kg)	Sb (µg/kg)	Tl (µg/kg)	Pb (µg/kg)	U (µg/kg)	Ag (µg/kg)
K.MED-2022-06	1,51	4,98	3,12	75,1	6,01	1,93	7,30	1,07	4,90	0,281	3,28
K.MED-2022-07	1,38	4,99	2,59	48,8	6,80	0,729	3,77	0,923	2,27	0,113	2,66
K.MED-2022-08	4,55	26,8	5,99	160	14,5	2,90	5,57	1,44	9,03	0,195	2,78
K.MED-2022-09	1,49	11,3	2,33	40,1	4,55	<0.2	6,23	0,686	2,49	0,243	2,11
K.MED-2022-10	1,95	4,34	22,1	323	5,86	6,00	2,35	8,57	17,2	0,137	1,73
K.MED-2022-11	9,01	33,9	19,9	482	40,0	11,0	3,57	5,97	12,4	0,346	1,85
K.MED-2022-12	1,87	8,81	13,1	178	7,66	19,9	4,85	3,29	5,65	0,0948	1,77
K.MED-2022-13	9,83	16,5	24,5	592	50,5	15,9	3,21	5,62	13,2	0,370	1,56
K.MED-2022-14	6,40	14,6	20,4	455	64,9	8,28	2,32	4,39	20,9	0,314	<0,8
K.MED-2022-15	5,40	18,7	18,3	316	32,8	8,20	1,90	3,59	5,72	0,173	1,63
K.MED-2022-16	<0.8	7,42	42,5	432	4,98	9,36	1,77	12,0	5,58	0,0610	<0,8
K.MED-2022-17	3,74	11,5	10,4	177	25,3	6,56	2,91	2,59	10,6	0,172	<0,8
K.MED-2022-18	9,50	68,0	15,0	297	18,5	7,34	5,47	3,15	13,5	0,351	<0,8
K.MED-2022-19	7,47	17,0	56,4	876	15,3	17,0	2,35	2,19	9,94	0,297	<0,8
K.MED-2022-20	5,48	11,7	24,7	465	93,1	7,14	1,43	5,34	26,8	0,187	<0,8
K.MED-2022-21	3,88	9,63	12,5	273	21,3	5,38	4,46	3,68	6,73	0,155	<0,8
K.MED-2022-22	8,02	122	17,0	427	31,5	8,14	2,63	3,46	10,3	0,305	<0,8
K.MED-2022-23	1,52	5,53	6,06	65,8	2,94	<0,2	2,18	1,54	2,99	0,0716	<0,8
K.MED-2022-24	2,12	6,93	6,48	64,5	3,98	0,743	2,96	3,56	4,26	0,156	<0,8
K.MED-2022-25	2,23	26,5	7,06	50,8	4,96	<0,2	1,67	1,43	3,47	0,182	<0,8
K.MED-2022-26	2,85	6,02	3,67	49,6	10,1	0,635	1,60	0,580	4,89	0,113	<0,8
K.MED-2022-27	1,89	11,2	5,83	41,2	4,09	<0,2	3,37	2,19	4,05	0,117	<0,8
K.MED-2022-28	3,24	7,07	4,87	64,4	15,6	1,64	1,63	2,03	5,24	0,252	7,20
K.MED-2022-29	1,89	5,12	12,6	63,1	13,4	4,55	1,20	1,58	2,86	0,135	1,72
K.MED-2022-30	3,13	20,6	4,82	189	7,12	2,01	1,00	1,14	2,60	0,163	1,16
K.MED-2022-31	2,85	8,89	3,87	51,5	12,5	0,816	9,29	1,71	3,42	0,150	<0,8
K.MED-2022-32	4,33	124	3,90	115	5,69	0,649	7,65	0,687	9,87	0,188	<0,8
K.MED-2022-33	1,70	30,1	4,49	385	7,60	1,94	6,57	0,651	10,6	0,211	<0,8
K.MED-2022-34	1,35	7,22	10,1	181	8,96	2,11	6,35	1,23	6,35	0,195	<0,8
K.MED-2022-35	2,17	8,78	3,34	79,8	4,49	1,04	4,69	0,698	4,02	0,136	<0,8
K.MED-2022-43	1,15	10,3	2,73	95,8	3,70	1,34	2,31	0,197	3,40	0,150	<0,8
K.MED-2022-44	1,61	4,57	4,59	41,0	6,69	1,73	2,14	0,200	7,57	0,128	<0,8
K.MED-2022-45	1,36	4,27	9,20	101	6,89	2,41	2,01	0,795	6,04	0,094	<0,8
K.MED-2022-46	0,928	5,05	2,30	85,9	3,02	0,775	1,79	0,251	2,14	0,077	<0,8
K.MED-2022-47	1,20	3,89	6,67	87,2	4,93	2,61	2,69	0,354	5,14	0,121	<0,8
K.MED-2022-48	1,18	7,55	7,14	34,0	2,91	1,53	4,62	0,203	67,6	0,558	<0,8
MEDIANA	3,39	54,0	18,1	229	16,0	5,50	2,95	2,28	8,87	0,202	3,23
POVPREČJE	2,20	11,6	7,10	96,1	6,84	1,83	2,25	1,58	6,16	0,168	1,85
S.D.	2,52	161	31,1	267	23,0	8,05	2,20	2,19	10,3	0,123	2,47
MIN	0,800	3,41	0,92	10,5	0,890	0,420	0,585	0,130	1,14	0,035	1,16
MAKS	9,83	1285	200	1150	143	48,9	9,29	12,0	67,6	0,61	8,95

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

6.4 Hlapne organske spojine

Zap.št.	Spojina	Mediana	Povprečje	S.D.	Min	Maks	N
1	Ostale neidentificirane	7,21	10,07	10,04	0,31	75,95	81
2	benzaldehyd	5,12	5,12	3,43	0,22	12,75	81
3	nonanojska kislina	6,61	8,24	5,52	0,77	23,59	80
4	1-metil-4-prop-1-en-2-ilbenzen	1,97	4,48	5,60	0,10	23,44	78
5	2-feniletanol	1,25	2,18	2,33	0,23	12,56	78
6	fenilmetanol	1,74	2,03	1,46	0,13	7,36	78
7	oktanojska kislina	1,65	2,24	1,57	0,19	7,66	76
8	1-(2-aminofenil)etanon	1,03	4,61	6,71	0,10	27,00	75
9	očetna kislina	0,76	0,99	0,81	0,12	5,44	74
10	furan-2-karbaldehid	2,35	4,58	5,48	0,18	31,00	74
11	benzojska kislina	1,09	2,18	4,93	0,08	39,80	71
12	nonanal	1,45	2,00	1,89	0,14	8,85	71
13	Trikozan	0,64	0,81	0,52	0,18	2,38	70
14	oktan	0,84	1,14	1,21	0,08	5,45	68
15	(5E)-3,7-dimetilokta-1,5,7-trien-3-ol	2,12	3,72	4,36	0,20	17,97	67
16	2-(4-metilfenil)propan-2-ol	1,78	2,21	1,69	0,12	6,05	64
17	(1S,2R,4S)-1,7,7-trimetilbiciklo[2.2.1]heptan-2-ol	0,84	1,04	0,76	0,14	4,12	63
18	1-(furan-2-il)etanon	0,96	1,22	0,79	0,17	3,76	63
19	dietil(dimetil)plumban	0,50	0,61	0,45	0,08	2,32	63
20	dekanojska kislina	1,28	1,54	1,17	0,24	8,18	63
21	4-metil-1-propan-2-ilcikloheks-3-en-1-ol	0,54	0,82	0,91	0,11	5,52	62
22	2-(5-etenil-5-metiloksolan-2-il)propan-2-il etil karbonat	0,52	1,17	1,34	0,12	5,92	61
23	2-(5-metil-5-vinitetrahidro-2-furanil)propanal (izomer II)	0,45	0,93	1,33	0,10	7,65	59
24	1-metil-2-propan-2-ilbenzen	0,58	0,76	0,57	0,12	2,27	58
25	2-fenilacetaldehyd	0,67	0,98	0,96	0,16	5,52	56
26	3,7-dimetilokta-1,6-dien-3-ol	0,98	1,45	1,73	0,10	11,24	54
27	1-metil-4-propan-2-ilcikloheksa-1,4-dien	0,55	0,66	0,53	0,08	2,04	52
28	(E)-1-(2,6,6-trimetilcikloheksa-1,3-dien-1-il)but-2-en-1-on	0,68	0,99	1,23	0,12	6,40	52
29	2,6,6-trimetilcikloheks-2-en-1,4-dion	0,57	0,72	0,53	0,15	2,78	52
30	2-(4-metilcikloheksa-2,4-dien-1-il)propan-2-ol	0,52	0,73	0,55	0,11	1,94	51
31	nonan	0,28	0,35	0,24	0,12	1,05	49
32	furan-2-ilmetanol	0,26	0,30	0,20	0,10	1,20	48
33	dodekanojska kislina	0,34	0,56	0,80	0,12	4,70	48
34	2-[(2S,5S)-5-etenil-5-metiloksolan-2-il]propan-2-ol	1,46	3,32	3,56	0,19	13,17	47
35	(E)-non-2-enojska kislina	1,01	1,37	1,07	0,16	4,47	45
36	propan-2-on	0,41	0,51	0,47	0,10	2,57	45
37	1-metil-4-prop-1-en-2-ilcikloheksa-1,3-dien	0,64	0,68	0,48	0,11	1,77	44
38	heneikozan	0,39	0,41	0,21	0,15	0,88	44
39	5-metilfuran-2-karbaldehyd	0,35	0,43	0,27	0,09	1,40	44
40	toluen	0,28	0,62	1,06	0,06	4,76	43
41	1-feniletanon	1,24	2,33	3,06	0,15	16,04	42

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Zap.št.	Spojina	Mediana	Povprečje	S.D.	Min	Maks	N
42	5-metil-2-prop-1-en-2-ilfenol	0,27	0,33	0,28	0,08	1,89	42
43	3,5,5-trimetilciklohex-2-en-1-on	0,32	0,63	0,73	0,12	4,07	42
44	4-propan-2-ylcikloheksa-1,3-dien-1-karbaldehid	0,73	1,52	1,84	0,13	7,56	41
45	2-(4-metilcikloheks-3-en-1-il)propan-2-ol	0,59	0,63	0,33	0,18	1,70	41
46	nonan-1-ol	2,76	3,00	2,06	0,18	8,01	39
47	4-prop-1-en-2-ilfenol	0,29	0,29	0,13	0,08	0,57	38
48	N-(2-acetilfenil)formamid	0,51	1,50	1,73	0,09	6,04	38
49	3,5,5-trimetil-4-metilidencikloheks-2-en-1-on	0,27	0,36	0,30	0,09	1,62	38
50	(10Z)-1-oksaciklononadek-10-en-2-on	0,21	0,26	0,15	0,08	0,73	37
51	4-prop-1-en-2-ilcikloheksen-1-carboksilic acid	0,97	0,96	0,63	0,10	2,63	36
52	3-metilpentanojska kislina	0,62	1,14	1,25	0,13	6,19	36
53	heksanojska kislina	0,81	1,17	0,99	0,10	3,61	36
54	4-metilfenol	0,29	0,65	1,02	0,11	4,89	36
55	2-(5-etenil-5-metiloksolan-2-il)propan-1-ol (izomer IV)	0,26	0,61	1,11	0,08	6,55	35
56	4-etenil-2-metoksifenol	0,33	0,44	0,30	0,10	1,22	35
57	(2Z,6E)-8-hidroksi-3,7-dimetilokta-2,6-dienojska kislina	1,59	2,20	1,77	0,17	6,74	34
58	3,7-dimetilokta-6-enojska kislina	0,86	1,05	0,68	0,20	2,65	34
59	1,1-dimetil-2-[(1E)-3-metilbuta-1,3-dienil]ciklopropan	2,56	3,60	3,03	0,21	9,52	34
60	oktanal	0,28	0,36	0,27	0,09	1,28	33
61	1-(3-metilfenil)etanon	1,00	1,20	0,82	0,22	3,37	33
62	7,9-ditert-butil-1-oksaspiro[4.5]deka-6,9-dien-2,8-dion	0,26	0,31	0,16	0,08	0,84	33
63	3,4,5-trimetilfenol	0,38	0,66	0,86	0,10	4,78	32
64	2,3-dihidro-1-benzofuran	0,20	0,22	0,10	0,08	0,51	32
65	2-(5-metil-5-viniltetrahydro-2-furanil)propanal (izomer I)	0,38	0,95	1,29	0,09	5,35	32
66	4,7-dimetil-1-benzofuran	0,55	0,68	0,45	0,14	2,43	31
67	2-fenilacetoniitril	0,60	0,62	0,40	0,12	1,78	31
68	trimetil(2-trimetilsiloksietilsulfanil)silane	0,41	0,57	0,49	0,11	2,66	31
69	3,3-dimetil-5-prop-1-en-2-ilciklopenten	2,60	3,83	3,83	0,15	16,50	31
70	fenilocetna kislina	0,52	0,76	0,61	0,17	2,39	31
71	2-(5-metil-5-viniltetrahydro-2-furanil)propanal (izomer III)	1,00	1,19	1,10	0,14	5,91	30
72	heptanojska kislina	0,45	0,54	0,32	0,12	1,37	28
73	6,10,14-trimetilpentadekan-2-on	0,26	0,35	0,25	0,09	1,10	28
74	(1,4-dimetil-2,3-dihidroinden-1-il) acetat	0,27	0,42	0,32	0,08	1,16	28
75	1-feniletanol	0,96	1,06	0,62	0,31	2,43	27
76	1-metil-4-prop-1-en-2-ilcikloheksa-1,2-dien	1,52	2,37	2,40	0,18	11,24	27
77	2-metil-5-propan-2-ilfenol	0,41	0,81	0,98	0,13	3,32	26
78	prop-1-en-2-ilbenzen	0,21	0,23	0,09	0,07	0,49	26
79	(2R)-6-metil-2-[(1R)-4-metilcikloheks-3-en-1-il]hept-5-en-2-ol	0,88	1,20	1,14	0,10	4,38	26
80	(2E)-3,7-dimetilokta-2,6-dienojska kislina	0,92	1,45	1,57	0,08	6,53	25
81	metil 2-hidroksibenzoat	1,29	1,36	0,91	0,15	3,93	25
82	2-metil-5-prop-1-en-2-ilcikloheksa-1,3-dien	0,41	0,39	0,17	0,09	0,66	24
83	(E)-3-fenilprop-2-enal	0,51	1,42	1,57	0,15	5,17	24

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Zap.št.	Spojina	Mediana	Povprečje	S.D.	Min	Maks	N
84	5-etenil-5-metiloksan-2-on	0,20	0,23	0,11	0,10	0,49	24
85	3,5,5-trimetilcikloheksen	0,21	0,23	0,08	0,11	0,41	23
86	(2Z)-2-(3,3-dimetilcikloheksiliden)acetaldehid	1,20	1,32	0,87	0,24	2,74	23
87	3,6-dimetil-4,5,6,7-tetrahidro-1-benzofuran	0,21	0,31	0,28	0,09	1,36	23
88	(E)-okt-2-enal	0,66	1,00	0,94	0,11	3,26	22
89	5-propan-2-ilidenciklopenta-1,3-dien	0,25	0,37	0,27	0,08	1,07	22
90	2-metil-3-fenilpropanal	0,34	0,39	0,24	0,13	0,87	22
91	4-metiliden-1-propan-2-ilbiciklo[3.1.0]hex-2-en	0,26	0,31	0,18	0,13	0,84	22
92	pentakozan	0,25	0,26	0,13	0,09	0,57	22
93	(E)-3-fenilprop-2-enal	0,89	1,20	0,95	0,28	3,38	22
94	1-(1,4-dimetilcikloheks-3-en-1-il)etanon	0,19	0,19	0,07	0,10	0,31	21
95	(1R,6R)-3-metil-6-prop-1-en-2-ilcikloheks-2-en-1-ol	0,50	0,51	0,32	0,10	1,04	21
96	1-metil-4-propan-2-ilcikloheksa-1,3-dien	0,22	0,30	0,22	0,07	0,77	20
97	(3E)-2,6-dimetilokta-3,7-dien-2,6-diol	0,54	0,88	0,83	0,09	3,28	20
98	3-metilbutanojska kislina	2,01	3,26	3,32	0,43	13,27	20
99	furan-2,5-dikarbaldehid	0,39	0,57	0,46	0,09	1,55	20
100	2-(4-metilcikloheks-3-en-1-il)propanal	0,33	0,50	0,42	0,13	1,66	20
101	(1S,4S)-1-metil-4-prop-1-en-2-ilcikloheks-2-en-1-ol	0,35	0,34	0,11	0,16	0,56	19
102	3-metil-4-propan-2-ilfenol	1,14	1,58	1,07	0,17	3,71	19
103	1-klorooktan	0,24	0,34	0,28	0,10	1,32	19
104	2-metoksi-4-prop-2-enilfenol	0,17	0,21	0,16	0,09	0,75	19
105	dekan-1-ol	0,63	0,64	0,31	0,14	1,39	18
106	4-propan-2-ilbenzojska kislina	0,49	0,58	0,33	0,20	1,10	18
107	1-metil-2-prop-1-en-2-ilbenzen	0,60	2,22	5,73	0,13	24,87	18
108	2-(5-etenil-5-metiloksolan-2-il)propan-1-ol (izomer I)	0,50	1,08	1,51	0,09	6,18	18
109	dekanal	0,40	0,69	0,76	0,19	3,44	18
110	2-(5-metil-5-viniltetrahidro-2-furanil)propanal (izomer IV)	0,80	1,43	1,56	0,18	5,46	18
111	(2S,4R)-4-metil-2-(2-metilprop-1-enil)oksan	0,29	0,28	0,12	0,10	0,50	17
112	2-etilheksanojska kislina	0,29	0,33	0,18	0,10	0,73	17
113	4-heksoksianilin	0,47	0,60	0,45	0,24	2,20	17
114	3-metiliden-6-propan-2-ilcikloheksen	0,24	0,29	0,16	0,11	0,55	16
115	1,3,3-trimetil-2-oksabiciklo[2.2.2]okt-5-en	0,19	0,21	0,10	0,10	0,44	16
116	2-(5-etenil-5-metiloksolan-2-il)propan-1-ol (izomer III)	0,39	1,12	2,29	0,08	9,53	16
117	3-metilbut-2-enal	0,17	0,20	0,12	0,10	0,59	16
118	2,3-dimetilbiciklo[2.2.1]hept-2-en	0,21	0,24	0,11	0,12	0,54	16
119	6-metilpiridin-2-karbaldehid	0,34	0,46	0,29	0,09	1,29	16
120	3-(5-etenil-5-metiloksolan-2-il)butan-2-ol	0,39	0,49	0,38	0,17	1,75	16
121	nonan-2-on	0,26	0,26	0,07	0,12	0,38	15
122	heksadekanojska kislina	0,60	0,65	0,55	0,13	2,06	15
123	2,3,5,6-tetrametilfenol	0,77	0,98	0,84	0,11	2,44	14
124	4-metil-2-prop-2-enilfenol	0,49	0,65	0,48	0,13	1,53	14
125	3-fenilpropan-1-ol	0,50	0,51	0,35	0,12	1,18	14
126	2,4-dimetil-2,3-heptadien-5-ine	0,39	0,39	0,23	0,12	0,95	14

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Zap.št.	Spojina	Mediana	Povprečje	S.D.	Min	Maks	N
127	(1R,5R)-2-metil-5-prop-1-en-2-ilcikloheks-2-en-1-ol	0,19	0,21	0,09	0,08	0,41	14
128	4,6,6-trimetilbiciklo[3.1.1]hept-3-en-2-on	0,27	0,31	0,13	0,16	0,66	14
129	3-metil-4-metilidenbiciklo[3.2.1]okt-2-en	0,68	0,91	0,66	0,12	2,04	14
130	oktan-1-ol	0,41	0,45	0,26	0,15	1,01	14
131	2,6-dimetilokta-1,7-dien-3-ol	0,54	0,76	0,91	0,11	3,73	14
132	heksa-1,5-dien-3-ol	0,45	0,68	0,61	0,12	2,05	14
133	1-(furan-2-il)-2-hidroksietanon	0,59	0,62	0,43	0,19	1,58	14
134	(3E)-2,6-dimetilokta-3,7-dien-2,6-diol	0,46	0,57	0,34	0,22	1,33	14
135	stiren	0,23	0,31	0,21	0,13	0,83	13
136	3-metil-6-prop-1-en-2-ilcikloheks-2-en-1-ol	0,32	0,47	0,35	0,13	1,09	13
137	4,6,6-trimetilbiciklo[3.1.1]hept-3-en-2-on	0,26	0,24	0,09	0,11	0,37	13
138	2-(5-etenil-5-metiloksolan-2il)propan-1-ol (izomer II)	1,05	1,76	2,24	0,24	8,70	13
139	4-metoksybenzaldehyd	0,32	0,38	0,21	0,10	0,81	13
140	2-(4-metoksifenil)etanol	0,44	0,54	0,34	0,16	1,09	12
141	(3-hidroksi-2,2,4-trimetilpentil) 2-metilpropanoat	0,31	0,35	0,17	0,10	0,62	12
142	(4-propan-2-ilfenil)metanol	0,25	0,29	0,15	0,12	0,55	12
143	tetradekanojska kislina	0,33	0,53	0,69	0,18	2,69	12
144	5-metiloksolan-2-on	1,23	1,17	0,89	0,23	2,81	12
145	3-metilbutanitril	0,24	0,27	0,09	0,15	0,44	11
146	3-metilbutanal	0,42	0,45	0,28	0,14	1,06	11
147	(Z)-3-fenilprop-2-enal	0,49	0,66	0,63	0,09	2,16	10
148	1,2,4-trimetilidenecikloheksan	0,29	0,35	0,24	0,14	0,89	10
149	5-metil-2-prop-1-en-2-ilfenol	0,21	0,24	0,09	0,14	0,41	10
150	2-metil-5-propan-2-ilcikloheksa-1,3-dien	0,20	0,21	0,10	0,09	0,35	10
151	4-prop-2-enilfenol	0,17	0,17	0,04	0,09	0,22	10
152	6,6-dimetil-2-metilidenbiciklo[3.1.1]heptan-3-on	0,82	1,01	0,79	0,11	2,38	10
153	3-metil-2-[(Z)-pent-2-enil]ciklopent-2-en-1-on	0,21	0,24	0,09	0,16	0,45	10
154	6,6-dimetilbiciklo[3.1.1]hept-2-en-2-karboksilna kislina	2,58	2,73	0,93	1,33	4,44	9
155	(3R)-3,7-dimetilokt-6-enojska kislina	1,10	1,39	1,01	0,28	2,84	9
156	2,6-dimetilbenzene-1,4-diol	0,18	0,24	0,10	0,15	0,43	9
157	2-metoksi-4-metilfenol	0,21	0,28	0,19	0,10	0,65	9
158	(E)-1-(3-hidroksi-2,6,6-trimetilcikloheksen-1-il)but-2-en-1-on	0,16	0,27	0,27	0,09	0,95	9
159	(3E,5E)-2,6-dimetilokta-1,3,5,7-tetraen	0,26	0,29	0,19	0,08	0,61	9
160	2-metil-3-fenilprop-2-enal	2,92	2,84	2,42	0,40	7,95	8
161	5-(3,3-dimetiloksiran-2-il)-3-metilpent-1-en-3-ol	0,63	0,88	0,77	0,16	2,41	8
162	(1R,4R)-1-metil-4-prop-1-en-2-ilcikloheks-2-en-1-ol	0,53	0,50	0,13	0,26	0,63	8
163	heptan-2-on	0,18	0,22	0,08	0,14	0,35	8
164	1-(4-metilfenil)etanon	2,39	1,96	1,26	0,11	3,19	8
165	(Z)-oktadek-13-enojska kislina	0,18	0,20	0,13	0,07	0,49	8
166	kinolin-4-karbaldehyd	0,36	0,44	0,24	0,24	1,00	8
167	3,5-dimetoksibenzaldehyd	0,38	0,40	0,18	0,10	0,75	8
168	5-(hidroksimetil)furan-2-karbaldehyd	0,34	0,82	0,94	0,10	2,82	8
169	etanol	0,84	1,65	2,18	0,15	6,31	7

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Zap.št.	Spojina	Mediana	Povprečje	S.D.	Min	Maks	N
170	2-metoksi-3-prop-2-enilfenol	0,25	0,44	0,55	0,08	1,63	7
171	etil benzoat	0,28	0,41	0,35	0,15	1,15	7
172	4-metilkinazolin	0,29	0,27	0,15	0,11	0,51	7
173	(2R,4R)-4-metil-2-(2-metilprop-1-enil)oksan	0,12	0,13	0,04	0,09	0,19	7
174	1-etenil-4-metoksibenzen	1,86	1,79	0,78	0,40	2,93	7
175	(1Z,5Z)-ciklododeka-1,5-dien	0,16	0,17	0,05	0,09	0,23	7
176	(metildisulfanil)metan	0,17	0,21	0,11	0,14	0,45	7
177	butan-2,3-dion	0,21	0,19	0,07	0,10	0,27	7
178	(3R,&S)-6-etenil-2,2,6-trimetiloksan-3-ol	0,48	0,72	0,54	0,24	1,50	7
179	2-metilbutanal	0,26	0,28	0,13	0,17	0,56	7
180	(metiltrisulfanil)metan	0,30	0,31	0,18	0,08	0,57	6
181	2-(2,4-dimetilfenil)etanol	0,63	1,12	1,23	0,10	3,00	6
182	1-ciklopentiletil 2-bromoacetat	1,27	1,18	0,19	0,82	1,31	6
183	4-propan-2-ilkloheksa-1,4-dien-1-carbaldehid	0,16	0,17	0,08	0,08	0,26	6
184	1,2-dimetilciklooktan	0,41	0,44	0,33	0,11	0,96	6
185	(2E)-2,6-dimetilokta-2,7-dien-1,6-diol	0,24	0,50	0,62	0,19	1,76	6
186	metil 2-aminobenzoat	0,41	0,53	0,40	0,21	1,27	6
187	izokinolin-1-karbonitril	0,39	0,39	0,16	0,16	0,65	6
188	3-metilbenzaldehid	1,03	1,61	1,91	0,14	4,86	5
189	etil heksadekanoat	0,41	0,79	1,11	0,14	2,76	5
190	(E)-3-fenilprop-2-en-1-ol	0,23	0,56	0,78	0,18	1,94	5
191	(E)-dek-2-enal	0,93	1,18	0,45	0,79	1,73	5
192	4,5,7-trimetil-2,3-dihidro-1H-inden	0,20	0,41	0,38	0,12	1,01	5
193	3-metil-6-propan-2-ilkloheks-2-en-1-on	0,17	0,25	0,23	0,10	0,66	5
194	5-[(4-metoksifenil)metil]-4,5-dihidro-1,2-oksazol	0,43	0,39	0,19	0,15	0,65	5
195	(3,5-dimetilfenil)metanol	0,19	0,22	0,08	0,12	0,33	5
196	2-pentil-2,3-dihidropiran-6-on	0,15	0,16	0,05	0,12	0,25	5
197	4-propan-2-ilfenol	0,11	0,11	0,01	0,09	0,13	5
198	2-kloro-4-(2-metilbutan-2-il)fenol	1,35	1,33	1,00	0,17	2,43	5
199	2,5-dimetilbenzene-1,4-diol	0,28	0,48	0,52	0,16	1,41	5
200	okt-1-en	0,85	0,88	0,18	0,70	1,12	4
201	nonadekan	0,11	0,34	0,47	0,10	1,05	4
202	3,3,6-trimetil-4,5-heptadien-2-on	0,42	0,45	0,25	0,20	0,75	4
203	1-metil-4-propan-2-ilidencikloheksen	0,22	0,27	0,19	0,10	0,54	4
204	heksan-1-ol	0,18	0,24	0,16	0,12	0,46	4
205	2-hidroksi-3,5,5-trimetilcikloheks-2-en-1-one	0,19	0,24	0,10	0,18	0,39	4
206	(1R,2S,5R)-4,6,6-trimetilbiciklo[3.1.1]hept-3-en-2-ol	0,29	0,26	0,12	0,10	0,37	4
207	metil 3,4,5-trimetoksibenzoat	0,21	0,32	0,25	0,17	0,70	4
208	1,4-dimetoksibenzen	0,89	0,81	0,48	0,23	1,24	4
209	1-(2,6,6-trimetilcikloheksa-1,3-dien-1-il)but-2-en-1-on	0,39	0,49	0,39	0,14	1,03	4
210	(3E,10Z)-1-oksaciklotrideka-3,10-dien-2,7-dion	0,17	0,18	0,08	0,11	0,27	4
211	butanojska kislina	0,46	0,63	0,56	0,16	1,42	4
212	(3S,6S)-6-etenil-2,2,6-trimetiloksan-3-ol	0,96	0,95	0,24	0,65	1,23	4

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Zap.št.	Spojina	Mediana	Povprečje	S.D.	Min	Maks	N
213	2-hidroksibenbaldehid	0,48	0,58	0,47	0,15	1,18	4
214	2,4-ditert-butilfenol	0,33	0,32	0,14	0,18	0,45	4
215	4-hidroksi-3,5-dimetoksibenzohidrazid	0,49	0,57	0,14	0,47	0,73	3
216	3-fenilpropanojska kislina	0,28	0,32	0,19	0,15	0,53	3
217	3-fenilfuran	0,29	1,99	3,02	0,20	5,48	3
218	2-feniletil propanoat	0,86	1,03	0,67	0,47	1,77	3
219	5-butan-2-ilideneciklopenta-1,3-diene	0,27	0,29	0,05	0,25	0,34	3
220	2-metil-6-[(E)-prop-1-enil]fenol	0,25	0,26	0,07	0,20	0,33	3
221	undekan	0,13	0,13	0,03	0,10	0,16	3
222	2-fenilpropan-2-ol	0,10	0,10	0,01	0,09	0,11	3
223	(4R)-1-metil-4-prop-1-en-2-ilcikloheksen	0,18	0,41	0,42	0,15	0,89	3
224	1-(2-hidroksi-4,5-dimetilfenil)etanon	0,39	0,41	0,20	0,22	0,63	3
225	1-etoksi-2-(2-etoksietoksi)etane	0,27	0,26	0,09	0,17	0,35	3
226	heptanal	0,12	0,15	0,09	0,08	0,25	3
227	2-[(2R,4aR)-4a,8-dimetil-2,3,4,5,6,7-heksahidro-1H-naftalen-2-il]propan-2-ol	0,26	0,31	0,09	0,26	0,42	3
228	2-benzilidenpropandinitril	0,26	0,24	0,03	0,21	0,27	3
229	metilsulfanometan	0,21	0,18	0,05	0,12	0,21	3
230	1,1,3-trimetilinden	1,96	1,96	2,18	0,42	3,50	2
231	etil (E)-heksadek-9-enoat	1,22	1,22	0,80	0,65	1,78	2
232	etil dekanoat	0,82	0,82	0,97	0,14	1,51	2
233	1,1,5-trimetil-2H-naftalen	0,73	0,73	0,47	0,41	1,06	2
234	metilidin-(2-metilfenil)cianid	0,89	0,89	0,13	0,80	0,98	2
235	(Z)-heksadek-9-enojska kislina	0,41	0,41	0,36	0,15	0,66	2
236	2-butil-2-etil-5-metil-3,4-heksadienal	0,65	0,65	0,01	0,65	0,66	2
237	4-propan-2-ilbenzaldehyd	0,55	0,55	0,09	0,48	0,61	2
238	etil (E)-3-fenilprop-2-enoat	0,46	0,46	0,19	0,32	0,59	2
239	2,2,6-trimetilcikloheksan-1,4-dion	0,28	0,28	0,17	0,16	0,40	2
240	1-metoksi-4-[(E)-prop-1-enil]benzen	0,28	0,28	0,07	0,23	0,33	2
241	1-(1H-pirol-2-il)etanon	0,24	0,24	0,08	0,19	0,29	2
242	heptadecil 2,2-dikloroacetat	0,24	0,24	0,08	0,18	0,29	2
243	2-[2R,4aR)-4a,8-dimetil-2,3,4,5,6,8a-heksahidro-1H-naftalen-2-il]propan-2-ol	0,19	0,19	0,09	0,13	0,25	2
244	(E)-heks-3-en-1-ol	0,16	0,16	0,06	0,12	0,20	2
245	metil 2-hidroksi-5-metoksibenzoat	0,11	0,11	0,00	0,11	0,11	2
246	pentanojska kislina	2,26	2,26	1,28	1,35	3,17	2
247	2-[(1S)-4-metilcikloheks-3-en-1-il]propan-2-ol	0,54	0,54	0,01	0,54	0,55	2
248	2-feniletil acetat	17,12	17,12	n.d	17,12	17,12	1
249	2-metilheptan-3-on	1,76	1,76	n.d	1,76	1,76	1
250	1-metil-3-prop-1-en-2-ilbenzen	1,75	1,75	n.d	1,75	1,75	1
251	etil tetradekanoat	1,24	1,24	n.d	1,24	1,24	1
252	2-metilbenzonitrile	1,22	1,22	n.d	1,22	1,22	1
253	dodekanal	1,21	1,21	n.d	1,21	1,21	1
254	2-(5-etenil-5-metiloksolan-2-il)propan-2-ol	1,02	1,02	n.d	1,02	1,02	1

APLIKATIVNA RAZISKAVA VZPOSTAVITEV EVIDENCE PODATKOV ZA DOLOČANJE POREKLA MEDU-KONČNO POROČILO

Zap.št.	Spojina	Mediana	Povprečje	S.D.	Min	Maks	N
255	(1S,6R)-3-metil-6-prop-1-en-2-ilcikloheks-2-en-1-ol	0,91	0,91	n.d	0,91	0,91	1
256	non-8-enojska kislina	0,83	0,83	n.d	0,83	0,83	1
257	oktan-3-on	0,78	0,78	n.d	0,78	0,78	1
258	(3S)-3-metilpentan-1-ol	0,74	0,74	n.d	0,74	0,74	1
259	trimetilsilil 2-fenil-2-trimetilsililoksipropanoat	0,72	0,72	n.d	0,72	0,72	1
260	heptadekan	0,64	0,64	n.d	0,64	0,64	1
261	trimetilsilil 2-trimetilsililsulfanilacetat	0,57	0,57	n.d	0,57	0,57	1
262	dietil dekandioat	0,56	0,56	n.d	0,56	0,56	1
263	3,3-dimetilciklopentan-1,2,4-trion	0,55	0,55	n.d	0,55	0,55	1
264	6,6-dimetil-2-metilidenebiklo[3.1.1]heptan-3-ol	0,53	0,53	n.d	0,53	0,53	1
265	1,2,4-trietilbenzen	0,52	0,52	n.d	0,52	0,52	1
266	2,2-dimetilpropanojska kislina	0,45	0,45	n.d	0,45	0,45	1
267	2-etil-4,5-dimetilfenol	0,40	0,40	n.d	0,40	0,40	1
268	1-metil-4-propan-2-ilbenzen	0,36	0,36	n.d	0,36	0,36	1
269	(Z)-hept-2-enal	0,28	0,28	n.d	0,28	0,28	1
270	metil (9Z,12Z,15Z)-oktadeka-9,12,15-trienoat	0,28	0,28	n.d	0,28	0,28	1
271	1-benzil-6-metil-1,3-diazinan-2,4-dion	0,26	0,26	n.d	0,26	0,26	1
272	dietil (E)-dek-2-enedioat	0,22	0,22	n.d	0,22	0,22	1
273	(2R,4R)-4-methyl-2-(2-metilprop-1-enil)oksan	0,19	0,19	n.d	0,19	0,19	1
274	ciklopentadekan	0,16	0,16	n.d	0,16	0,16	1
275	1,4-dimetil-2,5-di(propan-2-il)benzen	0,15	0,15	n.d	0,15	0,15	1
276	2-metil-5-prop-1-en-2-ilcikloheks-2-en-1-ol	0,14	0,14	n.d	0,14	0,14	1
277	undekanojska kislina	0,13	0,13	n.d	0,13	0,13	1
278	6-metilhept-5-en-2-on	0,10	0,10	n.d	0,10	0,10	1
279	3-metilbut-2-enojska kislina	0,10	0,10	n.d	0,10	0,10	1
280	4-metil-1H-kvinolin-2-on	0,10	0,10	n.d	0,10	0,10	1
281	3,5,11,15-tetrametilheksadek-1-en-3-ol	0,09	0,09	n.d	0,09	0,09	1
282	trciklo[4.1.0.02,7]heptan	0,06	0,06	n.d	0,06	0,06	1
283	(2E,4E)-heksa-2,4-dienojska kislina	6,17	6,17	n.d	6,17	6,17	1
284	4-metoksifenol	1,48	1,48	n.d	1,48	1,48	1
285	1-metoksipentan	1,26	1,26	n.d	1,26	1,26	1
286	mravljinčna kislina	0,61	0,61	n.d	0,61	0,61	1
287	oksan-2-on	0,45	0,45	n.d	0,45	0,45	1
288	1,2,3,4-tetrametoksibenzen	0,32	0,32	n.d	0,32	0,32	1
289	benzil(metilidine)azanum	0,18	0,18	n.d	0,18	0,18	1
290	3-metilpentanal	0,16	0,16	n.d	0,16	0,16	1
291	1,6-dimetil-4-propan-2-ilnaftalen	0,14	0,14	n.d	0,14	0,14	1
292	4-[(1E)-buta-1,3-dienil]-3,5,5-trimetilcikloheks-2-en-1-on	0,13	0,13	n.d	0,13	0,13	1

7 VIRI

Anklam E. 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63, 4: 549–562

Bailey L. 1952. The action of the proventriculus of the worker honeybee, *Apis mellifera* L. *Journal of Experimental Biology*, 29: 310–327

Baroni, M. V., Nores, M. L., Díaz, M. D. P., Chiabrande, G. A., Fassano, J. P., Costa, C., & Wunderlin, D. A. (2006). Determination of volatile organic compound patterns characteristic of five unifloral honey by solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry coupled to chemometrics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19), 7235–7241. <https://doi.org/10.1021/jf061080>

Beretta, G. *et al.* (2009) 'Quinoline alkaloids in honey: Further analytical (HPLC-DAD-ESI-MS, multidimensional diffusion-ordered NMR spectroscopy), theoretical and chemometric studies', *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 50(3), pp. 432–439. doi: 10.1016/j.jpba.2009.05.029.

Bertelli D., Lolli M., Papotti G., Bortolotti L., Serra G., Piessi M. 2010. Detection of honey adulteration by sugar syrups using one-dimensional and two-dimensional high-resolution nuclear magnetic resonance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 8495–8501

Bertoncelj J., Doberšek U., Jamnik M., Golob T. 2007. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 105: 822–828

Bilandžić N., Đokić M., Sedak M, Solomun Kolanović B., Varenina I., Končurat A., Rudan N. 2011. Determination of trace elements in Croatia floral honey originating from different regions. *Food Chemistry*, 128, 4: 1160-1164

Bogdanov S., Lüllmann C., Martin P., von der Ohe W., Russmann H., Vorwohl G., Persano Oddo L., Sabatini A. G., Marcazzan G. L., Piro R., Flamini C., Morlot M., Lhéritier J., Borneck R., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A., Ivanov T., D'Arcy B., Mossel B., Vit P. 1999. Honey quality and international regulatory standards, review by the International Honey Commission. *Bee World*, 80, 2: 61–69

Bogdanov S., Ruoff K., Persano Oddo L. 2004. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 35: 4–17

Bogdanov S., Haldimann M., Luginbühl W., Gallmann P. 2007. Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 46, 4: 269–275

Bontempo L., Camin F., Ziller L., Perini M., Nicolimo G., Larcher R. 2017. Isotopic and elemental composition of selected types of Italian Honey. *Measurement*, 98: 283–289

Cotte J. F., Casabianca H., Lhéritier J., Perrucchiotti C., Sanglar C., Waton H., Grenier-Loustalot M. F. 2007. Study and validity of ¹³C stable carbon isotopic ratio analysis by mass spectrometry and ²H site-specific natural isotopic fractionation by nuclear magnetic resonance isotopic measurements to characterize and control the authenticity of honey. *Analytica Chimica Acta*, 582: 125–136

Craig H. 1957. Isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for mass spectrometric analysis of carbon dioxide. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 12: 133–149

Direktiva 2001/110/ES Sveta z dne 20. decembra 2001 o medu. 2002. Uradni list Evropske unije, 45, L10: 47–52

Direktiva 2014/63/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 15. maja o spremembi Direktive 2001/110/ES Sveta o medu. 2014. Uradni list Evropske unije, 57, L164: 1–5

Crane E. 1980. *A book of honey*. Oxford, University Press: 193 str.

Da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309–323. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>

Doner L. W. 2003. Honey. V: *Encyclopaedia of food sciences and nutrition*. Vol. 5. 2nd ed. Caballero B., Trugo I., Finglas P. (ur.). Amsterdam, Academic Press: 3125–3130

Drivelos S. A., Georgiou, C. A. 2012. Multi-element and multi-isotope-ratio analysis to determine the geographical origin of foods in the European Union. *Trends in Analytical Chemistry*, 40: 38–51

Dübecke A., van der Meulen J., Scütz B., Tanner D., Beckh G., Lüllmann. 2018. NMR profiling a defense against honey adulteration. *American Bee Journal*, 158, 1: 83–86

Eyer M., Neumann P., Dietemann V. 2016. A look into the cell: Honey storage in honey bees, *Apis mellifera*. *PLoS One*, 11, 8: e0161059, doi: 10.1371/journal.pone.0161059: 20 str.

Floris I., Satta A., Ruiu L. 2007. Honeys of Sardinia (Italy). *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 46, 3: 198–209

Frérot E., Velluz A., Decorzant E., Naef R. 2006. From Linden Flower to Linden Honey. Part 2. *Chemistry & Biodiversity*, 3, 1: 94–100. doi: 10.1002/cbdv.200690012

Garcia J. C. R., Garcia J. B., Lattore C. H., Rodriguez M. F., Martin S. G., Crecente R. M. P. 2003. Comparison of palladium-magnesium nitrate and ammonium dihydrogenphosphate modifiers for cadmium determination in honey samples by electrothermal atomic absorption spectrometry. *Talanta*, 61: 509-517

Garten C. T. 1993. Variation in foliar ¹⁵N abundance and the availability of soil nitrogen on walker branch watershed. *Ecology*, 74, 7: 2098-2113

Gary N. 1992. Activities and behavior of honey bees. V: The hive and the honey bee. Graham M. J. (ur.). Hamilton, Dadant & Sons: 271–308

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

Gomez M. E. M., Hernandez E. G., Gomez J. Y. M., Marin J. L. M. 1993. Physicochemical analysis of Spanish commercial Eucalyptus honeys. *Journal of Apicultural Research*, 32: 121-126

Gonzales Paramas A. M., Gomez Barez J. A., Cordon Marcos C., Garcia-Villanova R. J., Sanchez J. S. 2006. HPLC-fluorometric method for amino acids in products of the hive (honey and bee-pollen). *Food Chemistry*, 95: 148-156

Guy R. D., Holowachuk D. L. 2001. Population differences in stable carbon isotope ratio of *Pinus contorta* Dougl. Ex Loud: relationship to environment, climate of origin, and growth potential. *Canadian Journal of Botany*, 79,3: 274-283

Heaton K., Kelly S. D., Hoogewerff J., Woolfe M. 2008. Verifying the geographical origin of beef; The application of multi-element isotope and trace element analysis. *Food Chemistry*, 107: 506-515

Hermosin I., Chicón R. M., Cabezudo M. D. 2003. Free amino acid composition and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 83: 263–268

Hernandez O. M., Fraga J. M. G., Jimenez A. I., Arias J. J. 2005. Characterization of honey from the Canary Islands: determination of the mineral content by atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry*, 93, 3: 449-458

Jamin E., Gonzáles J., Bengoechea I., Kerneur G., Remaud G., Iriondo C., Martin G. G. 1998. Proteins as intermolecular isotope reference for detection of adulteration of fruit juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 5118-5123

Jerković, I., Mastelić, J., & Marijanović, Z. (2006). A Variety of Volatile Compounds as Markers in Unifloral Honey from Dalmatian Sage (*Salvia officinalis* L.). *Chemistry & Biodiversity*, 3(12), 1307–1316. <https://doi.org/10.1002/cbdv.200690134>

Karabagias, I. K., Badeka, A., Kontakos, S., & Kontominas, M. G. (2014b). Characterization and classification of *Thymus capitatus* (L) honey according to geographical origin based on volatile compounds, physicochemical parameters and chemometrics. 55, 363–372. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.032>

Kandolf Borovšak A. 2011. Pelodna sestava medu iz različnih fitogeografskih območij Slovenije. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 190 str.

Kaškonienė, V., & Venskutonis, P. R. (2010). Floral Markers in Honey of Various Botanical and Geographic Origins: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(6), 620–634. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00130>

Karabournioti S., Thrasyvoulou A., Eleftheriou E. 2006. A model for predicting geographical origin of honey from the same floral source. *Journal of Apicultural Research*, 45 (3): 117-124

Kornel B. E., Werner T., Rossmann A., Schmidt H. L. 1997. Measurement of stable isotope abundances in milk and milk ingredients - a possible tool for origin assignment and quality control. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 205: 19-24

Košir I. J., Kocjančič M., Ogrinc N., Kidrič J. 2001. Use of SNIF-NMR and IRMS in combination with chemometric methods for determination of chaptalisation and geographic origin of wines (the example of Slovenian wines). *Analytica Chimica Acta*, 429: 195-206

Kropf U. 2009. Elementa in izotopska sestava medu iz različnih geografskih regij Slovenije. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 200 str.

Kropf U., Korošec M., Bertoneclj M., Ogrinc N., Nečemer M. 2010. Determination of the geographical origin of Slovenian black locust, lime and chestnut honey. *Food Chemistry*, 121: 839–846

Lattore M. J., Peña R., Pita C., Botana a., Garcia S. Herrero C. 1999. Chemometric classification of honeys according to their type. II. Metal content data. *Food Chemistry*, 66: 263-268

Lilek N., Kandolf Borovšak A., Bertoneclj, J., Vogel Mikuš K., Nečemer, M. 2021. Use of EDXRF elemental fingerprinting for discrimination of botanical and geographical origin of Slovenian bee pollen. *X-Ray Spectrometry*, 2021: 1-12

Luo D., Dong H., Luo H., Xian Y., Wan J., Guo X., Wu Y. 2015. The application of stable isotope ratio analysis to determine the geographical origin of wheat. *Food Chemistry*, 174: 197-201

Makowicz, E., Kafarski, P., & Jasicka-Misiak, I. (2018). Chromatographic fingerprint of the vol-atile fraction of rare *Hedera helix* honey and biomarkers identification. *European Food Research and Technology*, 244(12), 2169–2179.

Martinčič A., Wraber, T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk, B., Vreš, B. 1999. *Mala flora Slovenije*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 845 str.

Maurizio A. 1979a. Microscopy of honey. V: *Honey, a comprehensive survey*. Crane E. (ur.). London, Heinemann: 240–258

Maurizio A., 1979b. How bees make honey V: *Honey, a comprehensive survey*. Crane E. (ur.). London, Heinemann: 77–106

Official Method 998.12. C-4 Plant sugar in honey. In *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 16th ed.; Cunniff, P., Ed.; AOAC International: Gaithersburg, MD, 1999, 2, 27-30

Ogrinc N., Košir I. J., Kidrič J. 2002. Use of modern NMR nad MS methods in the analysis of beverages. *Research Advances in Agricultural and Food Chemistry*, 3: 1-15

Ogrinc N., Košir I. J., Kocjančič M., Kidrič J. 2001. Determination of authenticity, regional origin and vintage of Slovenian wines using a combination of IRMS and SNIF-NMR analyses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 1432-1440

Ogrinc N., Košir I.J., Spangeberg J. E., Kidrič J. 2003. The application of NMR and MS methods for detection of adulteration of wine, fruit juices and olive oil. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 376: 424-430

Ohmenhaeuser M., Monakhova Y. B., Kuballa T., Lachenmeier D. W. 2013. Qualitative and quantitative control of honeys using NMR spectroscopy and chemometrics. *ISRN Analytical Chemistry*, 2013: ID 825318, doi: 10.1155/2013/825318: 9 str.

Olawode E., Tandlich R., Cambray G. 2018. ¹H-NMR profiling and chemometric analysis of selected honeys from South Africa, Zambia, and Slovakia. *Molecules*, 23, 3: 578, doi: 10.3390/molecules23030578: 19 str.

Paramas A. M., Bárez J. A. G., Garcia-Villanova R.J., Palá T. R., Albajar R. A., Sánchez J. S. 2000. Geographical discrimination of honeys by using mineral composition and chemical quality parameters. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 157-165

Perko D. 1998. The regionalization of Slovenia. *Geografski zbornik*, 38: 12-57

Persano Oddo L., Piro R., Bruneau E., Declerck C.G., Ivanov T., Piskulova J., Flamini C., Lheritier J., Morlot M., Russmann H., Von der Ohe W., Von der Ohe K., Gotsiou P., Karabournioti S., Kefalas P., Passaloglou-Katrali M., Thrasyvoulou A., Tsigouri A., Marcazzan G. L., Piana M. L., Piazza M. G., Sabatini A. G., Kerkvliet J., Godinho J., Bentabol A., Ortiz Valbuena A., Bogdanov S., Ruoff K 2004. Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie*, 35, Suppl. 1: S38-S81

Petersen B. O., Hindsgaul O., Meier S. 2013. Profiling of carbohydrate mixtures at unprecedented resolution using high-precision ¹H-¹³C chemical shift measurements and a reference library. *Analyst*, 139, 2: 401–406. doi: 10.1039/c3an01922e.

Pravilnik o medu. 2011. Uradni list Republike Slovenije, 21, 4: 345–347

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o medu. 2015. Uradni list Republike Slovenije, 25, 9: 622-622

Rihar J. 1977. Nekaj poglavij iz čebelarstva. V: *Kmetijski priročnik 1978*. Rejc T. (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 151-156

Radovic, B. S., Careri, M., Mangia, A., Musci, M., Gerboles, M., & Anklam, E. (2001). Contribution of dynamic headspace GC-MS analysis of aroma compounds to authenticity testing of honey. *Food Chemistry*, 72(4), 511–520

Rummel S., Hoelzl S., Horn P., Rossmann A., Schlicht C. 2010. The combination of stable isotope abundance ratios of H, C, N and S with $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ for geographical origin assignment of orange juices. *Food Chemistry*, 118, 4: 890-900

Sahinler N., Sahinler S., Gul A. 2004. Biochemical composition of honeys produced in Turkey. *Journal of Apicultural Research*, 43, 2: 53-56

Schellenberg A.; Chmielus S.; Schlicht C.; Camin, F.; Perini M.; Bontempo L.; Heinrich K.; Kelly S.D.; Rossmann A.; Thomas F.; Jamin E.; Horacek, M. 2010. Multielement stable isotope ratios (H, C, N, S) of honey from different European regions. *Food Chemistry*, 121 (3): 770-777. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.12.082 handle: <http://hdl.handle.net/10449/19349>

Schievano E., Stocchero M., Morelato E., Facchin C., Mammi S. 2012. An NMR-based metabolomic approach to identify the botanical origin of honey. *Metabolomics*, 8: 679–690

Schievano, E. *et al.* (2013) 'Characterization of markers of botanical origin and other compounds extracted from unifloral honeys', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(8), pp. 1747–1755. doi: 10.1021/jf302798d.

Schievano E., Tonoli M., Rastrelli F. 2017. NMR Quantification of carbohydrates in complex mixtures. A challenge on honey. *Analytical Chemistry*, 89: 13405-13414
213

Seeburger V. C. D'Alvise P., Shaaban B., Schweikert K., Lohaus G., Schroeder A., Hasselmann M. 2020. The trisaccharide melezitose impacts honey bees and their intestinal microbiota. *PLoS ONE*, 15, 4: 1–19. doi: 10.1371/journal.pone.0230871

Silvano M. F., Varela M. S., Palacio M. A., Ruffinengo, Yamul D. K. 2014. Physicochemical parameters and sensory properties of honeys from Buenos Aires region. *Food Chemistry*, 152, 500-507

Spiteri M., Jamin E., Thomas F., Rebours A., Lees M., Rogers K. M., Rutledge D. N. 2015. Fast and global authenticity screening of honey using ^1H -NMR profiling. *Food Chemistry*, 189: 60–66

Spiteri C., Lia F., Farrugi C. 2019. Determination of the geographical origin of Maltese honey using ^1H NMR fingerprinting. *Foods* 2019, 8, 445; doi:10.3390/foods8100445

Spiteri M., Jamin E., Thomas F., Rebours A., Lees M., Rogers K. M., Rutledge D. N. 2015. Fast and global authenticity screening of honey using ¹H-NMR profiling. *Food Chemistry*, 189: 60–66

Stanimirova I., ŮstŮn B., Cajka T., Riddelova K., Hajslova J., Buydens L. M. C., Walczak B. 2010. Tracing the geographical origin of honeys based on volatile compounds profile assesment using pattern recognition techniques. *Food Chemistry*, 118 (1): 88-95

Suzuki Y., Chikaraishi Y., Ogawa N. O., Ohkouchi N., Korenaga T. 2008. Geographical origin of polished rice based on multiple element and stable istotope analysis. *Food Chemistry*, 109: 470-473

Terrab A., Recamales A. F., Hernanz D., Heredia F. J. 2004. Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food Chemistry*, 88: 537–542

Tescione I., Marchionni S., Mattei M., Tassi F., Tomano C., Conticelli S. 2015. A comparative ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr study in red and white wines to validate its use as geochemical tracer for the geographical origin of wine. *Procedia Earth and Planetary Science* 13: 169-172

Veljanovski V., Megliĉ M., Kandolf A. 2018. Smernice dobri higienskih navad v ĉebelarstvu na naĉelih sistema HACCP. 3. posodobljena izd. Brdo pri Lukovici, ĉebelarska zveza Slovenije, Javna svetovalna sluŹba v ĉebelarstvu: 104 str.

Waller G. D. 1972. Evaluating responses of honeybees to sugar solutions using an artificial-flower feeder. *Annals of the Entomological Society of America*, 65: 857–862

Wang R., Bae J. S., Kim J. H., Kim J. H., Yoon S. H., Park C. S., Yoo S. H. 2011. Development of an efficient bioprocess for turanose production by sucrose isomerisation reaction of amylosucrase. *Food Chemistry*. Elsevier Ltd, 132, 2: str. 773–779. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.11.035

Wang, X. *et al.* (2022) ‘Systematic Review of the Characteristic Markers in Honey of Various Botanical, Geographic, and Entomological Origins’, *ACS Food Science and Technology*, 2(2), pp. 206–220. doi: 10.1021/acsfoodscitech.1c00422.

White J. W. Jr. 1978. Honey. *Advances in Food Research*, 24: 287-374