

UNIVERZITET U BEOGRADU

HEMIJSKI FAKULTET

Kristina B. Lazarević

Fizičko-hemijska karakterizacija i  
klasifikacija meda sa teritorije Republike  
Srbije prema botaničkom i regionalnom  
poreklu primenom multivarijantne  
hemometrijske analize

Doktorska disertacija

Beograd, 2016

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF CHEMISTRY

Kristina B. Lazarević

Physico-chemical characterization and  
classification of honey from the territory of  
The Republic of Serbia according to  
regional and botanical origin using  
multivariate chemometric analysis

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2016

Mentor:

**dr Dušanka Milojković-Opsenica**

Redovni profesor Hemijskog fakulteta,

Univerziteta u Beogradu

Članovi komisije:

**dr Živoslav Tešić**

redovni profesor Hemijskog fakulteta

Univerziteta u Beogradu

**dr Nebojša Nedić**

vanredni profesor Poljoprivrednog fakulteta,

Univerziteta u Beogradu

Datum odbrane: \_\_\_\_\_ 2016.

## **Zahvalnica**

Autor koristi priliku da se zahvali mentoru, prof. dr Dušanki Milojković-Opsenici, na podršci pri izradi ovog rada. Bez Vaše upornosti ovaj rad nikada ne bi bio završen. Hvala!

Takođe zahvalnost dugujem i prof. dr Živoslavu Tešiću, koji svoje neprocenjivo naučno i životno iskustvo nesebično deli sa svojim mlađim kolegama.

Zahvaljujem se dr Nebojši Nediću na korisne savete tokom izrade ove doktorske disertacije.

Zahvaljujem se Savezu pčelarskih organizacija Srbije, a posebno dr Rodoljubu Živanoviću, koji su obezbedili uzorke za ovu studiju.

Zahvaljujem se kolegama sa Katedre za analitičku hemiju Hemijskog fakulteta u Beogradu: dr Filipu Andriću, dr Jeleni Trifković i Urošu Gašiću na pomoći pri izradi ove teze.

Takođe se zahvaljujem i kolegama iz Centra za ispitivanje namirnica Milici Jovetić, Dobrci Džakoviću, Nataši Županjevac i Aleksandri Vukobrat.

Na kraju, ali ne i najmanje važno, zahvaljujem se svojoj porodici.

## IZVOD

### **Fizičko-hemijska karakterizacija i klasifikacija meda sa teritorije Republike Srbije prema botaničkom i regionalnom poreklu primenom multivarijantne hemometrijske analize**

Cilj ove doktorske disertacije je karakterizacija srpskog meda i utvrđivanje veze između glavnih konstituenata ispitivanih uzoraka i njihovog botaničkog i geografskog porekla, u okviru koje su analizirana 372 uzorka meda, od toga: 201 monoflorni med (167 uzorka bagremovog meda, 11 uzoraka lipovog meda, 23 suncokretova meda) i 171 poliflorni med.

Karakterizacija tri najvažnije monoflorne vrste meda zastupljene u Srbiji prikazana u ovom radu je, pre svega, doprinos sve ukupnom ispitivanju evropskog monoflornog meda, u koje srpski med do sada nije bio uključen. Analiza glavnih komponenata (PCA) i linearna diskriminantna analiza (LDA) su primenjene na dobijene rezultate fizičko-hemijskih parametara (sadržaj vode, električna provodljivost, ukupna kiselost, specifičnarotacija i pH-vrednost) sa ciljem otkrivanja osnovne sličnosti i obrazaca grupisanja među različitim botaničkim vrstama ispitivanih uzoraka meda. Na osnovu rezultata PCA, fizičko-hemijski parametri se mogu koristiti za razlikovanje ove tri botaničke vrste meda. Linearna diskriminantna analiza rezultirala je pouzdanim modelom klasifikacije sa visokom moći predviđanja koji se može uspešno primeniti za razlikovanje ove tri monoflorne vrste meda (suncokretovog, lipovog i bagremovog meda). Utvrđeno je da su varijable koje najviše utiču na razdvajanje uzoraka u skladu sa njihovim botaničkim poreklom: električna provodljivost, slobodna kiselost i pH. Dobijenim modelom je pokazano da osnovni fizičko-hemijski parametri mogu da se koriste kao brz i pouzdan alat, dostupan velikom broju laboratorija za potvrdu botaničkog porekla ovet tri vrste meda.

U okviru sistematskog istraživanja uzoraka meda sa teritorije Srbije, poliflorni med je okarakterisan u pogledu sadržaja minerala, sadržaj šećera i osnovnih fizičko-hemijskih parametara (sadržaj vode, električna provodljivost, pH vrednost, titraciona kiselost i optička rotacija). Ukupno 164 uzorka poliflornog meda su prikupljena iz različitih regiona Srbije. Na dobijene podatke su primenjene univarijantna analiza podataka i multivarijantne hemometrijske tehnike (PCA i LDA) radi uspostavljanja veza između vrednosti odgovarajućih hemijskih parametara i regionalnog porekla meda. Geografski informacioni sistem (GIS) je uveden u cilju poboljšanja performansi klasifikacije. Sadržaj Mg, K i Cu, električna provodljivost i optička rotacija utvrđeni su kao korisni pokazatelji u praćenju regionalnih razlika između uzoraka meda. Uzorci poreklom iz zlatiborskog kraja su se jasno razlikovali od onih iz ostatka Srbije, pokazujući veći sadržaj K i Mg kao i veće vrednosti optičke rotacije, električne provodljivosti i slobodne kiselosti. Istaknut je uticaj sastava zemljišta i klimatskih uslova na sastav meda.

Ključne reči: monoflorni med, poliflorni med, Srbija, fizičko-hemijski parametri, botaničko poreklo, geografsko poreklo, multivarijantna hemometrijska analiza.

Naučna oblast: Hemija

Uža naučna oblast: Analitička hemija

UDK broj: 543

## **ABSTRACT**

### **Physico-chemical characterization and classification of honey from the territory of the Republic of Serbia according to regional and botanical origin using multivariate chemometric analysis**

The main goal of this PhD thesis is characterization of Serbian honey and establishing links between the main constituents of the samples and their botanical and geographical origin. A total of 372 honey samples were analyzed: 201 monofloral honey (167 acacia honey, 11 linden honey, 23 sunflower honey), and 171 polyfloral honey.

Characterization of three most important unifloral honeys in Serbia presented in this study, firstly, contribution to the examination of European unifloral honeys, in which Serbian has not been included. Principal Component Analysis (PCA) and Linear Discriminant Analysis (LDA) were applied on the physico-chemical parameters (water content, electrical conductivity, free acidity, optical rotation and pH), in order to highlight basic similarities and patterns of clustering among samples of honey with different botanical origin. According to PCA, studied physico-chemical parameters could be used for differentiation of three monofloral honey types. LDA resulted in a reliable classification model with a high predictive power, allowing distinction of these three monofloral classes (acacia honey, linden honey, sunflower honey). It is estimated that the variables that best discriminate the samples, according to their botanical origin are: electrical conductivity, free acidity and pH. The resulting model is showing that the basic physical-chemical parameters can be used as a fast and reliable tool, available to the most of laboratories, to confirm botanical origin of these three types of honey.

In the study of polyfloral honey on the territory of Serbia, honey was characterized in terms of mineral composition, sugar content and basic physico-chemical parameters (water content, electrical conductivity, pH, titratable acidity and optical rotation). Total 164 samples of polyfloral honey were collected from different regions of Serbia.

Univariate analysis and multivariate chemometric techniques (PCA and LDA) were applied on data, to establish a connection between the adequate chemical parameters and the regional origin of honey. The geographic information system (GIS) was introduced in order to improve performance of classification. The content of Mg, K and Cu, electrical conductivity and optical rotation were established as useful indicators in tracing regional differences between honey samples. Samples originating from Zlatibor region were clearly distinguished from those from the rest of Serbia, showing a higher content of K and Mg, as well as higher values of optical rotation, electrical conductivity and free acidity. The influence of the soil composition and climate conditions on the honey composition were emphasized.

Key words: monofloral honey; polyfloral honey, Serbia; physico-chemical parameters; botanical origin, geographical origin, multivariate chemometric analysis

Scientific area: Chemistry

Scientific sub-area: Analytical chemistry

UDC number: 543



# SADRŽAJ

1	UVOD.....	1
2	TEORIJSKI DEO .....	4
2.1	Med.....	4
2.1.1	Vrste meda .....	4
2.1.2	Proizvodnja meda .....	7
2.2	Hemijski sastav meda.....	9
2.2.1	Ugljeni hidrati u medu .....	10
2.2.2	Voda u medu .....	13
2.2.3	Proteini i enzimi u medu .....	15
2.2.4	Aminokiseline u medu .....	17
2.2.5	Organske kiseline.....	17
2.2.6	Minerali u medu.....	18
2.2.7	Hidroksimetilfurfural (HMF).....	19
2.2.8	Aromatične komponente.....	20
2.2.9	Fenolne komponente (polifenoli).....	21
2.3	Botaničko i geografsko poreklo meda.....	22
2.3.1	Određivanje botaničkog i geografskog porekla meda .....	25
2.4	Multivarijantna hemometrijska analiza.....	27
2.4.1	Analiza varijansi .....	28
2.4.2	Multivarijantna analiza .....	30
3	MATERIJAL I METODE.....	34
3.1	Uzorci meda .....	34

3.2	Određivanje vode .....	36
3.3	Određivanje električne provodljivosti.....	37
3.4	Određivanje specifične rotacije.....	38
3.5	Određivanje slobodne kiselosti meda.....	39
3.6	Određivanje pH vrednosti meda.....	39
3.7	Određivanje metala .....	40
3.8	Određivanje šećera .....	41
3.9	Statistička obrada podataka.....	42
4	NAŠI RADOVI .....	44
4.1	Monoflorni med.....	44
4.1.1	Fizičko-hemijski parametri meda od bagrema, lipe i suncokreta .....	44
4.1.2	Analiza varijansi .....	53
4.1.3	Analiza glavnih komponenata .....	55
4.1.4	Linearna diskriminantna analiza.....	57
4.1.5	Regionalno (geografsko) poreklo bagremovog meda.....	60
4.2	Poliflorni med.....	62
4.2.1	Deskriptivna statistička analiza za poliflorni med.....	63
4.2.2	Statistička analiza .....	70
4.2.3	Multivarijantna analiza polifloralnog meda.....	80
5	ZAKLJUČAK.....	90
6	REFERENCE .....	92
7	PRILOZI.....	108
I	Rezultati fizičko-hemijskih parametara za bagremov med .....	108
II	Rezultati za fizičko-hemijskih parametara za lipov med .....	125
III	Rezultati za fizičko-hemijskih parametara za suncokretov med.....	127
IV	Rezultati za fizičko-hemijskih parametara za livadski med.....	130

V	Rezultati za sadržaj minerala u polifloranom medu.....	148
VI	Prostorne distribucije ispitivanih parametara polifloralnog meda .....	155
8	BIOGRAFIJA AUTORA .....	164

# 1 UVOD

Razvoj i primena analitičkih metoda za utvrđivanje autentičnosti hrane, pa tako i meda, je aktuelna problematika koja je poslednjih decenija predmet mnogih istraživanja. Aspekt autentičnosti hrane naročito dobija na značaju sa razvojem globalnog tržišta. Pouzdane analitičke tehnike i jasno definisani kriterijumi i standardi u oblasti kontrole kvaliteta hrane su neophodno i jedino sigurnooruđe u borbi protiv falsifikata, koja je značajna kako sa ekonomskog aspekta tako i sa aspekta zaštite potrošača. Formiranje baza podataka i njihovo kombinovanje sa statističkim (hemometrijskim) tehnikama je efikasan metod i uspešno se primenjuje za utvrđivanje autentičnosti i geografskog porekla maslinovog ulja, vina i alkoholnih pića.

Evropska regulativa zahteva da podaci na deklaraciji meda sadrže i informacije o njegovom botaničkom i regionalnom poreklu, čime se promoviše kvalitet i povećava komercijalna vrednost proizvoda. Komisija Evropske unije podstiče razvoj novih analitičkih metoda za praćenje i proveru kvaliteta meda i identifikaciju geografskog porekla. Karakterizacija meda i stvaranje odgovarajućih baza podataka je aktuelna problematika kako u evropskim zemljama, tako i u van evropskim, i podržana od strane Međunarodne komisije za med (International Honey Commission, IHC). Med je proizvod koji je na listi najčešće falsifikovane hrane. (The Rapid Alert System for Food and Feed-2014 annual report ([http://ec.europa.eu/food/safety/rasff/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/safety/rasff/index_en.htm))). Postoje značajne razlike u ceni i kvalitetu između medaporeklom iz evropskih zemalja, Kine ili Južne Amerike, ali postoje razlike u kvalitetu i između medaporeklom iz različitih evropskih zemalja, pa čak i među regionima u okviru iste zemlje. S obzirom da srpski med do sada nije sistematski ispitivan, istraživanja prikazana u okviru ovog rada (zajedno sa ostalim istraživanjima iz ove oblasti koja su sprovedena na Katedri za analitičku hemiju Hemijskog fakulteta u Beogradu) pružaju doprinos karakterizaciji najznačajnijih vrsta meda u Srbiji i uspostavljanje veze između glavnih konstituenata meda i njegovog botničkog i geografskog porekla.

Pogodni klimatski uslovi i raznolikost biljne flore predstavljaju izvrstan potencijal za razvoj pčelarstva u Srbiji. Specifičan biogeografski položaj i prirodne odlike ovog

prostora, kao i društveno-ekonomske prilike i procesi, odigrali su značajnu ulogu u razvoju bogate biološke raznovrsnosti i trenutne relativne ekološke očuvanosti regiona. Zahvaljujući postojanju ovih prirodnih preduslova, srpski pčelinji proizvodi su visokog kvaliteta i kao takvi potencijalno značajni ne samo za domaće, već i za evropsko tržište. Treba istaći da se na području Srbije gaji autohtona rasa pčele *Apis mellifera carnica* koja predstavlja jednu od najvrednijih rasa medonosne pčele u svetu (Nedić et al 2009).

Sastav med je tesno povezana sa njegovim botaničkim poreklom, koji je sa druge strane povezano sa geografskom područjem sa kojeg med potiče. Akumulacija fitohemikalija za određenu biljnu vrstu zavisi od klimatskih uslova (sunčeva svetlost i vlaga), karakteristika tla, i prisustva različitih minerala koji potiču iz zemljišta. Ovo sugeriše da zbog prisustva određene flore i raznovrsnosti ekosistema na datoj teritoriji, med može imati jedinstvene karakteristike. S obzirom da je med složeni prirodni proizvod, koji pčele proizvode pod relativno nekontrolisanim uslovima, odgovarajuća karakterizacija uzoraka meda zahteva određivanje većeg broja parametara, što stvara poteškoće u vrednovanje rezultata. Zbog toga se primenom različitih metode multivarijantne hemometrije postiže identifikovanje veze između različitih parametara i pronalaženje trendova koji omogućavaju dalju karakterizaciju. Tokom poslednjih nekoliko decenija u različitim studijama primenom multivarijacione hemometrijske analize na fizičko-hemijske parametare, mineralni sastav, šećere, polifenolni profil i aminokiselinski sastav pokazala se kao veoma uspešan, kako za definisanje geografskog porekla, tako i za određivanje botaničkog porekla meda. (Camina et al. 2008, Cajka et al. 2009, Stanimirova et al. 2010, Bentabol Manzanares 2011)

Cilj ovog rada, u okviru ispitivanja monofloralnih vrsta meda, je pre svega, doprinos sveukupnom ispitivanju evropskog monofloranog meda kroz karakterizaciju tri najvažnijem onoflorne vrste srpskog meda: bagremovog (*Robinia pseudoacacia*) suncokretovog (*Helianthus annuus*) i lipovog (*Tilia cordata*). Za karakterizaciju su izabrani fizičko-hemijski parametri (sadržaj vode, električna provodljivost, pH vrednost, besplatno kiselosti i optička rotacija), kojise koriste se u kontroli meda, i harmonizovane metode Međunarodne komisije za med, koje preporučuje "Pravilniku o kvalitetu i meda i drugih proizvoda pčela" (Službeni Glasnik RS br. 101/15) Codex Alimentarius (2001), kao i u evropska regulativa (Council Directive 2001/110/EC). Ovim je postignuto da rezultati ovoga rada mogu imati praktičnu primenu u rutinskoj kontroli

prilikom određivanja botaničke vrste meda, i doprineti rešavanju čestog problema pogrešnog označavanja botaničke vrste. Takođe, multivarijantne hemometrijske metode su primenjene sa ciljem otkrivanja osnovne sličnosti i obrazaca grupisanja među različitim botaničkim vrstama ispitivanih uzoraka meda i definisanje kriterijuma za klasifikaciju i diferencijaciju ispitivanih botaničkih vrsta meda. S obzirom na značajan broj uzoraka meda bagrema prikupljenih iz različitih regiona Srbije, razmatrane su mogućnosti određivanja regionalnog porekla uzoraka bagremovog meda na osnovu njihovog fizičko-hemijskih parametara primenom multivarijantne hemometrijske analize.

U okviru istraživanja poliflornog meda, kao prvi cilj je postavljena karakterizacija poliflornog med sa teritorije Srbije, kao i uspostavljanja veza između vrednosti odgovarajućih hemijskih parametara i geografskog porekla meda. Određene su vrednosti sledećih parametara: fizičko-hemijski parametri (sadržaj vode, električna provodljivost, pH vrednost, titraciona kiselosti i optička rotacija), mineralni sastav kao i ugljenohidratni profil. Na osnovu vrednosti dobijenih rezultata definisane su promenljive koje imaju statistički značaj u razdvajanju polifloralnog meda iz različitih regiona Srbije. Primenjene su multivarijantne hemometrijske tehnike: analiza glavnih komponenti (PCA) i linearne diskriminativne analize (LDA), u cilju utvrđivanja varijabli koje imaju najveći uticaj na utvrđivanje razlika između ispitivanih uzoraka meda. Geografski informacioni sistem je uveden pored ostalih statističkih metoda, kao jednostavan i praktičan pristup u cilju poboljšanja performansi klasifikacije.

## 2 TEORIJSKI DEO

### 2.1 Med

“Med je prirodna, slatka supstanca koju proizvode medonosne pčele (*Apis mellifera*) preradom nektara biljaka, ili iz sokova sa živih delova biljaka ili sakupljanjem ekskreta insekata koji se hrane sišući sokove sa živih delova biljaka, koji pčele sakupljaju, prerađuju i dodaju sopstvene specifične supstance, dehidriraju i odlažu u ćeliju saća do sazrevanja.” Ova definicija meda data je u “Pravilniku o kvalitetu meda i drugih proizvoda pčela” (Službeni Gl. RS br. 101/15). Ista definicija meda data je i u Codex Alimentarius-u kao i u evropskoj regulativi (Council Directive 2001/110/EC). Ovim definicijama određeno je dvostruko poreklo meda, kao namirnice i biljnog i životinjskog porekla. Takođe iz ovih definicija proizilazi i osnovna podela meda prema poreklu, na nektarski ili cvetni med, koji potiče od nektara medonosnog bilja, i medljikovac, koji potiče uglavnom od medne rose. Ova podela je detaljno objašnjena u poglavlju 2.1.1.

Kada se govori o medu, uglavnom se misli na proizvod dobijen od pčele vrste *Apis mellifera*, mada i druge vrste pčela, pa čak i ose, proizvode i skladište med u košnicama kao izvor hrane. *Apis mellifera* je evropska, afrička i bliskoistočna vrsta pčele, danas rasprostranjena po celom svetu. Med ove vrste pčela je najviše sakupljan, mada postoje i ekogeografski lokaliteti na kojima se sakupljaju dovoljne količine meda dobijenog od drugih pčelinjih vrsta.

Med je najznačajniji pčelinji primarni proizvod kako u kvantitativnom, tako i u ekonomskom pogledu. Takođe, med je i prvi pčelinji proizvod koji je čovek koristio od davnina. Istorija korišćenja meda duga je koliko i istorija čoveka i gotovo da sve prve civilizacije poseduju pisane dokumente o korišćenju meda, kao jednog od izvora hrane, ili kao simbola u religioznim, magijskim i isceliteljskim ritualima (Bogdanov 2010a).

#### 2.1.1 Vrste meda

Osnovna podela meda prema poreklu je na nektarski ili cvetni med, koji potiče od nektara medonosnih biljaka, i medljikovac, koji medonosne pčele proizvode od sekreta

živih delova biljaka zimzelenih i četinarskih biljaka („medna rosa“) ili iz ekskreta insekata roda *Hemiptera*.

### ***Nektarski med***

Nektarski med pčele proizvode od nektara, sekreta koji izlučuju biljne žlezde nektarije. Nektar može da bude proizveden i izlučen unutar cveta, kada je označen kao cvetni (floralni) nektar i predstavlja suštinu reproduktivne strategije biljke. Nektar proizvode i vancvetne (ekstrafloralne) nektarije, koje su locirane na bilo kom nadzemnom delu biljke, izuzev cvetu. Ekstrafloralni nektar ima značajnu ulogu za održavanje korisnih odnosa između biljke koja ih poseduje i insekata i životinja i predstavlja deo odbrambene strategije biljke. Nektar nije nusproizvod katabolizma, koji biljka teži da eliminiše iz svog organizma, već sladak rastvor koji se namenski stvara radi specifične interakcije sa životinjama, pre svega sa oprašivačima. (Bogdanov 2010b)

Po hemijskom sastavu nektar je vodeni rastvor šećera koncentracije od 5% do 80%. Oko 95% suve materije nektara čine ugljeni hidrati, a ostatak su aminokiseline (oko 0,05%), minerali (0,02%-0,45%) i male količine organskih kiselina, vitamina, aromatičnih jedinjenja, lipida, pigmenata i dr. Nektar se uglavnom sastoji od disaharida saharoze i monosaharida glukoze i fruktoze. Oni se javljaju u konstantnoj, za određenu botaničku vrstu specifičnoj proporciji, i obično su praćeni minornim količinama drugih monosaharida (manoze, arabinoze i ksiloze), disaharida (maltoze, trehaloze i melezitaze) i oligosaharida (rafinoze i dr.).

U svojoj studiji Baker (Baker, 1983) je nektare podelio u četiri različite klase u zavisnosti od sadržaja saharoze i heksoza: saharoza-dominantni (saharoza/heksoza > 0,999), bogati saharozom (saharoza/heksoza=0,5-0,999), bogat heksozom (0,1-0,499), heksoza-dominantni (saharoza/heksoza < 0,1). Nektar u kome dominira saharoza je povezan sa cvetovima dugih cevi u kojima je nektar zaštićen (detelina, bagrem, lavanda) dok otvoreni cvetovi obično sadrže samo glukozu i fruktozu.

Produkcija nektara zavisi od više faktora: unutrašnjih, povezanih sa biljkom (veličina, uzrast i faza razvoja cveta, veličina i površina nektarije, položaj cveta na biljci, biljna vrsta i sorta i dr.) i spoljašnjih, klimatskih i vremenskih uslova (vlažnost, temperatura, doba dana, karakteristike zemljišta, itd.), te nije moguće predvideti produkciju nektara. I sam sastav nektara zavisi od mnogih faktora. Koncentracija šećera



u nektaru zavisi od klimatskih uslova, kao što su temperatura, vlažnost, vrsta tla, godišnje doba. Kada je vlažnost veća, luče se veće količine nektara, ali sa nižom koncentracijom šećera. Temperatura takođe ima važnu ulogu. Optimalna temperatura je od 10°C do 30°C. Maksimalna sekrecija nektara je podne i rano poslepodne. S obzirom da pčele prikupljaju nektar da bi zadovoljile svoje energetske potrebe, one će radije posećivati cvetove sa slatkim nektarima (sa sadržajem šećera oko 50%). Ako nektar ima sadržaj šećera niži od 5%, pčele ga neće sakupljati (Bogdanov 2010b).

Nektarski med nikada nije u potpunosti poreklom od jedne vrste nektara. Osim nektara dominantne biljne vrste, monoflorni med uvek sadrže i nektare drugih biljnih vrsta. Postoji nekoliko hiljada vrsta biljaka čiji cvetovi luče nektar i daju polen, ali samo jedan deo njih je značajan za pčelarstvo. U Evropi postoji više od sto botaničkih vrsta koje mogu dati monoflorni med (Persano Oddo et al., 2004). Mnogi od tih vrsta meda imaju samo lokalni značaj jer se proizvode u ograničenim količinama.

Nektarski med, prema poreklu nektara koji ulaze u njegov sastav može biti:

- Monoflorni (ukoliko u njegovom sastavu dominira nektar određene biljne vrste),
- Poliflorni (ukoliko njegov sastav čine nektari više biljnih vrsta, u različitim odnosima).

### ***Medljikovac (šumski med)***

Medljika ("medna rosa") je ekskret (izlučevina) vrste insekata-biljnih vaši, (najrasprostranjeniji insekti reda *Homoptera*), čiji je usni aparat adaptiran za bušenje biljnog tkiva i usisavanje floemskog soka, koji je bogat hranjivim sastojcima. Biljne vaši ovim sokovima zadovoljavaju svoje potrebe za proteinima, koji procentualno čine 1–2% floemskog soka, a ostatak su voda i šećeri. Zbog toga su biljne vaši prinuđene da uzimaju velike količine floemskog soka. Po izdvajanju i iskorišćavanju proteina, ostatak biljnih sokova, koji se uglavnom sastoji od šećera, vaši izbacuju i talože u vidu slatkih kapljica, prvenstveno na lišću drveća („medna rosa“). Medljika je rastvor sa koncentracijom šećera od 5–60%, i to uglavnom saharoze, pored manje količine viših šećera. Takođe sadrži i manje količine minerala, kiselina i vitamina (Bogdanov 2010b). Neke biljne vaši imaju složene digestivne sisteme sa filtracionim komorama, pa njihovi ekskreti postaju bogatiji saharozom i vodom. Druge vrste vaši nemaju ove komore, te njihovi ekskreti imaju drugačiji sastav. Postoji i vrsta vaši koja proizvodi velike količine

trisaharida melezitose, koji je slabo rastvorljiv u vodi, pa med od ove vrste medljike lako kristališe u košnici.

Medljika se javlja na velikom broju biljnih vrsta, ali uglavnom na drvenastim biljkama. Najzastupljenija je medljika četinarara. Medljika listopadnog drveća se javlja peroidično, u periodima ekspanzije neke vrste biljnih vaši. Opšte pravilo je da se izlučuje tokom juna, jula i avgusta, ali pošto stvaranje medljike zavisi od brojnih biotičkih i abiotičkih faktora, predviđanja su nemoguća. Redovno se javlja tokom toplih i suvih leta, dok u hladnim i kišnim potpuno izostane. Ne smatra se redovnom i sigurnom pašom. U našim krajevima medljika se javlja na hrastu, lipi, leski, kestenu i četinarima jeli, smrči, boru i arišu. Nisu sve medljike atraktivne za pčele, a od navedenih vrsta pčele najradije sakupljaju medljiku hrasta, lipa i kestena, kao i jele, bora i ariša. Osim drvenastih biljaka, medljika se proizvodi i na zeljastim biljkama, npr. pamuku, suncokretu, pšenici. Medljikovac može da služi pčelama za ishranu tokom sezone, ali nije dobar za prezimljavanje pčela, jer sadrži veće količine nesvarljivih mineralnih jedinjenja koja izazivaju diareju i uginuće pčela. Med koji pčele stvaraju od medljike (medljikovac) je veoma cenjen u ljudskoj ishrani, naročito u nekim zemljama (Nemačkoj, Austriji i Švajcarskoj), pa se u tim zemljama optimizuju uslovi za produkciju medljike i medljikovca.

Karakteristike meda medljikovca prema mikroskopskoj analizi jesu mali sadržaj polena i elementi medljike (spore, gljivice i alge). Najznačajnije vrste medljikovca su: medljikovac jele, medljikovac smreke i hrastov medljikovac.

### 2.1.2 *Proizvodnja meda*

Medonosna pčela radilica sakuplja nektar i medljiku sa biljaka i odnosi ih u svoje pčelinje društvo. U medni želudac pčele staje 0,035 do 0,040 g nektara. Na svom putu do košnice, pčela već dodaje enzime u nektar i po dolasku u košnicu predaje nektar pčelama dadiljama. Pčele dadilje dodaju nektar jedna drugoj i pri tome, mašući krilima, smanjuju sadržaj vode u nektaru. Kada sadržaj vode u nektaru dostigne 30-40%, nektar se smešta u saće. Tokom celog tog procesa, pčele dodaju u med enzim invertazu, koji transformiše saharozu u glukozu i fruktozu, i glukozu-oksidazu, koja oksiduje glukozu u glukonsku kiselinu i vodonik-peroksid. Glukonska kiselina ima ulogu konzervansa u

medu. Zbog visoke temperature u pčelinjem društvu (oko 35°C), med dalje gubi na vlažnosti, i kada sadržaj vode dostigne oko 20%, ćelija saća se zatvara voštanim poklopcem. Ovaj proces traje 1-3 dana. Kada je najveći broj ćelija saća zatvoren, med se može vaditi iz košnice (Plavša i Nedić 2015).

### Proizvodnja meda u Srbiji

Značajan razvoj pčelarstva u Srbiji počinje prelaskom Srba u Hrišćanstvo u X veku. Zbog potrebe za voskom usledilo je podizanje mnogobrojnih pčelinjaka po crkvenim i manastirskim imanjima, pod rukovodstvom sveštenih lica i kaluđera. Manastiri su u srednjovekovnoj Srbiji bili rasadnici pčelarstva, a Srpska Pravoslavna crkva bila je njegova zaštitnica. Pčelarstvo je tada bilo cenjeno jer se med koristio kao zamena za šećer, koji je bio skupa namirnica. U novijoj srpskoj istoriji osnove racionalnog pčelarstva postavio je u XIX veku prof. dr Jovan Živanović. U bivšoj Jugoslaviji je do Drugog svetskog rata bilo oko 750.000 pčelinjih društava sa preko 70% primitivnih košnica, dok je u poslednjoj trećini XX veka za istu državu taj broj iznosio 1.150.000 košnica sa 60% savremenih košnica.

Pčelarstvo u Srbiji danas je organizovano preko pčelarskih udruženja po gradovima koja povezuje Savez pčelarskih organizacija Srbije (SPOS). Ministarstvo za poljoprivredu i ekologiju životne sredine, u saradnji sa SPOS-om, posle popisa poljoprivrede 2012. godine, registrovali su 673651 košnicu u posedu 15020 pčelara. Pčelinja društava su smeštena u savremene košnice tipa Langstrot-Rut (41%), Dadant Blat (42%), Alberti Žnideršič (8%) i ostale (9%). Profesionalnih pčelara sa pčelinjacima veličine od 200 do 1000 pčelinjih društava je 5%. Prosečna proizvodnja meda po pčelinjem društvu iznosi 17,5 kg, a prosečna proizvodnja po pčelinjaku oko 570 kg. Srbija je bogata medonosnim biljnim vrstama, i postoji više od sto biljnih vrsta koje predstavljaju pčelinju pašu (Mačukanović-Jocić 2010). Najzastupljenije su tri vrste meda: bagremov, lipov i suncokretov, dok su med od uljane repice, livadski i šumski med zastupljeni u manjem obimu.

Godišnje se u Srbiji proizvede od 6.000 do 9.000 tona meda, od čega se poslednjih godina izveze od jedne do dve trećine ukupne proizvodnje (Tabela 1).

Tabela 1. Izvoz meda za period od 2004. do 2014. godine (Srbija)

Godina	Izvoz meda, količina u tonama*
2004	121,5
2005	59,0
2006	159,2
2007	389,6
2008	638,4
2009	912,5
2010	1915,7
2011	1108,1
2012	2966,0
2013	3367,7
2014	1804,2

\*Izvor: Republički zavod za statistiku

Najveći svetski proizvođač meda je Kina koja proizvede 200000 tona meda godišnje, a u Evropi je Španija, gde se proizvede 30000 tona meda godišnje i Turska 70000 tona meda godišnje. Najveću uvoznik meda na svetu je Kina, a zatim Nemačka, koja je istovremeno i najveći izvoznik meda u Evropi (<http://faostat3.fao.org/home/>). Najveći potrošač meda u Evropi je Nemačka sa prosečnih 1100 grama meda po stanovniku godišnje, zatim sledi Francuska sa 600 grama meda godišnje po stanovniku, Italija i Srbija sa po 300 grama meda godišnje po stanovniku.

## 2.2 Hemijski sastav meda

U hemijskom smislu, med je izuzetno složena smesa više od 200 različitih komponenata (Kaškoniené et al., 2010a, Čajka et al., 2007, Aliferis et al., 2010). Neke od ovih komponenti u med dodaju pčele, neke vode poreklo od medonosnih biljaka, a neke nastaju tokom zrenja meda u saću. Uprkos razvoju analitičke hemije i primeni savremenih metoda za analizu meda, sastav meda do danas nije u potpunosti definisan i razjašnjen. To onemogućava industrijsku proizvodnju meda, tako da on zadržava svojstvo prirodne namirnice, proizvedene isključivo od strane pčela. Možda najvažnije svojstvo kojim se može opisati hemijski sastav meda je varijabilnost, jer praktično ne

postoje dva identična uzorka meda. Različite vrste meda, kao i med unutar pojedine vrste, razlikuju se po svom sastavu u zavisnosti od botaničkog i geografskog porekla, klimatskih uslova, vrste pčela i pčelarske proizvođačke prakse (način prerade i skladištenje meda) (Amklam et al, 1998).

Najzastupljeniji sastojci meda su ugljenihidrati i voda, koji zajedno čine više od 99% meda. Ostatak čine proteini (uključujući enzime), minerali, vitamini, organske kiseline, fenolna jedinjenja, aromatična jedinjenja i razni derivati hlorofila. Iako je sadržaj tih jedinjenja u medu veoma mali (< 1%) oni su uglavnom odgovorni kako za senzorna, tako i za nutritivna svojstva meda.

### 2.2.1 *Ugljeni hidrati u medu*

Ugljeni hidrati su glavni sastojak meda i njihov udeo iznosi 73-83%, te se med može u hemijskom smislu definisati kao presićeni rastvor šećera. Ugljeni hidrati čine više od 95% suve materije meda, a monosaharidi fruktoza i glukoza oko 85-95% od ukupnog sadržaja šećera u medu. Ostatak sadržaja šećera čine disaharidi, trisaharidi i neki viših oligosaharidi. Dugo se verovalo da je med jednostavna mešavina dekstroze (glukoza), levuloze (fruktoze) i saharoze i da sadrži materijal nazvan "medni dekstrin", analogan skrobnom dekstrinu. Početkom 20-og veka sa razvojem analitičkih metoda, hromatografije na hartiji i hromatografije na koloni aktivnog uglja, u medu je utvrđeno prisustvo viših šećera.

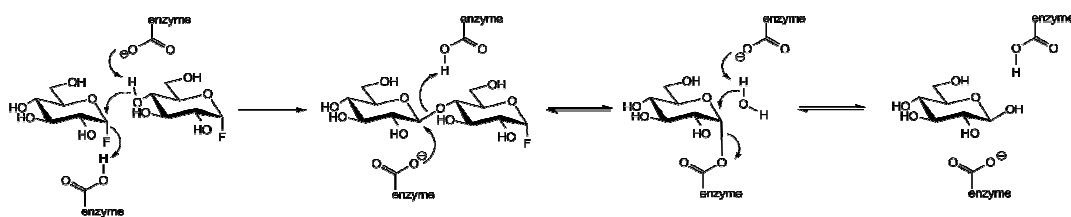
Doner je u svom revijalnom radu predstavio sveobuhvatni pregled šećera u medu i ukazao na prisustvo deset disaharida i devet trisaharida (Doner, 1977). Prisustvo svih disaharida (gentobioza, izomaltoza, laminaribioza, kojibioza, maltoza, maltuloza, neotrehaloza, nigerioza, saharoza, turanoza) potvrđeno je hromatografskim i drugim tehnikama u kasnijim radovima (Swallow et al., 1990, Mateo et al., 1997, Cotte et al., 2004, Nozal et al., 2005, de la Fuente et al., 2007, Ruiz Matute et al., 2008, Kaskoniene et al., 2010, Ruiz-Matute et al., 2010, Primorac et al., 2010, de la Fuente et al., 2011, Bentabol et al., 2011, Escuredo et al., 2014).

Takođe su detektovani i drugi disaharidi, kao što su celobioza (de la Fuente et al., 2007, Ruiz-Matute et al., 2008, Kaskoniene et al., 2010, de la Fuente et al., 2011), melibioza (Swallow et al., 1990, Mateo et al., 1997, Cotte et al., 2003, Cotte et al., 2004,

Ruiz-Matute et al., 2008), palatinoza (Swallow et al., 1990, Cotte et al., 2003, de la Fuente et al., 2007, Ruiz-Matute et al., 2008, Koškonienė et al., 2010, de la Fuente et al., 2011), trehaloza ( $\alpha, \alpha$ -trehaloza) (Cotte et al., 2004, Nozal et al., 2005, de la Fuente et al., 2007, Ruiz-Matute et al., 2008, Koškonienė et al., 2010, de la Fuente et al., 2011, Bentabol Manzanares et al., 2011) i trehaluloza (de la Fuente et al., 2007, Ruiz-Matute et al., 2008, de la Fuente et al., 2011).

Najzastupljeniji trisaharidi u medu su erloza, izopanoza i panoza, a detektovano je i prisustvo nekih tetrasaharida (Ruiz-Matute et al., 2010., Cotte et al., 2003, de la Fuente et al., 2011, Koškonienė et al., 2010). Broj indentifikovanih oligosaharida u medu se neprekidno povećava. Ruiz-Matute i saradnici (Ruiz-Matute et al., 2010) su detektovali 25 trisaharida i 10 tetrasaharida, u španskom i novozelandskom medu, pri čemu su trisaharidi plantinoza i  $\alpha$ -3-glukozil-izomaltoza detektovani prvi put.

Iako ugljenohidratni sastav nektara još uvek nije u potpunosti proučen, poreklo mnogih oligosaharida čije je prisustvo utvrđeno u medu ne može se povezati sa biljnim nektarima. Oligosaharidi u medu se formiraju transglikozilacijom (stvaranjem glikozidne veze između poluacetatne grupe jednog molekula monosaharida i hidrosilne grupe drugog molekula monosaharida), u prisustvu enzima  $\beta$ -glukozidaze koji potiče iz digestivnog sistema pčele i koji one dodaju u nektar tokom procesa proizvodnje meda (Doner 1977).



Slika 1: Mehanizam transglikozilacije

Monosaharidi glukoza i fruktoza čine prosečno 88-95% ukupnih ugljenih hidrata u medu. Osim poreklom iz nektara, monosaharidi nastaju i kao rezultat enzimske hidrolize saharoze, u prisustvu enzima invertaze, koji pčele dodaju u nektar tokom procesa proizvodnje meda. Odnos fruktoze i glukoze (F/G) karakterističan je za pojedine vrste meda i u većini slučajeva je veći od 1,0. Kao bogati fruktozom ističu se med od

bagrema i kestena (odnos fruktoze prema glukozi je 1,5-1,7), dok su jedne od retkih vrsta meda sa većim udelom glukoze, med od uljane repice i med od maslačka (Persano Odd & Piro, 2004).

Sadržaj i odnos fruktoze i glukoze je izuzetno važan za uspostavljanje brojnih, prvenstveno fizičkih, karakteristika meda kao što su viskozitet, gustina, specifična rotacija, brzina kristalizaciji i higroskopnost (Escuredo et al., 2014). U procesu kristalizacije meda, glukoza prelazi u kristalni oblik, čime se povećava sadržaj vode u tečnoj fazi i stvaraju povoljni uslovi za razvoj osmofilnih kvasaca, koji izazivaju fermentaciju proizvoda. Faktori koji utiču na brzinu kristalizacije meda su odnos fruktoze i glukoze, kao i odnos glukoza/voda.

Kiselost meda je takođe tesno povezana sa sadržajem monosaharida D-glukoze, kojase delovanjem enzima glukoza-oksidge oksiduje u glukonsku kiselinu (2,3,4,5,6 penta hidroksi heksanoična kiselina). Ova kiselina čini od 70 do 90% organskih kiselina u medu. Tokom konverzije D-glukoze u D-glukonsku kiselinu, formira se vodonik peroksid, koji ima ulogu konzervansa u medu.

Med je optički aktivan, zbog prisustva hiralnih jedinjenja u svom sastavu, pre svega ugljenih hidrata. Specifična rotacija fruktoze je  $-92.4^{\circ}$ , glukoze  $+52.7^{\circ}$ , saharoze  $+66.5^{\circ}$ , maltoze  $+130.4^{\circ}$ , melezitoze  $+88.2^{\circ}$  i erloze  $+121.8^{\circ}$ . Ukupna specifična rotacija meda zavisi od koncentracije i odnosa različitih šećera koji ulaze u njegov sastav. Nektarski med pokazuje levorotatorno ponašanje, dok su medljikovci gotovo uvek desnorotatorni (Dinkov, 2014). U nektarskom medu, dominantni šećer je fruktoza, koja ima negativnu specifičnu rotaciju, pa je i ukupna specifična rotacija negativna. Medljikovac sadrži manje količine fruktoze, a veće količine oligosaharida, uglavnom trisaharida (Nozal et al., 2005.), što rezultuje pozitivnom optičkom rotacijom (Dinkov, 2003).

Karakterizacija šećera u medu se pokazala kao koristan pristup za utvrđivanje falsifikata komercijalno dostupnim hidrolizovanim skrobnim sirupima. Med se može falsifikovati dodavanjem različitih vrsta skrobnih sirupa, a najčešće se koriste glukozni i visokofruktozni sirupi, dobijeni hidrolizom kukuruznog, krompirovog ili pirinčanog skroba. U nekoliko studija je utvrđeno da med falsifikovan dodatkom skrobnih sirupa može biti prepoznat po sadržaju oligosaharida, koji su u ovim uzorcima prisutni u većoj

količini (Anklam et al., 1998, Riback-Chmielevska et al., 2007a, 2007b, Kaškonienė et al., 2010b).

Za određivanje sadržaja ugljenih hidrata u medu koriste se različite analitičke tehnike. Najčešće se koriste: visoko-efikasna tečna hromatografija sa refraktometrijskom detekcijom (HPLC-RI) (Rybak-Chmielewska et al., 2007b, Kamal i Klein, 2011), visoko-efikasna tečna hromatografija sa pulsnom amperometrijskom detekcijom (Goodal et al., 1995, Ouchemoukh et al., 2010), jonska hromatografija (HPAEC) (Weston i Brocklebank, 1999, Cotte et al., 2004b) gasna hromatografija sa plameno-jonizujućom detekcijom (GC-FID) (Cotte et al., 2003; 2004a, Sanz et al., 2004, Kaškonienė et al., 2010b), gasna hromatografija sa masenom detekcijom (GC-MS) (de la Fuente et al., 2007), furije transformisana infracrvena spektroskopija (FTIR) i raman spektroskopija (Batsoulis et al., 2005).

Zakonska regulativa Evropske Unije (Council Directive 2001/110/EC), kao i naša regulativa (*Pravilnik o kvalitetu meda i drugih proizvoda pčela*, Službeni Glasnik RS br. 101/15) imaju ustanovljene zahteve vezane za sadržaj šećera u medu. Minimalni sadržaj redukujućih šećera (izraženih kao zbir glukoza i fruktoza) u nektarskom medu je 60%, dok je u medljikovcu 45%. Maksimalni sadržaj saharoze je 5%, osim u medu određenih botaničkih vrsta, gde je dozvoljeni sadržaj do 10% saharoze (u medu od bagrem, lucerka, vrjeska, eukaliptusa i agruma) i 15% saharoze (med od lavande).

### 2.2.2 Voda u medu

Voda je, posle ugljenih hidrata, najzastupljeniji sastojak meda i njen sadržaj je između 14% i 20%, osim u pojedinim slučajevima (npr. med od vrjeska, gde sadržaj vode može biti i do 23%). Sadržaj vode u medu zavisi od klimatskih uslova u toku proizvodnje meda, snage pčelinje zajednice, vlažnosti i temperature vazduha u košnici kao i uslova prilikom prerade i čuvanja meda. Zbog higroskopnosti meda, količina vode nije stalna veličina, već se za vreme čuvanja meda, u zavisnosti od vlažnosti vazduha menja (Semkiw et al., 2008).

Sadržaj vode utiče na značajna fizička svojstva meda, kao što su kristalizacija i viskozitet. Sadržaj vode je najvažniji parametar kvaliteta meda, jer ima ključnu ulogu u



očuvanju stabilnosti i sprečavanju mikrobioloških procesa usled kojih dolazi do fermentacije i kvarenja meda. Što je sadržaj vode u medu veći, veća je verovatnoća da će doći do procesa fermentacije, izazvanog osmofilnim kvascima (*Saccharomyces spp.*). Proces fermentacije dovodi do promena u hemijskom sastavu i organoleptičkim svojstvima meda, jer fermentacijom glukoze i fruktoze nastaju etanol i ugljen-dioksid, koji na površini proizvoda stvara penu. Daljom oksidacijom etanola, u prisustvu kiseonika, nastaju sirćetna kiselina i voda. Do fermentacije teže dolazi ukoliko je sadržaj vode u medu ispod 18%, ali ta mogućnost se ne može potpuno isključiti čak ni kod sadržaja vode ispod 17,1%, jer na početak procesa fermentacije utiče i količina kvasaca u medu, temperatura čuvanja meda i raspodela vode nakon kristalizacije meda (Gallina et al., 2010. Isengard et al., 2003).

Prema *Pravilniku o kvalitetu meda i drugih proizvoda pčela* (Službeni Glasnik RS br. 101/15) med koji se stavlja u promet ne sme imati sadržaj vode veći od 20%. Evropska direktiva (Council Directive 2001/110/EC), kao i Codex standard (Codex Standard 12-1981) takođe propisuju istu vrednost, sa izuzetkom meda od vrjeska, kod kojeg sadržaj vode može iznositi do 23%. Neke vrste monofloralnog meda, kao što su med od suncokreta, med od vrjeska i med od trešnjinog drveta imaju veći sadržaj vode (Persano Oddo & Piro, 2004).

Sadržaj vode u medu se određuje primenom različitih analitičkih tehnika. Postoje dve zvanične metode: gravimetrijska metoda, koja podrazumeva sušenje na temperaturi od 105°C i merenje suvog ostatka, i određivanje indeksa refrakcije meda iz kojeg se primenom empirijske formule izračunava sadržaj vode.

Gravimetrijska metoda zasnovana na sušenju u konvencionalnoj sušnici sa toplim vazduhom ili infracrvenim zracima, može dati nešto niži sadržaj vode u medu, u poređenju sa drugim metodama, jer visok viskozitet matriksa otežava difuziju vode tokom procesa sušenja. Takođe, moguće je isparavanje i drugih isparljivih jedinjenja iz meda, pa i onih koje nastaju u hemijskim reakcijama tokom zagrevanja meda (Isengard et al., 2001, Sanchez et al., 2010).

Najčešće korišćena metoda za određivanje vode u medu je indirektna metoda, zasnovana na merenju indeksa refrakcije. Sadržaj vode se izračunava primenom

empirijske formule koju je razvio Wedmore, koristeći podatke Chataway-a: (Wedmore, 1955, Chataway, 1932)

$$W(\%) = \frac{1,73190 - \log(I. R. (20^{\circ}\text{C})) - 1}{0,002243}$$

gde je:

W – sadržaj vode, u %

I.R. (20 °C) – indeks refrakcije, meren na 20 °C.

Metoda se ne može primenjivati na kristalisan med, pa oni zahtevaju prethodno prevođenje u tečno stanje zagrevanjem, u toku kojeg može doći do gubitka vode. Ova metoda je vrlo jednostavna i reproduktibilna i zbog toga se najčešće koristi u rutinskoj kontroli kvaliteta meda (Gallina et al., 2010).

Alternativna metoda koja se primenjuje za određivanje vode u medu je Karl-Fišerova titracija (KFT). U osnovi, KFT se zasniva na modifikovanoj Bunzenovoj reakciji u kojoj voda stehiometrijski reaguje s jodom u odgovarajućem rastvaraču (npr. anhidrovanom metanolu) u prisustvu organske baze (npr. piridina, imidazola ili nekog drugog primarnog amina). Ova metoda se smatra najpouzdanijom metodom za određivanje vode u medu. Dobijeni rezultati zavise od eksperimentalnih uslova (korišćenih rastvarača, temperature), ali uglavnom daje više vrednosti za sadržaj vode u medu od ostalih metoda (Isengard et al., 2001, Gallina et al., 2010).

### 2.2.3 *Proteini i enzimi u medu*

#### Proteini u medu

Proteini su minorna komponenta meda i zastupljeni su u količini od 0,1-0,5%. Delom potiču od pčela, a delom su biljnog porekla i potiču iz polena i nektara. Sadržaj proteina u medu zavisi od botaničkog i geografskog porekla, kao i načina prerade i starosti meda.

Najveći deo proteina u medu čine enzimi koji dospevaju u med iz hipofaringalnih žlezda pčele, tokom prerade nektara i medljike (Won et al., 2008). Manji deo proteina potiče iz biljnih izvora, uglavnom polena (Baroni et al., 2002, Iglesias et al., 2006). U medu je takođe prisutan i glavni protein matičnog mleča 1 (55 kDa MRJP 1, engl. *major royal jelly protein*) nazvan Apalbumin 1, koji je dominantni glikoprotein matične mleči. Apalbumin 1 čini oko 23% od ukupnog sadržaja proteina u medu (Bilikova i Simuth 2010).

### Enzimi u medu

Enzimi su veoma značajne komponente meda, iako su prisutni u veoma malim količinama. Neki enzimi vode poreklo od pčela, koje one dodaju u med prilikom prerade nektara, a ostali potiču iz polena, nektara ili čak iz mikroorganizama prisutnih u nektaru i polenu. Aktivnost enzima se smatra pokazateljem kvaliteta tehnološke prerade, svežine i stepena zagrevanja meda (Babacan i Rand, 2007). Enzimi, zajedno s proteinima, medu daju svojstva koja se na drugi način ne mogu proizvesti niti nadomestiti. Iako većinu enzima u med dodaju pčele, med različitog botaničkog porekla pokazuje razlike u enzimskoj aktivnosti (Persano Oddo i Piro, 2004), verovatno zbog različite sekrecije nektara i stepena fiziološkog razvoja žlezda pčele tokom sezone. Najznačajniji enzimi u medu su: invertaza ( $\alpha$ -glukozidaza), dijastaza ( $\alpha$ -amilaza), glukoza-oksidaza i katalaza. Ostali enzimi, kao što su kisela fosfataza, peroksidaza, esteraza i  $\beta$ -glukozidaza, su generalno prisutni u manjoj količini i imaju manji analitički značaj.

Dijastaza ( $\alpha$ -amilaza) je najznačajniji enzim u medu. Aktivnost dijastaze je jedan od parametra kvaliteta koji se određuje prilikom kontrole meda, kao pokazatelj svežine i kvaliteta tehnološkog postupaka prilikom prerade i pakovanja meda. U slučaju zagrevanja meda, kao i prilikom dugog skladištenja, aktivnost dijastaze se smanjuje (Nagai et al., 2009, Kadir et al., 2009). Određene botaničke vrste meda, npr. citrusa i bagrema, kao i med proizvedeni u toplijim klimatskim područjima, prirodno imaju nisku aktivnost dijastaze (Bonvehí, 2000). Zakonska regulativa naše zemlje, kao i evropska regulativa, propisuju aktivnost dijastaze kao jedan od parametara procene kvaliteta meda. Dijastazni broj u jedinicama po Gotheu mora biti najmanje 8 DN, odnosno za med od citrusa i med iz tropskih područja minimalna vrednost je 3 DN.

Invertaza ( $\alpha$ -glukozidaza) ima najznačajniju ulogu u biohemijskim procesima tokom prerade nektara, kao i u procesima u kojima nastaju promene u sastavu ugljenih hidrata tokom čuvanja meda. To se pre svega odnosi na hidrolizu saharoze na glukozu i fruktozu, kao i na stvaranje viših šećera transglikozidaznim reakcijama (Bonvehí, 2000). Aktivnost invertaze takođe se smatra merilom svežine i stepena zagrevanja meda. Neke vrste meda prirodno imaju nisku aktivnost invertaze (Persano-Oddo, 1999).

Glukoza-oksidaza i katalaza su enzimi koji imaju uticaj na antibakterijsko svojstvo meda. Glukoza-oksidaza katalizuje oksidaciju glukoze u glukonsku kiselinu pri čemu kao proizvod reakcije nastaje i vodonik-peroksid. Katalaza je enzim koji razgrađuje vodonik-peroksid na vodu i kiseonik. Količina katalaze i invertaze direktno utiču na antibakterijski potencijal meda (Weston, 2000).

#### 2.2.4 *Aminokiseline u medu*

Osim vezanih u obliku proteina, med sadrži i slobodne aminokiseline. Aminokiseline potiču uglavnom iz polena, mada jedan deo dodaju i pčele tokom prerade nektara. U medu je utvrđeno prisustvo 26 aminokiselina, esencijalnih i neesencijalnih (Pérez et al., 2007, Hermosin et al., 2003).

Prolin je najzastupljenija aminokiselina i obično čini 80-90% svih aminokiselina prisutnih u medu (Truzzi, 2014). Sadržaj prolina je jedan od indikatora zrelosti meda. Takođe, smatra se da sadržaj prolina u zreлом, autentičnom medu mora biti veći od 180 mg/kg (Bogdanov, 2009). Sadržaj prolina nije zakonski obavezan parametar kvaliteta, ali se u nekim laboratorijama koristi za kontrolu autentičnosti meda. Potrebno je naglasiti da neke vrste meda (npr. bagremov) prirodno mogu sadržati manju količinu prolina.

#### 2.2.5 *Organske kiseline*

Sadržaj organskih kiselina u medu je oko 0,5%. Dugo se smatralo da je mravlja kiselina gotovo jedina kiselina u medu. Danas se zna da med sadrži čitav niz organskih kiselina. U medu je detektovano oko 30 nearomatičnih organskih kiselina, a u relativno većim količinama prisutne su glukonska, oksalna, buterna, sirćetna, limunska, vinska,

jabučna, mlečna i maleinska. Najzastupljenija organska kiselina je glukonska kiselina koja u medu nastaje oksidacijom glukoze u prisustvu enzima glukoza-oksidade (Suarez-Luque et al., 2002, Mato et al., 2003, Mato et al., 2006). Ukupna kiselost je značajan parametar kvaliteta meda, jer ima značajnu ulogu u organoleptičkim, fizičkim i hemijskim karakteristikama meda (Bogdanov, 1999).

Organske kiseline imaju sposobnost građenja helata sa metalnim jonima i time poboljšavaju aktivnost drugih antioksidanasa u medu, kao što su fenolne komponente (Gheldof et al., 2002). Takođe one doprinose organoleptičkim svojstvima meda, jer mnoge organske kiseline se u medu nalaze u obliku estara, i utiču na miris i ukus meda (Daniele, 2012).

### 2.2.6 Minerali u medu

Minerali su zastupljeni u količini od 0,1-0,2% u nektarskom medu i preko 1% u medljikovcu. Pri razmatranju mineralnog sastava meda neophodno je uzeti u obzir njegovo botaničko i geografsko poreklo, ali i uslove životne sredine u kojima se odvijala pčelinja paša, kao i postupke prerade meda (Bogdanov, 2007). Najzastupljeniji metal u medu je kalijum, koji čini 45-85% od ukupnog sadržaja minerala u medu. Ostali minerali prisutni u medu su Na, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn i Mn (Pohl, 2009).

Najveći deo metala u med dospeva iz zemljišta. Specifične geološke i geohemijske karakteristike zemljišta određene regije ogledaju se i u mineralnom sastavu medonosnog bilja, odnosno mineralnom sastavu njenog nektara i polena. Sadržaj minerala zavisi i od botaničkog porekla nektara i klimatskih uslova. Sa druge strane, sastav zemljišta i klimatski uslovi određuju strukturu i zastupljenost botaničkih vrsta medonosnih biljaka na određenom geografskom području. Može se reći da je mineralni sastav meda višestruko povezan sa njegovim geografskim i botaničkim poreklom, što je potvrđeno u velikom broju sprovedenih istraživanja (Bilandžić et al., 2014, Chen et al., 2014, Lachman et al., 2007, Pisani et al., 2008).

Pored botaničkih i geoloških izvora, metali u medu mogu biti i antropogenog porekla, tj. njihov izvor mogu biti kontaminanti prisutni u životnoj sredini. Pčele tokom paše dolaze u kontakt sa vazduhom, vodom, zemljištem i biljkama, pa prisutni kontaminanti životne sredine, na taj način dospevaju u košnicu. Zbog toga se prisustvo

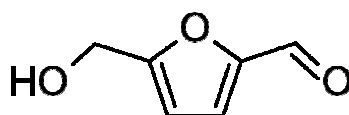
određenih minerala u medu, pre svega As, Hg, Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Se i Fe može smatrati indikatorom zagađenosti životne sredine. Prisustvo ovih kontaminenata ugrožava bezbednost hrane, i predstavlja potencijalnu opasnost po ljudsko zdravlje. U nekoliko istraživanja utvrđena je značajna razlika u sadržaju toksičnih metala u zavisnosti od područja na kojem se odvijala pčelinja paša (ruralno, planinsko, urbano ili industrijsko) (Kulek et al., 2014, Bilandžić et al., 2011, Devillers et al., 2002, Stankovska, 2008).

Med može biti kontaminiran i usled migracije metala iz opreme koja se koristi u toku njegove proizvodnje i prerade. U kontaktu sa medom neki metali (Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Pb, Ni i Zn) mogu da migriraju iz materijala (čelika i aluminijuma) od kojih je napravljena oprema za ekstrakciju, centrifugiranje i filtriranje meda. Takođe, migracija metala može da se odvija i iz materijala od kojih je napravljena ambalaža u kojoj se med transportuje ili pakuje. Prirodna kiselost meda (pH 3,5 - 4,8) i njegov korozivni uticaj na površine sa kojima dolazi u kontakt, pospešuju ovaj proces (Pohl, 2009).

### 2.2.7 Hidroksimetilfurfural (HMF)

Hidroksimetilfurfural je ciklični aldehid (Slika 2), koji u medu nastaje dehidratacijom fruktoze i glukoze u kiseloj sredini, a može nastati i u Maillardovim reakcijama prilikom zagrevanja meda. HMF se dalje razlaže na levulinsku i mravlju kiselinu. Brzina same reakcije je veća pri povišenoj temperaturi, a porast brzine reakcije proporcionalan je porastu temperature (Kowalski et al., 2013).

HMF je prirodno prisutan u medu, ali njegov sadržaj u svežem medu je izrazito mali i iznosi ispod 1 mg/kg. Na porast sadržaja HMF-a, u toku perioda čuvanja meda, osim temperature, mogu uticati faktori kao što su: upotreba metalnih posuda za čuvanje meda, izlaganje UV zracima, mineralni sastav, sadržaj organskih kiselina i vlage (Kadir, 2009).



Slika 2: Hidroksimetilfurfural

Sadržaj HMF-a brzo raste, ukoliko je temperatura sredine iznad 20°C. Prema istraživanjima, vreme potrebno za nastanak 30 mg/kg HMF-a u medu pri temperaturi od 30 °C iznosi do 300 dana, a pri temperaturi od 80°C za postizanje iste količine HMF-a potrebno je manje od 2 sata (Zhang et al., 2012, Fallico et al., 2004, Kowalski et al., 2013).

Dozvoljeni sadržaj hidroksimetilfurfurala u medu, prema Pravilniku (*Pravilnik o kvalitetu meda i drugih proizvoda pčela*, Službeni Glasnik RS br. 101/15) iznosi 40 mg/kg, a isti dozvoljeni sadržaj propisuju i Codex Standard i Evropska regulativa (Codex Alimentarius Commission 2001, Council Directive 2001/110/EC). Izuzetak čine med koji potiču iz zemalja ili regija sa tropskom klimom. Dozvoljeni sadržaj hidroksimetilfurfurala u tom medu je do 80 mg/kg.

### 2.2.8 Aromatične komponente

Aromatične (isparljive) komponente određuju aromu meda, kao jedno odznačajnijih organoleptičkih svojstava meda. Isparljive komponente meda potiču u velikoj meri iz nektara, pa su tesno povezane sa njegovim botaničkim poreklom. Osim iz nektara, isparljiva jedinjenja mogu poticati od pčelaili nastajati transformacijom postojećih jedinjenja u nektaru od strane pčela. Takođe, mogu nastati i tokom procesa prerade meda (zagrevanjem) ili tokom skladištenja meda (Jerković i Marijanović, 2009). Do sada je u medu identifikovano više od 600 različitih isparljivih komponenti. Komponente koje se najčešće nalaze u isparljivoj frakciji meda su različiti ugljovodonici, alkoholi, fenoli, etri, aldehidi, ketoni, estri i furani (Kaškonien et al., 2010, Jerković et al., 2014). Vrste monoflornog meda se međusobno razlikuju po senzorskim svojstvima, zbog razlika u aromatičnom profilu. Jedan od prvih identifikovanih „floralnih markera“ je metil-antranilat iz meda citrusa (Bertelli et al., 2008). Istraživanje na nekoliko vrsta australijskog meda eukaliptusa pokazalo je da imaju jedinstveni profil isparljivih jedinjenja, a kao botanički biomarkeri su se izdvojili 2-hidroksi-5-metilheksan-3-on i 3-hidroksi-5-metilheksan-2-on. (de la Fuente et al., 2007). Rezultati studije sprovedene na uzorcima kestenovog meda iz Italije pokazali su da je njihova isparljiva frakcija složena smesa najmanje 50 jedinjenja, od kojih bi neki (3-amino-acetofenon) mogli poslužiti kao identifikacioni markeri meda od kestena

(Guyot et al., 1998). U istraživanju sprovedenom od strane Čajke i saradnika, uspešno se detektovane aromatične komponente na osnovu kojih je moguće razlikovati med sa zaštićenim geografskim poreklom sa Korzike (Čajka et al., 2009).

### 2.2.9 Fenolne komponente (polifenoli)

Fenolna jedinjenja ili polifenoli su veoma rasprostranjeni u biljkama i predstavljaju najznačajniju grupu njihovih sekundarnih metabolita. Imaju širok opseg biološkog delovanja uključujući antioksidativno, antibakterijsko, antiinflamatorno, antialergijsko i antikancerogeno dejstvo (Merken et al., 2000). Med sadrži znatne količine fenolnih jedinjenja od kojih su naročito zastupljeni flavonoidi i fenolne kiseline (derivati benzoeve i cinaminske kiseline (3 fenil akrilna kiselina)) (Pyrzynska i Biesaga, 2009). Zahvaljujući prisustvu fenolnih jedinjenja i drugih bioaktivnih supstanci, neke vrste meda imaju značajan antioksidativni kapacitet (*Oxygen radical absorbance capacity* (ORAC)). Sadržaj fenolnih jedinjenja u medu zavisi prvenstveno od njegovog botaničkog porekla (Gheldof i Engeseth, 2002).

Flavonoidi koji se najčešće nalaze u medu su pinocembrin, apigenin, kamferol, kvercetin, galangin, krisin, pinobanksin, luteolin i hesperitin. Količina flavonoida u medu može iznositi do 6000 µg/kg, dok je njihov sadržaj veći u polenu (0,5%) i u propolisu (10%) (Tomas-Barberan et al., 2001).

Činjenica da svaka biljna vrsta poseduje specifičan flavonoidni profil, podstakla je mnoga istraživanja u cilju povezivanja flavonoidnog profila i botaničkog porekla meda. Pri tome treba imati u vidu da se određene flavonoidne komponente koje ulaze u sastav propolisa (pinobanksin, galangin, krisin, pinocembrin) ne mogu koristiti kao pokazatelji botaničkog porekla, jer njihova koncentracija u medu zavisi od kontaminacije meda propolisom. U 11 od 12 vrsta ispitivanih uzoraka med Bogdanov je utvrdio prisustvo flavonoida pinocembrina, kojeg su i drugi istraživači identifikovali u većini ispitivanih uzoraka (Bogdanov, 1989).

U nekoliko istraživanja flavonoidnog profila meda utvrđen je hesperetin kao marker za identifikaciju meda citrusa, kempferol za med ruzmarina i kvercetin za suncokretov med, jer je prisustvo ovih flavonoida utvrđeno samo u ovim botaničkim vrstama meda (Tomas-Barberan et al., 2001).



Osim flavonoida, med sadrži i druge fenole od kojih su najznačajnije fenolne kiseline. Fenolne kiseline, pripadaju dvema grupama: hidroksi-benzoeve kiseline (galna i elaginska kiselina) i hidroksi-cinaminske kiseline (kofeinska, ferulna, *p*-kumarinska i sinapinska kiselina). Obe grupe su zastupljene u medu, kao i njihoviestri. Osim estara navedenih kiselina prisutni su i neki drugi kao npr. metil-vanilat, metil-siringat i metil-4-hidroksibenzoat koji su pronađeni u različitim vrstama meda poput bagremovog, kestenovog, suncokretovog i meda od uljane repice (Escriche et al., 2014, Gašić et al., 2004b).

Sadržaj polifenola u medu ima značajan uticaj na boju meda. Podaci iz literature ukazuju da postoji snažna korelacija između boje meda i ukupnog sadržaja fenola (Brudzynski et al., 2011). Tamni med ima veći ukupan sadržaj fenola od svetlog meda. Mnoga istraživanja su pokazala da flavonoidi iz hrane imaju povoljan uticaj za ljudsko zdravlje (Merken i Beecher, 2000).

### 2.3 Botaničko i geografsko poreklo meda

Globalizacijom tržišta meda, koje trenutno obuhvata oko 150 zemalja, pitanje botaničkog i geografskog porekla meda, kao i autentičnosti ovog prirodnog proizvoda, koji je veoma često predmet falsifikovanja, dobijaju na značaju.

Pčele prikupljaju nektar i medljiku sa biljaka u okolini svojih košnica čime optimizuju energetska efikasnost. Količine nektara i medljike inkorporirane u med variraju u zavisnosti od tipa okolne vegetacije, periode cvetanja biljaka ili perioda proizvodnje medljike od strane insekata, kao i vremena kada je med izvađen iz košnice (Seeley, 1995). Zbog toga su hemijski sastav i organoleptička svojstva meda podložni varijabilnosti. Ova varijabilnost se može smatrati manom, ako se posmatra sa aspekta težnje ka čistom monoflornom medu. Sa druge strane, varijabilnost drugih prirodnih namirnica, kao što su maslinovo ulje, sirevi ili vino je pretvorena u njihovu prednost, isticanjem razlika i posebnih obeležja kvaliteta, uz odgovarajući marketing.

Proizvodnja monoflornog meda generalno podrazumeva veće napore od strane pčela. Monoflorni med se proizvodi na mestima gde snažno preovladava biljna vrsta koja proizvodi željeni nektar ili medljiku. To se uglavnom postižeseljnjem pčelinjih društava na određenu lokaciju neposredno pre početka perioda cvetanja određene biljne

vrste. Pod povoljnim klimatskim uslovima, pčele će prikupljati velike količine nektara ili medljike preovlađujuće biljne vrsta zastupljene u okolini košnice. Prikupljeni nektar (ili medljiku) pčele čuvaju u saću i tako stvaraju monoflorni med, koji se vadi iz košnice odmah nakon završenog perioda cvetanja određene biljne vrste. Broj vrsta monoflornog meda koje se mogu proizvesti na određenom području zavisi od geografskih i klimatskih uslova. U oblasti Mediterana vegetativni period medonosnih biljaka je znatno duži i njihova raznovrsnost veća u odnosu na Severnu Evropu. Na severu, osim manje raznovrsnosti biljaka, zbog kratkog vegetativnog perioda više biljaka cveta istovremeno, zbog čega je proizvodnja čistog monofloralnog meda otežana. Međutim, produkcija nektarskog soka je intenzivnija tokom kratkog vegetativnog perioda, što rezultira većim prinosima meda. U mediteranskim zemljama oko 50% meda na tržištu je sa oznakom botaničkog porekla.

Važećim međunarodnim standardima upotreba oznaka botaničkog i geografskog porekla je dozvoljena: „ukoliko med dolazi iz navedenog izvora i poseduje organoleptičke, fizičko-hemijske i mikroskopske karakteristike izvora" (Codex Alimentarius, 2001, Council Directive 2001/110/EC). Ako se uzme u obzir visok procenat (gotovo 60%) netačnih oznaka botaničkog porekla meda od strane pčelara, jasno je da se pri definisanju botaničkog porekla meda ne može osloniti samo na posmatranje područja na kojem se odvijala pčelinja paša. (Bryant i Jones, 2001). Laboratorije koje se bave analitikom meda uglavnom imaju ustanovljene sopstvene kriterijume za utvrđivanje botaničkih oznaka meda, koji se mogu međusobno razlikovati. Ove razlike u kriterijumima često predstavljaju barijeru u međunarodnoj trgovini monofloralnim medom. Da bi se sačuvala reputacija monoflornih vrsta meda, i zaštitili potrošači od dovođenja u zabludu vezanih za pogrešno deklarisanje botaničkog porekla meda, neophodno je uspostavljanje jasnih i jedinstvenih kriterijuma. Važan korak u tom pogledu je napravljen objavljivanjem monografije koja opisuje fizičko-hemijska i organoleptička svojstva, kao i polensku analizu 15 najvažni evropskih monoflornih vrsta meda (von der Ohe, 2004). U ovu monografiju, nažalost, nisu uključeni uzorci meda sa područja Republike Srbije.

Apsolutno čist monoflorni med ne postoji, jer pčele nikad za svoju pašune koriste jednu biljnu vrstu, čak i ako je ona dominantna. Definisanje jasne granice između poliflornog i monoflornog meda je težak zadatak, jer postoje brojni izvori nektara koji

se mogu mešati u promenljivim odnosima. Ne postoji tehnika kojom je moguće tačno određivanje odnosa pojedinih biljnih nektara u medu. Sa stanovišta potrošača je ipak važnije da određeni tip meda uvek bude prepoznat, odnosno da med određenog botaničkog i geografskog porekla uvek ima za potrošača željene karakteristike. U tom smislu, najbolje rezultate može dati pristup koji ima za cilj prikupljanje informacija o sastavu medarazličitog botaničkog, regionalnog i geografskog porekla, i pronalaženja sličnosti i razlika karakteristikaovih realnih uzoraka. Geografsko i botaničko poreklo meda su u direktnoj vezi jer je tip vegetacije direktno povezan sa geografskim područjima stoga su neki autori predložili isovremeno određivanje ova dva kriterijuma (Juan-Borrás et al., 2014, Ruoff et al., 2005). Dešava se da med istog botaničkog porekla analiziran u različitim studijama bude okarakterisan na različite načine. Na primer, Cherchi i saradnici (Cherchi et al., 1994) označili su glukonsku kiselinu kao tipičnu komponentu za med od planike (*Arbutus unedo* L.), a Cabras i saradnici (Cabras et al., 1999) su utvrdili da se ovaj med može razlikovati od brugih botaničkih vrsta po prisustvu homogentinske kiseline. Tuberoso i saradnici (Tuberoso et al., 2010) su na osnovu istraživanja sprovedenog na medu od planike iz Sardinije, zaključili da pored homogentinske kiseline, postoje i druge kiseline koje mogu biti markeri za ovu vrstu meda.

Botaničko poreklo meda se u službenoj kontroli najčešće određuje na osnovu polenske analize u kombinaciji sa senzornom analizom meda. Polenska analiza je mikroskopska analiza meda koja omogućava identifikaciju botaničkih čestica u medu sa težištem na polenu. Polen u med unose pčele, preko nektara koje prikupljaju. Količina polena u nektaru zavisi pre svega od građe cveta, odnosno od položaju prašnika u odnosu na nektarije. Ako su prašnici smešteni iznad nektarija, postoji veća verovatnoća da će polen pasti u izlučeni nektar. Osim toga, količina polena u nektaru zavisi i od količine proizvedenog polena, njegovih dimenzija, kao i od toga da li se izlučivanje nektara poklapa sa sazrevanjem prašnika. Takođe, neke biljne vrste proizvode male količine polena ili poseduju sterilne prašnike koji ne proizvode polen (neki kultivisani agruma i lavanda). Na količinu polena u nektaru utiče i proces filtriranja nektara. Tokom skupljanja nektara i same prerade meda, polen se izdvaja u mednom mehuru pčele. Odstranjivanje polena zavisi od vremena zadržavanja nektara u mednom mehuru, veličini polena i strukturi njegove površine. Uzimajući u obzir navedene činjenice,

polen, prema zastupljenosti u medu u odnosu na nektar može biti: dominantni (kesten, uljana repica, facelija, eukaliptus), normalno zastupljen (jasen) i malo zastupljen (bagrem, lipa, detelina, lavanda, žalfija, citrusi) (von der Ohe et al., 2004).

Količine nektara određene botaničke vrste inkorporirane u med nisu u direktnoj korelaciji sa količinom polena, pa određivanje botaničkog porekla meda samo na bazi rezultata polenske analize može dovesti do pogrešnih zaključaka. Osim toga, polenska analiza meda je i dugotrajan postupak, koja zahteva iskusnog melizopalinologa.

Za monoflorni med je veoma značajno posedovanje odgovarajućih organoleptičkih karakteristika (boje, mirisa i ukusa), tipičnih za određenu vrstu monoflornog meda. Male količine nektara ili medljike sa jakim ukusom ili bojom (na primer, kesten) utiču na organoleptička svojstva meda sa slabim mirisom i svetlom bojom, kao što je bagremov med. Nasuprot tome, velike količine nektara sa slabom ekspresijom, nemaju uticaj na senzorne osobine meda sa jako izraženim organoleptičkim osobinama (Piana et al., 2004).

### *2.3.1 Određivanje botaničkog i geografskog porekla meda*

Poslednjih decenija interes za autentičnost meda i pčelinjih proizvoda je u neprekidnom porastu. U literaturi se može naći veliki broj radova koji se bave ovom problematikom, i koji imaju veoma različite pristupe. Pojedini radovi navode osnovne fizičko-hemijske parametre kao što su pepeo (Felsner et al., 2004), električna provodljivost meda, sadržaj pepela i pH-vrednost (Corbella i Cozzolino, 2006) ili boja, električna provodljivost, pH-vrednost i sadržaj šećera (Mateo i Bosch-Reig, 1998) za klasifikaciju meda različitog botaničkog porekla. Nozal i saradnici (Nozal et al., 2005) su koristili hemometriju i ugljenohidratni profil meda za klasifikaciju meda prema botaničkom i regionalnom poreklu u okviru španske provincije Soria. I u drugim radovima, ugljenohidratni profil je uspešno korišćen (Ouchemoukh et al., 2004, Kaskoniene et al., 2010). Fizičko-hemijske parametre i isparljive komponente zajedno sa hemometrijskom i melizopalinološkom analizom je koristio i Soria i saradnici (Soria et al., 2004) za utvrđivanje razlika između nektarskog meda i medljikovca. Za ove dve vrste meda takođe je utvrđena razlika u aminokiselinskom sastavu, posebno u sadržaju glutaminske kiseline i triptofana (Iglesias et al., 2004). Marini i saradnici (Marini et al.,

2004) za karakterizaciju šest različitih vrsta meda (meda od kestena, cvetnog meda, medljikovca, eukaliptusa i med od slatkovine (vučje trave-*Hedisarum coronarium* L.) iz Italije su koristili podatke o pH, električnoj provodljivost, specifičnoj rotaciji, boji, aktivnosti diastaze, sadržaju vode, laktone, slobodnih ukupnih kiselina, ugljenih hidrata, sadržaju HMF-a i izotopskom sastavu. Ukupan sadržaj fenola, antioksidativna aktivnost i boja utvrđeni su u studiji za šest poljskih monofloernih vrsta meda (bagrem, uljana repica, lipa, zlatni prut, vrjes i heljda), i statistički poređeni sa medom iste vrste a različitog geografskog porekla (Kus et al., 2014).

U istraživanju sprovedenom u Španiji, razmatran je uticaj geografskog porekla meda (Španija, Rumunija i Češka) na hemijski sastav i isparljive komponente tri vrste monofloernog meda: meda od bagrem, lipe i suncokreta (Juan-Borrás et al., 2014). Primenom PCA analize je utvrđeno da botanička vrsta meda ima daleko veći uticaj na razdvajanje uzoraka od geografskog porekla, pre svega zbog prisustva pojedinih isparljivih jedinjenja, kao što su karvakrola i  $\alpha$ -terpinen za med od lipe;  $\alpha$ -pinene i 3-metil-2 butanol za suncokretov med, i cis-linalol-oksidi za bagremovog med. Diskriminantnim modelom dobijenim za svaku botaničku vrstu meda utvrđeno je da je diferencijacija meda prema geografskom poreklu uglavnom zasnovana na prisustvu isparljivih jedinjenja, i to 2-metil-2-butenal i 2-metil-2-propanol za bagrema meda, 1-heksanol i  $\alpha$ -pinen za suncokretov med i 3-metil-1-butanola i otriienol, za lipov med. U manjoj meri razdvajanje je bilo zasnovano i na pojedinim fizičko-hemijskim parametrima (aktivnost diastaze, saharoza i provodljivost). Određivanje isparljivih komponenti je potvrđeno kao koristan alat za utvrđivanje botaničkog i geografskog porekla meda i u drugim radovima (Cuevas-Glory, et al., 2007, Alissandrakis et al., 2011, Tuberoso et al., 2012, Pohl et al., 2014).

Mineralni sastav meda je višestruko povezan sa njegovim geografskim i botaničkim poreklom. Terrabi i saradnici (Terrab et al., 2003) su primenom statističkih metoda uspešno razdvojili med od eukaliptusa i medljikovca, dok se rezultati za druge tri vrste meda preklapaju. Madeiczka i Baralkiewicz (Madeyczka i Baralkiewicz, 2008) su utvrdili razliku između meda od uljane repice i medljike iz Poljske. Ove vrste meda su statistički značajno razlikuju u sadržaju gotovo svih elementata koje su određeni. Pisani i saradnici (Pisani et al., 2008) uspešno razdvajaju italijanski med prema botaničkom poreklu (cvetni, medljikovac i detelina) koristeći mineralni sastav. Na osnovu

mineralnog sastava u mnogim istraživanjima med je uspešno klasifikovan prema svom geografskom poreklu (Wu et al., 2015, Batista et al., 2012, Bilandžić et al., 2011, Czipa et al., 2015).

Podatke koji se koriste za utvrđivanje botaničkog i geografskog porekla meda moguće je svrstati u tri osnovne grupe: mineralni sastav, sastav organskih supstanci (kao što su šećeri, aminokiseline, organske kiseline, isparljiva jedinjenja i dr.) i spektroskopske podatke. Većina istraživanja, pogotovo u poslednjoj deceniji koristi multivarijantne statističke metode kao alat za analizu dobijenih podataka. PCA i CA su najčešće korišćene statističke metode, međutim u nekim istraživanjima nisu dale zadovoljavajuće rezultate za klasifikaciju uzoraka na osnovu nekih kriterijuma (Cacic et al., 2009, Cajka et al., 2009, Camina et al., 2008, Stanimirova et al., 2010, Bentabol Manzanares et al., 2011).

Među diskriminantnim tehnikama, linearna diskriminantna analiza (LDA) zauzima značajno mesto kao najčešće korišćen alat (Hennessy et al., 2010, Camina, et al., 2012). Poslednjih godina, upotreba metode nosećeg vektora (eng. *Support Vector Machine*, SVM) i hibridnih tehnika, kao što je metoda delimičnih najmanjih kvadrata sa diskriminantnim pristupom (*Partial Least Square Discriminant Analysis*, PLS-DA) pokazuju tendenciju rasta (Baroni et al., 2009, Pierna et al., 2011, Latorre et al., 2000, Aliferis et al. 2010). Korišćenje ovih savremenih statističkih metoda, ne samo za klasifikaciju botaničkog i geografskog porekla meda, već i za utvrđivanje falsifikata meda i klasifikaciju drugih pčelinjih proizvoda, će nastaviti da raste jer su ovi statistički alati potvrđeni kao veoma korisni u velikom broju dosadašnjih studija.

Sa stanovišta broja sprovedenih istraživanja, glavni doprinos u ovoj oblasti potiče od evropskih zemalja.

## 2.4 Multivarijantna hemometrijska analiza

Multivarijantna hemometrijska analiza, kao deo hemometrije je hemijska disciplina koja koristi statističke i matematičke metode, da bi dizajnirala ili odabrala optimalne procedure i eksperimente i obezbedila maksimalan broj informacija analizom hemijskih podataka. Multivarijantna statistička analiza je moćan alat za analizu i strukturiranje setova podataka i izradu empirijskih matematičkih modela koji mogu da predvide

značaj određenih svojstava koji nisu direktno merljiva. Multivarijantna statistika je produžetak univarijantne statistike. Univarijantna statistička analiza (deskriptivna statistika) posmatra svaku promenljivu odvojeno, dok multivarijantna analiza podataka posmatra veći broj varijabli istovremeno i na taj način se često dobija kvalitetnija evaluacija podataka.

#### 2.4.1 *Analiza varijansi*

Analiza varijansi (ANOVA) je statistička metoda za poređenje srednjih vrednosti, odnosno proveru pretpostavke (hipoteze) o jednakosti srednjih vrednosti tri ili više nezavisnih skupova. ANOVA pomoću F-testa može da odredi da li u okviru poređenih skupova postoji barem jedan koji po svojoj srednjoj vrednosti statistički značajno razlikuje od ostalih poređenih skupova. Značajnost rezultata statističkog testa određuje se pomoću p-vrednosti. Pre primene testa na analizirane podatke potrebno je definisati nivo značajnosti ( $\alpha$ ). Nivo značajnosti je jednak verovatnoći da se odbaci tačna nulta hipoteza (pretpostavka da postoji jednakost srednjih vrednosti). Da bi se rezultat testa smatrao statistički značajnim, potrebno je da p-vrednost bude manja od izabranog nivoa značajnosti testa. Kada je p-vrednost manja od odabranog nivoa značajnosti, tada nulta hipoteza postaje neodrživa i odbacujemo mogućnost da je rezultat slučajnosti, što znači da postoji neki efekat koji je doveo do uočenih rezultata.

ANOVA spada u parametrijske testove i pre njene primene potrebno je proveriti odsustvo ometajućih faktora, koji moraju biti ili odsutni ili njihovo prisustvo mora biti na odgovarajućem nivou koji se može tolerisati (Boslaugh i Watters, 2008). Najznačajniji ometajući faktori su: odstupanja od normalne raspodele, prisustvo ekstremnih vrednosti, heteroskedastičnost, pojava autokorelacije unutar i korelacije među ispitivanim skupovima podataka. Ukoliko su ometajući faktori prisutni u meri koja prevazilazi otpornost primenjenih statističkih testova, statistički test se ne može primeniti, jer rezultati testa neće biti validni.

Normalna raspodela je definisana Gausovom krivom koja je zvonastog oblika, pa se često naziva i Gausova raspodela. Najveća verovatnoća kod normalne raspodele se javlja za vrednost koja je jednaka aritmetičkoj sredini. Ukoliko se ova dva parametra značajno razlikuju, može se sa sigurnošću pretpostaviti da posmatrana raspodela nije

normalna. Normalnost raspodele se može proveriti različitim statističkim testovima (Kanji, 2006).

Heteroskedastičnost označava heterogenu varijansu koja se može javiti kada skupovi podataka koji se porede imaju različitu disperziju vrednosti (varijansu) ili kada se varijabilnost menja u okviru jednog skupa. Antonomijom pojma heteroskedastičnosti je homoskedastičnost, koja opisuje situacije kod kojih je varijansa među posmatranim skupovima podataka jednaka, a u okviru pojedinačnih skupova konstantna. Heteroskedastičnost znatno utiče na mnoge statističke testove, stoga je do sada razvijeno mnoštvo testova koji se koriste za detekciju heteroskedastičnosti u analiziranim podacima. Bartletov test je jedan od testova koji su najduže u upotrebi, međutim, premda ima veliku moć, veoma je zavisano od normalne raspodele. Čak i mala odstupanja od normalnosti dovode do pogrešnih rezultata Bartletovog testa, pa tada ne može biti sigurno da li je detektovao heteroskedastičnost ili odstupanje od normalneraspodele (Krishnamoorthy et al., 2007). Levinov test se u računu oslanja na razliku između pojedinačnih merenja i aritmetičke sredine grupe kojoj merenja pripadaju. Ovaj test je superioran u odnosu na Bartletov test, zato što ne insistira da podaci imaju normalnu raspodelu.

ANOVA je relativno neosetljiva na odstupanja od normalne raspodele, međutim, pojava heteroskedastičnosti može da ima ozbiljniji uticaj na rezultat F-testa. Razlike među varijansama poređenih skupova ne moraju nužno imati izražen negativan uticaj na ANOVA-u ako su one umerene.

Određeni faktori pozitivno utiču na osetljivost ANOVA-e. Poželjno je da skupovi koji se porede imaju što veći broj podataka. Ako je broj skupova čije se varijanse porede manji, otpornost F-testa će biti veća (Boslaugh i Watters, 2008).

#### Kraskal-Valis (Kruskal-Wallis-KW) test

Kraskal-Valis (Kruskal-Wallis-K-W) test spada u neparametrijske testove koji se baziraju na rangiranju podataka i poređenju celokupne populacije. Rangiranjem se obezbeđuje normalna raspodela i homoskedastičnost podataka. Nakon rangiranja će redosled vrednosti u transformisanim skupovima biti isti kao i u originalnim skupovima podataka, međutim, nije isključeno da skup koji je imao manju aritmetičku sredinu ili medijanu, nakon rangiranja dobije veće vrednosti aritmetičke sredine ili medijane



rangova, u odnosu na drugi skup sa kojim se poredi. Nulta hipoteza ANOVA-e je da poređeni skupovi pripadaju populacijama sa jednakim aritmetičkim sredinama, dok je nulta hipoteza K-W testa da poređeni skupovi imaju jednake srednje vrednosti rangiranih podataka. Osobina K-W testa je da poredi populacije na generalnom nivou, umesto da se fokusira na njihove aritmetičke sredine (Kanji, 2006).

## 2.4.2 *Multivarijantna analiza*

### Analiza glavnih komponentata (PCA)

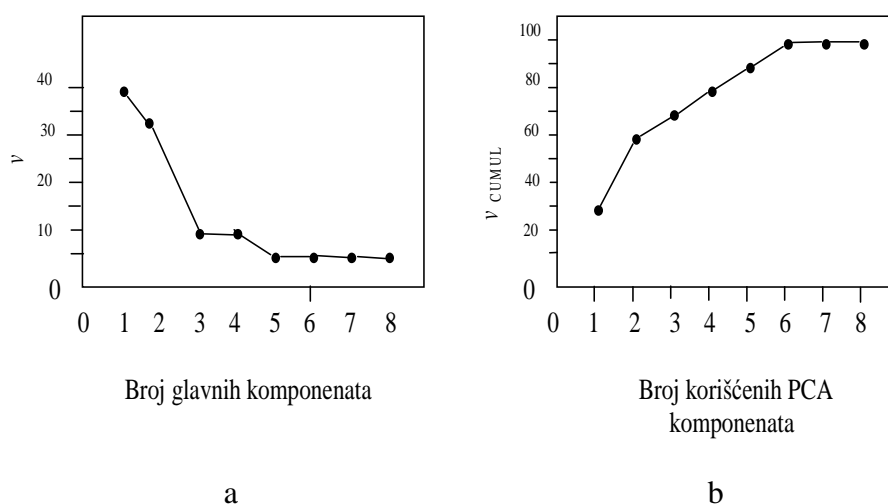
Analiza glavnih komponentata je multivarijantna metoda za određivanje linearnih latentnih varijabli (komponentata). Može se shvatiti kao metoda pomoću koje se formira novi koordinatni sistem sačinjen od međusobno normalnih latentnih varijabli usmerenih na pravac najvećeg varijabiliteta među podacima. PCA uzima u obzir sve varijable i može se primeniti na bilo koju matricu podataka  $X$ , pri čemu se  $y$ -podaci ne uzimaju u obzir (Brereton, 2007).

Smanjenje dimenzionalnosti podataka koristi se u cilju:

- Vizualizacije multivarijantnih podataka pomoću grafika rasutosti (scatter plot).
- Prevođenja visokokorelisanih  $x$ -varijabli u manji set nekorelisanih latentnih varijabli koje mogu da se koriste u daljoj hemometrijskoj analizi.
- Razdvajanja značajnih informacija sadržanih u podacima (opisanih pomoću nekoliko latentnih varijabli) od onih koje su manje bitne.

PCA se sastoji u pronalaženju pravca među varijablama koji na najbolji način odražava relativno rastojanje između objekata i opisuje maksimum varijanse skorova. Skorovi predstavljaju projekcije vrednosti podataka na latentnu varijablu, odnosno pravac. Ovaj pravac se naziva prva glavna komponenta ( $PC1$ ) i definiše se pomoću vektora koeficijenata latentnih varijabli (loading vector). Odgovarajući skorovi predstavljaju linearnu kombinaciju koeficijenata i varijabli. Druga glavna komponenta ( $PC2$ ) predstavlja pravac normalan na  $PC1$  kojim se opisuje maksimum preostalog varijabiliteta među podacima. Sve dalje glavne komponente su normalne na prethodne i njihov pravac pokriva varijanse među podacima projektovane na posmatrani pravac. Ukupan broj glavnih komponentata jednak je broju varijabli (Trifković, 2013).

Broj glavnih komponenata se u najvećem broju slučajeva određuje pomoću grafika zavisnosti broja komponenata od varijanse PCA skorova (Slika 3a). Saglasno definiciji, PC1 poseduje najveću varijansu dok svaka naredna glavna komponenta opisuje sve manji udeo varijabiliteta. Na pomenutom grafiku kriva naglo opada posle nekoliko prvih komponenata, jer je najveći deo varijanse objašnjen pomoću njih. Preostale glavne komponente sa niskim vrednostima varijansi pružaju informacije koje su od malog značaja za posmatranu analizu. Tačka u kojoj kriva odjednom postaje ravna predstavlja broj glavnih komponenata koje bi trebalo uzeti u obzir za dalju analizu. Pojedini programi za obradu podataka koriste svojstvene vrednosti na pomenutim graficima zavisnosti, koje su identične varijansama skorova. Kumulativna varijansa (vcumul) PCA skorova pokazuje koliki deo ukupne varijanse je obuhvaćen određenim brojem glavnih komponenata (Slika 3b). Po pravilu, broj glavnih komponenata koji se uzima za dalju obradu bi trebalo da objašnjava najmanje 80% ukupne varijanse podataka.



Slika 3: Grafik zavisnosti broja glavnih komponenata od a) varijanse PCA skorova (udeo u ukupnoj varijansi), b) kumulativne varijanse PCA skorova.

Analiza glavnih komponenti se izvodi u sledećim koracima:

- Vršiti se standardizacija originalnih podataka tako da originalne varijable imaju aritmetičku sredinu jednaku nuli i varijansu jednaku jedinici. Na taj način svaka varijabla dobija istu „težinu” za PCA. Međutim, u izvesnim slučajevima skaliranje podataka ima neželjene efekte. Naime, varijable za koje se zna da sadrže malu količinu informacija, posle centriranja, odnosno

autoskaliranja postaće značajne koliko i varijable koje sadrže značajnije informacije. PCA ne može da napravi razliku između značajnih i informacija od malog značaja, već izražava što je moguće više varijabiliteta među podacima. U slučajevima kada je značaj pojedinih varijabli poznat, a među varijablama postoje one koje su manje značajne, podatke ne bi trebalo skalirati pre početka analize.

- Izračunava se matrica kovarijansi  $C$ .
- Izračunavaju se ajgen-vrednosti  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$  i odgovarajući ajgen-vektori  $a_1, a_2, \dots, a_p$ . Glavna komponenta je tako iskazan apreko koeficijenta  $a$  i varijanse  $\lambda_i$ .

Komponente koje se u modelu odnose na malu proporciju varijacija podataka se eliminišu. Na primer, ako prve dve komponente objašnjavaju 95% varijabiliteta, onda se sve ostale eliminišu. Tada su prve dve komponente zapravo glavne komponente.

Analiza glavnih komponenti ne uspeva uvek u tome da veliki broj originalnih varijabli  $X$  smanji na mali broj izvedenih varijabli  $Z$ . Ako originalne varijable nisu u korelaciji, analiza neće postići nikakav rezultat. Najbolji rezultati se postižu kada su originalne varijable u visokoj korelaciji, bilo pozitivnoj ili negativnoj. Ako postoji takav slučaj, onda se može očekivati da će se skup od 20 originalnih varijabli redukovati na svega dve ili tri glavne komponente. Pored toga, korisna će biti i činjenica da je otkriven visok stepen redundantnosti kod originalnih varijabli.

#### Linearna diskriminantna analiza (LDA)

Linearna diskriminantna analiza je statistička metoda klasifikacije objekata u međusobno isključive grupe na osnovu varijabli koje prave razliku između objekata. Cilj analize je da se definiše manji broj "novih" varijabli, koje bi opisale razlike među grupama. Te nove varijable se nazivaju diskriminantnim varijablama. Diskriminantne varijable se dobijaju kao linearne kombinacije originalnih varijabli, uz uslov da te varijable maksimalno razlikuju grupe.

Za razliku od PCA, koja ima ulogu redukcije multidimenzionalnog prostora, LDA određuje pravce u kojima je razlika između klasa maksimalna. Prema Fišer-u, broj diskriminantnih funkcija je jednak broju klasa minus jedan, u slučaju kada je broj promenljivih veći od broja klasa (Ristivojević, 2014).

Koraci u linearnoj diskriminantnoj analizi su:

- određivanje diskriminantnih varijabli, tj. varijabli na kojima se grupe što je moguće više međusobno razlikuju,
- redukovanje broja diskriminantnih varijabli, tj. zadržavanje samo onih na kojima se centrioidi pojedinih grupa statistički značajno razlikuju i
- interpretacija diskriminativnih varijabli pomoću originalnih.

Originalne varijable (koje opisuju entitete i iz kojih se izvode diskriminantne varijable) nazivaju se prediktorima, a varijable (selektorske) kojima se određuje pripadnost entiteta pojedinoj grupi se nazivaju kriterijumske (grouping) varijable. U svakom koraku analize, analiziraju se i ocenjuju sve varijable kako bi se odredilo koja najviše pridonosi diskriminaciji između grupa. Vrednost F je veličina na osnovu koje se donosi zaključak o izboru varijabli u diskriminantnoj analizi. Ova vrednost pojedine varijable pokazuje njenu statističku značajnost u diskriminaciji između grupa. F vrednost je mera jedinstvenog (parcijalnog) doprinosa pojedine varijable u postupku predikcije pripadnosti nekog objekta grupi. Uvek se bira ona varijabla koja ima najveći doprinos "diskriminaciji" između grupa, tj. ona varijabla koja ima najveći parametar F. Wilksov-lambda parametar je pokazatelj statističke značajnosti diskriminantne snage modela, i ima vrednosti od 1 (kada nema diskriminantne moći) do 0 (maksimalna diskriminantna moć). Parcijalni Wilksov-lambda parametar je mera pojedinačnog doprinosa varijable u diskriminaciji grupa. Što je manja vrednost koeficijenta to je veći pojedinačni doprinos varijable u diskriminaciji (0 odgovara perfektnoj diskriminantnoj moći). Wilksov-lambda koeficijent se može transformisati u F-vrednost pripadajućeg p, i ove vrednosti služe za odlučivanje o značajnosti (signifikantnosti) F-vrednosti. Kanonička analiza se sprovodi u cilju određivanja "stvarne" diskriminantne funkcije, tj. načina na koji varijable diskriminišu grupe, odnosno radi određivanja statističke značajnosti diskriminantnih funkcija. Na osnovu koeficijenata diskriminantne funkcije i originalnih podataka izračunavaju se opterećenja diskriminantne funkcije (discriminant function scores). Matrica strukture daje korelaciju originalnih i diskriminantnih varijabli Na osnovu koeficijenta matrice strukture diskriminantnim funkcijama (varijablama) pridružuje se određeno (smisleno) značenje (Ristivojević et al., 2014, Varmuza i Filzmoser, 2009).

### 3 MATERIJAL I METODE

#### 3.1 Uzorci meda

Uzorci meda su prikupljeni posredstvom Saveza pčelarskih organizacija Srbije (SPOS), direktno od proizvođača meda (pčelara) od decembra 2009. godine do marta 2010. godine. Svi prikupljeni uzorci su proizvedeni u sezoni proleće/leto 2009. godine. Uzorci su dostavljeni u laboratoriju u staklenoj ili plastičnoj ambalaži, u količini od 1 kg, uz podatke o regionalnom i botaničkom poreklu meda, kao i podacima o proizvođaču.

Ukupno je prikupljeno 380 uzoraka meda, od toga: 201 monoflorni med (167 uzoraka bagremovog meda, 11 uzoraka lipovog meda, 23 suncokretova meda), 171 poliflorni (livadski ili cvetni) med i 8 monofloernih vrsta meda drugih botaničkih vrsta (Tabela 2).

Tabela 2 : Botaničke vrste i broj analiziranih uzoraka meda

Vrsta meda	Broj
Bagremov med ( <i>Robinia Pseudoacacia</i> )	167
Lipov med ( <i>Tilia spp.</i> )	11
Suncokretov med ( <i>Helianthus annuus</i> )	23
Livadski med (poliflorni med)	171
Druge botaničke vrste (beli bosiljak, uljana repica, zlatni prut, heljda)	8
<b>ukupno</b>	<b>380</b>

Botaničko poreklo je definisano od strane proizvođača meda, a potvrđeno je organoleptičkom analizom najznačajnijih karakteristika meda (boja, miris i ukus) od strane obučanih senzornih analitičara.

U odnosu na geografsko poreklo, prikupljeni uzorci su poticali sa teritorije Srbije, pri čemu je u dogovoru sa SPOS-om regionalna podela izvršena na šire regione i to:

- REGION GRADA BEOGRADA (Beograd, Lazarevac, Obrenovac, Sopot, Mladenovac, Vrčin, Grocka, Ripanj)
- REGION JABLANIČKO-PČINJSKO-KOSOVSKO-METOHIJSKI (Bojnik, Vlasotince, Leskovac, Medveđa, Crna Trava, Bosilegrad, Bujanovac, Vranje, Preševo, Surdulica, Trgovište, Bujanovac, Zvečan, Leposavić, ZubinPotok, Priština)
- REGION BANATSKI (Zrenjanin, Nova Crnja, Sečanj, Mužlja, Konak, Alibunar, Bela Crkva, Vršac, Kovačica, Kovin, Pančevo, Plandište, Starčevo, Ada Kanjiža, Kikinda, Novi Kneževac, Senta, Čoka)
- REGION BAČKI (Apatin, Odžaci, Sombor, Bački Monoštor, Karavukovo, Sivac, Bogojevo, Bačka Topola, Subotica, Bajmok, Stara Moravica, Bač, Bačka Palanka, Bački Petrovac, Bečej, Vrbas, Novi Sad, Srbobran, Sremski Karlovci, Temerin, Titel)
- REGION SREMSKI (Inđija, Irig, Ruma, Sremska Mitrovica, Šid, Maradić, Nova Pazova, Erdevik, Nikinci)
- REGION BORSKO-ZAJEČARSKI (Bor, Kladovo, Negotin, Krivelj, Crnajka, Boljevac, Zaječar, Knjaževac, Sokobanja)
- REGION ZLATIBORSKI (Arlje, Bajina Bašta, Kosjerić, Nova Varoš, Požega, Priboj, Prijepolje, Sjenica, Užice, Čajetina, Perućac)
- REGION MORAVIČKI (Gornji Milanovac, Ivanjica, Lučani, Čačak, Rudnik)
- REGION MAČVANSKO-KOLUBARSKI (Bogatić, Vladimirci, Koceljeva, Krupanj, Loznica, Ljubovija, Mali Zvornik, Šabac, Lešnica, Prnjavor, Badovinci, Zavlaka, Valjevo, Lajkovac, Ljig, Osečina, Ub, Pecka)
- REGION NIŠKO-TOPLIČKO-PIROTSKI (Aleksinac, Niš, Ražanj, Svrljig, Blace, Žitorađa, Kuršumlija, Prokuplje, Babušnica, Bela Palanka, Dimitrovgrad, Pirot)
- -REGION PODUNAVSKO-BRANIČEVSKI (Velika Plana, Smederevo, Smederevska Palanka, Veliko Gradište, Žabari, Žagubica, Kučevo, Petrovac na Mlavi, Požarevac, Krepoljin)
- REGION RAŠKO-RASINSKI (Aleksandrovac, Brus, Varvarin, Kruševac, Trstenik, Čičevac, Vrnjačka Banja, Kraljevo, Novi Pazar, Raška, Tutin, Baljevac, Ribariće)
- REGION ŠUMADIJSKO-POMORAVSKI (Arandjelovac, Batočina, Kragujevac, Lapovo, Rača, Topola, Stragari, Despotovac, Jagodina, Paraćin, Rekovac, Svilajnac, Čuprija, Bagrdan).

Geografsko poreklo uzoraka prikazano je u tabeli 3.

Tabela 3: Geografska raspodela uzoraka po regionima

Region	Broj uzoraka po botaničkoj vrsti i i regionu				
	Bagremov med	Lipov med	Suncokretov med	Livadski med	Ostali
Bački	12		14	4	6
Banatski			9	7	1
Beogradski	2			3	
Borsko-zaječarski	24	3		25	
Jablaničko-pčinjsko-kosovski	15			6	
Mačvansko-kolubarski	22			6	
Niško-topličko-pirotski	16			27	
Podunavsko-braničevski	15	4		7	
Raško-rasinski	10			7	
Sremski		4		8	2
Šumadijsko-pomoravski	22			1	
Zlatiborski	10			59	1

Uzorci su, po prijemu u laboratoriju, označeni i čuvani na sobnoj temperaturi ( $20^{\circ}\text{C}\pm 3$ ). Neposredno pred analizu uzorci su homogenizovani mehaničkim mešanjem u originalnoj ambalaži.

### 3.2 Određivanje vode

#### ○ Princip metode

Sadržaj vode u medu određen je merenjem indeksa refrakcije i preračunavanjem sadržaja vode iz dobijenih vrednosti indeksa refrakcije pomoću Chatway-evih dijagrama.

#### ○ Aparati i pribor

- Abbe-ovog refraktomera (Atago® 1T Abbe refraktometrom, Tokio, Japan);

- Referentni standard: Refractive index standard kit 2 (Toluol  $n^{D20} = 1.4969$ /Water  $n^{D20} = 1.3330$ ) Merck KGaA, Frankfurter
- o Eksperimentalni rad

Sadržaj vode u medu je određena merenjem indeksa refrakcije pomoću Abbe-ovog refraktomera (Atago® 1T Abbe refraktometrom, Tokio, Japan), na 20,0°C. Sadržaj vode je izračunat koreliranjem dobijenih vrednosti indeksa refrakcije sa vrednostima vode u Chataway-ovoj tablici. Primenjena je metoda Međunarodne komisije za med Bogdanov et al., 2009).

### 3.3 Određivanje električne provodljivosti

- o Princip

Električna provodljivost je određena metodom preporučenom od Međunarodne komisije za med u 20% (w/w) rastvoru meda u dejonizovanoj vodi, gde se 20% rastvor odnosi na suhu materiju meda.

- o Aparatura i pribor
  - Konduktometar (Jenway Conductivity Meter 4310, UK);
  - Standardni konduktometrijski rastvor (Reagecon 1413±1%  $\mu\text{Scm}^{-1}$  at 25 °C);
  - Vodeno kupatilo.

- o Eksperimentalni rad

Odmerena je količina uzorka koja je ekvivalentan 20,0 g anhidrovanog meda i rastvorena u destilovanoj vodi. Pripremljeni rastvor je kvantitativno prenet u volumetrijski sud od 100 ml i dopunjen do oznake destilovanom vodom. Alikvot od 40 ml rastvora uzorka je prenet u čašu i termostatiran u vodenom kupatilu na 20°C. Električna provodljivost je merena nakon provere konduktometra standardnim rastvorom, i izražena u  $\text{mScm}^{-1}$ .



### 3.4 Određivanje specifične rotacije

#### ○ Princip

Specifična optička rotacija je određena metodom preporučenom od Međunarodne komisije za med (IHC) (Bogdanov et al., 2009).

Specifična optička rotacija  $[\alpha]^{20^\circ\text{C}}$ , izražena kao ugao rotacije polarizovane svetlosti na talasnoj dužini natrijumove D linije ( $\lambda=589,3$  nm) na  $20^\circ\text{C}$ , vodenog rastvora 1 dm dužine, koncentracije supstance 1 g/ml je izračunata pomoću jednačine:

$$[\alpha]^{20^\circ\text{C}} = \frac{\alpha \cdot 100}{l \cdot p}$$

gdje je:

$\alpha$  = očitani ugao rotacije, na  $20^\circ\text{C}$ ;

$l$  = dužina, polarimetrijske cevi, u decimetrima;

$p$  = masa, izražena kao masa suve materije meda.

#### ○ Aparatura i pribor

- Atago® Polax-2L polarimetru (Tokyo, Japan),
- Rastvor po Carrez-u I: 150 g kalijum-heksacijanoferata ( $\text{K}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6) \times 3\text{H}_2\text{O}$ ) rastvori se u vodi i dopuni vodom do 1000 ml, u volumetrijskom sudu od 1000ml;
- Rastvor po Carrez-u II: 230 g cink acetata ( $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ) rastvori se u destilovanoj vodi i dopuni vodom do 1000 ml, u volumetrijskom sudu od 1000 ml.

#### ○ Eksperimentalni rad

Odmereno je 12 g uzorka meda (koji odgovaraju 10 g suve materije meda), rastvoreno u destilovanoj vodi i preneto u volumetrijski sud od 100 ml. Dodato je 10 ml Carrez I reagensa, a zatim Carrez II reagensa. Volumetrijski sud je dopunjen do oznake i ostavljen 24 sata. Nakon 24 sata, rastvor je filtriran i termostatiran na  $20^\circ\text{C}$ .

Termostatiranim rastvorom je napunjena polarimetrijska cev dužine 2 dm i na polarimetru je očitana ugao rotacije ( $\alpha$ ). Specifična optička rotacija je izračunata pomoću gore navedene formule.

### 3.5 Određivanje slobodne kiselosti meda

#### ○ Princip

Slobodna kiselost meda je sadržaj slobodnih kiselina, izražen u meq/kg meda. Slobodna kiselost je određena metodom preporučenom od Međunarodne komisije za med

#### ○ Aparatura i pribor

- pH-metar (WTW 154 Inolab);
- standardni volumetrijski rastvor NaOH, 0,1M.

#### ○ Ekperimentalni rad

Količina od 10 g uzorka meda je rastvorena u 75 ml destilovane vode, i titrovano 0,1M rastvorom NaOH do pH 8,6. Slobodna kiselost, izražena u meq kiseline/kg meda izračunata je pomoću sledeće formule:

$$\text{Slobodna kiselost (meq/kg)} = \text{ml } 0,1\text{M NaOH} \times 10.$$

### 3.6 Određivanje pH vrednosti meda

#### ○ Princip

pH-vrednost se meri u 10% rastvoru meda.

#### ○ Aparatura i pribor

- pH-metar (WTW 154 Inolab)
- standardni rastvori pufera pH = 7 i pH = 4

#### ○ Ekperimentalni rad

Odmereno je 5 g uzorka meda i preneto u volumetrijski sud od 50 ml, koji je dopunjeno vodom do oznake. pH-metar je kalibrisan standardnim rastvorom pufera pH 7 i pH 4. Dobijenom rastvoru meda je izmerena pH vrednost.

### 3.7 Određivanje metala

#### ○ Princip metode

Mineralizacija uzorka mikrotalasnom digestijom i određivanje elemenata optičkom emisijom spektrometrijom sa induktivno spregnutom plazmom (ICP-OES).

#### ○ Aparati i pribor

- Mikrotalasni digestor Ethos 1, Advanced Microwave Digestion System(Milestone, Italy),
- Rotor HPR-1000/10S, high pressure rotor,
- Optički emisijone spektrometar sa induktivno spregnutom plazmom (ICP-OES) i CAP 6500 Duo ICP (Thermo Fisher Scientific, UK),
- HNO<sub>3</sub> (Merck, Darmstadt, Germany),
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (35% rastvor) (Merck, Darmstadt, Germany),
- Multi-Element Plasma Standard Solution 4, Specpure, 1 g/dm<sup>3</sup>, za sve elemente.

#### ○ Eksperimentalni rad

Odmereno je 0,6-0,7 g uzorka i preneto u politetrafluoroetilensku (PTFE) kivetu za mikrotalasnu digestiju. Dodato je 1 ml 30% vodonik-peroksida i 7 ml 65% azotne kiseline. Uzorak je mineralizovan u mikrotalasnoj pećnici Ethos 1, Advanced Microwave Digestion System, Milestone, Italy. Rotor: HPR-1000/10S high pressure rotor. Po završenom razaranju uzorak je ohlađen, prenesen u normalni sud od 50 ml i dopunjen dibestilovanom vodom do konačne zapremine (50 ml). Slepa proba je pripremana na isti način, bez dodavanja uzorka.

Sadržaj elemenata je određen instrumentom: Thermo Scientific iCAP 6500 Duo ICP (Thermo Fisher Scientific, Cambridge, UK). Kao referentni standard je korišćen Multi-Element Plasma Standard Solution 4, Specpure, 1 g/dm<sup>3</sup> za sve elemente. Rezultati su izraženi kao mg metala po kg meda (ppm) za makro elemente (K, Mg, Na, i Ca) i mikro elementi (Fe, Zn, Cu, i Co), ili u µg metala po kg meda (ppb) za elemente u tragovima (Cd, Cr, i Ni). Granice kvantifikacije za pojedine elemente dati u tabeli sa rezultatima.

### 3.8 Određivanje šećera

#### ○ Princip metode

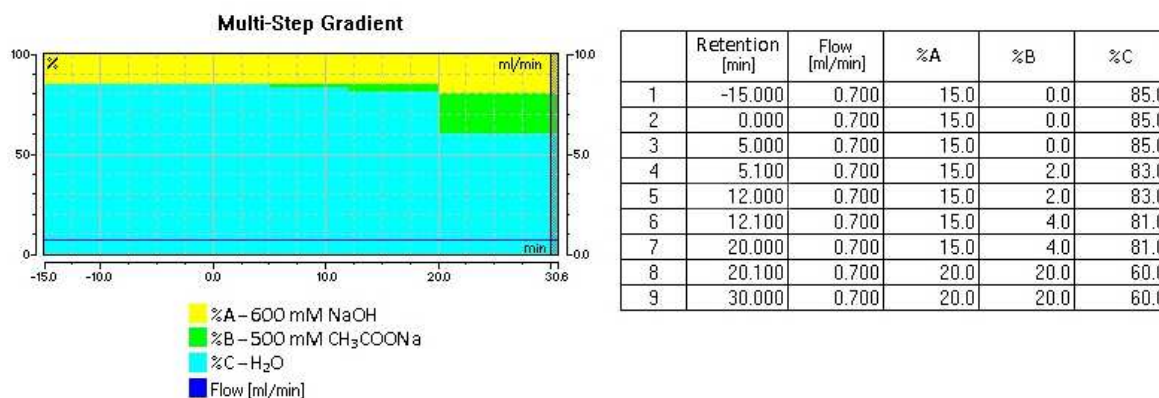
Sadržaj šećera u medu određen je jonskom hromatografijom sa pulsним amperometrijskim detektorom.

Analiza je izvedena pod sledećim uspostavljenim hromatografskim uslovima:

- Jonskom hromatograf ISC 3000 DP liquid chromatograph (Dionex, Sunnyvale, CA, USA), sa kvatenernom gradijentnom pumpom (Dionex, Sunnyvale, CA, USA), autosempler ICS AS-DV 50 autosampler (Dionex, Sunnyvale, CA, USA), elektrohemijski detektor (elektrohemijska ćelija sa podesivim potencijalom; referentna elektroda: Ag/AgCl; radna elektroda: Au) i Softverski paket: Chromeleon, verzija 6,80,
- Kolona za hromatografiju: Carbo Pac®PA10 pellicular anion-exchange column (4×250 mm) (Dionex, Sunnyvale, CA, USA) materijal: PEEK (polietaretarketon), stacionarna faza: granule prečnika 9 μm izgrađene od kopolimera etilvinilbenzena i divinilbenzena (masenog udela 55%); jonoizmenjivački sloj derivatizovan alkanol kvarternim amonijum grupama,
- Predkolona: CarboPac PA100 Guard Column, 4x50 mm – kolona koja se nalazi ispred analitičke kolone, služi za uklanjanje nečistoća,
- Pumpa za eluent: DP (Dual Pump); protok 0,7 ml/min,
- Eluent: A: 600 mM NaOH  
B: 500 mM CH<sub>3</sub>COONa  
C: H<sub>2</sub>O (ultračista)
- Elektrohemijski detektor (amperometrijski detektor; referentna elektroda: Ag/AgCl; radna elektroda: Au),
- Softverski paket: Chromeleon, verzija 6,80,
- Referentni standardi šećera: Trehaloza (D-(+)-Treh), Melezitoza (D-(+)-Mel), Turanoza (D-(+)-Tur), Fruktioza (D-(-)-Fruc), Saharoza (D-(+)-Sach), Maltoza (D-(+)-Malt) i glukoza (D-(+)-Gluc)(Tokyo Chemical Industry, TCI, Europe, Belgium); i Gentabioza (Gen), Izomaltoza (iMalt), i Izomaltotrioza (iMaltotri) (Tokyo Chemical Industry, TCI, Tokyo, Japan).

Uzorci su pripremani rastvaranjem u bidestilovanoj vodi (1g/l) i filtriranjem dobijenog rastvora kroz filter prečnika pora 0,22  $\mu\text{m}$ , radi uklanjanja nečistoća.

Primenjeni gradijent prikazan je na slici 4.



Slika 4: Gradijent mobilne faze

Kalibracija je sprovedena pripremanjem standardog rastvora šećera: (D-(+)-Treh, D-(+)-Mel, D-(+)-Tur, D-(-)-Fruc, D-(+)-Sach, D-(+)-Malt, i D-(+)-Glc (Tokyo Chemical Industry, TCI, Europe, Belgium); Gen, *i*Malt, and *i*Maltotri (Tokyo Chemical Industry, TCI, Tokyo, Japan)), 1mg/l svih šećera. Svi rastvori su čuvani u mraku na temperaturi od + 4 °C. Kalibraciona prava je formirana kao zavisnost površine pikova standarda od koncentracije standarda, za svako jedinjenje pojedinačno.

### 3.9 Statistička obrada podataka

Eksperimentalni rezultati su prikupljeni u Microsoft Exel 2003 programu, i sortirani za dalju statističku obradu. Statistička analiza je obuhvatala univarijantnu analizu (deskriptivnu statistiku), analizu varijansi (ANOVA i Kruskal-Vallis-ov test) i multivarijantnu analizu: (analiza glavnih komponentata (Principal Component Analysis-PCA) i linearna diskriminantna analiza (Linear Disciriminant Analysis-LDA), kao i klusterska analiza.

Deskriptivna statistička analiza, Kruskal-Walllisov test i linearna diskriminantna analiza (LDA) su sprovedena korišćenjem demo verzije softwera NCSS statistical software package (Hintze, 2001, Number Cruncher Statistical Systems, KayVille, Utah; www.ncss.com).

Analiza glavnih komponenta (PCA) i klaster analiza (CA) su sprovedene korišćenjem programa PLS Tool Box, v.6.2.1, za MATLAB 7.12.0.0635.

Microsoft Exel 2003 i Microsoft Acces programi su korišćeni za organizaciju baze podataka za Geografski informacioni sistem (GIS). Lokacije uzorkovanja su vektorski podaci (tačka). Vektorski podaci i baza podataka su integrisani, analizirani i štampani pomoću GIS (Arc GIS 9). Krigingova metoda je korišćena za interpolaciju.

## 4 NAŠI RADOVI

### 4.1 Monoflorni med

U ovom poglavlju predstavljani su rezultati karakterizacije i klasifikacije tri monofloralne vrste meda koje se najčešće proizvode na teritoriji Srbije: bagremov med, lipov med i suncokretov med. Ispitano je ukupno 200 uzoraka monoflornog meda i to na sledeće fizičko-hemijske parametre: voda, električna provodljivost, ukupna kiselost, pH vrednost, optička rotacija. Na osnovu vrednosti dobijenih parametara utvrđene su karakteristike ispitivanih vrsta meda, kao i parametri koji omogućavaju njihovo međusobno razlikovanje. Bagremov med predstavlja najznačajniju vrstu meda u Srbiji, i odlikuje se visokim kvalitetom zbog čega je veoma cenjen, kako kod nas, tako i u Evropi. Ispitano je postojanje razlika između uzoraka bagremovog meda različitog regionalnog porekla, kao i mogućnost raspodele uzoraka prema njihovom geografskom poreklu. Dobijeni podaci ovog istraživanja su upoređeni sa podacima iz literature.

#### 4.1.1 *Fizičko-hemijski parametri meda od bagrema, lipe i suncokreta*

Dobijene vrednosti rezultata fizičko-hemijskih parametara za uzorke monoflornih vrsta meda (bagrem, lipa i suncokret) prikazani su u Prilogu I, II, i III. Na osnovu vrednosti dobijenih rezultata izračunate su srednja vrednost, medijana, standardna devijacija (SD), koeficijent varijacije (CV%), i opseg ispitivanih parametara. Dobijene vrednosti prikazane su u Tabeli 4.

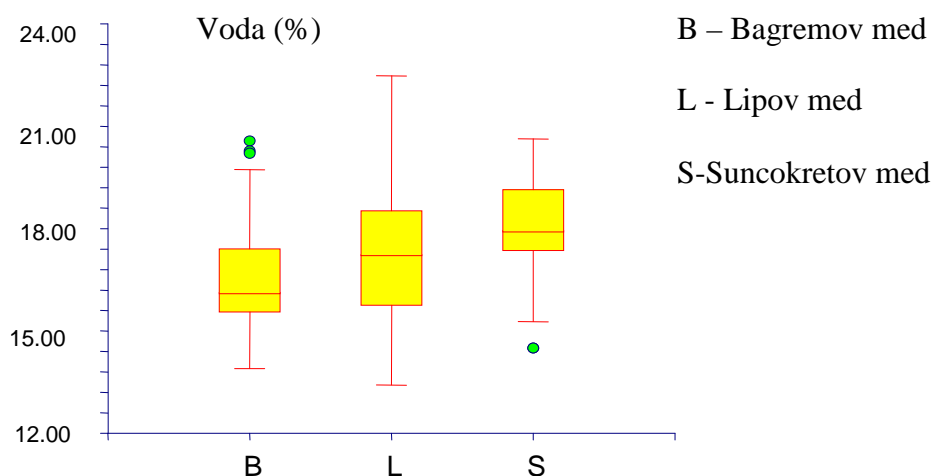
Tabela 4: Srednje vrednosti sa standardnim devijacijama, medijane, koeficijent varijacije i opsezi fizičko-hemijskih parametara za monoflorne vrste meda

Parametar	Statistički parametri	Vrsta meda		
		Bagremov med (n = 167)	Lipov med (n = 11)	Suncokretov med (n = 23)
Voda (%)	Medijana	16,12	17,35	17,98
	Sr.vred.±SD	16,48 ± 1,3	17,41 ± 2,5	18,07 ± 1,5
	Opseg	13,90 – 20,57	13,4 – 22,48	15,50 – 20,63
Električna provod. [mScm <sup>-1</sup> ]	Medijana	0,14	0,67	0,32
	Sr.vred.±SD	0,16 ± 0,067	0,64 ± 0,1	0,31 ± 0,1
	Opseg	0,10 – 0,69	0,30 – 0,76	0,19 – 0,55
pH	Mediana	4,08	4,63	3,39
	Sr.vred.±SD	4,07 ± 0,26	4,56 ± 0,4	3,49 ± 0,3
	Opseg	3,49 – 5,85	3,98 – 5,40	3,17 – 4,14
Slobodne kiseline [meq/kg]	Mediana	11,20	13,00	25,65
	Sr.vred.±SD	11,64 ± 2,5	14,93 ± 5,7	27,16 ± 7,1
	Opseg	7,80 – 29,60	8,20 – 26,20	11,00 – 42,70
Optička rotacija [° (20°)]	Mediana	-14,49	-10,35	-16,90
	Sr.vred.±SD	-14,47 ± 2,4	-10,10 ± 2,8	-16,50 ± 3,0
	Opseg	(-27,21)–(-8,77)	(-14,85)–(-5,02)	(-22,77)–(-10,67)



## Sadržaj vode

Upoređivanjem srednjih vrednosti za sadržaj vode u tri botaničke vrste meda, zapaža se najniža vrednost u bagremovom medu (16,12%), a najviša u suncokretovom medu (18,07%). Prema Pravilniku, (*Pravilnik o kvalitetu meda i drugih proizvoda pčela*, Službeni Glasnik RS br. 101/15) med koji se stavlja u promet ne sme imati sadržaj vode veći od 20%. Evropska direktiva Council Directive 2001/110/EC), kao i Codex Alimentarius (Codex Standard 12-1981) takođe propisuje istu vrednost. U okviru sve tri botaničke vrste određeni broj uzoraka je imao sadržaj vode veći od dozvoljenog (dva uzorka bagremovog meda, (1,2%), jedan uzorak lipovog meda (9,1%), kao i dva uzorka suncokretovog meda (8,6%).



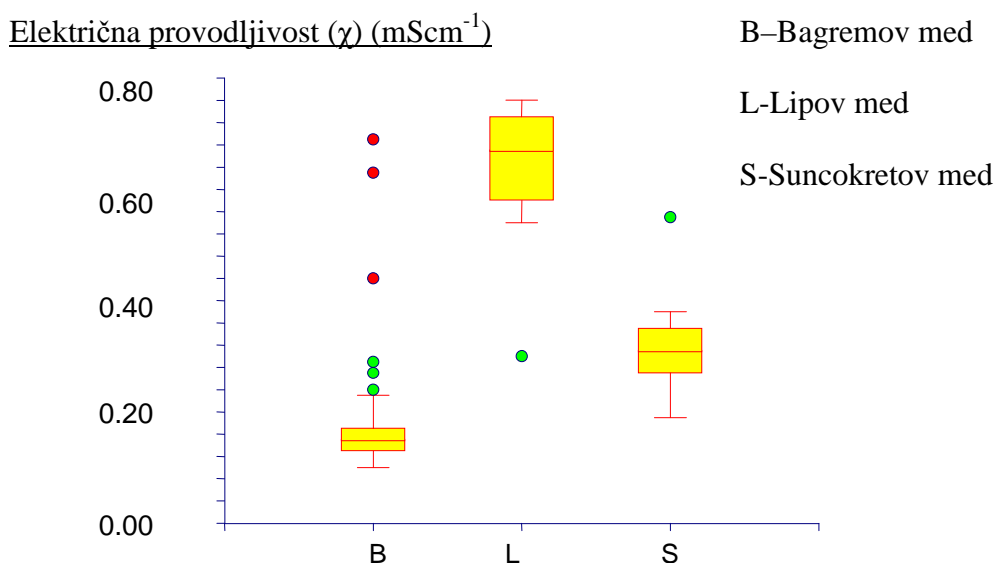
Slika 5: Prikaz medijana i opsega dobijenih vrednosti za sadržaj vode u monoflornim vrstama meda

Sadržaj vode u medu zavisi od velikog broja faktora, pre svega od tehnike pčelarenja, klimatskih uslova u toku sezone i stepena zrelosti meda dostignutog u saću. Većina autora ovaj parametar ne dovodi u vezu sa nektarskim poreklom meda. Ipak, u okviru jedne proizvodne sezone i klimatskih uslova, monoflorni med pokazuju tipične razlike u sadržaju vode (Bogdanov et al., 2004). Visok sadržaj vode u suncokretovom medu (srednja vrednost 18,07%) je u skladu sa podacima drugih autora (17,7%) (Piazza et al., 2004). Srednja vrednost sadržaja vode u bagremovom medu (17,41%) je u skladu sa očekivanim vrednostima (17,1%) (Piazza at al., 2004). Srednja vrednost sadržaja vode u

lipovom medu (17,42%) je nešto viša od očekivane vrednosti (16,9%) i kreće se u širokom opsegu od 13,1-22,48%. (slika 5).

### Električna provodljivost

Na slici 6 prikazane su medijane i opsezi električne provodljivosti ( $\gamma$ ) analiziranih vrsta meda. Električna provodljivost meda zavisi od sadržaja minerala, organskih kiselina, proteina, kao i kompleksnih jedinjenja u medu. Električna provodljivost meda, zbog visoke koncentracije šećera, koji smanjuje pokretljivost jona, je relativno niska i raste sa povećanjem razblaženja meda u destilovanoj vodi. Maksimalna električna provodljivost rastvora meda je u 20-30% rastvoru, jer je mobilnosti jona u ovom rastvoru optimalna. Najniža električna provodljivost izmerena je kod bagremovog meda (srednja vrednost  $0,16 \text{ mScm}^{-1}$ ), zatim sledi suncokretov med, ( $0,32 \text{ mScm}^{-1}$ ), i lipov med ( $0,67 \text{ mScm}^{-1}$ ). Svi ispitani uzorci su imali električnu provodljivost manju od  $0,8 \text{ mScm}^{-1}$ , što je granična vrednost za električnu provodljivost za nektarski med. (Službeni list SCG br. 45/2003, Council Directive 2001/110/EC).



Slika 6: Prikaz medijana i opsega dobijenih vrednosti za električnu provodljivost u monoflornom medu

Apsolutno najniža izmerena vrednost električne provodljivosti je u bagremovom medu ( $0,10 \text{ mScm}^{-1}$ ), a najviša u lipovom medu ( $0,76 \text{ mScm}^{-1}$ ). Poređenjem rezultata

električne provodljivosti za bagremov med dobijenih u drugim studijama, dobra poklapanja se dobijaju sa rezultatima za evropski med, gde je dobijena srednja vrednost  $0,16 \text{ mScm}^{-1}$  (Persano Oddo et al, 2004), kao i slovenački bagremov med, gde su u jednoj studiji dobijene vrednosti  $0,177 \text{ mScm}^{-1}$  (Kropf et al., 2010) i  $0,19 \text{ mScm}^{-1}$  (Bartoncelj et al., 2011) u drugoj. Slične vrednosti su dobijene i u studijama u Hrvatskoj, gde je električna provodljivost bagremovog meda iznosila  $0,14 \text{ mScm}^{-1}$  (Tucak et al., 2007), kao i u italijanskim ( $0,15 \text{ mS/cm}$ ) (Odo et al., 1995) i francuski med ( $0,195 \text{ mScm}^{-1}$ , Devillers et al., 2004). Nešto više vrednosti su dobijene za poljski bagremov med,  $0,219 \text{ mScm}^{-1}$  (Popek, 2002), dok su niže vrednosti dobijene u studiji za češki med:  $0,116 \text{ mScm}^{-1}$  (Přidal i Vorlova, 2002).

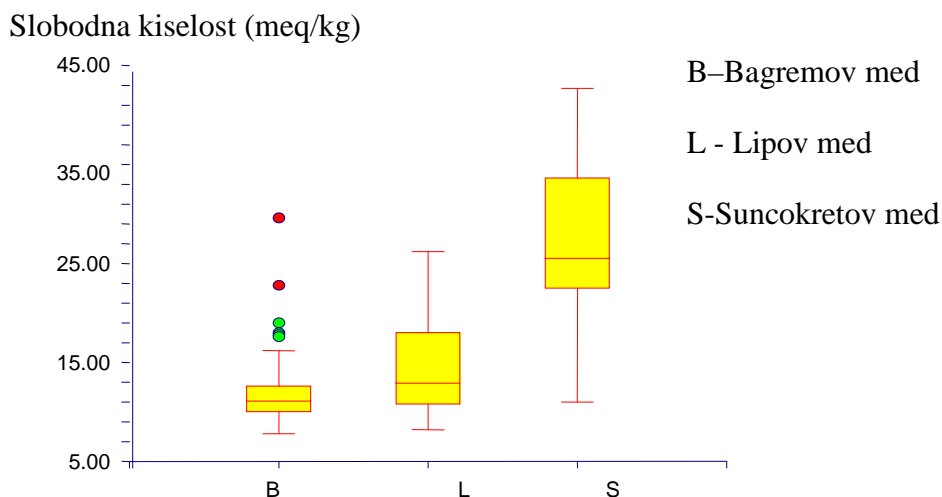
Vrednost električne provodljivosti u suncokretovom medu dobijena u ovoj studiji ( $0,32 \text{ mScm}^{-1}$ ) slična je vrednostima dobijenim za evropski med ( $0,34 \text{ mScm}^{-1}$ ) (Persano Oddo et al, 2004), kao i za italijanski suncokretov med ( $0,35 \text{ mScm}^{-1}$ ) (Odo et al., 1995). Nešto niža vrednost je dobijena za hrvatski suncokretov med ( $0,26 \text{ mScm}^{-1}$ ) (Tucak et al., 2007).

Srednje vrednosti električne provodljivosti za lipov med u ovoj studiji ( $0,67 \text{ mS/cm}$ ) i vrednosti iz Descriptiv Sheet-a za lipov med ( $0,62 \text{ mScm}^{-1}$ ) (Persano Oddo et al., 2004) su u dobroj saglasnosti, kao i vrednosti dobijene za italijanski med ( $0,67 \text{ mScm}^{-1}$ ) (Odo et al., 1995). Niže vrednosti su dobijene u studijama u Poljskoj ( $0,55 \text{ mScm}^{-1}$ ) (Popek et al., 2002), Hrvatskoj ( $0,285 \text{ mScm}^{-1}$ ) (Tucak et al., 2007), dok su više vrednosti dobijene za slovenački med u dve studije ( $0,795 \text{ mScm}^{-1}$  i  $0,78 \text{ mScm}^{-1}$ ) (Korp et al., 2010 i Bartoncelj et al., 2011).

### Slobodna kiselost

Na slici 7 prikazane su medijane i opsezi slobodne kiselosti analiziranih vrsta meda. Iako je sadržaj kiselina u medu relativno nizak, veoma je važan parametar koji utiče na stabilnosti održivost meda, kao i na boju, teksturu isenzorne osobine. Kiselost meda zavisi od količine, u najvećem delu glukonske kiseline koja nastaje oksidacijim glukoze u prisustvu enzima glukoza-oksidade. Glukonska kiselina se u medu nalazi u ravnoteži sa d-glukono-laktonom.

Najniža vrednost slobodne kislosti izmerena je u bagremovom (srednja vrednost 11,20 meq/kg), zatim u lipovom medu, (13,00). Najviša vrednost slobodne kislosti je izmerena u suncokretovom medu (25,65 meq/kg).

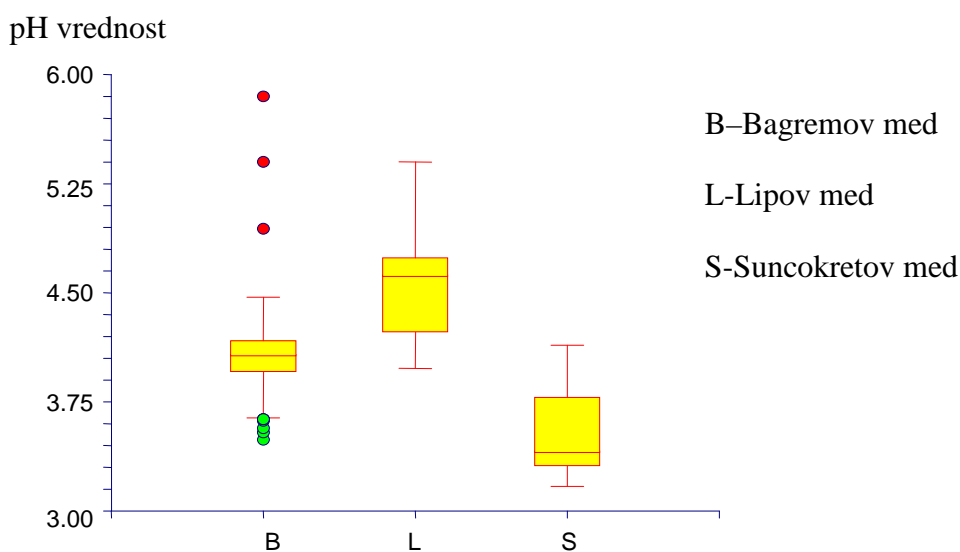


Sika 7: Prikaz medijana i opsega dobijenih vrednosti za slobodnu kislost u monoflornom medu

Poređenjem rezultata slobodne kislosti za bagremov med dobijenih u drugim studijama, dobra poklapanja se dobijaju sa rezultatima za evropski med, gde je dobijena srednja vrednost identična srednjoj vrednosti dobijenoj u ovoj studiji (11,2 meq/kg) (Persano Oddo et al, 2004). U francuskom bagremovom medu (Devillers et al., 2004) dobijene je nešto niža vrednost od 8,9 meq/kg. Slobodna kislost za lipov med dobijena u ovoj studiji (13,00 meq/kg) je znatno niža od vrednosti dobijene u studiji za evropski med (Persano Oddo et al, 2004), gde je dobijena vrednost 20,8 meq/kg, dok je vrednost zaslobodnu kislost u suncokretovom medu niža, u poređenju sa vrednošću koja je dobijena za evropski med i koja iznosi 23,1 meq/kg (Persano Oddo et al., 2004).

### Vrednost pH

Med je kiseo, tj imaju pH vrednost manja od 7. Treba napomenuti da pH vrednost meda nije u direktnoj vezi sa slobodnom kiselosću, zbog puferskog svojstva fosfata, karbonata i drugih mineralnih soli, koji su prirodno prisutne u medu. Na Slici 8 prikazane su medijane i opsezi pH vrednosti analiziranih vrsta meda. Najniža vrednost pH izmerena je u medu od suncokreta (srednja vrednost 3,39), zatim u bagremovom medu (4,08). Najviši ph izmeren je u lipovom medu (4,63).



Slika 8: Prikaz medijana i opsega dobijenih vrednosti za pH u monoflornom medu

Poređenjem rezultata pH vrednosti za bagremov med koje su dobijene u drugim studijama, dobra poklapanja se dobijaju sa rezultatima za evropski med, gde je dobijena srednja vrednost 3,9 (Persano Oddo et al, 2004). Slične vrednosti su dobijene i u studijama u francuskom medu (3,9) (Devillers et al., 2004). Nešto niža vrednost je dobijene za poljski bagremov med, 3,75 (Popek, 2002). pH vrednost za lipov med dobijena u ovoj studiji (4,63) je nešto viša od vrednosti dobijene u studiji za evropski med (Persano Oddo et al, 2004), gde je dobijena vrednost 4,4, dok je vrednost pH u suncokretovom medu (3,39) niža, u poređenju sa vrednošću koja je dobijena za evropski med i koja iznosi 3,8 (Persano Oddo et al., 2004).

Ako posmatramo vrednosti dobijene za slobodnu kiselost i pH vrednost sa bagremov i lipov med, zapaža se da bagremov med ima nižu slobodnu kiselost, i nižu pH vrednost od lipovog meda. Na primeru ove dve botaničke vrste je jasno uočljivo da slobodna kiselost meda i pH vrednost nisu u direktnoj korelaciji. Vrednost pH lipovog meda je veća od pH vrednosti bagremovog meda, iako je sadržaj kiselina u lipovom medu na osnovu vrednosti slobodne kiselosti veći. Ovo se može objasniti većim sadržajem minerala i mineralnih soli u lipovom medu, u odnosu na bagremov med (Golob et al., 2005).

### Specifična optička rotacija

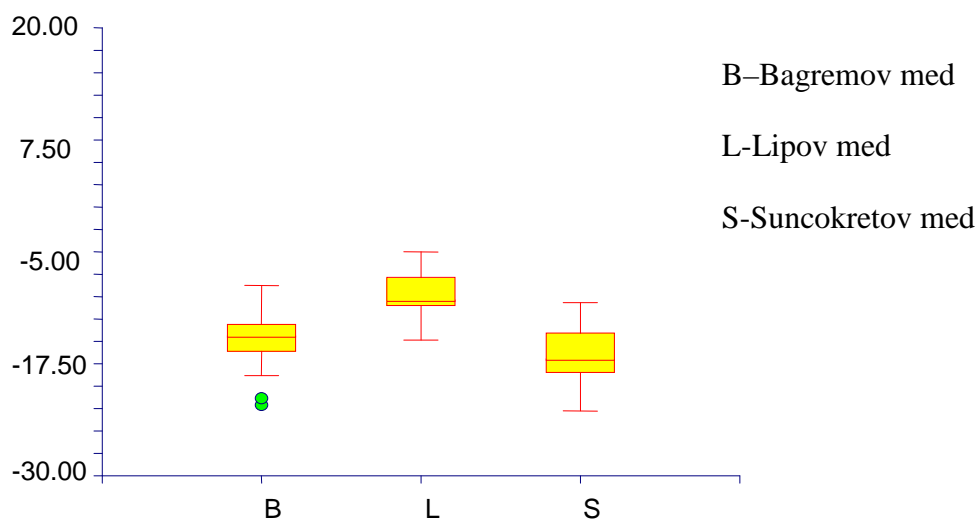
Med, kao i svaki rastvor šećera je optički aktivan, a ugao rotacije zavisi od količine i vrste pojedinih šećera u medu. Fruktaza, koja je najzastupljeniji šećer u gotovo svim nektarskim vrstama meda, ima visoku negativnu optičku rotaciju, stoga, sve nektarske vrste meda imaju negativnu specifičnu optičku rotaciju. Glukoza, disaharidi i oligosaharidi, prisutni u većim količinama u medljikovcu, nego u nektarskom medu, imaju pozitivne specifične rotacije.

Svi analizirani uzorci meda su imali negativne vrednosti specifične optičke rotacije. Na slici 9 prikazane su medijane i opsezi dobijenih vrednosti. Najniži negativni rezultati su dobijeni za suncokretov med (srednja vrednost -16,90). Ovaj rezultat je u skladu sa vrednošću dobijenom za suncokretov med u okviru evropske studije, gde je dobijena vrednost -17,5 (Persano Oddo et al, 2004).

Srednja vrednost dobijena za specifičnu optičku rotaciju bagremovog meda je -14,49. Vrednost dobijena za češki bagremov med je -15,6 (Přidal in Vorlova, 2002), i evropski med (Persano Oddo et al., 2004).je -16,6., što je u oba slučaja nešto niža negativna vrednost u odnosu na rezultate ove studije. Za hrvatski med (Primorac et al., 2011) je dobijena vrednost optičke rotacije za bagremov med -13.

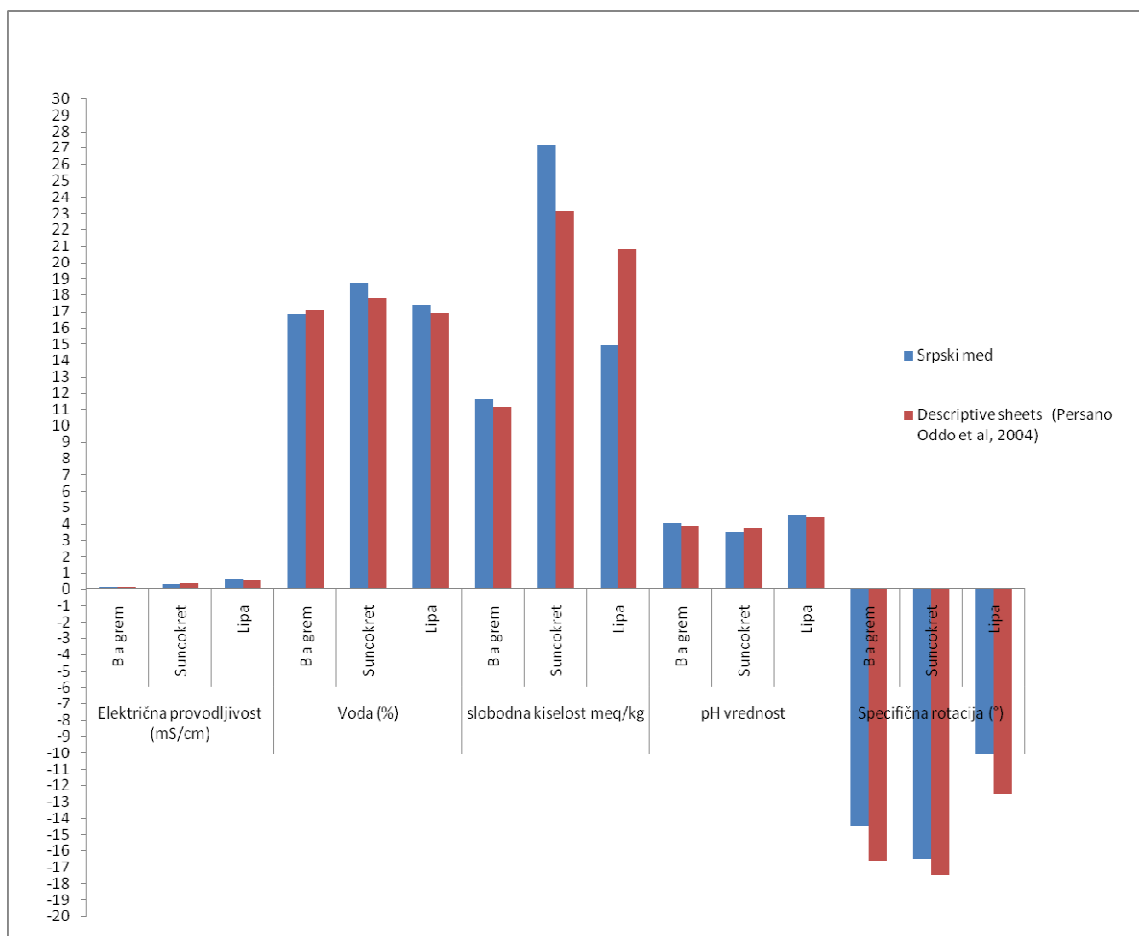
U lipovom medu je izmerena srednja vrednost optičke rotacije -10,35, što je nešto niža vrednost u odnosu na vrednost dobijenu za evropski lipov med (-12,5)(Persano Oddo et al., 2004).

Specifična rotacija (°) (20°C)



Slika 9: Prikaz medijana i opsega dobijenih vrednosti za pH u monoflornom medu

Na slici 10 grafički je prikaz poređenja vrednosti fizičko-hemijskih parametara (električna provodljivost, voda, slobodna kiselost, pH vrednost, specifična rotacija) za monoflorni med poreklom iz Srbije sa rezultatima Descriptive sheets-a (Persano Oddo et al., 2004) koji se odnose na evropski med.



Slika 10: Grafički prikaz poređenja vrednosti fizičko-hemijskih parametara za monoflorni med poreklom iz Srbije sa rezultatima Descriptive sheets-a (Persano Oddo et al, 2004) koji se odnose na evropski med.

#### 4.1.2 Analiza varijansi

Analizom varijansi su poređeni skupovi koje čine rezultate ispitivanja fizičko-hemijskih parametara u odnosu na pripadnost botaničkoj vrsta meda. Korišćena je demo verzije statističkog programskog paketa NCSS (Hintze, 2001, Number Cruncher Statistical Systems, KayVille, Utah; [www.ncss.com](http://www.ncss.com)).

Analiza varijansi (one-way ANOVA) i Kruskal-Wallis-ov test (K-W) su primenjeni za svaki fizičko-hemijski parametar kao varijablu odvojeno, na vrstu meda kao jedan faktor. Rezultati su prikazani u tabeli 5, i pokazuju postojanje statistički značajnih razlika između srednjih vrednosti, odnosno medijana, posmatranih parametara za tri botaničke vrste meda.



Prema rezultatima Kruskal-Wallis-ovog testa parametar koji pokazuje najveću statističku razliku je električna provodljivost ( $ch^2 = 78,53$ ,  $P < 0,0001$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Slobodna kiselost ( $ch^2 = 51,16$ ,  $P < 0,0001$ ,  $\alpha = 0,05$ ) i pH vrednost ( $ch^2 = 54,89$ ,  $P < 0,0001$ ,  $\alpha = 0,05$ ) su indentifikovani kao parametri sa takođe značajnom statističkon razlikom. Specifična rotacija ( $ch^2 = 28,51$ ,  $P < 0,0001$ ,  $\alpha = 0,05$ ) i voda ( $ch^2 = 16,92$ ,  $P < 0,0001$ ,  $\alpha = 0,05$ ) pokazuje manji statistički značaj za diferenciranje ove tri botaničke vrste meda.

Tabela 5: Prikaz rezultata ANOVA-e i Kruskal-Wallis-ovog testa

Statistički test	Voda	Električna provodljivost	pH	Slobodna kiselost	Optička rotacija
<b>ANOVA</b>					
F	11,41	250,87	60,91	164,44	10,02
P ( $\alpha=0,05$ )	0,000020	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fisher LSD test višestrukog poređenja Z vrednosti	B(L,S)	B(S,L) S(B,L) L(B,S)	B(S,L) S(B,L) L(B,S) 1,2,3	B(S,L) S(B,L) L(B,S) 1,2,3	B(S,L) S(B,L) L(B,S) 1,2,3
<b>Kruskal-Wallis-ov test</b>					
Chi-square value	16,92	78,23	54,89	51,16	28,51
P ( $\alpha=0,05$ )	0,000212	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Kruskal-Wallis-ov test višestrukog poređenja Z-vrednosti	B(S)	B(S,L)	B(S,L) S(B,L) L(B,S)	B(S,L) S(B,L) L(B,S)	B(S,L) S(B,L) L(B,S)

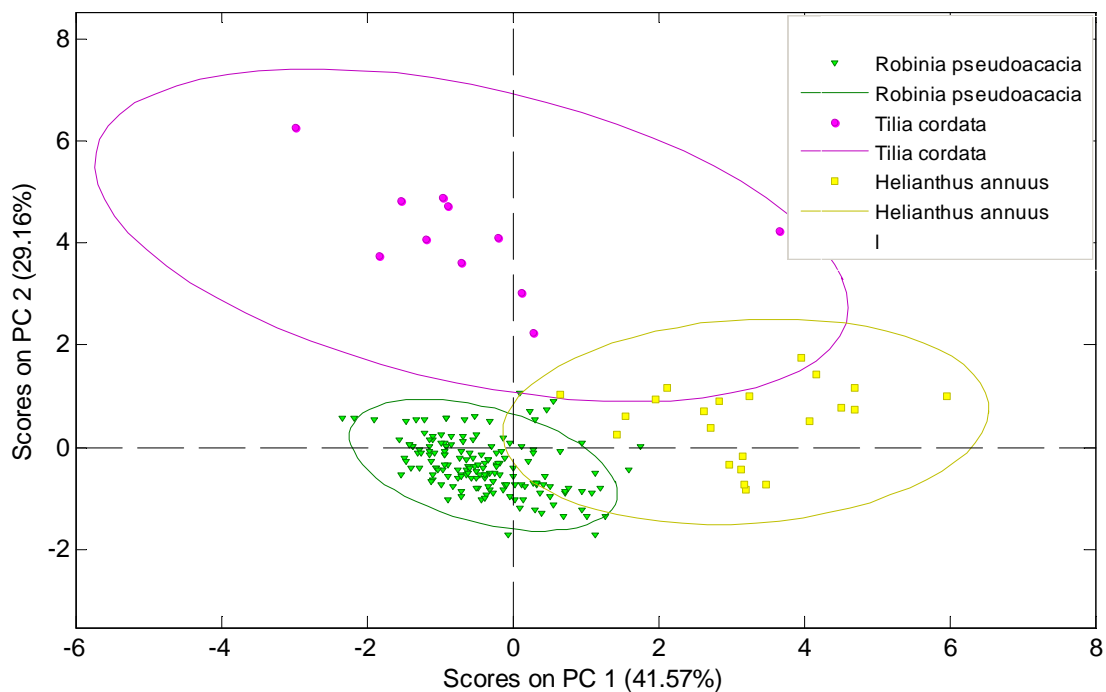
Primenom *post-hoc* testa za višestruko poređenje Z-vrednosti (Multiple-Comparison Z-Value Test) ustanovljeno je da je pomoću parametra električna provodljivost moguće razlikovati bagremov med od ostale dve botaničke vrste meda, ali da nije moguće razlikovati suncokretov med od lipovog. Na osnovu parametara slobodna kiselost, pH

vrednost i specifična rotacija razlikuju se sve tri botaničke vrste, dok se na osnovu sadržaja vode značajno razlikuju bagremov i suncokretov med.

#### 4.1.3 *Analiza glavnih komponenata*

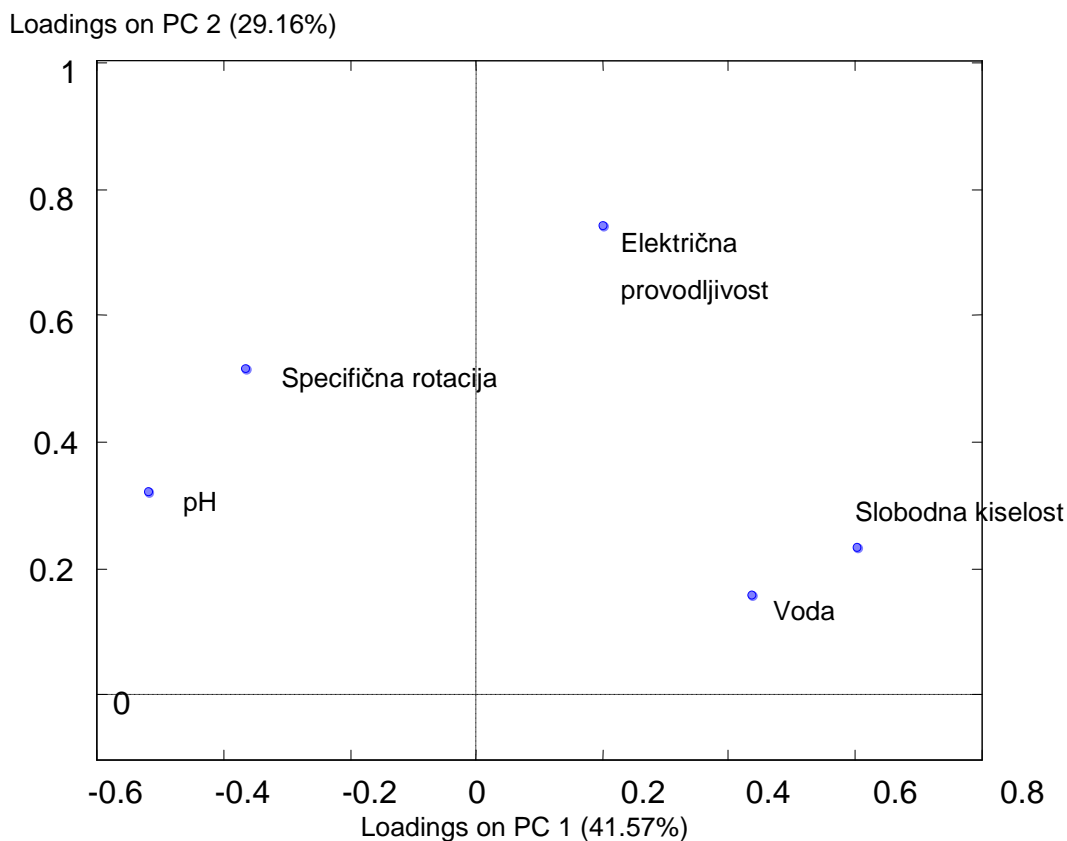
Analizom varijansi fizičko-hemijskih parametara je pokazano da postoje statistički značajne razlike među ispitivanim botaničkim vrstama meda. Analiza glavnih komponenata (PCA) je izvedena sa ciljem otkrivanja osnovne sličnosti i obrazaca grupisanja među različitim botaničkim vrstama ispitivanih uzoraka meda, kao i da ukaže na uzorke koje treba isključiti kao spoljašnje vrednosti („outlayer“).

PCA, primenjena na vrednosti fizičko-hemijskih parametara dobijene za tri botaničke vrste meda, rezultovala je četvorokomponentnim modelom kojim se objašnjava 97,16% ukupnog varijabiliteta među podacima. Prva glavna komponenta (PC1) obuhvata 41,57% varijabiliteta, dok druga glavna komponenta (PC2) pokriva 29,16%. Informacije sadržane u preostalim varijablama nisu bile značajne za analizu posmatranih podataka. Uzimajući u obzir uzajamne projekcije PC1 i PC2 skorova (Slika 11) izdvajaju se tri karakteristične grupe koji pripadaju vrstama meda različitog botaničkog porekla. Postoje neka preklapanja Hotelling-ove T2 elipse, između suncokretovog i bagremovog meda, i lipovog i suncokretovog meda. Uprkos tome, uzorci bagremovog meda se jasno grupisani i imaju mali unutrašnji varijabilitet. Uzorci druge dve vrste meda su raspoređeni u širem PC1 - PC2 skor prostoru, naročito uzorci lipovog meda. Za lipov med je karakteristična veća varijabilnost u hemijskom sastavu, jer ova vrsta meda često sadrži različite količine medljikovca, koji značajno menja neko od fizičko-hemijskih karakteristika.



**Slika 11:** PCA primenjena na vrednosti fizičko-hemijskih parametara bagremovog meda (*Robinia pseudoacacia*,) lipovog meda (*Tilia cordata*) i suncokretovog meda (*Helianthus annuus*): grafik skorova

Uzajamna projekcija koeficijentata latentnih varijabli vektora prikazana je na slici 12i predstavlja zajedničku projekciju promenljivih na dve glavne komponente. Što su promenljive bliže na projekciji, manje su značajne. Varijable koje su pozitivne ili negativne imaju veći uticaj na diskriminaciju među objektima. Slika 12 pokazuje da su najuticajniji parametri za razdvajanje suncokretovog i lipovog meda slobodna kiselosti i pH, dok su električna provodljivost i specifična rotacija od manjeg značaja. S druge strane, provodljivost je glavni faktor koji dovodi do odvajanja lipovog meda od ostalih vrsta, pokazujući visok pozitivni uticaj na PC2- osi.



**Slika 12:** PCA primenjena na vrednosti fizičko-hemijskih parametara meda: Uzajamna projekcija koeficijenata latentnih varijabli vektora

Na osnovu vrednosti koeficijenata latentnih varijabli mogu se očekivati veće vrednosti električne provodljivosti u uzorcima lipovog med, veće vrednosti slobodne kiselosti u uzorcima meda od suncokreta i nešto veće pH vrednosti u slučaju bagremovog i lipovog meda.

Voda ne doprinosi značajno razdvajanju na PC2 osi i ima manji uticaj nego slobodne kiselosti na PC1. Razlog ovome bi mogla biti, kao što je ranije navedeno, direktna zavisnost sadržaja vode od mnogih faktora. Stoga sadržaj vode nije kao kriterijum koji bi se mogao koristiti za poređenje meda različitog botaničkog porekla.

#### 4.1.4 Linearna diskriminantna analiza

Linearna diskriminantna analiza je primenjena u daljoj statističkoj obradi. Ceo set podataka je podeljen na trening set i validacioni set. Trening set se sastojao od 107 uzoraka bagremovog meda, 7 uzoraka lipovog meda i 16 uzoraka suncokretovog meda,

a validacioni set od 54 uzorka bagremovog meda, 4 uzorka lipovog i 8 uzoraka suncokretovog meda. Uzorci za ove setove su odabrani nasumično. Analiza je rezultirala u dve kanonijske funkcije sa vrednostima 17,23 i 4,17, koje pokazuju statistički značajne razlike ( $P = 214,2$  i  $F = 129,3$  respektivno, i vrednosti Wilks' Lambda parametara 0,010 i 0,193, respektivno). Svi rezultati LD analize prikazani su u tabeli 6.

Tabela6: Rezultati LDA analize za monofloralni med

Diskriminantna funkcija	Eigen vrednost	%	F	P	Wilks' Lambda
F1	17,230941	80,5	214,2	<0.0001	0,010608
F2	4,170938	19,5	129,3	<0.0001	0,193389
<b>Kanoički koeficijenti</b>					
	Voda	Električna. provodljivost	pH	Slobodna kiselost	Optička rotacija
F1	-0,100	-38,243	0,989	0,351	-0,032
F2	0,0660	-1,291	-1,319	0,300	0,014
<b>Standardizovani kanoički koeficijenti</b>					
	Voda	Električna. provodljivost	pH	Slobodna kiselost	Optička rotacija
F1	-0,143	-1,482	0,190	1,049	-0,122
F2	0,094	-0,050	0,253	0,898	0,054
<b>Variable-variate korelacija</b>					
	Voda	Električna. provodljivost	pH	Slobodna kiselost	Optička rotacija
F1	0,077	0,948	0,132	0,193	0,072
F2	-0,195	-0,299	0,608	-0,964	0,184

Funkcija 1 objašnjava 80,5% ukupne varijanse, a funkcija 2 objašnjava 19,5%. Parametri koji najviše doprinose diferencijaciji identifikovani su na osnovu standardizovanih koeficijenata diskriminativnih funkcija. Najveća apsolutna vrednost je dobijena za električnu provodljivost ( $F1 = -1,482$ ;  $F2 = -0,050$ ), u prvoj diskriminantnoj funkciju i za slobodnu kiselost ( $F1 = 1,049$ ,  $F2 = 0,898$ ), u drugoj diskriminantnoj funkciji. Voda ( $F1 = -0,143$ ,  $F2 = 0,094$ ), pH vrednost ( $F1 = 0,190$ ,  $F2 = -0,253$ ) i specifična rotacija ( $F1 = -0,122$ ,  $F2 = 0,054$ ) imaju niske vrednosti standardizovanih koeficijenata diskriminativnih funkcija i stoga ne utiču na diskriminaciju uzoraka. Na osnovu tabele uspešnosti primene (tabela 7) može se zaključiti da dobijeni LDA model

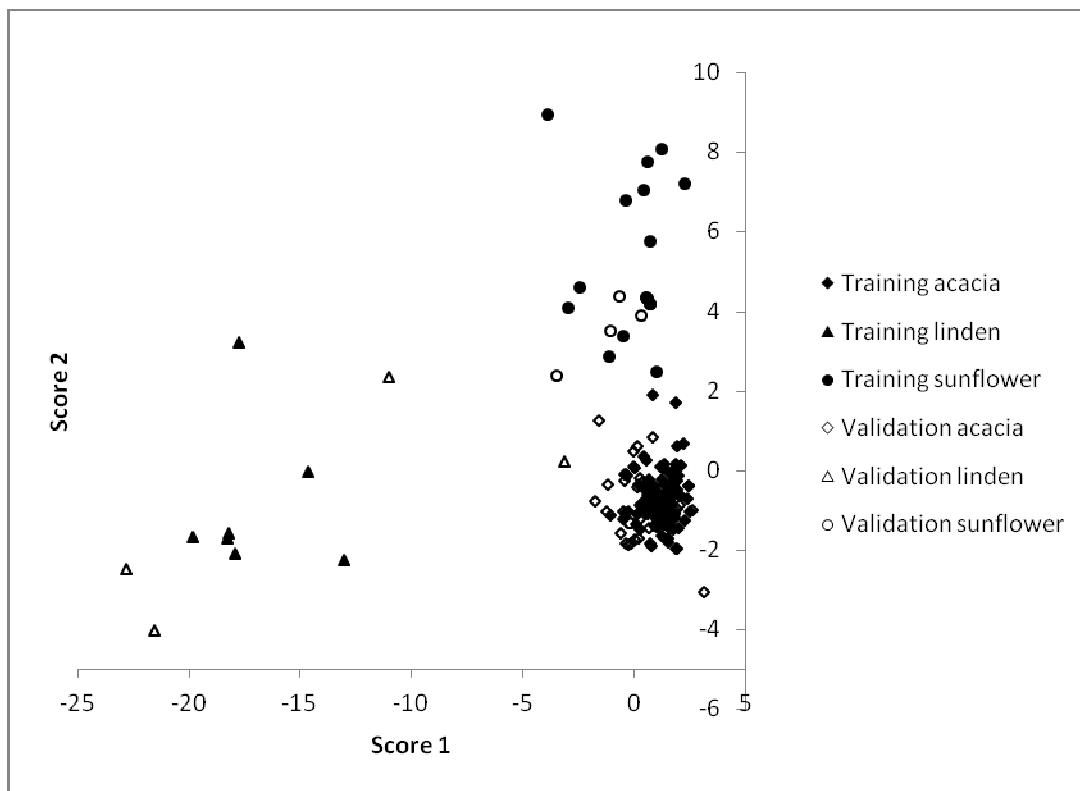
ima dobru diskriminativnu snagu, odnosno nisku stopu pogrešne klasifikacije. Svi uzorci su pravilno razdvojeni u pripadajuće grupe.

Tabela7: Rezultat uspešnosti primene LDA modela za uzorke (%)

	Bagremov med	Lipov med	Suncokretov med	Ukupno	Rezultat uspešnosti
Bagremov med	54	0	0	54	100%
Lipov med	1	3	0	4	75%
Suncokretov med	2	0	6	8	75%
Ukupno	57	3	6		

Primena dobijenog LDA modela na validacioni set rezultirao je sledećim stepenom uspešnosti u klasifikaciji monofloralnih vrsta meda: 54 uzoraka bagremovog meda je pravilno raspoređeno, samo jedan od četiri (25%) uzorka lipovog meda je pogrešno klasifikovano kao bagremov med i dva od osam (25%) uzoraka suncokretovog meda su klasifikovani kao bagremov med. Prema parametrima klasifikacije, dobijeni model može biti uspešno korišćen kako bi se razlikovale botaničke vrste suncokretovog, lipovog i bagremovog meda (slika 13).

3).



Slika 13: Dijagram rasipanja diskriminantnih funkcija

#### 4.1.5 Regionalno (geografsko) poreklo bagremovog meda

Na osnovu prethodnih rezultata može se zaključiti da su neke fizičko-hemijske karakteristike meda u direktnoj vezi sa negovim botaničkim poreklom. Mogućnost da se utvrde razlike između uzoraka meda jedne botaničke vrste a različitog geografskog porekla, koristeći fizičko-hemijske parametre i hemometrijske metode, testirana je na uzorcima bagremovog meda. Analizirano je ukupno 159 uzoraka bagremovog meda iz pet regiona Srbije: Centralni region 62 uzorka, Istočni region 31, Južni region 23, Vojvodina 13 i Zapadni region 30 uzoraka. Kruskal-Wallis-ov test je upotrebljen za pet fizičko-hemijskih parametara, kao odvojenih varijabli, u odnosu na region kao jedan faktor.

Rezultat je pokazao da se uzorci bagremovog meda koji potiču iz različitih regiona mogu razlikovati samo na osnovu električne provodljivosti i specifične rotacije, odnosno u ovim slučajevima je evidentno da uzorci ne potiču iz iste populacije (vlaga:  $\chi = 8,17$ ,  $p = 0,0856$ ; električna provodljivost:  $\chi = 11,90$ ,  $p = 0,0181$ ; pH vrednost:  $\chi =$

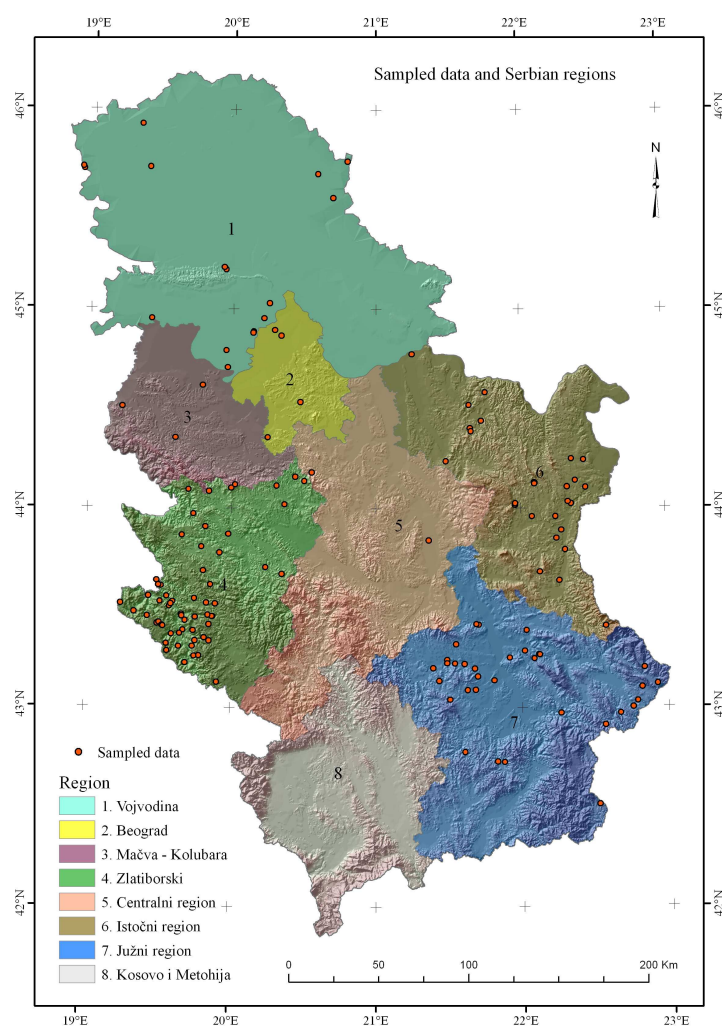
4,05,  $p = 0,3998$ ; ukupna kiselost:  $\chi = 9,30$ ,  $p = 0,0539$  i specifična optička rotacija  $\chi = 13,77$ ,  $p = 0,0081$ ; kritična vrednost,  $\chi_{CR} = 9,49$ ). Takođe je primenjen i *post-hoc* test za višestruko poređenje Z-vrednosti. Prema rezultatima ovog testa specifična rotacija je parametar na osnovu kojeg se može razlikovati bagremov med iz Vojvodine od uzoraka proizvedenih u drugim regionima Srbije. Na osnovu električne provodljivosti uzorci iz Centralnog regiona se odvajaju od onih iz Istočnog regiona, Vojvodine i Zapadnog regiona, ali ne i od uzoraka iz Južnog regiona.

Bez obzira na postojanje navedenih razlika među regionima, multivarijantna analiza je pokazala značajno preklapanje podataka. Može se zaključiti da ispitivani fizičko-hemijski parametri nisu dovoljni za utvrđivanje geografskog porekla srpskog bagremovog meda. Ovi preliminarni rezultati, sa dodatnim parametrima mogu se koristiti za dalje studije.



## 4.2 Poliflorni med

U ovom poglavlju predstavljeni su rezultati karakterizacije poliflornih vrsta meda sa teritorije Srbije. Ukupno su ispitana 164 uzorka poliflornog meda, i to sledeći parametri: voda, električna provodljivost, ukupna kiselost, pH vrednost, specifična rotacija, šećerni profil, odnosno sadržaj mono-, di- i trisaharida, kao i sadržaj minerala, odnosno makro- i mikroelemenata. Na slici 14 prikazane su lokacije pčelinjaka sa kojih potiču ispitivani uzorci.



Slika 14: Regionalna mapa Srbije sa označenim lokacijama porekla ispitivanih uzoraka poliflornog meda

Uzorci sa električnom provodljivošću većom od  $1,0 \text{ mScm}^{-1}$  se po svom sastavu ne mogu smatrati cvetnim medom, već medljikovcem. Shodno tome, 30 uzoraka sa električnom provodljivošću većom od  $1,0 \text{ mScm}^{-1}$  su isključeni iz dalje analize.

#### 4.2.1 Deskriptivna statistička analiza za poliflorni med

Zbirni parametri deskriptivne statistike za 134 uzorka poliflornog meda prikazani su u Tabeli 8. Prikazane su srednje vrednosti dobijenih rezultata svih ispitinih parametara za definisane regione. Vrednosti rezultata za sve pojedinačne uzorke dati su u Prilogu IV iV.

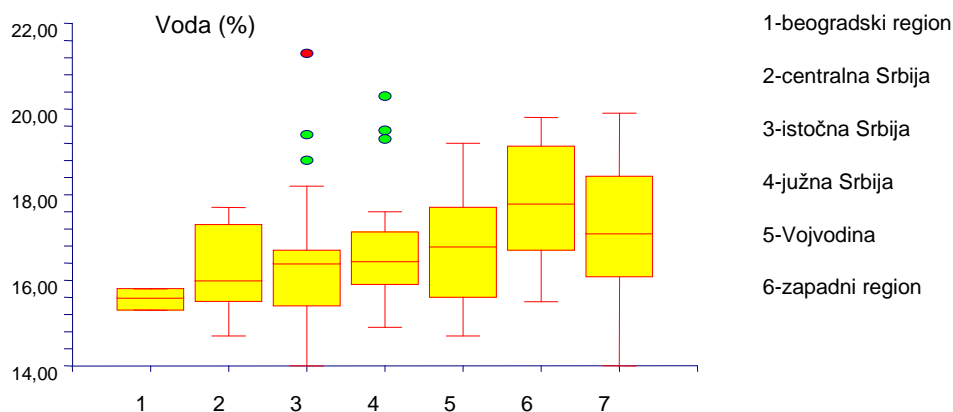
Tabela 8: Srednje vrednosti rezultata ispitanih parametara u uzorcima poliflornog meda iz sedam regiona Srbije

Parametar (broj uzorka)		Vojvodina (17) <sup>a</sup>	Beograd (3)	Centralna Srbija (15)	Istočna Srbija (27)	Južna Srbija (28)	Oblast Zlatibora (38)	Zapadna srbija <sup>b</sup> (6)
K, $\text{mg kg}^{-1}$ LOQ= $25\mu\text{gkg}^{-1}$	Sr. vredno	564,67	609,73	413,26	707,97	547,64	1352,83	597,59
	$\delta$	307,35	201,38	225,85	322,83	253,01	417,77	439,24
	Mediana	472,40	652,83	336,51	706,14	531,29	1373,05	387,97
	Maksimum	1211,10	786,07	1058,19	1363,39	1255,74	2559,44	1360,23
	Minimum	189,90	390,28	194,48	220,21	164,32	539,69	257,92
Ca, $\text{mg kg}^{-1}$ LOQ= $25\mu\text{gkg}^{-1}$	Sr. vrednost	84,13	71,04	38,72	57,33	42,99	51,35	72,31
	$\delta$	27,03	32,42	18,17	20,52	14,61	16,20	43,33
	Mediana	84,60	70,14	35,63	51,58	40,91	50,44	72,67
	Maksimum	126,84	103,89	85,89	106,40	76,14	100,10	133,13
	Minimum	26,99	39,07	16,19	30,53	21,04	17,65	22,08
Mg, $\text{mg kg}^{-1}$ LOQ= $10\mu\text{gkg}^{-1}$	Sr. vrednost	22,01	15,74	15,62	20,85	17,61	49,69	21,73
	$\delta$	7,69	5,04	8,05	12,50	12,04	19,31	15,68
	Mediana	21,92	14,70	10,96	17,88	12,69	45,44	16,48
	Maksimum	44,99	21,22	31,19	66,81	63,01	88,22	46,42
	Minimum	7,50	11,30	6,13	8,90	5,94	17,59	5,39
Na, $\text{mg kg}^{-1}$ LOQ= $25\mu\text{gkg}^{-1}$	Sr. vrednost	19,64	30,00	17,30	18,41	18,36	23,98	16,96
	$\delta$	12,87	23,22	8,30	16,10	12,44	16,15	12,33
	Mediana	16,76	23,69	16,66	14,80	15,01	20,70	15,55
	Maksimum	59,12	55,72	30,09	60,85	69,90	91,25	39,21
	Minimum	2,59	10,58	1,39	1,74	0,97	7,34	2,90
Zn, $\text{mg kg}^{-1}$ LOQ= $2\mu\text{g kg}^{-1}$	Sr. vrednost	4,12	0,82	1,65	6,12	2,69	3,71	2,77
	$\delta$	6,38	0,32	1,67	11,84	2,13	6,95	2,37
	Mediana	1,78	0,76	1,26	2,49	1,83	2,09	1,98
	Maksimum	27,46	1,16	7,46	61,52	9,54	43,44	7,56
	Minimum	0,82	0,53	0,46	0,82	0,71	0,91	1,22
Fe, $\text{mg kg}^{-1}$ LOQ= $10\mu\text{gkg}^{-1}$	Sr. vrednost	3,49	0,94	1,59	1,97	1,87	2,33	2,40
	$\delta$	5,25	0,17	1,58	1,72	1,41	1,34	1,12
	Mediana	2,11	0,98	1,18	1,54	1,54	1,96	2,21
	Maksimum	23,68	1,09	6,78	7,87	8,56	7,26	3,90

Parametar (broj uzorka)		Vojvodina (17) <sup>a</sup>	Beograd (3)	Centralna Srbija (15)	Istočna Srbija (27)	Južna Srbija (28)	Oblast Zlatibora (38)	Zapadna srbija <sup>b</sup> (6)
	Minimum	1,18	0,76	0,38	0,75	0,78	0,79	1,09
Cu, mg kg <sup>-1</sup> LOQ=2μg kg <sup>-1</sup>	Sr. vrednost	0,32	0,27	0,23	0,36	0,27	0,54	0,27
	δ	0,11	0,04	0,09	0,12	0,11	0,18	0,10
	Mediana	0,28	0,28	0,20	0,34	0,25	0,54	0,24
	Maksimum	0,56	0,30	0,41	0,69	0,58	1,02	0,44
	Minimum	0,18	0,22	0,09	0,18	0,14	0,23	0,17
Mn, mg kg <sup>-1</sup> LOQ=5μg kg <sup>-1</sup>	Sr. vrednost	1,51	1,58	2,31	2,05	1,73	4,25	3,97
	δ	2,09	1,49	2,47	1,87	2,16	2,80	5,27
	Mediana	0,51	1,01	1,21	1,41	0,76	3,64	1,68
	Maksimum	6,97	3,27	8,49	7,84	8,99	12,15	13,73
	Minimum	0,22	0,46	0,20	0,11	0,12	0,78	0,33
Co, mg kg <sup>-1</sup> LOQ=2μg kg <sup>-1</sup>	Sr. vrednost	0,11	0,06	0,02	0,05	0,10	0,07	0,05
	δ	0,16	0,07	0,01	0,05	0,17	0,10	0,07
	Mediana	0,05	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,02
	Maksimum	0,71	0,15	0,05	0,25	0,83	0,49	0,18
	Minimum	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cr, μg kg <sup>-1</sup> LOQ=2μg kg <sup>-1</sup>	Sr. vrednost	108,16	47,69	32,39	79,95	43,4	39,63	36,09
	δ	105,92	30,34	12,11	91,99	48,9	22,70	49,82
	Mediana	63,77	45,62	36,33	40,96	34,7	38,38	20,38
	Maksimum	455,33	79,02	44,24	375,10	222,5	123,22	132,30
	Minimum	ND <sup>c</sup>	18,45	ND	ND	ND	ND	ND
Ni, μg kg <sup>-1</sup> LOQ= 2μg kg <sup>-1</sup>	Sr. vrednost	71,45	55,95	100,08	77,92	94,3	235,51	60,05
	δ	53,92	28,89	63,71	49,77	100,7	168,28	61,82
	Mediana	56,14	68,53	81,60	62,18	64,0	173,94	54,30
	Maksimum	182,94	76,42	230,49	173,82	521,0	956,40	165,57
	Minimum	ND	22,90	ND	ND	ND	23,38	ND
Cd, μg kg <sup>-1</sup> LOQ=2μg kg <sup>-1</sup>	Sr. vrednost	4,03	0,59	1,42	2,57	1,9	8,74	2,39
	δ	6,19	0,32	2,45	4,56	2,5	8,90	3,70
	Mediana	1,35	0,70	0,13	0,35	0,7	6,52	1,15
	Maksimum	18,55	0,83	8,66	18,07	7,4	42,15	9,70
	Minimum	ND	0,23	ND	ND	ND	ND	ND
Voda, %	Sr. vrednost	16,79	15,55	16,30	16,46	16,67	17,24	17,80
	δ	1,28	0,25	0,96	1,54	1,24	1,45	1,49
	Mediana	16,75	15,61	15,99	16,39	16,46	17,12	17,78
	Maksimum	19,19	15,76	17,67	21,28	20,27	19,93	19,77
	Minimum	14,75	15,28	14,72	14,01	14,92	14,01	15,47
Električna provodljivost, mS cm <sup>-1</sup>	Sr. vrednost	0,37	0,35	0,27	0,40	0,31	0,74	0,35
	δ	0,12	0,11	0,12	0,15	0,10	0,14	0,18
	Mediana	0,34	0,34	0,24	0,35	0,30	0,73	0,28
	Maksimum	0,61	0,45	0,62	0,68	0,59	0,99	0,63
	Minimum	0,19	0,24	0,17	0,18	0,17	0,44	0,18
pH-vrednost	Sr. vrednost	3,72	3,87	3,91	3,90	3,88	4,31	3,86
	δ	0,33	0,12	0,31	0,31	0,30	0,25	0,18
	Mediana	3,76	3,90	4,01	3,91	3,89	4,34	3,96
	Maksimum	4,22	3,98	4,48	4,58	4,32	4,66	4,00
	Minimum	3,07	3,74	3,16	3,45	3,26	3,38	3,58
Slobodna kiselost, meq kg <sup>-1</sup>	Sr. vrednost	27,84	25,57	19,33	25,23	23,7	30,88	20,4
	δ	6,66	6,17	7,45	6,89	6,36	6,24	7,41

Parametar (broj uzorka)		Vojvodina (17) <sup>a</sup>	Beograd (3)	Centralna Srbija (15)	Istočna Srbija (27)	Južna Srbija (28)	Oblast Zlatibora (38)	Zapadna srbija <sup>b</sup> (6)
	Mediana	31,00	24,50	16,20	23,00	24,0	31,60	18,4
	Maksimum	37,20	32,20	34,20	38,70	34,2	45,20	30,2
	Minimum	11,40	20,00	10,60	15,60	12,8	16,60	13,4
Optička rotacija, $\alpha(20)^0$	Sr.vrednost	-14,38	-13,52	-13,48	-12,51	-13,2	-6,50	-14,2
	$\delta$	2,89	1,59	2,52	2,12	2,09	4,84	1,64
	Mediana	-14,46	-13,04	-13,77	-12,19	-13,0	-6,28	-14,8
	Maksimum	-10,32	-12,22	-7,67	-8,81	-9,3	6,96	-11,3
	Minimum	-20,10	-15,30	-17,22	-17,02	-17,8	-16,83	-15,5
Trehaloza, %	Sr.vrednost	0,24	0,19	0,14	0,36	0,28	0,30	0,08
	$\delta$	0,31	0,15	0,17	0,32	0,39	0,33	0,07
	Mediana	0,18	0,24	0,07	0,21	0,13	0,14	0,06
	Maksimum	1,32	0,32	0,67	1,12	1,76	1,34	0,17
	Minimum	0,01	0,02	0,02	0,04	0,03	0,01	0,01
Glukoza, %	Sr.vrednost	26,41	24,03	24,68	23,29	24,79	24,54	21,52
	$\delta$	3,58	1,99	2,63	2,71	2,80	3,56	2,06
	Mediana	26,99	23,88	24,92	23,74	24,32	25,06	21,28
	Maksimum	32,03	26,09	28,37	28,95	29,63	33,56	24,70
	Minimum	19,04	22,12	19,25	15,54	19,77	16,97	18,49
Fructoza, %	Sr.vrednost	36,10	35,89	37,98	34,35	36,81	35,58	31,87
	$\delta$	2,68	3,06	3,57	3,31	2,98	4,54	4,27
	Mediana	36,82	37,16	37,41	34,17	36,14	35,63	32,22
	Maksimum	40,71	38,11	43,48	41,11	42,87	44,67	38,09
	Minimum	30,81	32,40	32,66	24,64	31,69	24,45	25,08
Saharoza, %	Sr.vrednost	3,34	2,19	5,19	4,24	4,48	4,90	3,79
	$\delta$	2,48	1,78	1,36	3,09	3,25	1,36	1,43
	Mediana	2,46	1,92	5,11	3,10	3,82	5,08	3,90
	Maksimum	7,53	4,09	8,67	14,36	19,50	7,03	5,71
	Minimum	0,12	0,56	2,92	0,31	1,65	1,52	2,18
Isomaltoza, %	Sr.vrednost	0,64	0,75	0,31	1,01	0,73	0,41	0,37
	$\delta$	0,75	0,65	0,40	0,72	0,58	0,74	0,44
	Mediana	0,30	1,02	0,07	0,92	0,78	0,16	0,11
	Maksimum	2,33	1,22	1,06	3,42	1,79	3,64	0,96
	Minimum	0,01	ND	ND	0,01	0,03	0,01	0,05
Melezitoza, %	Sr.vrednost	0,22	0,33	0,31	0,22	0,21	0,36	0,37
	$\delta$	0,13	0,26	0,40	0,06	0,11	0,24	0,44
	Mediana	0,19	0,19	0,07	0,21	0,19	0,33	0,11
	Maksimum	0,59	0,63	1,06	0,37	0,58	0,97	0,96
	Minimum	0,07	0,16	ND	0,10	0,08	0,01	0,05
Gentiobioza+ Turanoza, %	Sr.vrednost	0,42	0,47	0,45	0,45	0,34	0,41	0,37
	$\delta$	0,27	0,09	0,36	0,15	0,19	0,17	0,33
	Mediana	0,44	0,47	0,36	0,42	0,30	0,41	0,25
	Maksimum	0,91	0,56	1,39	0,77	0,75	0,87	0,97
	Minimum	0,02	0,39	0,05	0,13	0,11	0,16	0,06
Isomaltotrioza, %	Sr.vrednost	0,13	0,18	0,13	0,30	0,25	0,18	0,32
	$\delta$	0,13	0,17	0,13	0,16	0,19	0,13	0,09
	Mediana	0,07	0,19	0,07	0,34	0,24	0,16	0,35
	Maksimum	0,39	0,35	0,39	0,57	0,87	0,46	0,44
	Minimum	ND	ND	ND	ND	0,03	0,01	0,17
Maltoza, %	Sr.vrednost	1,50	1,13	2,11	1,52	1,59	1,35	1,40
	$\delta$	0,90	0,88	0,64	0,72	0,61	0,74	0,90
	Mediana	1,68	1,60	2,00	1,32	1,61	1,17	1,65
	Maksimum	3,24	1,68	3,68	3,07	3,45	4,07	2,31
	Minimum	0,09	0,12	0,97	0,56	0,59	0,38	0,24

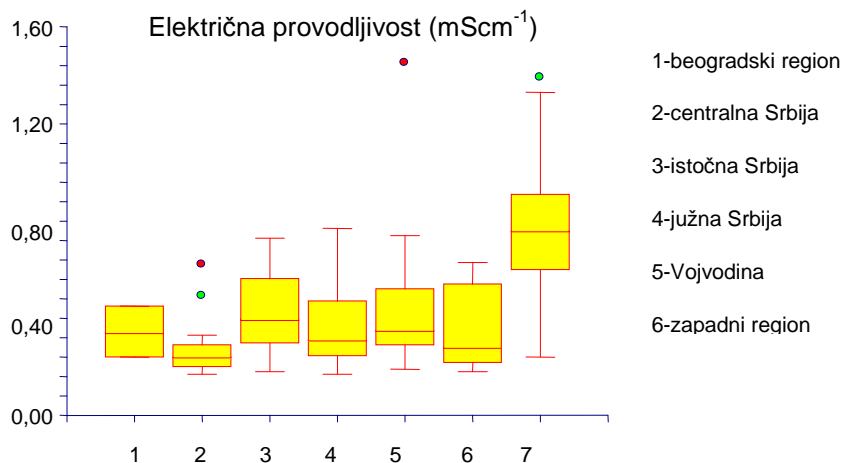
Sadržaja vode u polifloralnom medu iz svih regionima je imao slične vrednosti koje su se kretale od 15% do 17% (slika 15).



**Slika 15:** Medijane, minimalne i maksimalne vrednosti sadržaja vode u polifloralnom medu iz različitih regiona Srbije

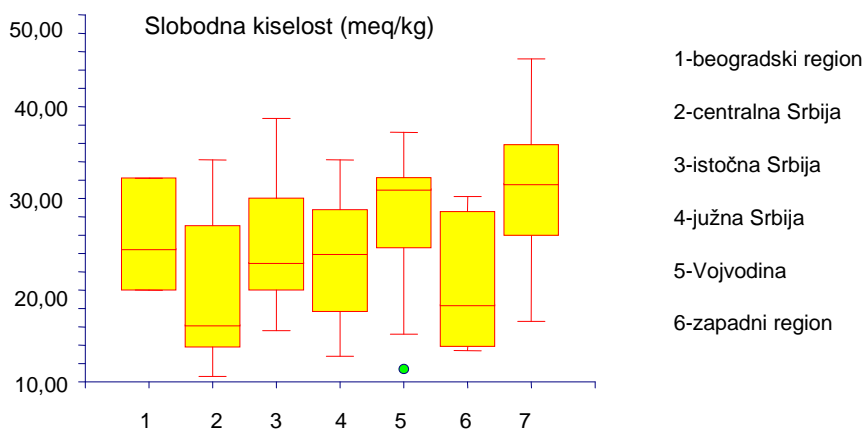
Svi ispitani uzorci meda se mogu okarakterisati kao med sa niskim sadržajem vode (<18%).

Na Slici 16 prikazane su srednje vrednosti, medijane i maksimalne i minimalne vrednosti za električnu provodljivost uzoraka u odnosu na pripadnost regionu. Najveća vrednost električne provodljivosti izmerena je u medu iz zlatiborskog kraja, i iznosila je  $0,74 \text{ mScm}^{-1}$ . Dobijena vrednost je značajno veća u odnosu na uzorke iz ostatka Srbije, koje su se kretale u opsegu od  $0,27\text{-}0,37 \text{ mScm}^{-1}$ , kao i u odnosu na vrednosti za električnu provodljivost za poliflorni med dobijene u drugim studijama (Arvanitoyannis et al., 2005, Kropf et al., 2009, Šarić et al., 2008, Conti et al., 2007).



**Slika 16:** Medijane, minimalne i maksimalne vrednosti električne provodljivosti poliflornog meda iz različitih regiona Srbije

Slobodna kiselost se kretala u opsegu od 16,20 meq/kg -31,40 meq/kg, pri čemu su najviše vrednosti zabeležene u uzorcima iz Vojvodine (31,0 meq/kg) i Zlatiborskog regiona (31,6 meq/kg). Dobijene vrednosti se kreću u širokom posegu, (slika 17) i u saglasnosti su sa podacima iz drugih studija za polifloralni med iz regiona (Kropf et al., 2009, Šarić et al., 2008, Conti et al., 2007).

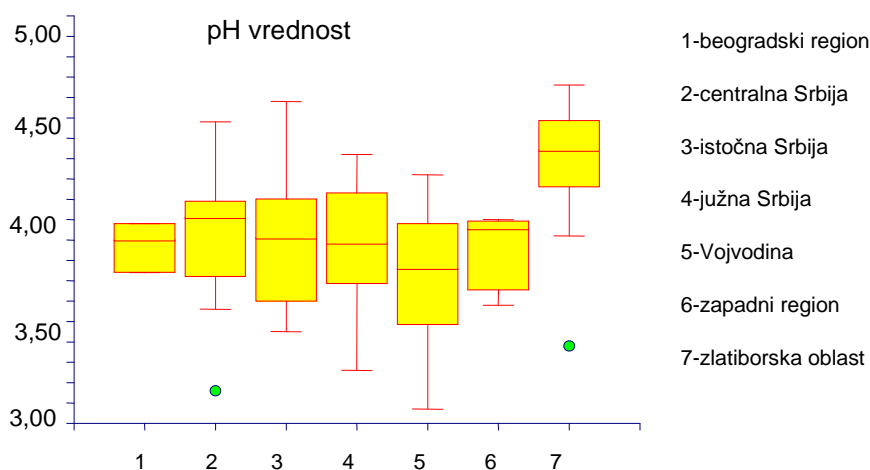


**Slika 17:** Medijane, minimalne i maksimalne vrednosti slobodne kiselosti u poliflornom medu regiona Srbije

Vrednosti pH su se kretale u opsegu od 3,76-4,34 (slika 18). Zapaža se nešto viša vrednost pH za med iz Zlatiborskog regiona. U ostalin uzorcima srednje vrednosti pH su

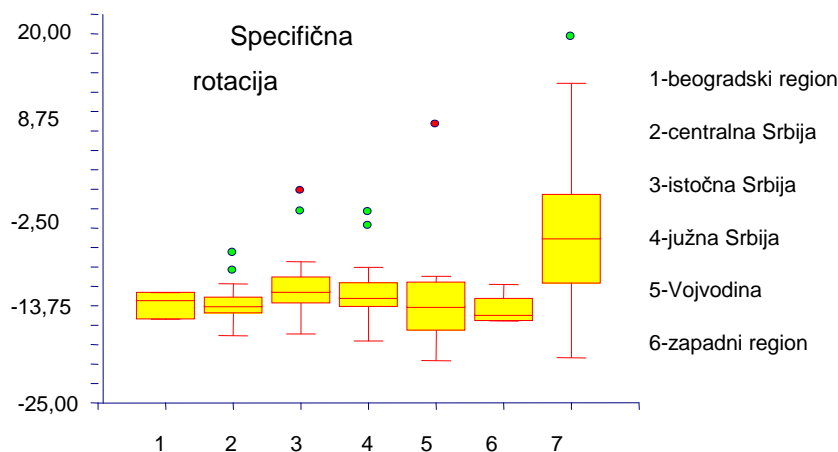
u skladu sa vrednostima dobijenim za polifloralni med u regionu: Grčka: 3,9 (Arvanitoyannis et al., 2005), Irska 4,1 (Downey et al., 2005), Poljska 3,78 (Popek et al., 2002), Češka 3,70 (Čelechovska et al., 2001), Španija 4,12 (Iglesias et al., 2004), Turska 3,8 (Yilmaz et al., 1999).

Vrednost izmerena u uzorcima iz Zlatiborskog okruga (pH = 4,31) je u saglasnosti sa vrednostima objavljenim za slovenački poliflorni med prikupljen iz tri regiona: alpski, panonskih i mediteranski (Kropf et al., 2009).



Slika 18: Medijane, minimalne i maksimalne vrednosti pH u poliflornom medu regiona Srbije

Izmerena specifična optička rotacija imala je vrednosti od -6,28 do -14,46 (Slika 19). Uzorci iz zlatiborskog regiona se izdvajaju po višim vrednostima u odnosu na ostale regione, kao i u odnosu na vrednost objavljenu za češki med koja je iznosila -13,1 (Přidal et al., 2002).

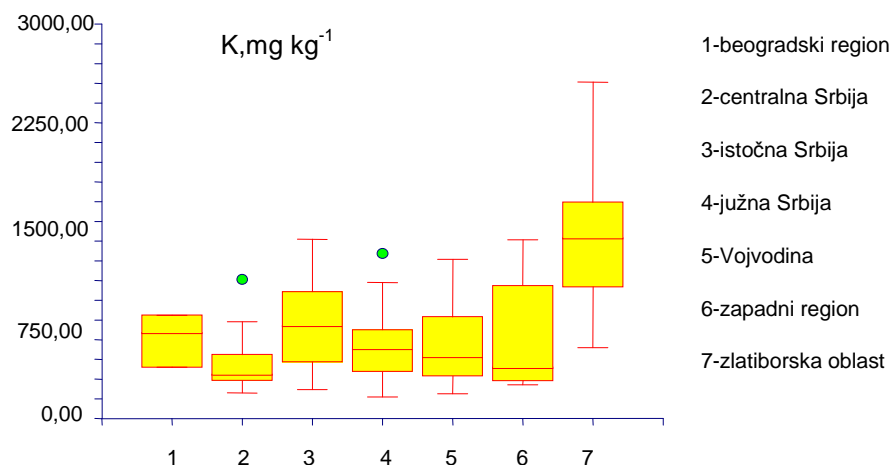


Slika 19: Medijane, minimalne i maksimalne optičke rotacije u poliflornom medu regiona Srbije

U uzorcima poliflornog meda kvantifikovano je dvanaest minerala (K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Cr, Co i Cd). Srednje vrednosti rezultata prikazane su u Tabeli 8.

Kalijum je najzastupljeniji mineral u svim ispitanim uzorcima. Prosečan sadržaj kalijuma se kretao od 400 do 700 mg kg<sup>-1</sup> u svim regionima Srbije, osim u uzorcima iz zlatiborskog kraja, gde je ovaj parametar dostigao vrednost od 1300 mg kg<sup>-1</sup> (slika 20). Relativno visok sadržaj kalijuma je utvrđenu slučaju italijanskog meda i iznosio je 1093 mg kg<sup>-1</sup> (Pisani et al., 2008), slovenačkih poliflorni med (1090-1220 mg kg<sup>-1</sup>) (Kropf et al., 2009), dok je u slučaju španskog meda utvrđeni sadržaj kalijuma imao čak i veću vrednost od srednje vrednosti utvrđene u ovoj studiji i iznosio je 1345 mg kg<sup>-1</sup> (Latorre et al., 1999). U studiji sprovedenoj od Braziewicz et al 2009, u poljskom poliflornom medu dobijena je vrednost od 1960 mg kg<sup>-1</sup> kalijuma. Nešto niža vrednost, koja je u skladu sa rezultatima dobijenim u ovoj studiji, dobijene su za irski poliflorni med, i iznosila je 566 mg kg<sup>-1</sup> (Downey et al., 2005), kao i za turski poliflorni med (459 mg kg<sup>-1</sup>) (Sevimli et al., 1992).





Slika 20: Medijane, minimalne i maksimalne vrednosti K u poliflornom medu regiona Srbije

Kalcijum je drugi metal po zastupljenosti u svim ispitivanim uzorcima i njegove vrednosti su se kretale u opsegu od 38 do 84 mg kg<sup>-1</sup>, a zatim magnezijum, u opsegu od 15 do 49 mg kg<sup>-1</sup> meda, i natrijum (17-30 mg kg<sup>-1</sup>). Magnezijum je prisutan u većjokoličini u uzorcima iz zlatiborskog planinskog područja (50 mg kg<sup>-1</sup>) nego u uzorcima iz ostatka Srbije (15-22 mg kg<sup>-1</sup>). Ostali ispitivani metali (Zn, Fe, Cu, Mn, Co, Cr, Ni i Cd) bili su prisutni u malim količinama, a neki u tragovima (μg kg<sup>-1</sup>).

Hromatografskom metodom primenjenom za određivanje šećera je dobijen šećerni profil za uzorke poliflornog meda. Fruktaza i glukoza su utvrđene kao najzastupljeniji šećeri u svim ispitivanim uzorcima. Sadržaj oba šećera je u većini slučajeva u granicama utvrđenim zakonodavstvom EU (Direktiva 2001/110/EC). Neke uočene niže vrednosti glukoze i fruktoze odgovaraju prisustvu medljikovca u medu, koji u odnosu na cvetni med ima niži sadržaj glukoze i fruktoze (Bentabol-Manzanares et al., 2011). Odnos fruktoze i glukoze imao je vrednosti između 1,36 i 1,61, što ukazuje da ove vrste meda nisu sklone kristalizaciji. Najzastupljeniji disaharidi su saharoza i maltoza. Osim toga, u većini uzoraka utvrđeno je prisustvo i manjih količina viših šećera: izomaltoze, izomaltotrioze, i melezitosa, kao i turanoze i gentiobioze.

#### 4.2.2 Statistička analiza

Statističkom obradom dobijenih podataka izdvojene su one karakteristike koje mogu imati najveći značaj u potencijalnom definisanju regionalnog porekla cvetnog meda.

Prema Kolmogoro-Smirnov i D'Agostino-Pearson testu za normalnost distribucije, došlo je do značajnog odstupanja od normalne distribucije za svaku od ispitanih varijabli. Modifikovani Levinov test za homogenost varijansi je pokazao značajnu heteroscedastičnost među različitim regionima za svaku promenljivu.

U takvim uslovima, kao metoda analize varijansi, primenjen je Kruskal-Wallis-ov test, i to za svaku od varijabli ponaosob, uzimajući odgovarajući region kao jedan činilac. Rezultati su prikazani u tabeli 9.

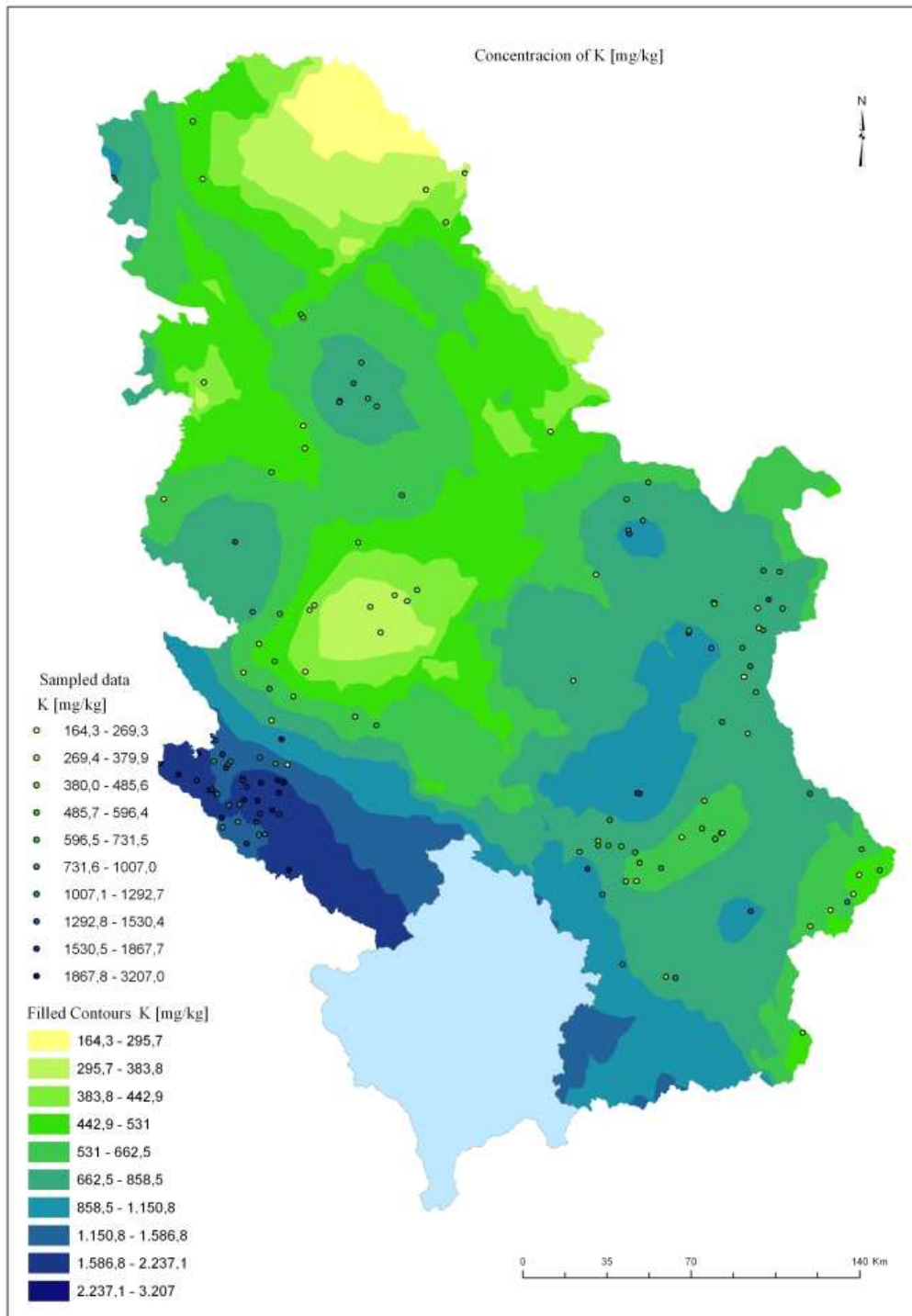
Statistički značajna razlika za vrednosti medijane pojedinih parametara, u zavisnosti od pripadnosti regionu, dobijena je na osnovu testa za višestruko poređenje Z-vrednosti. Izdvojeni regioni su označeni u zagradama (Tabela 9). Na osnovu Kruskal-Wallis-ovog testa K, Mg, Cu, Ni, i Cd, kao i električna provodljivost, pH i specifična optička rotacija identifikovani su kao parametri koji razdvajaju uzorke meda iz zlatiborskog regiona od onih poreklom iz ostatka Srbije. Ostali faktori su odgovorni za razdvajanje samo ograničenog broja regiona, dok natrijum i gentiozid+turanosid nemaju nikakav značaj za uspostavljanje razlika između uzoraka meda iz različitih regiona Srbije.

Tabela 9: Rezultati Kruskal-Wallis-ovog testa za višestruko poređenje Z-vrednosti za polifloralni med

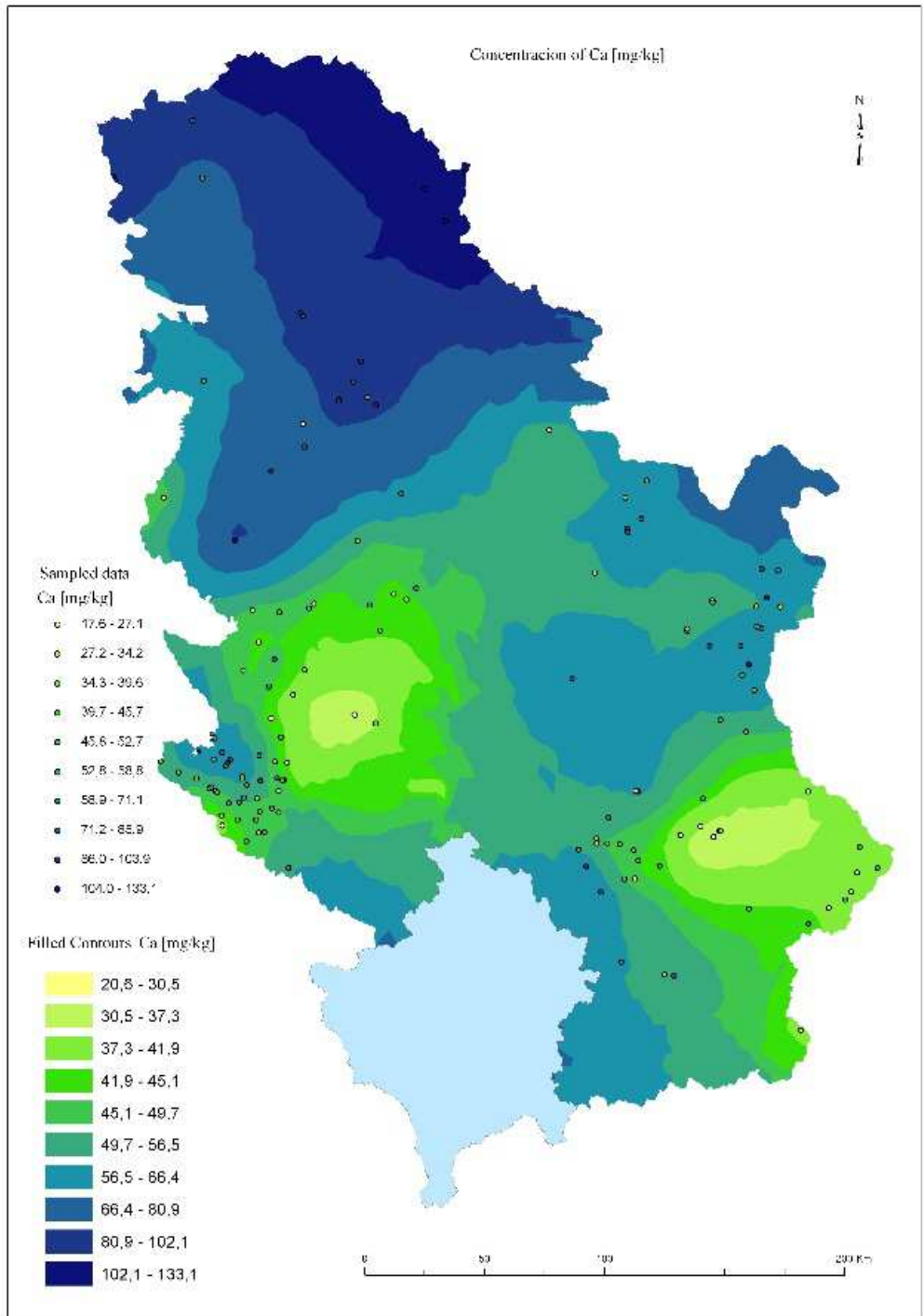
Parametar	<u>Kruskal-Wallis-ov test</u>		
	Chi square	P-vrednost	Višestruko poređenje Z-vrednosti
K	52,38	<0,0001	Z(B,C,W,E,S,V) C(E,S)
Ca	36,01	<0,0001	C(E,B, W,V,Z) S(E,V) E(S,V) Z(C,V)
Mg	49,87	<0,0001	Z(B,C,W,E,S,V)
Na	7,265163	0,297020	Z(E)
Zn	20,95663	0,001868	B,C (Z,V,S,E, W)
Fe	30,55495	0,000031	V(B,C, E, S)
Cu	53,77141	<0,0001	
Mn	37,0907	0,000002	Z(V,C,E,S)
Co	14,04547	0,026554	C(E,S,V,Z) V(C,W)
Cr	24,90788	0,000355	V(C,W,S,Z) E(C,S,W)
Ni	60,39804	<0,0001	Z(B,W,V,E,C,S)
Cd	28,86792	<0,0001	Z(C,E,S,V)
Voda	15,16083	0,0190	W(B,C,E)
Električna provodljivost	66,21957	<0,0001	Z(B,C,W,E,S,V)
pH vrednost	61,93313	<0,0001	Z(B,C,W,E,S,V)
Slobodnakiselost	26,12793	<0,0001	C(S,E,V,Z) Z(C,W,S,E)
Specifična optička rotacija	46,85286	<0,0001	Z(B,C,W,E,S,V)
Trehaloza	17,77981	0,0068	E(C,W,Z)
Glukoza	19,32884	0,0036	W(Z,S,C,V)
Fruktoza	17,47277	0,0076	C(W,E,Z) W(V,S,C)
Saharoza	23,81334	0,0006	Z(B,E,S,V)
Izomaltoza	27,77772	0,0001	E(C,V,Z)
Melezitoza	14,3168	0,0263	Z,C(S,E,V)
Gentiobiose + Turanose	6,07997	0,4143	-
Izomaltoza	21,69025	0,0014	S,E(V,C)
Maltoza	16,77585	0,0101	C(B,Z,E,S,V)

(\*)Vojvodina (V); Beograd (B); Centralna Srbija (C), Istočna Srbija (E); Južna Srbija (S); Oblast Zlatibora (Z); Zapadna Srbija, bez zlatiborske oblasti (W)

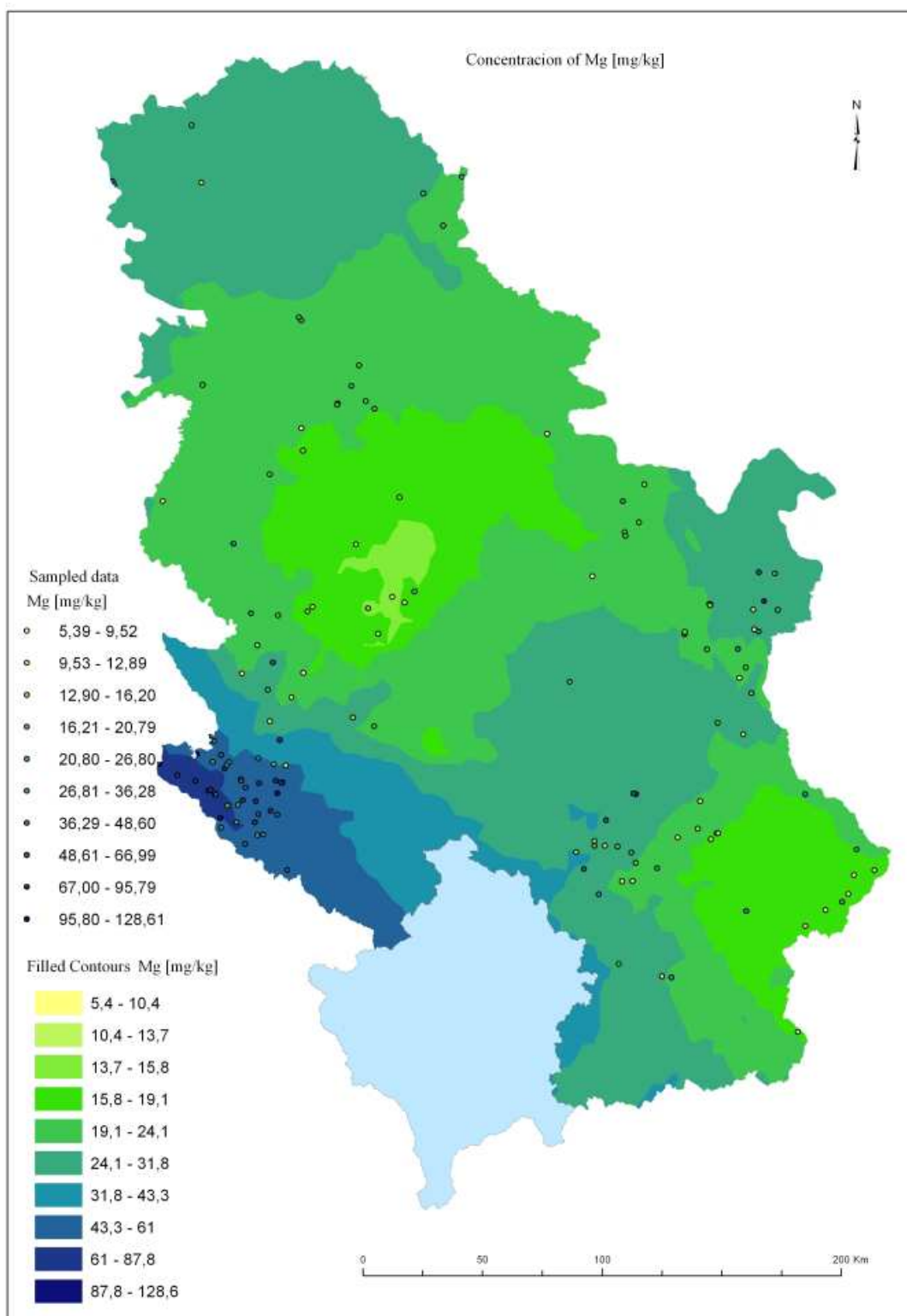
Geografski informacijski sistem (GIS) je upotrebljen za formiranje područja rasprostranjenosti svakog od ispitivanih parametara. GIS je sistem osmišljen da obuhvati, sačuva, manipulira, analizira, upravlja i predstavi sve vrste geografskih podataka spajanjem kartografije, statističke analize i baza podataka. GIS, za razliku od ostalih statističkih metoda, pruža mogućnost procene geografske distribucije određene karakteristike preko mape. Povezivanje kvantifikovanih hemijskih varijabli poliflornog meda sa abiotičkim i biotičkim podacima životne sredine, kao što su tip vegetacije, klima, geološki tip zemljišta, hidrološke i topografske karakteristike i ekološke karakteristike životne sredine, pomoću GIS sistema je jednostavan i praktičan pristup, koji je uveden pored ostalih statističkih metoda u cilju poboljšanja performansi klasifikacije. Prostorne distribucije sadržaja kalijuma, kalcijuma, magnezijuma i nikla, kao i prostorna distribucija električne provodljivosti uzorcima polifloralnog meda su date na slikama od 21 do 25. Prostorne distribucije ostalih parametara date su u prilogu VI.



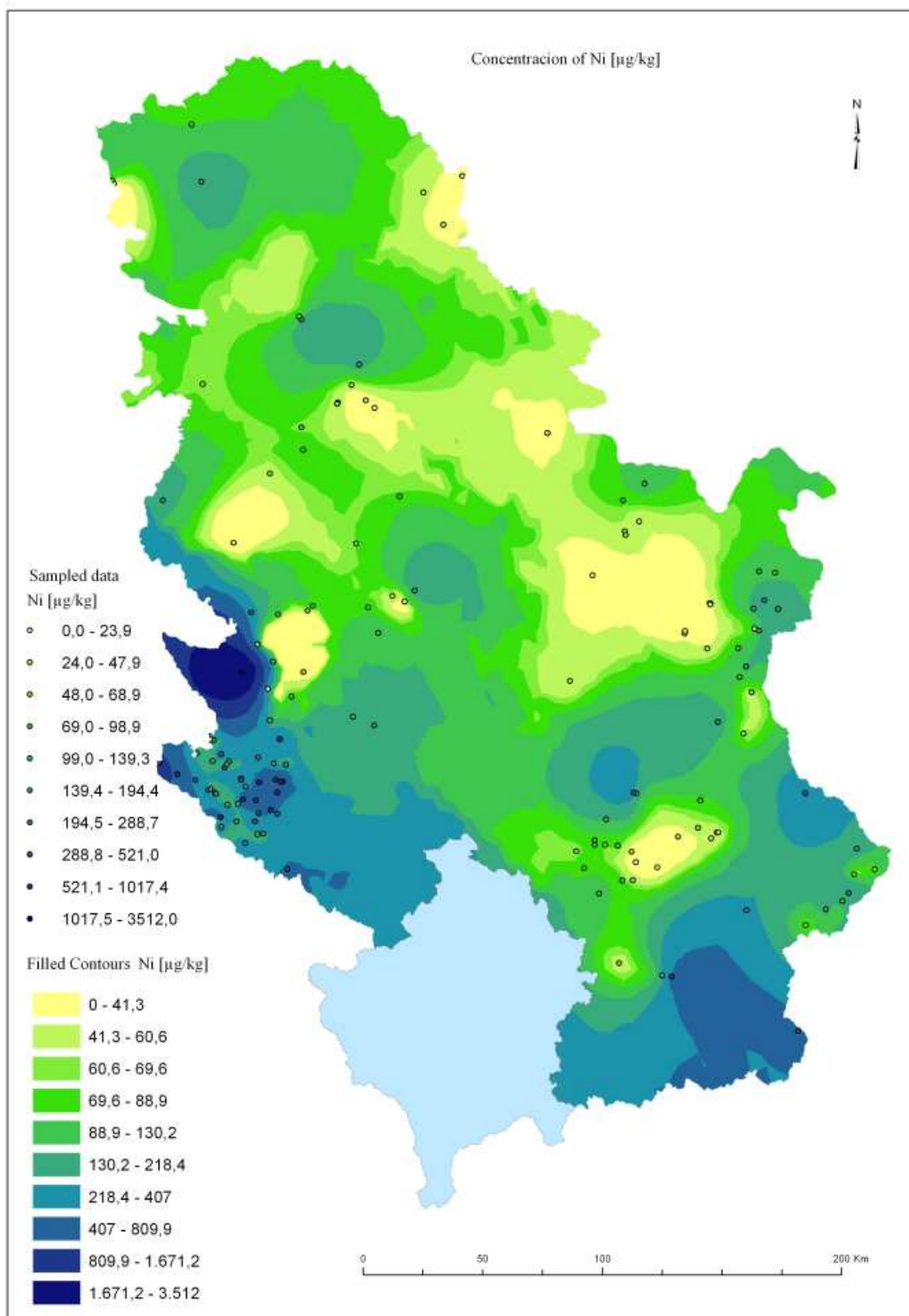
Slika 21: GIS prostorna distribucija sadržaja kalijuma u poliflornom medu



Slika 22: GIS prostorna distribucija sadržaja kalcijuma u poliflornom medu

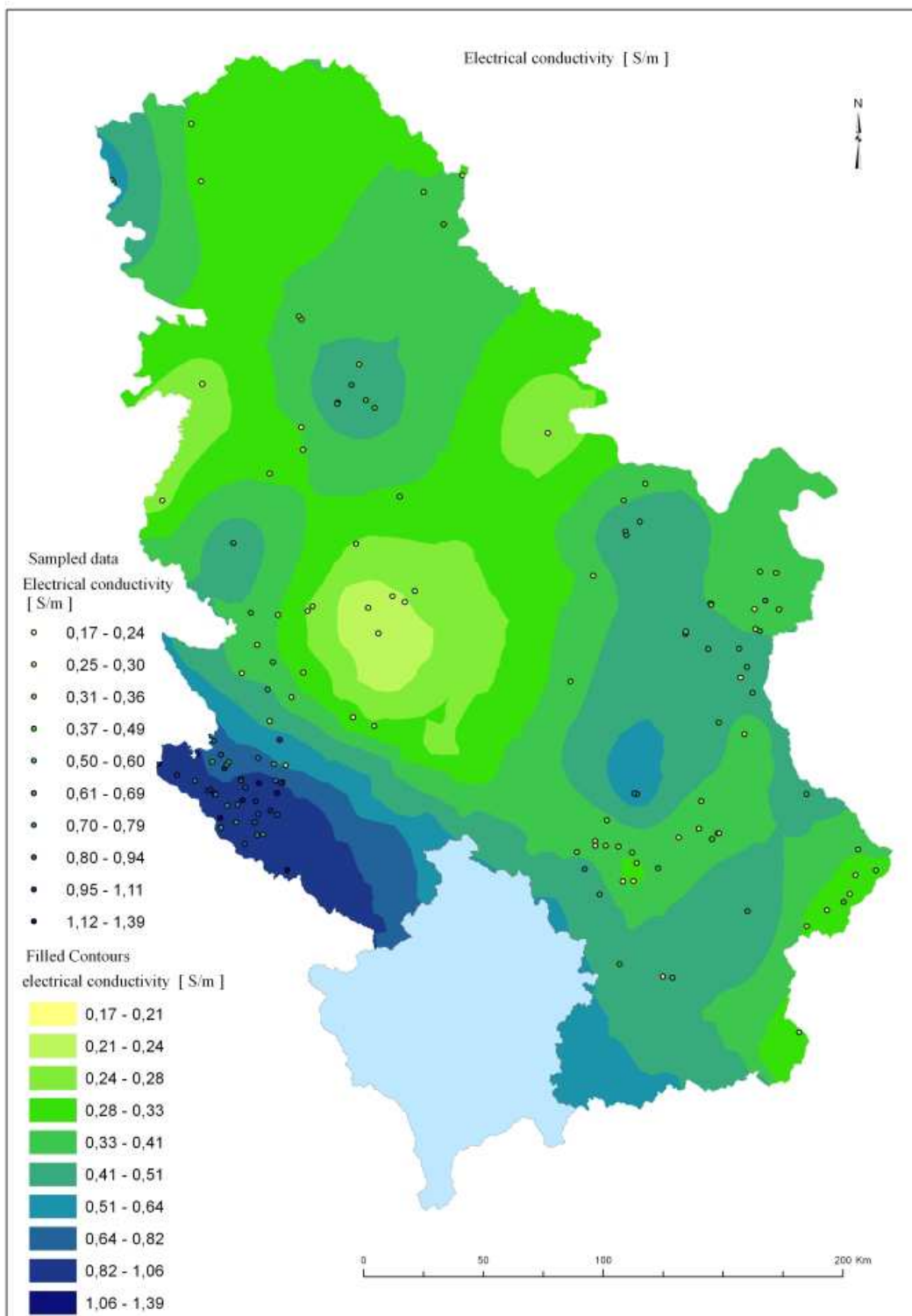


Slika 23: GIS prostorna distribucija sadržaja magnezijuma u poliflornom medu

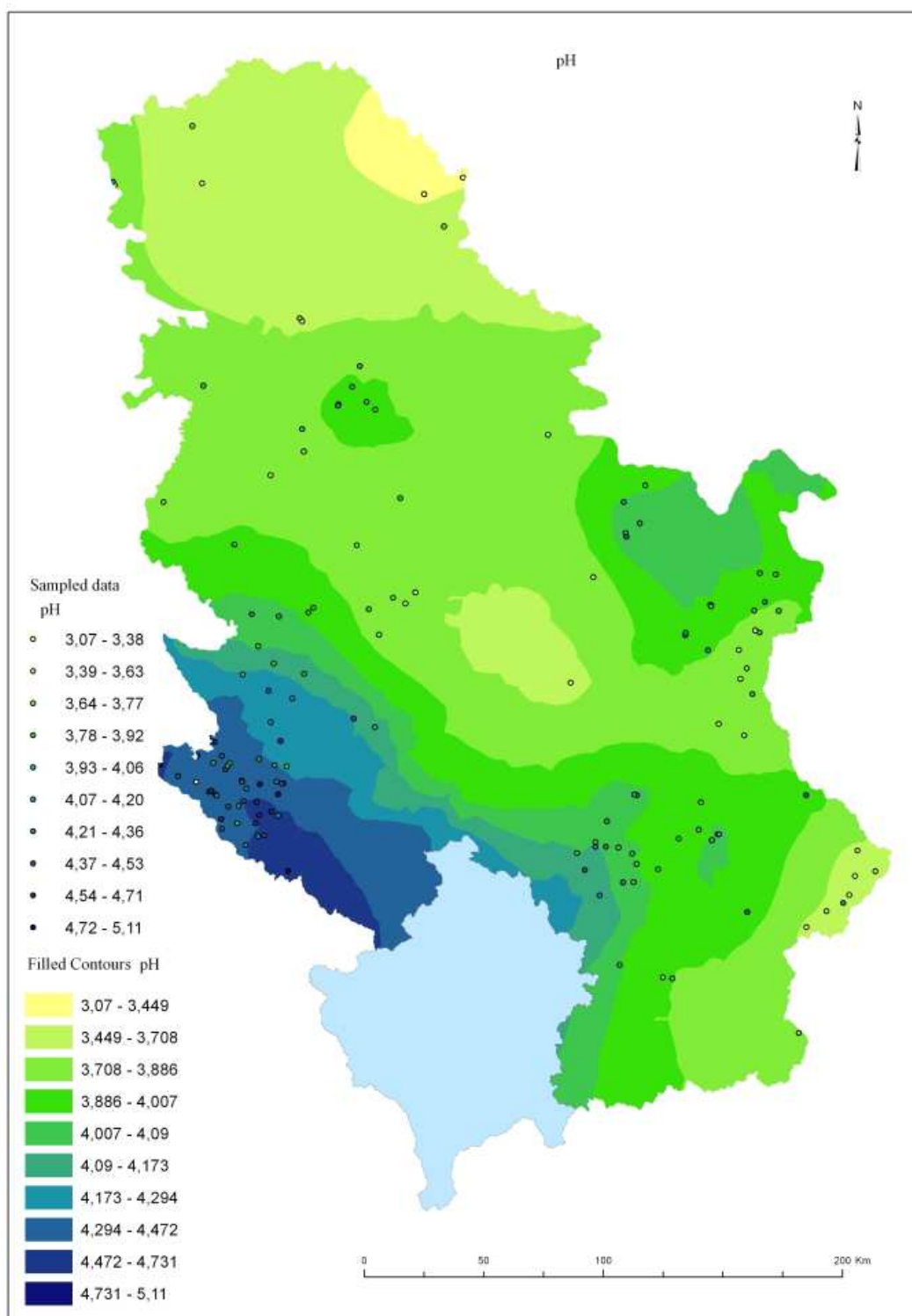


Slika 24: GIS prostorna distribucija sadržaja nikla u poliflornom medu





Slika 25: GIS prostorna distribucija električne provodljivosti u poliflornom medu



Slika 26: GIS prostorna distribucija pH vrednosti u poliflornom medu

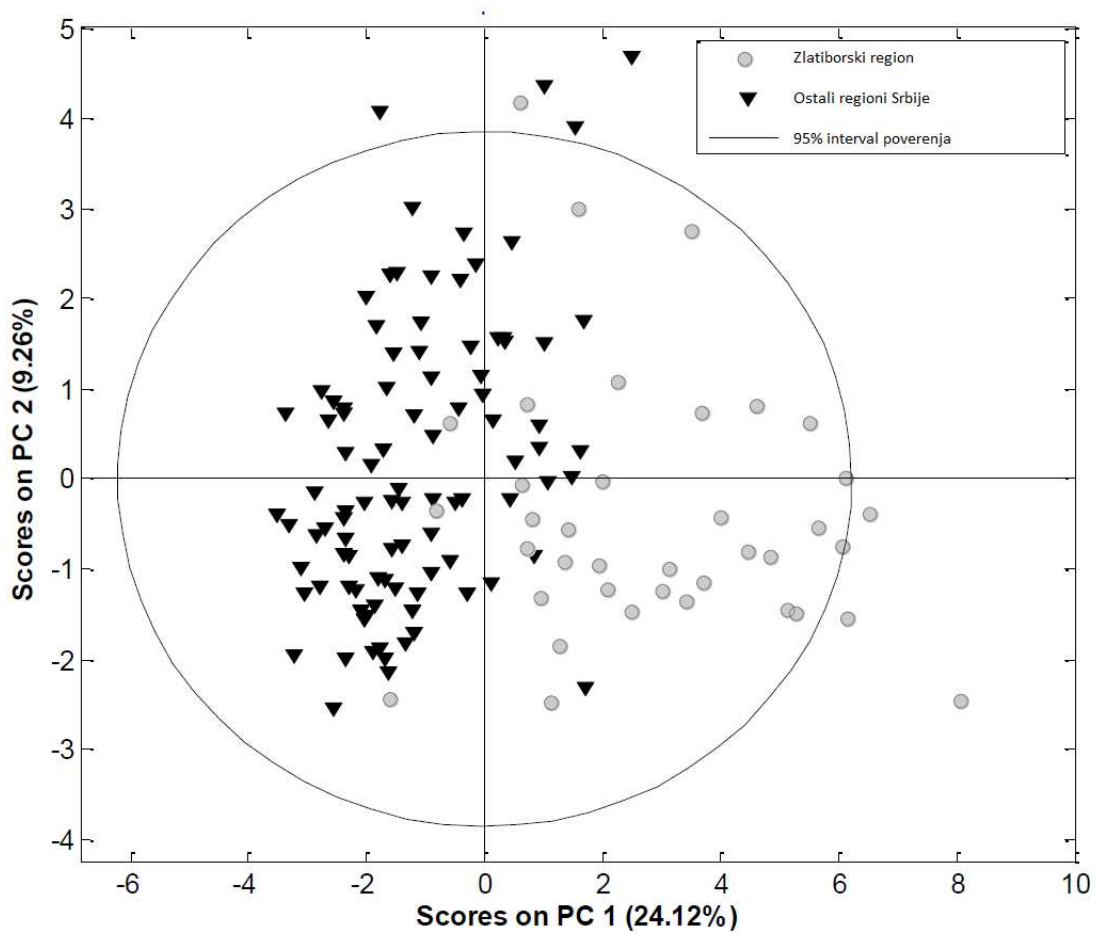
### 4.2.3 *Multivarijantna analiza polifloralnog meda*

#### Analiza glavnih komponenata

Analiza glavnih komponenata i klasterka analiza su izvedene u cilju dobijanja uvida u strukturu podataka, otkrivanju eventualno prisutnih ekstremnih vrednosti i identifikacije sličnosti i mogućnosti grupisanja između ispitivanih uzoraka.

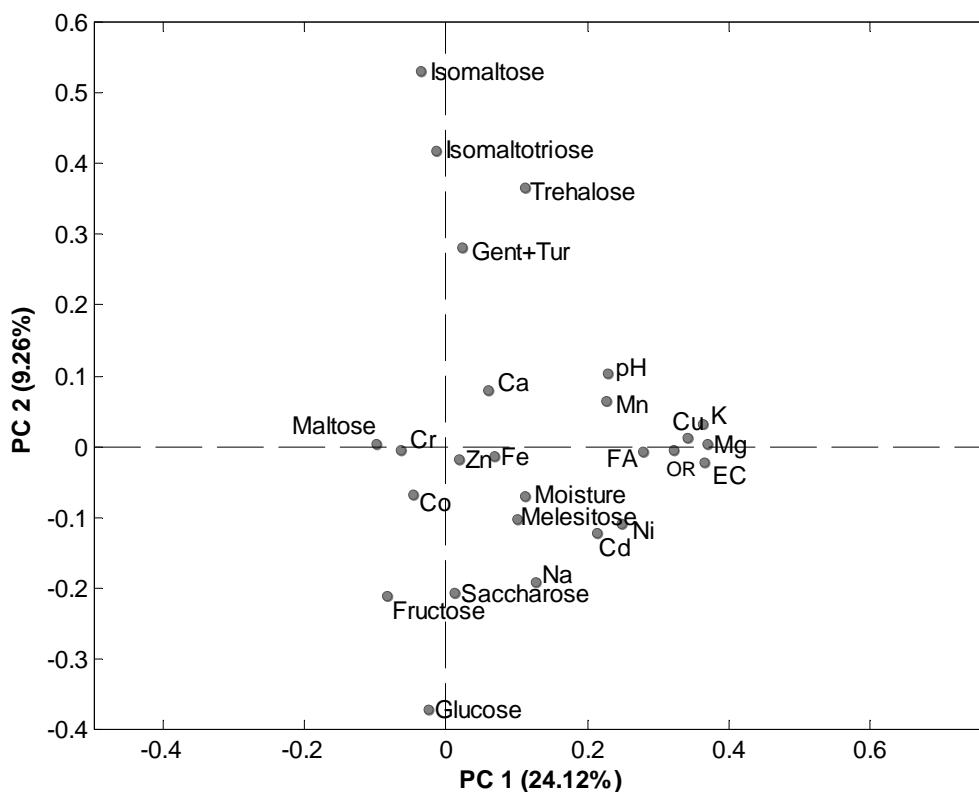
PCA analiza je rezultirala trokomponentnim modelom koji objašnjava 41,35% varijabiliteta među podacima. Prva glavna komponenta (*PC1*) obuhvata 24,12% od ukupnog varijabiliteta podataka, druga glavna komponenta (*PC2*) 9,26% i treća glavna komponenta 7,97%. Vrednost skorova, odnosno njihove uzajamne projekcije za prve dve komponente predstavljene su na slici 27. U odnosu na *PC1* osu, uzorci su podeljeni u dve različite grupe. Većina uzoraka koji potiču iz zlatiborskog okruga su grupisani sa desne strane grafikona, dok uzorci iz ostalih regiona Srbije čine kompaktan klaster uglavnom na suprotnoj strani *PC1* ose. Formiranje klastera ostvareno je isključivo duž *PC1* ose, dok duž *PC2* pravca nije bilo značajnog razdvajanja.

Najveći pozitivan uticaj na *PC1* osi imaju sadržaj Mg, K, i Cu kao i električna provodljivost i specifična rotacija (slika 28). Izomaltoza, isomaltotrioza i glukoza imaju značajan uticaj na *PC2* osi. Nekoliko uzoraka pokazuju odstupaje od posmatranog seta, jer se nalaze van Hotelling  $T^2$  elipse (95%verovatnoće), pa se stoga rezultati za te uzorke mogu smatrati posledicama grubih grešaka (outlayers). Uzorci iz ostalih regiona Srbije, osim zlatiborskog, koje možemo smatrati *outlayer*-ima, imaju viši nivo trehaloze i izomaltoze. Sadržaj K, Mg, Cu i Cd, i vrednosti za električnu provodljivost i pH u ovim uzorcima bile su slične onima dobijenim za uzorke iz zlatiborskog regiona. Tri uzorka iz zlatiborskog regiona, koja odstupaju od posmatranog seta, imala su veoma visok sadržaj K, Ca, Mg i Na.



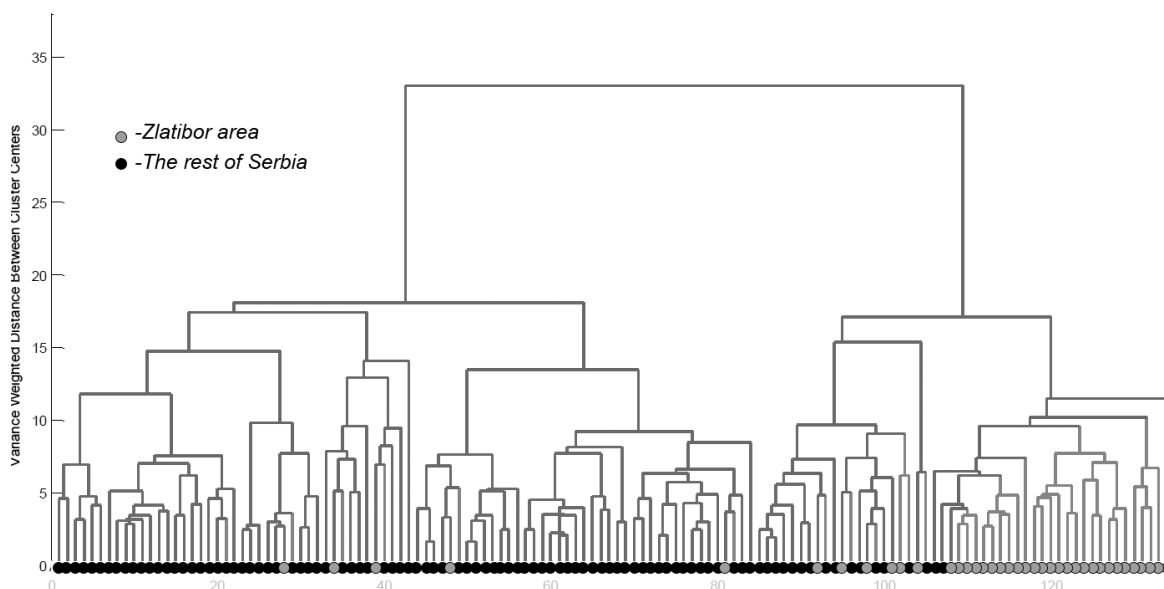
*a*

Slika 27: PCA primenjena na polifloralni med, uzajamne projekcije skorova na PC1 i PC2



Slika 28: PCA primenjena na polifloralni med, grafik koeficijenata latentnih varijabli

Klasterska analiza je pokazala pet klastera (slika 29.). Jedan skup se sastojao isključivo od uzoraka meda iz zlatiborskog okruga, dok su ostali činili svi uzorci iz ostatka Srbije, kao i mali broj uzoraka iz zlatiborskog okruga. Međutim, svako dalje podgrupisanje prema predloženoj regionalnoj podeli Srbije nije moglo da se definiše.



Slika 29: Dendrogram

Sve upotrebljene statističke metode, Kruskal-Vallis-ov test, PCA kao i GIS, prepoznale su jedinstven skup parametara: Mg, K, Cu, električnu provodljivost i specifičnu optičku rotaciju na osnovu kojih se uzorci poreklom iz zlatiborskog područja izdvajaju od uzoraka sakupljenih iz ostalih regiona Srbije. Na odvajanje među navedenim oblastima različiti faktori mogu imati uticaj, kao što su klima, sastav zemljišta, odnosno prisustvo regionalne endemske flore. Ovi faktori imaju naročito snažan uticaj na sadržaj minerala u meda (Pohl, 2009).

Glavni tip zemljišta u severnom delu Srbije (Vojvodina, beogradski region i Zapadni region, isključujući zlatiborski kraj) je crnica, koja se odlikuje visokim sadržajem blagog humusa visokog kvaliteta i  $\text{CaCO}_3$ . Dvostruko veći nivo kalcijuma dobijen u uzorcima meda iz Vojvodine ( $84.13 \pm 27.03 \text{ mg kg}^{-1}$ ), beogradskog regiona ( $71.04 \pm 32.42 \text{ mg kg}^{-1}$ ) i zapadnog regiona ( $72,31 \pm 43,33 \text{ mg kg}^{-1}$ ) je u skladu sa podacima navedenim za vrstu zemljišta u ovim regionima. Zlatiborski region pripada najvećem bloku serpentina na Balkanu, koje pripadaju grupi silikatnih stena. Njihova karakteristika je nizak sadržaj kalcijuma i visok sadržaj aluminijuma, gvožđa, magnezijuma, nikla, kobalta i hroma (Stevanović, 2003). Visok sadržaj Mg i Ni u serpentinskom zemljištu može biti uzrok većim količinama ovih elemenata koji su nađeni u meda iz zlatiborskog regiona. (Protić, 2005; Atanacković, 2005). Endemske biljne vrste, karakteristične za zlatiborski region su *Knautia pan-cicii*, *Verbascum bosnense*, *Thymus adamovicii* i *Potentilla mollis*. Sve pomenute biljne vrste su nektarske biljke i mogu imati ulogu u daljoj karakterizaciji poliflornog meda sa Zlatibora (Stevanović, 2003). Za razliku od drugih planinskih regiona Srbije, zlatiborsko područje je bogato četinarskim drvećem i drugim zimzelenim biljkama, od kojih je srpska smrča (*Picea omorika*) izdvaja kao endemska vrsta.

### Linearna diskriminantna analiza

U daljoj statističkoj obradi primenjena je linearna diskriminantna analiza i to na ceo set podataka koji je razdvojen na dve grupe: uzorke iz zlatiborskog regiona i uzorke iz ostalih regiona Srbije. Analiza je rezultirala u jednoj kanonijskoj funkciji koja je imala vrednost 1,7515 ( $F=14,3$ , Wilk's Lambda parametar = 0,223)(tabela 11). Električna provodljivost, kalijum i magnezijum izdvojeni su kao najznačajnije varijable, na osnovu vrednosti standardizovanih kanoičkih koeficijenata, koji za ove parametre iznose: 1.681, -0.750 i 0.680, respektivno. (tabela 12). Primenom dobijenog modela na ukupan broj od 38 uzoraka zlatiborskog meda, 2 uzorka (5.26%) su pogrešno klasifikovani, pa se može zaključiti da dobijeni LDA model ima dobru diskriminativnu snagu (tabela 13).

Tabela 11: Rezultati LDA analize primenjene na polifloralni med (zlatiborski region, u odnosu na sve ostale regione)

Funkcija	Eigen vrednost	R canonical	R <sup>2</sup> canonical	F	P	Wilk's lambda
1	1.751538	0.8815	0.7770	14.3	< 0.0001	0.223

Tabela 12: Vrednosti standardizovanih kanoičkih koeficijenata za ispitivane parametre

Promenjlive	Standardizovani kanoički koeficijenti
<b>K</b>	<b>-0,750</b>
Ca	-0,464
<b>Mg</b>	<b>0,680</b>
Na	-0,017
Zn	0,007
Fe	-0,024
Cu	-0,133
Mn	-0,181
Co	0,212
Cr	-0,216
Ni	0,482
Cd	-0,078
Voda	0,011
<b>Električna provodljivost</b>	<b>1,681</b>
pH	0,094
Slobodna kiselost	-0,497
Specifična optička rotacija	-0,192
Trehaloza	-0,028

Promenjljive	Standardizovani kanoički koeficijenti
Glukoza	0,186
Fructoza	-0,092
Saharoza	-0,038
iMaltoza	0,025
Melezitoza	-0,300
Gentiobioza +Turanoza	-0,046
iMaltotrioza	-0,053
Maltoza	0,0054

Tabela 13: Rezultat uspešnosti primene LDA modela za uzorke (%)

	Uspešnost modela (%)		
	Svi regioni	Zlatiborski region	Ukupno
Svi regioni Srbije	96	0	96
Zlatiborski region	2	36	38
Ukupno	98	36	134

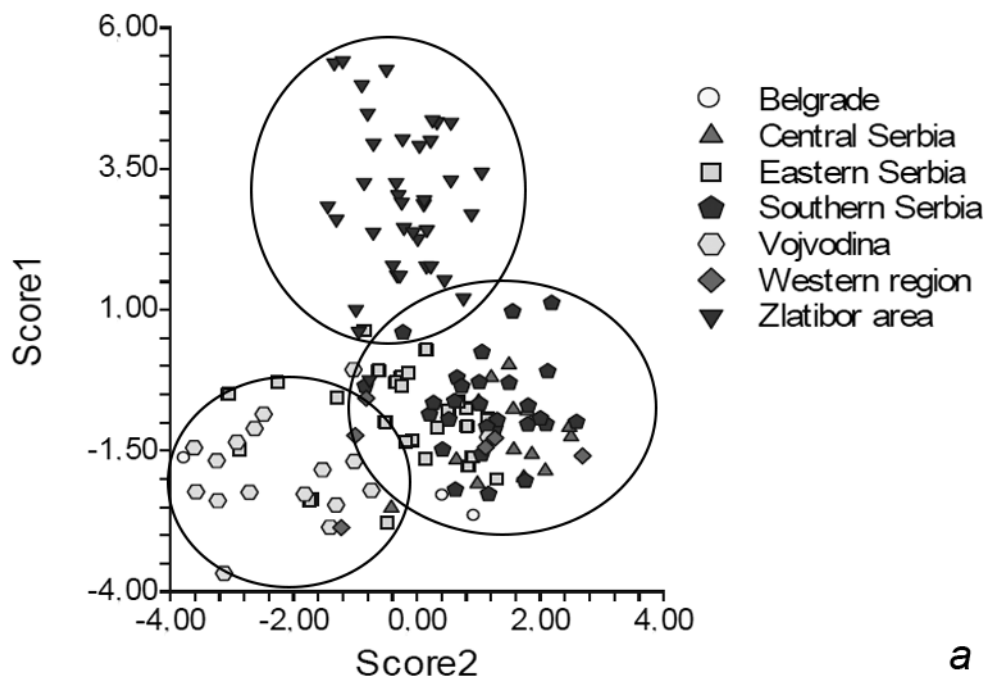
LDA je takođe primenjena na vrednosti parametara uzoraka poliflornog meda i sve regione pojedinačno, kao promenjljive. Model je rezultirao u šest statistički značajnih kanoničkih funkcija (tabela 14).

Tabela 14: Rezultati LDA analize primenjene na vrednosti parametara poliflorni med, pojedinačni regioni kao promenjljive

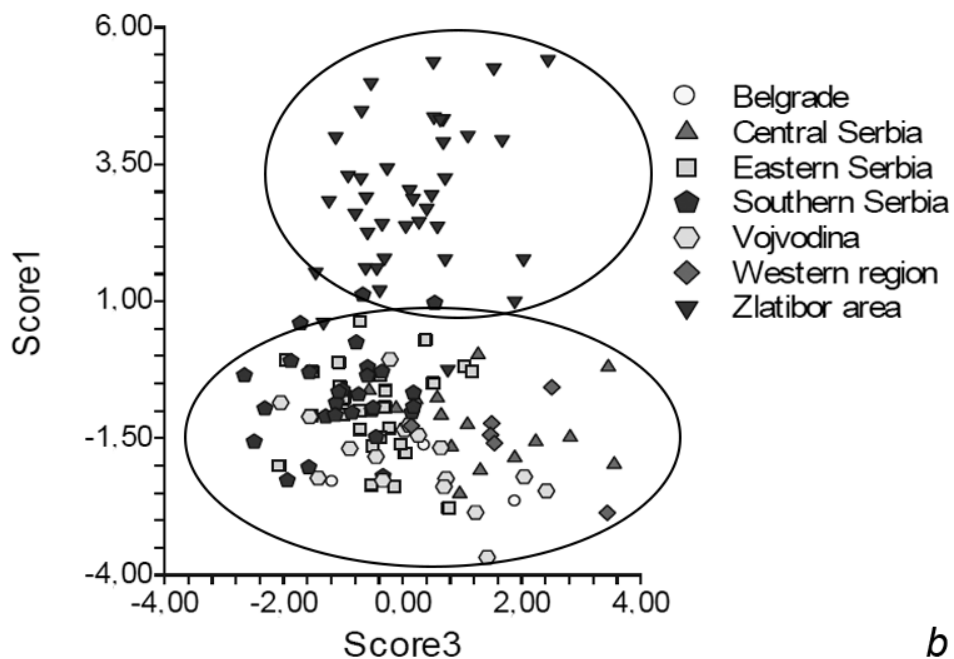
Funkcija	Eigen vrednost	R canonical	R <sup>2</sup> canonical	F	P	Wilk's lambda
1	3.78	0.8894	0.7911	3.3	<0.0001	0.028
2	1.17	0.7349	0.5401	2.1	< 0.0001	0.135
3	0.63	0.6220	0.3869	1.6	0.0016	0.294
4	0.52	0.5843	0.3414	1.3	0.0898	0.480
5	0.22	0.4286	0.1838	0.8	0.7715	0.729
6	0.12	0.3277	0.1074	0.6	0.9011	0.893



Dijagram rasipanja prve dve kanonijske funkcije, i prve i treće funkcije (Slike 30 i 31) pokazuju da su uzorci iz zlatiborskog kraja potpuno odvojeni od uzoraka iz drugih regiona. Uzorci poreklom iz Vojvodine su u određenoj meri odvojeni od drugih regiona, sa izuzetkom uzoraka sa istoka, koji pokazuju umereno preklapanja. Uzorci iz ostalih regiona formiraju grupe koje se međusobno preklapaju.



Slika 30: Dijagram rasipanja diskriminantnih funkcija 1 i 2



*b*

Slika 31: Dijagram rasipanja diskriminantnih funkcija 1 i 3

Faktori koji utiču na odvajanje uzoraka iz zlatiborskog kraja od uzoraka meda iz ostalih regiona Srbije su količine magnezijuma, kalijum i kalcijum i električna provodljivost, sa standardizovanim kanoničkim koeficijentima: magnezijum 0,643, kalijum -0,527, kalcijum -0,693 i električna provodljivost 1.602. Pored navedenog, Vojvodina je odvojena od ostalih regiona na osnovu sadržaja kalijuma i kalcijuma. Za ove parametre vrednosti standardizovanih kanoničkih koeficijenata su 0,813 i -0,866 (tabela 15).

Tabela 15: Vrednosti standardizovanih kanoničkih koeficijenata za parametre

Promenjlva	Vrednosti standardizovanih kanoničkih koeficijenata za diskriminantne funkcije					
K	<b>-0,527</b>	<b>0,813</b>	-0,425	0,476	-0,384	0,160
Ca	<b>-0,693</b>	<b>-0,866</b>	<b>0,852</b>	0,108	0,332	0,289
Mg	<b>0,643</b>	-0,184	0,171	-0,435	-0,018	-0,524
Na	-0,037	0,027	-0,023	-0,055	0,036	0,574
Zn	0,033	-0,055	-0,043	0,328	-0,146	-0,181
Fe	0,004	-0,016	-0,194	-0,222	0,119	-0,446
Cu	-0,194	-0,559	-0,034	0,445	-0,417	0,015
Mn	-0,160	0,266	0,169	0,318	0,297	0,186
Co	0,284	0,162	-0,476	-0,146	0,715	0,186
Cr	-0,302	-0,590	0,070	0,058	-0,489	-0,266
Ni	0,419	-0,081	0,308	-0,372	0,269	-0,076
Cd	-0,110	0,037	0,075	-0,310	0,073	0,134
Voda	0,045	0,186	0,142	0,237	0,273	-0,367
Električna provodljivost	<b>1,602</b>	-0,548	0,037	0,234	0,210	-0,250
pH	0,029	-0,149	-0,013	-0,614	0,045	0,215
Slobodna kiselost	-0,405	0,137	<b>-0,714</b>	-0,590	-0,125	0,362
Specifična optička rotacija	-0,237	0,086	0,343	0,213	0,208	0,258
Trehaloza	0,066	0,206	-0,307	-0,011	-0,125	-0,285
Glukoza	0,172	-0,216	-0,271	-0,512	0,084	-0,404
Fruktoza	-0,112	0,102	0,098	-0,228	-0,115	0,366
Saharoza	0,015	0,203	-0,031	-0,055	-0,237	-0,270
Isomaltoza	-0,047	-0,456	-0,204	-0,337	-0,134	0,165
Melezitoza	-0,392	0,058	<b>0,741</b>	0,025	-0,265	0,137
Gentiobioza + Turanoza	-0,076	-0,071	0,087	-0,161	-0,450	0,092
Isomaltotrioza	0,079	0,404	-0,171	0,649	0,234	-0,097
Maltoza	0,035	0,326	0,293	-0,093	-0,149	-0,423

Ukupno 36 (94,73%) od 38 uzoraka iz zlatiborskogregiona su pravilno raspoređeni. Takođe, 12 (70,58%) od 17 uzoraka iz Vojvodine su pravilno raspoređeni. Klasifikacija ostalih ispitivanih uzoraka je umerena do niska (tabela 16).

Tabela 16: Rezultat uspešnosti primene LDA modela za razdvajanje uzoraka poliflornog meda prema pripadnosti regionu (%).

	<b>Uspešnost primene modela (%)</b>							
	Beograd	Centralni region	Istočni region	Južni region	Vojvodina	Zapadni region*	Zlatibor	Ukupno
Beograd	3	0	0	0	0	0	0	3
Centralni reg.	0	11	0	3	1	0	0	15
Istočni reg.	0	1	14	6	3	3	0	27
Južni region	0	1	2	25	0	0	0	28
Vojvodina	2	0	1	1	12	1	0	17
Zapadni reg.*	0	0	0	1	0	5	0	6
Zlatibor	0	0	1	0	1	0	36	38
Ukupno	5	13	18	36	17	9	36	134

\*bez zlatiborske oblasti

## 5 ZAKLJUČAK

U okviru ovog prvog sistematskog proučavanja srpskog meda, koje je osim rezultata prikazanih u ovom radu obuhvatalo i druge studije (Kečkeš S. et al. (2013), Kečkeš J. et al. (2013), Gašić et al. (2014a), Gašić et al. (2014b), Lenhardt et al. (2014), Milojković-Opsenica et al. (2015)), ukupno su analizirana 372 uzorka meda, od toga: 201 monoflorni med (167 uzoraka bagremovog meda, 11 lipovih uzoraka lipovog meda, 23 suncokretova meda), 171 poliflorni (livadskih ili cvetnih) med.

Karakterizacija tri monoflorne vrste meda (bagremov, suncokretov i lipov) je izvršena na osnovu fizičko-hemijskih parametara (sadržaj vode, električna provodljivost, slobodna kiselost, optička rotacija i pH). Dobijeni rezultati pokazuju visok kvalitet srpskog meda; svi ispitivani uzorci meda ispunjavaju kriterijume evropske regulative (EC 2001/110) i Codex standarda za med, (Revised codex standard for honey. *Codex Standard* 12-1981), u pogledu ispitivanih fizičko-hemijskih svojstava. Glavni cilj proučavanja monofloralnih botaničkih vrsta meda je bio da se utvrdi mogućnost uspostavljanja razlika između botaničkih vrsta, na osnovu vrednosti analiziranih parametara. Hipoteza o razlikama analiziranih parametara kod svih vrsta meda je potvrđena primenom odgovarajućih statističkih (hemometrijskih) metoda (ANOVA i Kruskal-Wallis-ov test). Multivarijantna analiza je pokazala da su najvažniji faktori za diskriminaciju između tri najčešće vrste meda dostupne na tržištu Srbije: električna provodljivost (u rasponu od 0,10 do 0,76 mScm<sup>-1</sup>), ukupna kiselost (u rasponu od 7,80 do 42,7 meq / kg) i pH vrednost (u rasponu od 3,17 do 5,85). Linearna diskriminativna analiza rezultirala je pouzdanim modelom koji se može uspešno primeniti za razlikovanje ove tri monoflorne vrste meda (suncokretov, lipov i bagremov). Dobijeni model je pokazano da osnovni fizičko-hemijski parametri, mogu da se koriste kao brz i pouzdan alat, dostupan velikom broju laboratorija, za potvrdu botaničkog porekla meda. Iako ispitivani fizičko-hemijski parametri odražavaju hemijski sastav meda u celini, oni nisu bili dovoljni da definišu geografsko poreklo srpskog bagremovog meda. Bez obzira na postojanje navedenih razlika među regionima, multivarijantna analiza je pokazala značajno preklapanje podataka. Može se zaključiti da se ispitivani fizičko-hemijski parametri kao preliminarni rezultati, sa

dodatnim parametrima mogu koristiti za dalje studije i za utvrđivanje geografskog porekla srpskog bagremovog meda.

Rezultati proučavanja poliflornog meda, na osnovu velikog broja uzoraka meda, predstavljaju prvu sistematsku karakterizaciju i klasifikaciju poliflornog meda sa cele teritorije Srbije. Karakterizacija ispitivanih uzoraka je izvršena u pogledu osnovnih fizičko-hemijskih parametara, mineralnog sastava i sadržaja pojedinačnih šećera. Univarijantna (deskriptivna statistika i analiza varijansi) i multivarijantna hemometrijska analiza (analiza glavnih komponenata, klsterska analiza i linearna diskriminantna analiza) su primenjene u cilju utvrđivanja geografskog porekla meda. Kao najznačajniji parametri, u smislu definisanja regionalnog porekla meda, utvrđeni su sadržaj Mg, K i Cu, kao i električna provodljivost i specifična optička rotacija. Dobijeno je jasno odvajanje uzoraka iz zlatiborskog regiona u odnosu na uzorke iz ostatka Srbije, i to pre svega na osnovu vrednosti sadržaja kalijuma i magnezijuma, kao i veće vrednosti električne provodljivosti, pH i slobodne kiselosti. Pomoću Geografskog informacionog sistema su povezane kvantifikovane hemijske varijable poliflornog meda sa abiotičkim i biotičkim podacima životne sredine, kao što su tip vegetacije, klima, geološki tip zemljišta i ekološke karakteristike životne sredine. GIS je uveden pored ostalih statističkih metoda, kao jednostavan i praktičan pristup u cilju poboljšanja performansi klasifikacije. Rezultati i zaključci o uticaju sastava tla na sastav meda pružaju korisne podatke koji mogu biti korišćeni u daljim studijama.

## 6 REFERENCE

1. Aliferis K. A., Tarantilis P. A., Harizanis P. C., Alissandrakis E., (2010) Botanical Discrimination and Classification of Honey Samples Applying Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Fingerprinting of Headspace Volatile Compounds. *Food Chemistry*, **121**(3) 856-862.
2. Alissandrakis, E., Tarantilis, P. A., Pappas, C., Harizanis, P. C., & Polissiou, M. (2011). Investigation of organic extractives from unifloral chestnut (*Castanea sativa* L.) and eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) honeys and flowers to identification of botanical marker compounds. *LWT – Food Science and Technology*, **44**, 1042–1051.
3. Amklam E., (1998), A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, **63**(4), 549-562.
4. Arvanitoyannis I.S., Chalhoub C., Gotsiou P., Lydakis-Simantiris N., Kefalas P., Novel (2005), Quality control methods in conjunction with chemometrics (multivariate analysis) for detecting honey authenticity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **45**, 193-203.
5. Atanacković B., (1982) Socialistic Republic of Serbia, Tom I, NIRO Književne novine, Belgrade.
6. Babacan, S., Rand, A.G., (2007), Characterization of Honey Amylase. *Journal of Food Science*, **72**, 50-55.
7. Baker HG, Baker I. (1983) A brief historical review of the chemistry of floral nectar. In: Bentley B, Elias TS, eds. *The biology of nectaries*. New York: Columbia University Press, 126–152.
8. Baroni M.V., Chiabrando G.A., Costa C., Wunderlin D.A. (2002) Assessment of the floral origin of honey by SDS-page immunoblot techniques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 1362–1367
9. Baroni, M.V.; Arrua, C.; Nores, M.L.; Fayé, P.; Díaz, M.d.P.; Chiabrando, G.A.; Wunderlin, D.A., (2009), Composition of honey from Córdoba (Argentina): assessment of north/south provenance by chemometrics. *Food Chemistry*, **114**(2), 727-727.

10. Batista, B.L., Barbosa, L.R.S., F. Barbosa F., (2012), Multi-element determination in Brazilian honey samples by inductively coupled plasma mass spectrometry and estimation of geographic origin with data mining techniques. *Food Research International*, **49**, 209–215.
11. Batsoulis, A. N.; Siatis, N. G.; Kimbaris, A. C.; Alissandrakis, E. K.; Pappas, C. S.; Tarantilis, P. A.; Harizanis, P. C.; Polissiou, M. G., (2005), FT-Raman spectroscopic simultaneous determination of fructose and glucose in honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**, 207-210.
12. Bentabol Manzanares, A.; García, Z.H.; Galdón, B.R.; Rodríguez, E.R.; Romero, C. D., (2011), Differentiation of blossom and honeydew honeys using multivariate analysis on the physicochemical parameters and sugar composition., *Food Chemistry*; **126**(2), 664- 672.
13. Bertelli, D., Papotti, G., Lolli, M., Sabatini, A.G., Plessi, M., (2008), Development of an HS-SPME-GC method to determine the methyl anthranilate in Citrus honeys. *Food Chemistry*, **108**(1), 297-303.
14. Bertoncelj, J., Polak, T., Kropf, U., Korošec, M., Golob T., (2011), LC-DAD-ESI/MS analysis of flavonoids and abscisic acid with chemometric approach for the classification of Slovenian honey., *Food Chemistry*, **127**, 296–302.
15. Bilandzic N., Dokic M., Sedak M., Solomun Kolanovic B., Varenina I., Koncurat A., Rudan N., (2011), Determination of trace elements in Croatian floral honey originating from different regions. *Food Chemistry*; **128**, 1160–1164.
16. Bilandžić, N., Gačić, M., Đokić, M., Sedak, M., Šipušić, Đ.I., Končurat, A., Gajge I.T., (2014). Major and trace elements levels in multifloral and unifloral honeys in Croatia. *Journal of Food Composition and Analysis*, **33**(2), 132–138.
17. Bilikova K., Simuth J, (2010). New criterion for evaluation of honey: quantification of royal jelly protein apalbumin 1 in honey by ELISA. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**(15), 8776–8781.
18. Bogdanov, S. (1989). Determination of pinocembrin in honey using HPLC. *Journal of Apicultural Research*, **28**, 55-57.



19. Bogdanov S, Kilchemann V, Fluri P., Buhler U., Lavanchy P., (1999). Influence of organic acids and components of essential oils on honey taste. *American Bee Journal*, **139** (1), 61-6.
20. Bogdanov S. (2007) Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, **46**(4), 269–275.
21. Bogdanov S., (2009). Harmonized Methods of the International Honey Commission, International Honey Commission (IHC responsible for the methods: Stefan Bogdanov, Bee Product Science).
22. Bogdanov, S., (2010a), The Book of Honey, Chapter 1, *A Short History of Honey*, Bee Product Science.
23. Bogdanov, S., (2010b), The Book of Honey, Chapter 2, *Elaboration and Harvest of Honey*, Bee Product Science.
24. Bogdanov, S., Ruoff, K., Oddo, L. P. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, **35**, 4-17.
25. Bonvehí, S.J., (2000), Invertase activity in fresh and processed honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **80**:507–512.
26. Boslaugh, S., Watters, P. (2008), *Statistics in a Nutshell: A Desktop Quick Reference (In a Nutshell (O'Reilly))*. Sebastopol, O'Reilly Media.
27. Braziewicz J., Fijał I., Czyżewski T., Jaskóła M., Korman A., Banaś D., Kubala-Kukuś A., Majewska U., Zemło L. (2002). PIXE and TXRF analysis of honey samples. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, **187**: 231-237.
28. Brereton, R.G., *Applied Chemometrics for Scientists*, (2007) Wiley.
29. Brudzynski K., Miotto D., (2011), The relationship between the content of Maillard-reaction-like products and bioactivity of Canadian honeys. *Food Chemistry*, **124**, 867–874.
30. Bryant, V. M. Jr., Jones, G. D., (2001), The R-values of honey: pollen coefficients. *Palynology*, **25**, 11-28
31. Cabras P, Angioni A, Tuberoso C, Floris I, Reniero F, Guillou C, Ghelli S. (1999), Homogentisic acid: a phenolic acid as a marker of strawberry-tree

- (*Arbutus unedo*) honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **47**, 4064–4067.
32. Cacic, F.; Primorac, L.; Kenjeric, D.; Benedetti, S.; Mandic, M., (2009), Application of electronic nose in honey geographical origin characterization. *Journal of Central European Agriculture.*, **10**(1), 19-26.
  33. Cajka, T., Hajšlová, J., Cochran, J., Holadová, K., Klimánková, E. (2007), Solid phase microextraction-comprehensive two-dimensional gas chromatography-time-of-flight mass spectrometry for the analysis of honey volatiles. *Journal of Separation Science*, **30**, 534-546.
  34. Cajka, T.; Hajslova, J.; Pudil, F.; Riddellova, K., (2009), Traceability of honey origin based on volatiles pattern processing by artificial neural networks. *Journal of Chromatography A*, **1216**(9), 1458-1462.
  35. Camiña J.M., Pellerano R.G., Marchevsky E.J., (2012), Geographical and Botanical Classification of Honeys and Apicultural Products by Chemometric Methods- A Review. *Current Analytical Chemistry*, **8**, 408-425.
  36. Camiña, J.M.; Cantarelli, M.A.; Lozano, V.A.; Boeris, M.S.; Irimia, M.E.; Gil, R. A.; Marchevsky, E.J. (2008), Chemometric tools for the characterisation of honey produced in la Pampa, Argentina, from their elemental content, using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). *Journal of Apicultural Research*, **47**(2), 102-107.
  37. Chataway H.D., (1932) Determination of moisture in honey. *The Canadian Journal of Research*, **6**, 532-547.
  38. Chen H., Fan C., Chang Q., Pang G., Hu X., Lu M., Wang, W., (2014), Chemometric Determination of the Botanical Origin for Chinese Honeys on the Basis of Mineral Elements Determined by ICP-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **62** (11), 2443–2448.
  39. Cherchi, A., Spanedda, L., Tuberoso, C., Cabras, P., (1994), Solid phase extraction and high-performance liquid chromatographic determination of organic acids in honey. *Journal of Chromatography A*, **669**, 59–64.
  40. Codex Alimentarius Commission. (2001), *Revised codex standard for honey*. Codex Standard 12-1981. Rome: FAO and WHO. Codex Standard 12-1981.

41. Conti, M.E., Stripeikis, J., Campanella, L., Cucina, D., Tudino, M.B., (2007), Characterization of Italian honeys (Marche Region) on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. *Chemistry Central Journal.*, **1**, 14.
42. Corbella E., Cozzolino D. (2006), Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*,**39**, 534-539.
43. Cotte J.F , Casabianca H., Chardon S., Lheritier J., Grenier-Loustalot M.F, (2003), Application of carbohydrate analysis to verify honey authenticity. *Journal of Chromatography A*, **1021**(1-2), 145-55.
44. Cotte J.F, Casabianca H, Chardon S, Lheritier J, Grenier-Loustalot M.F., (2004a), Chromatographic analysis of sugars applied to the characterisation of monofloral honey. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*,**380**, 698–705.
45. Cotte, J. F., Casabianca, H., Giroud, B., Albert, M., Lheritier, J., Grenier-Loustalot. M. F. (2004b), Characterization of Honey Amino Acid Profiles using High-Pressure Liquid Chromatography to Control Authenticity. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*,**378**,1342–1350.
46. Cuevas-Glory, L. F., Pino, J. A., Santiago, L. S., & Sauri-Duch, L. F. (2007). A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey. *Food Chemistry*, **103**, 1032–1043.
47. Czipa, N., Andrási, D., B. Kovács B., (2015), Determination of essential and toxic elements in Hungarian honeys. *Food Chemistry*, **175**, 536-42.
48. Čelechovská O., Vorlová L. (2001) Groups of honey- physicochemical properties and heavy metals. *Acta Veterinae Brno*, **70**, 91- 95
49. Daniele, G., Maitre, D. and Casabianca, H. (2012), Identification, quantification and carbon stable isotopes determinations of organic acids in monofloral honeys. A powerful tool for botanical and authenticity control. *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, **26**: 1993–1998.
50. de Andrade C.K., dos Anjos V.E., Felsner M.L., Torres Y.R., Quináia S.P., (2014), Relationship between geographical origin and contents of Pb, Cd, and Cr in honey samples from the state of Paraná (Brazil) with chemometric approach. *Environmental Science and Pollution Research*, **21**, 12372-12381.

51. de la Fuente E, Sanz M.L, Martínez-Castro I, Sanz J, Ruiz-Matute A.I. (2007a), Volatile and carbohydrate composition of rare unifloral honeys from Spain. *Food Chemistry*, **105**, 84–93.
52. de la Fuente E, Valencia-Barrera R.M. Martínez-Castro, I., JesúsSanz, J., (2007b), Occurrence of 2-hydroxy-5-methyl-3-hexanone and 3-hydroxy-5-methyl-2-hexanone as indicators of botanic origin in eucalyptus honeys. *Food Chemistry*, **103**,(4), 1176-1180.
53. de la Fuente, E., Ruiz-Matute, A.I., Valencia-Barrera, R.M., Sanz,J., Martinez Castro,I (2011), Carbohydrate composition of Spanish unifloral honeys, *Food Chemistry*, 129, (4), 1483-1489.
54. Devillers J., J. Devillers J. C. Doré M. Marengo F. Poirier-Duchêne N. Galand C. Viel J. (2002) Chemometrical analysis of 18 metallic and nonmetallic elements found in honeys sold in France. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,**50**(21), 5998-6007.
55. Dinkov, D., (2003), A scientific note on the specific optical rotation of three honey types from Bulgaria. *Apidologie*, **34**, 319-320.
56. Doner, L. W., (1977), The sugars of honey—A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **28**, 443–456.
57. Downey G., Hussey K., Kelly J. D., Walshe T. F., Martin P. G. (2005), Preliminary contribution to the characterisation of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physico-chemical data. *Food Chemistry*, **91**, 347-354.
58. Escriche, I., Kadar, M., Juan-Borrás,M., Domenech, M., (2014),Suitability of antioxidant capacity, flavonoids and phenolic acids for floral authentication of honey. Impact of industrial thermal treatment, *Food Chemistry*,**142**, 135-143.
59. Escuredo, M., Dobre I., Fernández-González M., Seijo M., S., (2014), Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon.*Food Chemistry*, **149**, 84–90.
60. FallicoB.,Zappala M., Arena E., Verzera A., (2004), Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys, *Food Chemistry*, **85**, (2), 305–313.
61. Felsner M. L., Cano C. B., Bruns R. E., Watanabe H. M., Almeida-Muradian L. B., Matos J. R. (2004). Characteriaztion of monofloral honeys by ash contents

- through a hierarchical design. *Journal of Food Composition and Analysis*, **17**, 737-747.
62. Gallina, A., Stocco, N., Mutinelli, F. (2010), Karl Fischer titration to determine moisture in honey: a new simplified approach. *Food Control*, **21**, 942-944.
  63. Gašić U., Kečkeš S., Dabić D., C, Trifković J., Milojković-Opsenica D., Natic M., Tesi Ž., (2014b), Phenolic profile and antioxidant activity of Serbian polyfloral honeys. *Food Chemistry*, **145**, 599-607.
  64. Gašić U., Šikoparija B., Tosti T., B, Trifkovic J., Dj,Milojkovic-Opsenica D., Natić M. M,Tesic Ž., (2014a), Phytochemical Fingerprints of Lime Honey Collected in Serbia. *JOURNAL OF AOAC INTERNATIONAL*, 97(5)., 1259-1267.
  65. Gheldof N., Wang, X. H., Engeseth, N. J. (2002a),Identification and Quantification of Antioxidant Components of Honeys from Various Floral Sources, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,**50** (21), 5870–5877.
  66. Gheldof, N, Engeseth, N., J.,(2002b), Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples., *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**(10), 3050-5.
  67. 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.
  68. Goodall I., Dennis M.J., Parker I., Sharman M. (1995), Contribution of high-performance liquid chromatographic analysis of carbohydrates to authenticity testing of honey, *J. Chromatogr. A*, **706**, 353–359.
  69. Guyot, C., Bouseta, A., Scheirman, V., & Collin, S. (1998), Floral originmarkers of chestnut and lime tree honeys. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(2), 625–633.
  70. Hennessy, S.; Downey, G.; O'Donnell, C.P. (2010), Attempted confirmation of the provenance of corsican PDO honey using FT-IR spectroscopy and multivariate data analysis. *J. Agric. Food Chem.*, **58**(17), 9401-9406.
  71. Hermosin I., Chiconv R.M., Cabezudo D.M., (2003), Free amino acid composition and botanical origin of honey.*Food Chemistry*,**83**, 263–268.

72. <http://faostat3.fao.org/home/>
73. Iglesias M. T., de Lorenzo C., Polo M. C., Martín-Álvarez P. J., Pueyo E. (2004), Usefulness of amino acid composition to discriminate between honeydew and floral honeys. Application to honeys from small geographic area. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 84-89.
74. Iglesias, M. T., Martín-Alvarez. P. J., Polo, M. C., Lorenzo, C. D. and Pueyo, E, (2006), Protein analysis of honeys by fast protein liquid chromatography: application to differentiate floral and honeydew honeys. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **54** (21), 8322–8327.
75. Isengard H.D., Daniela, S. (2001), Alternatives to official analytical methods used for the water determination in honey. *Food Control*, 12, 459-466.
76. Isengard, H. D., Daniela, S.(2003), Water determination in honey-Karl Fischer titration, an alternative to refractive index measurements? *Food Chemistry*, **82**, 151-154.
77. Jerković I., Kus P.M., (2014), Terpenes in honey: occurrence, origin and their role as chemical biomarkers, *RSC Advances*, **4**, 31710-31728.
78. Jerković I., Marijanović, Z., (2009), A short review of headspace extraction and ultrasonic solvent extraction for honey volatiles fingerprinting. *Croat. J. Food Sci. Technol.*, **1** (2) 28.
79. Juan-Borrás M., Domenecha E., Hellebrandová M., Escriche I., (2014), Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and tilia honeys. *Food Research International*, 60(0), 86-94.
80. Kadir T., (2009), Innovations in Chemical Biology: *Effects of Thermal Treatment and Storage on Hydroxymethylfurfural-HMF Content and Diastase Activity of Honeys Collected from Middle Anatolia in Turkey*. 233-239, Springer.
81. Kamal M.A., Klein P., (2011), Determination of sugars in honey by liquid chromatography. *Saudi Journal of Biological Sciences*,. **18**(1) 17–21.
82. Kanji G., (2006), *100 Statistical Tests*. London, Sage Publications Ltd.
83. Kaskoniene V., Venskutonis P. R., Ceksterytė V., (2010a), Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania. *Food Science and Technology*, **43**(5), 801–807.

84. Kaškonienė V., Venskutonis P. R., (2010b), Floral markers in honey of various botanical and geographic origins: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **9**, 620-634.
85. Kečkeš S., Gasic U., Ćirković-Veličković T., Milojković-Opsenica D., Natić M., M, Tešić Ž., (2013), The determination of phenolic profiles of Serbian unifloral honeys using ultra-high-performance liquid chromatography / high resolution accurate mass spectrometry. *Food Chemistry*, 138(1), 32-40.
86. Kowalski S., (2013), Changes of antioxidant activity and formation of 5-hydroxymethylfurfural in honey during thermal and microwave processing. *Food Chemistry*, **141**,(2), 1378–1382.
87. Krishnamoorthy, K., Lu, F., Mathew, T., (2007). A parametric bootstrap approach for ANOVA with unequal variances: Fixed and random models. *Computational Statistics & Data Analysis*, **51**(12), 5731-5742.
88. Kropf U, Golob T, Nečemer M, Kump P, Korošec M, Bertonec J, Ogrinc N., (2010), Carbon and nitrogen natural stable isotopes in Slovene honey: adulteration and botanical and geographical aspects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**(24), 12794-803.
89. Kropf, U. J. Bertonec J, M. Korošec, M. Nečemer, P. Kump, N. Ogrinc, T. Golob, (2009) Geographical origin of Slovenian multifloral and forest honey, *Apiacta* ,**44**, 33.
90. Kurt Varmuza and Peter Filzmoser (2009) Introduction to multivariate statistical analysis in chemometrics, CRC Press
91. Kus P.M., Congiu, F., Teper D., , Z Sroka, Z., Jerkovi, I., Ignazio C., Tuberoso, G., (2014) Antioxidant activity, color characteristics, total phenol content and general HPLC fingerprints of six Polish unifloral honey types. *LWT - Food Science and Technology*, **55**, 124-130.
92. Lachman, J., Koliňová, D., Miholová, D., Košata, J., Titěra, D., Kult, K., (2007). Analysis of minority honey components: Possible use for the evaluation of honey quality. *Food Chemistry*, **101**, 973–979.
93. Latorre 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.

94. Latorre, M.J.; Peña, R.; García, S.; Herrero, C., (2000), Authentication of Galician (N.W. Spain) honeys by multivariate techniques based on metal content data. *Analyst*, **125**(2), 307-312.
95. Mačukanović-Jocić, M. (2010): Biologija medonosnog bilja sa atlasom apiflore Srbije. Poljoprivredni fakultet, Beograd
96. Madeyczk M., Baralkiewicz D., (2008). Characterization of Polish rape and honeydew honey according to their mineral contents using ICP-MS and F-AAS/AES. *Analytica Chimica Acta*, **617**(1-2), 11-17.
97. Marini F., Magrí A. L., Balestrieri F., Fabretti F., Marini D. (2004). Supervised pattern recognition applied to the discrimination of the floral origin of six types of Italian honey samples. *Analytica Chimica Acta*, (**515**) 117-125.
98. Marisol Juan-Borrás M., Domenech, E., Hellebrandova, M., Escriche I., (2014), Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and tilia honeys. *Food Research International*, **60**, 86-94.
99. Mateo R., Bosch-Reig F. (1998). Classification of Spanish unifloral honeys by discriminant analysis of electrical conductivity, color, water content, sugars and pH. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (**46**), 393-400.
100. Mateo, R.; Bosch, F. (1997). Sugar profiles of Spanish unifloral honeys. *Food Chemistry* (**60**), 33-41.
101. Mato I., Huidobro J.F., Simal-Lozano J., Sancho M.T., (2003). Significance of nonaromatic organic acids in honey. *Journal of food protection*, **66**(12), 2371-6.
102. Matoa I., Huidobroa J.F., Simal-Lozanoa J.M., Sanchob M.T., (2006) Analytical Methods for the Determination of Organic Acids in Honey. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, **36**(1), 3-11.
103. Merken H. M., Beecher G.R., (2000) Measurements of Food Flavonoids by High Performance Liquid Chromatography: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **48**(3).
104. Milojković-Opsenica D., Lusić D., Tesić Ž., (2015), Modern analytical techniques in the assessment of the authenticity of Serbian honey. *ARCHIVES OF INDUSTRIAL HYGIENE AND TOXICOLOGY*, **66**(4), 233-241-Review



105. Nagai, T., Inoue, R., Suzuki, N., Nagashima, T. (2009). Alpha-amylase from persimmon honey: purification and characterization. *International Journal of Food Properties*, **12**, 512-521.
106. Nedić, N., Stanisavljević, Lj., Mladenović M., Stanisavljević, Jelena (2009) Molecular characterization of the honeybee *Apis mellifera carnica* in Serbia. *Archives of Biological Sciences*, Belgrade, **61**(4): 587-598.
107. Nozal Nalda M. J., Bernal Yagüe J. L., Diego Calva J. C., Martín Gómez M. T. (2005b), Classifying honeys from the Soria Province of Spain via multivariate analysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 382: 311-319
108. Nozal Nalda M.J., Bernal J.L., Toribio L., Alamo M., Diego J.C., Tapia J., (2005a). The use of carbohydrate profiles and chemometrics in the characterization of natural honeys of identical geographical origin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (53), 3095–100.
109. Ouchemoukh, S., Schweitzer P., Bey M.B., Djoudad-Kadji H., Louaileche H., (2010). HPLC Sugar Profiles of Algerian Honeys. *Food Chemistry*, **121**, 561-568.
110. Pellerano, R. G. M. A. Uñates, M. A. Cantarelli, J. M. Camiña, E. J. (2012), Analysis of trace elements in multifloral Argentine honeys and their classification according to provenance Marchevsky. *Food Chemistry*, **134**, 578–582.
111. Pérez, R. A.; Iglesias, M. T.; Pueyo, E.; Gonzáles, M.; De Lorenzo, C. (2007), Amino Acid Composition and Antioxidant Capacity of Spanish Honeys. *J. Agric. Food Chem.* **55**, 360-365.
112. Persano Oddo L., (1999), Invertase activity in honey. *Apidologie*, **30.**, 57-65.
113. Persano Oddo L., Piazza M.G., Sabatini A.G., Accorti M. (1995), Characterisation of unifloral honeys. *Apidologie*, **26**, 453–465.
114. Persano-Oddo, L., Piana, L., Bogdanov, S., Bentabol, A., Gotsiou, P., Kerkivliet, J., Martin, P., Morlot, M., Valbuena Ortiz, A., Ruoff, K., Von der Ohe, K. (2004) Botanical species giving unifloral honey in Europe. *Apidologie* **35**, Suppl.1. S82-S93.

115. Piana M. L., Persano-Oddo L., Bentabol A., Bruneau E., Bogdanov S., Declerck C. G. (2004). Sensory analysis applied to honey: state of the art. *Apidologie*, **35**, Suppl. 1: S26-S37.
116. Piazza, M. G., Persano-Oddo L. (2004). Bibliographical review of the main European unifloral honeys. *Apidologie*, **35**, S94-S111.
117. Pierna, J.A., Abbas, O., Dardenne P.; Baeten V., (2011), Discrimination of Corsican honey by FT-Raman spectroscopy and chemometrics. *Biotech. Agronomy Society Environ.*, **15**(1), 75-84.
118. Pisani A., Protano G., Riccobono F. (2008). Minor and trace elements in different honey types produced in Siena County (Italy). *Food Chemistry*, **107**(4), 1553-1560.
119. Pohl, P., (2009), Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries. *Trends in Analytical Chemistry*, **28**, (1).
120. Popsek S., (2002). A procedure to identify a honey type. *Food Chemistry*, **79**, 401-406.
121. Pravilnik o kvalitetu meda i drugih proizvoda pčela, Službeni Glasnik RS br. 101/15
122. Přidal A., Vorlova L. (2002). Honey and its physical parameters. *Czech Journal of Animal Science* **47**, 439-444.
123. Primorac LJ., Flanjak I., Kenjeric D., Bubalo D., Topolnjak Z., (2011). Specific Rotation and Carbohydrate Profile of Croatian Unifloral Honeys. *Czech Journal of Food Science*, **29**(5), 515–519.
124. Protić N., Martinović Lj., Miličić B., Stevanović D., Mojašević M., (2005): The Status of Soil Surveys in Serbia and Montenegro, U: Jones, R.J.A., Houšková, B., Bullock, P. & Montanarella, L. (Eds): Soil Resources of Europe (second edition), The European Soil Bureau, Joint Research Centre – Research Report No. 9, EC, 2005.(EUR 20559 EN), 297- 315.
125. Pyrzynska K., Biesaga, M., (2009), Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey. *Trends in Analytical Chemistry*, **28**(7), 893-902.
126. Revised codex standard for honey. Codex Alimentarius Commission. (2001). *Codex Standard 12-1981*. Rome: FAO and WHO.

127. Ristivojević P., Andrić F. Lj, Trifković J. Đ., Vovk I., Stanisavljević Lj. Ž., Tešić Ž. Lj., Milojković-Opsenica D. M., (2014), Pattern recognition methods and multivariate image analysis in HPTLC fingerprinting of propolis extracts. *Journal of Chemometrics*, **28** (4): 301-310.
128. Ruiz Matute A.I., Ramos L., Matinez-Castro I., Sanz M.L., (2008). Fractionation of Honey Carbohydrates Using Pressurized Liquid Extraction with Activated Charcoal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **56**, 8309–8313.
129. Ruiz-Matute, A.I., Brokl M., Soria A.C., Sanz M.S., Martinez-Castro I., (2010), Gas chromatographic–mass spectrometric characterisation of tri- and tetrasaccharides in honey, *Food Chemistry*, **120**, 637–642.
130. Ruoff, K.; Karoui, R.; Dufour, E.; Luginbuhl, W.; Bosset, J.-O.; Bogdanov, S.; Amado, R. (2005) Authentication of the botanical origin of honey by front-face fluorescence spectroscopy. A preliminary study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**(5), 1343-1347.
131. Rybak-Chmielewska, H. (2007a), Changes in the carbohydrate composition of honey undergoing during storage. *Journal of Apicultural Science*, **51**(1), 39-47.
132. Rybak-Chmielewska, H., (2007b), High performance liquid chromatography (HPLC) study of sugar composition in some kinds of natural honey and winter stores processed by bees from starch syrup. *Journal of Apicultural Science*, **51** (1), 23-37.
133. Sánchez, V., Baeza, R., Ciappini, C., Zamora, M. C., Chirife, J., (2010), Comparison between Karl Fischer and refractometric method for determination of moisture in honey. *Food Control*, **21**, 339–341.
134. Sanz, M. L., Gonzalez, M., de Lorenzo, C., Sanz, J., & Martinez-Castro, I. (2004). Carbohydrate composition and physico-chemical properties of artisanal honeys from Madrid (Spain): occurrence of Echium sp. honey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **84**, 1577–1584.
135. Seeley, T. D., (1995), Allocation of labor among forage sites. In *The wisdom of the hive: the social physiology of honey bee colonies*; Harvard University Press: Cambridge /Massachusetts ;Chapter 5, 84-121.

136. Semkiw, P., Skowronek, W., Skubida, P. (2008). Changes in water content of honey during ripening under controlled condition. *Journal of Apicultural Science*, 52 (1), 57-63.
137. Sergiel I., Pawel Pohl P., Biesaga M., (2014). Characterisation of honeys according to their content of phenolic compounds using high performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, **145**, 404–408.
138. Sevimli H., Bayulgen N., Varinlioglu A. (1992), Determination of trace elements in honey by INAA in Turkey. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, **165**(5), 319-325.
139. Soria A. C., Gonzalez M., de Lorenzo C., Martinez-Castro I., Sanz J. (2004). Characterization of artisanal honey from Madrid (Central Spain) on the basis of their mellisopalynological, physicochemical and volatile composition data. *Food Chemistry*, **85**, 121-130.
140. Stanimirova, I.; Üstün, B.; Cajka, T.; Riddelova, K.; Hajslova, J.; Buydens, L.M. C.; Walczak, B. (2010), Tracing the geographical origin of honeys based on volatile compounds profiles assessment using pattern recognition techniques, *Food Chemistry*, **118**(1), 171- 171.
141. Stankovska E, Stafilov T, Sajn R., (2008), Monitoring of trace elements in honey from the Republic of Macedonia by atomic absorption spectrometry. *Environ Monit Assess.*, **142**(1-3), 117-26.
142. Stevanović, V., Tan K., and G. Iatrou (2003). Distribution of the endemic Balkan flora on serpentine. I. Obligate serpentine endemics. *Plant Syst. Evol.*, **242**(1-4), 149-170.
143. Suarez-Luque S.,(2002) Rapid determination of minority organic acids in honey by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 955 207–214
144. Swallow, K. W.; Low, N. H., (1990), Analysis and Quantification of the Carbohydrates in Honey Using High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **38**, 1828-1832.
145. Šarić G., Matković, D., Hruškar, M., Vahčić, N., (2008), Characterization and classification of Croatian honey by physicochemical parameters, *Food Technol. Biotechnol.* **46** 355;

146. Terrab A., Gonzalez A. G., Diez M. J., Heredia F. J. (2003), Mineral content and electrical conductivity of the honeys produced in Northwest Morocco and their contribution to the characterisation of unifloral honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **83**, 637- 643.
147. Tomas-Barberan, F.A., Martos, I., Ferreres, F., Radovic, B.S., Anklam, E., (2001), HPLC flavonoid profiles as markers for the botanical origin of european unifloral honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **81**, 485-496.
148. Trifković J.Đ. (2013), Određivanje kvantitativnog odnosa strukture i retencije arilpiperazina primenom tečne hromatografije i multivarijantnih hemometrijskih metoda. Doktorska disertacija, Hemijski fakultet, Beograd.
149. Truzzi C., (2014), Determination of proline in honey: Comparison between official methods, optimization and validation of the analytical methodology. *Food Chemistry*, **150**, 477-481
150. Tuberoso C.I, Bifulco E., Caboni P., Cottiglia F., Cabras P., Floris I.,(2010), Floral markers of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**(1), 384-9.
151. Tuberoso, C. I. G., Jerković , I., Bifulco, E., Marijanović , Z., Congiu, F., & Bubalo, D. (2012). Riboflavin and lumichrome in Dalmatian sage honey and other unifloral honeys determined by LC–DAD technique. *Food Chemistry*, **135**, 1985–1990.
152. Tucak, Z., Periškic, M., Škrivanko, M., Konjarevic, A., (2007), The influence of the botanic origin of honey plants on the quality of honey. *Agriculture*,**13**(1), 234-236.
153. von der Ohe W., Persano-Oddo L., Piana M. L., Morlot M., Martin P. (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35, Suppl. 1: S18-S25.
154. von der Ohe, W.,(2004), European unifl oral honeys. *Apidologie*, **35** (special issue), 2-111.
155. Wang, J., Kliks, M.M., Jun S., Jackson M., Li Q.X., (2010), Rapid Analysis of Glucose, Fructose, Sucrose, and Maltose in Honeys from Different Geographic Regions using Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Multivariate Analysis. *Journal of Food Science*, **75**(2) 208-214.

156. Wedmore, E., (1955), The accurate determination of the water content of honeys, *Bee World***36**, 197-206.
157. Weston, R. J., Brocklebank, L. K. (1999), The oligosaccharide composition of some New Zealand honeys. *Food Chemistry*, **64**, 33–37.
158. Weston, R., (2000), The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey: a review. *Food Chemistry*, **71**, 235-239.
159. Won, S. R, Lee D.G, Seuk Hyun Ko S.H., Kim J.W., Rhee, H.I., (2008), Honey major protein characterization and its application to adulteration detection. *Food Research International*,**41** 952–95.
160. Wu Z., Chen L, Wu L., Xue X, Zhao J, Li Y., Ye Z. Lin G., (2015), Classification of chinese honeys according to their floral origins using elemental and stable isotopic compositions *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **63**(22), 5388-94.
161. Yilmaz H., Yavuz Ö. (1999), Content of some trace metals in honey from south-eastern Anatolia. *Food Chemistry*, **65**, 475- 476.
162. Zhang Y., (2012), Kinetics of 5-hydroxymethylfurfural formation in chinese acacia honey during heat treatment, *Food Science and Biotechnology*, **21**(6), 1627-1632.

## 7 PRILOZI

### I Rezultati fizičko-hemijskih prametara za bagremov med

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
2	Zivadin Mitrovic	manastir Kaona, opš. Koceljeva, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	15,56	0,17	4,19	11,6	-13,05
4	Zivomir Damljanovic	selo Gradojević-obronci Vlašića i Cera; visina:200-250m; 31km od Šapca, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	16,58	0,16	4,94	12,8	-11,39
5	Zivorad Timotic	selo Volujac-obronci Cera; visina 250-350m; 22km od Šapca, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	16,88	0,15	3,74	13,0	-15,73
6	Predrag Stojanovic	selo Kruševica, opština Vlasotince, reg. Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski	Južni region (Region Nišava)	15,89	0,11	3,93	9,8	-13,60
7	Sreten Puzic	selo Dejan i Aleksine, opština Vlasotince, reg. Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski	Južni region (Region Nišava)	15,75	0,14	3,84	12,0	-13,36
8	Ivan Ristic	Novo Brdo, naselje Jazvina-opština Negotin, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	13,90	0,12	3,75	10,0	-9,93
11	Milan Pavlovic	selo Krnule, opština Vladimirci-Mačvanski okrug bliže granici Kolubarskog okruga i mestima Obrenovcu, Ubu i Koceljevi, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	16,31	0,18	3,99	12,8	-14,34

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
12	Dragan Stekic	selo Jalovik, opština Vladimirci-Mačvanski okrug bliže granici Kolubarskog okruga i mestima Obrenovcu, Ubu i Koceljevi, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	14,31	0,14	4,29	11,6	-15,06
13	Radisa Matic	selo Donja Sipulja, opština Loznica, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	18,52	0,16	4,28	12,4	-18,72
15	Ljubisa Ivic	atar sela Resnik, obronci Ozrena, opština Sokobanja, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	18,73	0,22	4,37	15,0	-15,87
17	Radenko Cvetkovic	Jadarska Lešnica na planini Cer, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	15,47	0,17	3,96	12,4	-13,83
22	Vasilije Markovic	selo Šogolj, 15km od Kruševca-podnožje velikog Jastrepca, reg. Raško-Rasinski	Centralni region (Region Šumadija)	16,47	0,13	4,27	12,6	-16,56
23	Miroslav Stanojevic	selo Miraševac, Rača Kragujevačka-region Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	16,11	0,14	4,12	10,8	-15,84
24	Ivan Bojkovic	Smederevska Palanka, Medvednjak-reg. Podunavsko-Braničevski	Centralni region (Region Šumadija)	15,80	0,12	3,87	10,3	-11,29
25	Goran Stanojevic	Smederevska Palanka, jezero Kudrec II-reg. Podunavsko-Braničevski	Centralni region (Region Šumadija)	14,57	0,12	3,85	10,0	-13,52



Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
28	Jovan Ljubojevic	selo Brankovina kod Valjeva-reg. Mač.Kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	14,69	0,16	3,94	11,4	-11,68
30	Radisav Cvejic	Zeoke kod Lazarevca-reg.Beogradski; Trudelj,planina Rudnik-reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	16,31	0,13	3,82	10,6	-15,80
32	Nenad Savic	podavalsko područje-Ripanj, reg.Beogradski	Beogradski	18,47	0,14	3,89	10,8	-17,37
34	Mitar Brankovic	Vukićevica, reg. Mač.Kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	14,26	0,15	3,93	11,2	-13,29
36	Pavlovic Dragan	Ljubinić, reg. Mač.Kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	16,49	0,14	3,93	10,4	-16,20
39	Petrovic Zivan	Rudnik, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,83	0,17	4,16	11,0	-12,59
41	Cvetanovic Dragan	Rudnik, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,72	0,17	3,98	12,6	-12,36
43	Milosav Novakovic	Vladimirci, reg. Mač.Kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	16,60	0,69	4,37	14,7	-10,96
46	Stevan Pavlovic	Vladimirci, reg. Mač.Kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	14,86	0,16	3,98	12,2	-12,70
49	Jovica Solunac	Slatina, Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	16,09	0,18	4,09	10,4	-15,64

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
50	Ilija Milosavljevic	Lipar, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	15,00	0,15	4,15	11,0	-14,71
51	Milenko Stikic	Poljana, Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	15,41	0,15	4,2	10,4	-16,01
52	Milojko Milojkovic	Grabovački potok, Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	19,32	0,15	4,27	9,0	18,79
53	Pavlovic Radomir	Slatina, Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	15,98	0,15	4,15	11,4	-16,37
54	Milija Racic	Prevrće, Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	16,21	0,15	4,06	11,6	-16,41
55	Goran Cvetkovic	Lipovac potez, Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	14,22	0,12	4,13	9,8	-13,84
56	Milan Ivkovic	Grabovački potok, Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	16,37	0,13	4,11	10,0	-16,44
57	Slobodan Zlatkovic	Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	15,38	0,13	4,1	10,0	-16,74
58	Bojan Solunac	Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	14,89	0,14	4,09	11,8	-14,44
59	Sinisa Veljkovic	Slatina, Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	15,78	0,13	4,15	11,0	-17,81

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
60	Mijograd Stojanovic	Balo, Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	18,01	0,15	4,04	11,0	-18,55
61	Desimir Milovanovic	Slatina, Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	15,26	0,18	4,01	13,6	-15,98
62	Milan Milanovic	Male livade, Lapovo, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	16,08	0,19	4,16	11,4	-17,13
63	Milun Miletic	Rudnik, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	16,57	0,13	4,05	10,0	-16,48
65	Ilic Dragisa	Šetonje, planina Gusti rt, od sela 8km, reg. Podunavsko-Braničevski	Istočni region (Region Krajina)	16,12	0,13	4,03	10,4	-16,64
67	Slavisa Cvetkovic	podnožje Jastrepcu, Aleksinac, reg. Niško-Topličko-Pirotski	Južni region (Region Nišava)	15,53	0,15	4,22	11,0	-13,81
70	Dusan Obradovic	Duboki jendek, gornje podunavlje-Apatin, šumska uprava Apatin (uz reku Dunav), reg. Bački	Vojvodina	15,97	0,21	4,11	16,0	-17,11
71	Sinisa Stojicic	banja Junaković, Apatin, reg. Bački	Vojvodina	15,90	0,14	4,1	10,4	-17,59
74	Stevan Orcic	Kanlija pesak-gornje podunavlje-šumska uprava Apatin, opština Apatin, reg. Bački	Vojvodina	18,91	0,21	3,78	19,0	-15,93
77	Spomenka Kuruc	Mandinovci, Sonta, opština Apatin, reg. Bački	Vojvodina	16,60	0,18	4,09	11,0	-16,74

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
79	Mato Simunov	Mandinovci, Sonta, opština Apatin, reg. Bački	Vojvodina	15,41	0,14	4,12	10,0	-16,75
81	Rade Stevanovic	banja Junaković, Apatin, reg. Bački	Vojvodina	18,96	0,13	4,03	9,6	-22,11
85	Mile Vasta	banja Junaković, Apatin, reg. Bački	Vojvodina	18,14	0,16	4,03	12,2	-18,58
86	Josip Rohacek	banja Junaković, Apatin, reg. Bački	Vojvodina	15,69	0,16	4,13	11,4	-15,57
88	Predrag Copic	Sončanski rit, Sonta, opština Apatin, reg. Bački	Centralni region (Region Šumadija)	16,65	0,15	4,05	11,2	-16,75
90	Aleksa Djuric	selo Čelije-obronci Aleksandrovačke župe, između planina Kopaonik-Zeljina-Goča i Velikog Jastrepca, reg. Raško-Rasinski	Centralni region (Region Šumadija)	15,10	0,11	4,12	11,0	-14,19
100	Dragan Antic	selo Čukovac, opština Vranje, reg. Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski	Centralni region (Region Šumadija)	17,00	0,11	3,62	11,4	-14,48
101	Dejan Josic	G.Tibužde, reg. Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski	Centralni region (Region Šumadija)	15,76	0,10	3,72	11,2	-13,34
102	Zika Nedeljkovic	dolina reke pčinje, opština Trgovište, reg. Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski	Centralni region (Region Šumadija)	15,60	0,17	3,64	13,4	-14,89
103	Zivorad Milanovic	selo Čukovac, opština Vranje, reg. Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski	Centralni region (Region Šumadija)	20,21	0,12	4,05	10,0	-18,28
105	Tomislav T?	Duga luka kod Vranjske banje, reg. Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski	Centralni region (Region Šumadija)	17,10	0,13	4,13	10,4	-13,32

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
106	Momir Stanojevic	selo Jastrebac, podno planine Rujan, opština Bujanovac, reg. Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski	Južni region (Region Nišava)	15,81	0,12	4,3	11,0	-15,34
108	Dragoljub Ristic	selo Lukovo kod Vranja, reg. Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski	Južni region (Region Nišava)	20,27	0,13	4,05	10,4	-18,81
109	Bogdan Kostic	Sinjac, opština Bela palanka, reg. Niško-Topličko-Pirotski	Centralni region (Region Šumadija)	16,12	0,12	4,03	10,0	-14,41
112	Marin Mincic	selo Osmakovo, niži delovi Stare planine, 20km od Pirota, reg. Niško-Topličko-Pirotski	Centralni region (Region Šumadija)	19,73	0,13	3,9	13,2	-16,35
113	Dusko Mijatovic	selo Gornji Branetići, jugoistočni obronci Rajca (Suvobora), visina 520m, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	16,13	0,12	4,14	9,6	-12,92
115	Zoran Zaric	selo Nakučani, rudničko-takovski kraj, visina 530m, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	17,80	0,13	4,09	11,0	-16,98
117	Srećko Damljanovic	selo Brusnica, 5km severno od G.Milanovca, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,46	0,11	4,15	9,6	-13,52
118	Marko Cekanovic	selo Jablanica, 10km južno od G.Milanovca, visina 450m, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,49	0,15	4	10,4	-14,86
119	Radoslav Andrejevic	istočni obronci Vujna i selo Lunjevica, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,73	0,63	4,02	12,6	-14,96

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
120	Milijan Trifunovic	selo Brusnica kod G.Milanovca, podnožje Rudnika, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	16,04	0,12	3,63	11,4	-15,94
121	Branislav Jakovljevic	selo Ručići između Rajca i Rudnika, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,62	0,12	3,54	11,8	-14,35
122	Slobodan Blagojevic	selo Vrnčani, G.Milanovac, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,47	0,11	4,04	8,4	-15,88
123	Srecko Zizovic	selo Gornji Branetići, G.Milanovac, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	16,28	0,15	3,95	12,8	-11,95
124	Ljubisa Milinkovic	selo Lunjevica, G.Milanovac, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,66	0,19	3,81	13,6	-13,26
125	Milan Djukic	Osečina, zapadna Srbija, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	15,81	0,13	3,57	14,2	-13,82
126	Vojislav Pavlovic	Osečina, zapadna Srbija, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	14,99	0,15	3,8	11,6	-15,57
127	Aleksa Micic	Ostružanj, zapadna Srbija, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	15,22	0,16	4,2	10,0	-13,11
128	Dragan Krsmanovic	Vlašić, zapadna Srbija, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	16,81	0,16	4,06	11,2	-14,71
129	Slobodan Manojlovic	selo Osečina, zapadna Srbija, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	14,36	0,14	4,07	12,8	-12,19

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
130	Milos Mijailovic	selo Lopatanj, zapadna Srbija, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	15,11	0,17	4,11	13,0	-13,33
131	Mileta Pejovic	selo Zagrađe, Rudnik, reg. Moravički; seljeno u selo Brančić, bliža okolina Ljiga, reg. Mač.kolubarski	Centralni region (Region Šumadija)	16,53	0,13	3,49	13,6	-16,16
133	Radisav Milivojević	selo Gornja Šatornja, opština Topola, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	17,16	0,14	3,63	12,4	-17,96
134	Zoran Cvetkovic	selo Blaznava, opština Topola, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,51	0,12	3,63	12,6	-13,43
136	Zoran Novakovic	selo Jarmenovci, opština Topola, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,39	0,10	3,72	11,2	-12,02
140	Velimir Brajovic	atar Crvenke, reg. Bački; atar Nove Crnje, reg. Banatski	Vojvodina	13,90	0,21	3,86	13,8	-15,65
148	Dragan Kukic	Mačvanski prnjavor; Zajača, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	15,97	0,19	3,81	13,6	-16,81
149	Stojan Maksic	Donja Badanja, Loznica, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	15,44	0,18	4,21	13,0	-14,27
151	Ljubomir Nisevic	Gornja Badanja, opština Loznica, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	14,57	0,17	4,23	10,6	-10,56
153	Nenad Dinic	Metriš, opština Zaječar (25km severno od Zaječara, 8km istočno od planine Deli Jovan), reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	15,78	0,13	3,88	11,2	-13,00

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
155	Borivoje Bocic	Vratarnica, Zaječar, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	15,32	0,13	3,86	12,4	-13,00
157	Srba Stepanovic	Zvezdan, Zaječar, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	17,68	0,12	3,84	10,8	-18,43
166	Dragoslav Vasiljevic	Crnomaasnica, Negotin, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	15,60	0,16	3,85	14,0	-15,22
167	Miroljub Cekovic	Lenovac, Zaječar, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	17,54	0,16	4,09	11,0	-12,67
169	Slobodan Radenkovic	Zvezdan, Zaječar, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	15,59	0,14	4,17	10,0	-14,09
170	Miodrag Mitic	Stara planina, Knjaževac, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	16,74	0,14	4,04	10,6	-14,39
171	Miroslav Urbanovic	Gabrovnica, Knjaževac, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	17,63	0,12	4,1	9,6	-11,54
172	Ljubisa Stojanovic	Čokonjar, Zaječar, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	14,73	0,13	4,2	8,4	-8,77
175	Momcilo Antanasijevic	Zvezdan, Zaječar, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	17,16	0,12	4,02	9,8	-18,13
176	Milos Jovanovic	Šumadijsko-pomoravski: Trešnjevica i Bukulja, Aranđelovac	Centralni region (Region Šumadija)	17,74	0,12	4,25	9,0	-12,94
178	Ivan Petrovic	Beograd: Guberevac, Sopot	Beogradski	14,22	0,16	4,24	11,6	-16,47



Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
180	Milan Dmitric	Moravički: okolina Guče, Dragačevo	Centralni region (Region Šumadija)	16,03	0,13	4,2	10,6	-13,48
185	Stankovic Dusan	Borsko-zaječarski: Bukovsko brdo. Negotin	Istočni region (Region Krajina)	15,57	0,44	3,92	29,6	-13,45
186	Andjelkovic Miodrag	Borsko-zaječarski: Jabukovac	Istočni region (Region Krajina)	15,21	0,16	4,07	12,6	-12,46
193	Dragoljub Popovic	Niško-Topličko-Pirotski: Drenovac, kotlina Toplice	Južni region (Region Nišava)	15,63	0,12	3,99	11,6	-12,14
194	Bojan Ilic	Niško-Topličko-Pirotski: Prokuplje	Južni region (Region Nišava)	15,34	0,14	3,96	12,6	-12,93
198	Bozidar Kozovic	Niško-Topličko-Pirotski: G.Bresnica, Jastrebac	Južni region (Region Nišava)	15,61	0,16	4,13	12,2	-13,26
202	Cubriilo Djuro	Bačka: okolina Subotice	Vojvodina	16,11	0,14	4,3	9,0	-13,17
204	Ante Ifkovic	Bačka: Čikerija-Tavankut, severna Bačka	Vojvodina	18,36	0,13	4,18	10,0	-15,42
207	Bampa Bruno	Šumadijsko-pomoravski: "Vagan", obronci Rudnika, Garaši, blizina Darosave, Belanovica	Centralni region (Region Šumadija)	15,07	0,17	4,1	12,0	-12,41
209	Asen Stojickov	Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski: područje "Rudin", selo Izvor, Bosilegrad, 1000-1200m	Južni region (Region Nišava)	18,34	0,17	3,68	17,8	-16,10

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
210	Mica Martinovic	Podunavsko-braničevski: Dušmanić	Istočni region (Region Krajina)	18,25	0,12	4,06	10,8	-14,17
211	Dragan Vicanovic	Podunavsko-braničevski: Kaona	Centralni region (Region Šumadija)	18,39	0,15	4,1	13,6	-14,97
212	Ljubisa Blagojevic	Podunavsko-braničevski: Dušmanić	Istočni region (Region Krajina)	16,07	0,10	4,25	8,2	-13,27
214	Miroslav Makuljevic	Podunavsko-braničevski: Zelenika		15,59	0,12	4,09	9,8	-12,14
215	Zivota Stojanovic	Podunavsko-braničevski: Kučevo	Istočni region (Region Krajina)	17,43	0,11	4,2	8,4	-16,62
221	Dragan Vicanovic	Podunavsko-braničevski: Kaona	Centralni region (Region Šumadija)	17,88	0,29	3,9	22,8	-13,42
223	Nenad Vermesano vic	Podunavsko-braničevski: Zelenika		16,87	0,11	4,47	9,0	-13,10
225	Ratomir Tomic	Podunavsko-braničevski: Ceremošnja	Istočni region (Region Krajina)	18,85	0,21	4,08	15,6	-16,46
226	Slobodan Sulejic	Podunavsko-braničevski: potez Đula i reka		14,41	0,15	4,47	11,6	-11,27
228	Zivojin Ivanovic	Podunavsko-braničevski: Dušmanić	Istočni region (Region Krajina)	15,63	0,11	4,22	11,4	-12,17
229	Dragisa Martinovic	Podunavsko-braničevski: Neresnica	Istočni region (Region Krajina)	15,27	0,12	4,08	9,0	-14,64

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
231	Svetozar Jovanovic	Borsko-zaječarski: Krivelj	Istočni region (Region Krajina)	15,83	0,18	5,85	13,2	-13,93
232	Branislav Obradovic	Borsko-zaječarski: Šarbanovac, Bor	Istočni region (Region Krajina)	16,07	0,17	4,11	13,2	-15,32
233	Dragomir Lajkucic	Borsko-zaječarski: Krivelj	Istočni region (Region Krajina)	16,66	0,20	4,33	14,0	-13,70
235	Dragan Lukic	Borsko-zaječarski: Brestovačka Banja	Istočni region (Region Krajina)	16,54	0,23	4,17	13,8	-15,59
238	Branislav Bacinovic	Borsko-zaječarski: Krivelj	Istočni region (Region Krajina)	17,12	0,27	3,93	18,0	-12,88
240	Zivota Djuricic	Borsko-zaječarski:selo Metriš, Zaječar (20km od Negotina i 30km od Zaječara)	Istočni region (Region Krajina)	17,62	0,12	3,83	10,8	-13,60
242	Milos Boskovic	Borsko-zaječarski: selo Zlot, Bor	Istočni region (Region Krajina)	15,08	0,17	4,27	13,8	-11,73
244	Djuro Bjekovic	Borsko-zaječarski: Mali Krivelj, 20km severo-istočno od Bora	Istočni region (Region Krajina)	17,40	0,13	4,04	11,2	-14,51
246	Vlado Bajovic	Borsko-zaječarski: Cerova (30km severozapadno od Bora, predeo između Crnog Vrha i Velikog Krša)	Istočni region (Region Krajina)	18,16	0,12	4,2	11,0	-15,31
247	Radomir Jevremovic	Šumadijsko-pomoravski: Knić, selo Lipnica, Gruža	Centralni region (Region Šumadija)	16,59	0,12	4,15	9,6	-9,81

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
248	Slobodan Milosevic	Šumadijsko-pomoravski: Arandelovac, selo Trešnjevica, obronci Rudnika	Centralni region (Region Šumadija)	17,82	0,17	4	12,6	-14,14
251	Radoslav Knezevic	Šumadijsko-pomoravski: mesto Rudnik na putu za selo Varnice, planina Rudnik	Centralni region (Region Šumadija)	15,49	0,14	4,15	12,2	-15,12
265	Goran Grbic	Mačvansko-kolubarski: Novo selo-Cer, Šabac	Zapadni region (Region Drina)	17,41	0,16	4,02	12,0	-17,29
266	Stanisa Stojanovic	Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski: Orašje, Vlasotince	Južni region (Region Nišava)	16,31	0,11	5,4	9,6	-13,40
267	Zoran Krstic	Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski: Svođe, Vlasotince	Južni region (Region Nišava)	16,34	0,14	3,73	11,0	-17,42
269	Mihajlo Zivkovic	Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski: Vlasotince	Južni region (Region Nišava)	18,36	0,16	4,02	12,2	-18,34
270	Aca Krstic	Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski: Gornji orah, Vlasotince	Južni region (Region Nišava)	16,03	0,17	4,1	13,0	-14,74
271	Dusan Miloradovic	Šumadijsko-pomoravski: selo Bečevica, Dub, 370m, 25km od Kragujevca	Centralni region (Region Šumadija)	15,78	0,19	4,19	11,4	-11,72
273	Tomislav Gligorijevic	Zlatiborski: Požega, Kosjerić	Zapadni region (Region Drina)	19,15	0,14	4,07	12,0	-21,35
274	Maksimovic Miroslav	Zlatiborski: sa područja Radanovaca i Taora	Zapadni region (Region Drina)	17,42	0,13	4,12	11,2	-12,15

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
277	Ivan Vasovic	Zlatiborski: bliža okolina grada Kosjerića	Zapadni region (Region Drina)	17,46	0,17	3,94	12,6	-11,06
278	Ljubinko Petrovic	Niško-Topličko-Pirotski: selo Koprivnica, Aleksinac, obronci malog Jastrepca	Južni region (Region Nišava)	18,37	0,16	3,99	12,0	-14,68
287	Smilja Gojkovic	Borsko-zaječarski: "Vrbanski kladenac" Vratarnica, 15km od Zaječara	Istočni region (Region Krajina)	18,66	0,21	4,13	16,2	-13,50
289	Mirko Zivanovic	Šumadijsko-pomoravski: selo Pretoke, Knić	Centralni region (Region Šumadija)	17,38	0,15	4,12	10,6	-10,73
290	Kiril Mladenov	Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski: Besna Kobila	Južni region (Region Nišava)	17,27	0,14	4,17	11,0	-15,27
291	Slobodan Marjanovic	Zlatiborski: Oganj, Požega	Zapadni region (Region Drina)	17,44	0,13	4,13	10,0	-13,72
294	Milan Stojanovic	Zlatiborski: Trnava, Milovići	Zapadni region (Region Drina)	16,66	0,17	4,17	12,2	-16,40
298	Mileta Katic	Zlatiborski: selo Jakalj, Bajina Bašta	Zapadni region (Region Drina)	16,67	0,12	4,09	11,2	-15,50
301	Ljubisa Maksimovic	Zlatiborski: Gostinica, Užice	Zapadni region (Region Drina)	16,89	0,24	4,33	13,0	-14,50
302	Nikola Stankovic	Zlatiborski: Dub, Bajina Bašta	Zapadni region (Region Drina)	15,38	0,12	4	9,8	-14,95

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
308	Zoran Sekulic	Zlatiborski: Tatinac, Užice	Zapadni region (Region Drina)	15,17	0,16	4,03	12,0	-15,21
309	Tomislav Vasic	Zlatiborski: selo Jakalj, Bajina Bašta	Zapadni region (Region Drina)	17,21	0,14	4,03	11,0	-16,64
311	Cedomir Jovanovic	Niško-Topličko-Pirotski: selo Bancarevo, Niška banja (Sićevačka klisura-Suva Planina)	Južni region (Region Nišava)	17,17	0,12	4	10,0	-17,24
312	Ljubinko Cosic	Niško-Topličko-Pirotski: Prosek	Južni region (Region Nišava)	17,05	0,12	4,03	10,0	-14,87
314	Dragan Stankovic	Niško-Topličko-Pirotski: selo Bancarevo, Niška banja, S.Planina	Južni region (Region Nišava)	20,57	0,13	3,92	10,0	17,77
317	Jovan Videnovic	Niško-Topličko-Pirotski: Moralija, Suva Planina	Južni region (Region Nišava)	15,93	0,14	4,14	10,4	-14,39
318	Stanko Petrovic	Niško-Topličko-Pirotski: selo Supovac, Suva Planina	Južni region (Region Nišava)	17,92	0,12	3,92	11,0	-17,83
320	Branko Aleksic	Niško-Topličko-Pirotski: Niška Banja	Južni region (Region Nišava)	17,78	0,21	4,23	17,6	-13,94
356	Zoran Kovačević	Kucevo, Misljenovac, Brodica	Istočni region (Region Krajina)	16,87	0,17	4,17	9,2	-12,67
362	Dusica Veselinovic		Centralni region (Region Šumadija)	16,98	0,16	4,33	9,0	-13,10

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka (podaci dostavljeni od pčelara)	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija(°)
363	Radovan Vukcevic		Centralni region (Region Šumadija)	17,37	0,15	4,12	8,0	-15,57
366	Zoran Mihailovic		Centralni region (Region Šumadija)	15,64	0,15	4,17	9,0	-12,47
367	Mladenovic Dragisa		Centralni region (Region Šumadija)	15,49	0,15	4,2	10,0	-13,51
368	Petrovic Miodrag Miki		Centralni region (Region Šumadija)	16,07	0,15	4,08	11,6	-14,17
370	Porodica Garovic		Centralni region (Region Šumadija)	19,21	0,14	4,19	8,2	-14,13
372	Vukojevic Ivan	Goc, Vrnjeka Banja	Centralni region (Region Šumadija)	16,21	0,15	4,01	7,8	-13,67
374	Miodrag Vukcevic		Centralni region (Region Šumadija)	17,86	0,15	4,03	9,7	-17,14
375	Stevanović Marko	Selo Lokumir, podnožje planine Pasjača, Opština Žitorađ, nadmorska visina 300 m	Južni region (Region Nišava)	16,18	0,17	4,01	12,4	-10,38
377	Vešković Nenad	Selo Debeli Lug, podnožje planine Pasječa, Opština Žitorađe, nadorska visina oko 350 m	Južni region (Region Nišava)	18,07	0,19	4	10,2	-14,01
379	Veljković Sveta	Selo Donji Drnovac, opština Žitorađa, nadmorska visina oko 280 m	Južni region (Region Nišava)	18,53	0,19	3,96	13,0	-15,53

## II Rezultati za fizičko-hemijskih parametara za lipov med

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost meq/kg	Specifična optička rotacija (°)
10	Milan Pavlovic	selo Ljuba-Erdevik-Fruška Gora	Vojvodina	18,52	0,67	4,68	13,0	-7,59
33	Nenad Savic	Erdevik, Fruška Gora, reg. Sremski	Vojvodina	22,48	0,76	4,07	26,2	-14,85
173	Miroslav Urbanovic	Crni vrh, Knjaževac, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	20,20	0,64	4,64	10,8	-11,02
174	Slobodan Radenkovic	Zvezdan, Zaječar, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	16,97	0,54	4,99	12,0	-10,40
217	Ljubisa Blagojevic	Podunavsko-braničevski: Blagojev kamen	Istočni region (Region Krajina)	15,75	0,73	4,74	13,9	-8,64
218	Mica Martinovic	Podunavsko-braničevski: Blagojev kamen	Istočni region (Region Krajina)	15,96	0,68	4,62	13,0	-10,40
219	Zivojin Ivanovic	Podunavsko-braničevski: Ujevac kod Kučeva	Istočni region (Region Krajina)	14,96	0,63	4,47	18,0	-10,90
227	Zivota Stojanovic	Podunavsko-braničevski: Ceremošnja	Istočni region (Region Krajina)	17,24	0,30	4,23	16,0	-14,15
255	Djordje Borovac	Srem: Bešenovo, Sremska Mitrovica	Vojvodina	13,41	0,58	3,98	23,9	-10,29
262	Mitar Dzumra	Srem: Stara Bingula, Sremska Mitrovica	Vojvodina	18,35	0,73	5,4	8,2	-5,02



Oznak a uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
357	Zoran Kovacevic		Istočni region (Region Krajina)	17,73	0,75	4,38	9,2	-7,89

### III Rezultati za fizičko-hemijskih parametara za suncokretov med

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
19	Radenko Cvetkovic	mesto Sterijno kod Ade, reg. Banatski	Vojvodina	16,23	0,33	3,85	19,0	-13,11
20	Dejan Vikić	Granica Kačarevskog Jabučkog atara, reg. Banatski-Južnobanatski reg.	Vojvodina	17,50	0,21	3,55	20,1	-12,96
21	Ljiljana Cubrilo	Jabučkiatar (Skrobara), opština Pančevo, reg. Banatski-Juž.banatski reg.	Vojvodina	19,69	0,35	3,33	34,5	-17,26
31	Nenad Savic	Zrenjanin, reg. Banatski	Vojvodina	20,63	0,29	3,31	34,2	-10,67
40	Petrovic Zivan	Zrenjanin, reg. Banatski	Vojvodina	16,92	0,37	3,46	26,0	-15,68
44	Milosav Novakovic	Zrenjanin, reg. Banatski	Vojvodina	19,84	0,30	3,89	23,0	-18,50
69	Dusan Obradovic	ekonomija Telečka, prema Rogatici-opština Sombor, reg. Bački	Vojvodina	17,36	0,26	3,19	25,0	-16,97
72	Sinisa Stojicic	Aleksa Šantić (sever) uz Mađarsku granicu, a pre toga na suncokretu između Al. Šantića i Svetozara Miletića, reg. Bački	Vojvodina	17,67	0,27	3,3	25,6	-19,61

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
76	Stevan Orcic	Poljoprivredno dobro "Sever"-AleksaŠantić, uz granicu sa Mađarskom, opština Sombor, reg. Bački	Vojvodina	19,81	0,36	3,35	33,6	-14,09
78	Spomenka Kuruc	Sonćanski rit, uz Dunav, Sonta, opština Apatin, reg. Bački	Vojvodina	18,02	0,55	3,41	42,7	-22,77
82	Rade Stevanovic	Poljoprivredno dobro "Sever"-AleksaŠantić, uz granicu sa Mađarskom, opština Sombor, reg. Bački	Vojvodina	18,45	0,31	3,43	30,6	-13,93
84	Mile Vasta	9-ta tabla Veliki Salaš, Apatin, reg. Bački	Vojvodina	17,71	0,38	3,36	37,6	-17,79
89	Predrag Copic	Mali Stapar-Sivac, uz Kanal Dunav-Tisa-Dunav, reg. Bački	Vojvodina	19,14	0,35	3,17	37,3	-14,46
137	Savo Bozovic	Atar Sela Sivac, reg. Bački	Vojvodina	17,81	0,27	3,3	22,5	-19,52
139	Bozidar Markovic	Atar sela Sivac, reg. Bački	Vojvodina	20,45	0,35	3,36	26,5	-17,40
142	Bojan Vlaskin	Prvo Na bagremu u Doroslavu, reg. Bački: suncokret u sivačkom donjem ataru, reg. Bački	Vojvodina	17,94	0,27	3,33	25,7	-16,99

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
143	Bojan Vlaskin	Prvo na bagremu u Doroslavu, reg. Bački: suncokret u sivačkom donjemataru, reg. Bački	Vojvodina	17,38	0,26	3,28	25,0	-16,83
146	Tatjana Mrdak	Prvo na suncokretu a zatim cvetni, atar sela Sivac, reg. Bački	Vojvodina	15,27	0,33	3,78	25,6	-15,83
177	Miroslav Delic	prvo u Doroslovu na bagremu, a zatim suncokret Mali Stapar-Sivac, reg. Bački	Vojvodina	18,62	0,28	3,72	25,6	-12,91
201	Milos Jovanovic	Banatski: Vršakiritovi, Vršac	Vojvodina	14,50	0,19	4,14	11,0	-22,27
203	Cubrilo Djuro	Bačka: okolina Subotice	Vojvodina	14,50	0,19	4,14	11,0	-22,27
263	Tomislav Kostic	Banatski: Nova Crnja	Vojvodina	18,60	0,34	3,88	28,4	-17,35
355	Zoran Kovacevic		Vojvodina	18,58	0,34	3,75	21,0	-14,95

IV Rezultati za fizičko-hemijskih parametara za livadski med

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
1	Svetozar Koldzic	Kanjon reka Uvca i Lima, reg. Zlatiborski	Zapadni region (Region Drina)	17,74	0,80	4,08	32,2	-6,55
3	Branislav Vladimir Vuletic	selo Gradojević-obronci Vlašića i Cera; visina:200-280m; 30km od Šapca, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	19,77	0,51	3,99	28,0	-15,28
9	Ivan Ristic	Novo Brdo, naselje Jazvina-opština Negotin, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	15,13	0,52	3,91	34,6	-13,07
14	Ljubisa Ivic	atar sela Resnik, obronci Ozrena,opština Sokobanja, reg. Borsko-Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	16,48	0,24	4,22	14,4	-14,62
16	Milivoj Carevic	Krnjača, uz žel.prugu Bgd-Pančevo, 1,5km nizvodno od pančevačkog mosta, reg. Banatski	Vojvodina	14,66	1,45	4,76	42,2	7,20
18	Radenko Cvetkovic	mesto Dragodol kod Osečine, planina Medvednik, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	18,91	0,63	3,96	30,2	-13,46
26	Nebojsa Jovanovic	selo Radojevo, opština Nova Crnja, reg. Banatski-Srednje banatski reg.	Vojvodina	17,70	0,29	3,32	33,2	-20,10
35	Mitar Brankovic	Karlovci,reg. Banatski	Vojvodina	15,23	0,36	3,34	31,2	-16,75

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
37	Radivojevic Sasa	Novi Itebej, reg. Banatski	Vojvodina	19,19	0,43	3,75	32,0	-17,52
38	Radivojevic Sasa	Sijerinska Banja, reg. Jablaničko-Pčinjsko-Kosovski	Južni region (Region Nišava)	17,59	0,47	4,03	30,6	-12,54
42	Cvetanovic Dragan	Karlovci, reg. Banatski	Vojvodina	16,75	0,35	3,76	26,4	-13,82
45	Stevan Pavlovic	Vladimirci, reg. Mač.Kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	17,58	0,30	3,58	21,8	-15,49
48	Ilija Milosavljevic	Šavac, reg. Šumadijsko-Pomoravski	Centralni region (Region Šumadija)	15,98	0,33	3,16	34,2	-7,67
64	Milun Miletic	Rudnik, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,74	0,23	3,56	16,9	-12,75
66	Ilic Dragisa	Šetonje, planina Gusti rt, od sela 8km, reg. Podunavsko-Braničevski	Istočni region (Region Krajina)	18,19	0,25	3,49	34,0	-17,02
68	Slavisa Cvetkovic	podnožje Jastrepcu, Aleksinac, reg. Niško-Topličko-Pirotski	Južni region (Region Nišava)	16,13	0,77	4,08	35,0	-2,93
75	Stevan Orcic	Kanlija pesak-gornje podunavlje-šumska uprava Apatin, opština Apatin, reg. Bački	Vojvodina	18,75	0,51	3,63	32,5	-10,32
80	Mato Simunov	Mesarske livade-gornje podunavlje, šumska uprava Apatin (uz reku Dunav), reg. Bački	Vojvodina	14,05	0,74	4,21	37,0	-11,02

Oznak a uzork a	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
91	Slavoljub Radjenovic	jug.zapadna Srbija-opština Priboj-Rača, visina oko 400m, uz reku Uvac, reg. Zlatiborski	Zapadni region (Region Drina)	18,05	0,72	4,59	21,0	-12,73
92	Jovica Puric	Suvo polje, opština Priboj, jug.zapadna Srbija, visina 720m, reg. Zlatiborski	Zapadni region (Region Drina)	17,66	0,44	3,98	25,8	-11,09
93	Borika Cetkovic	Potpeć, opština Priboj, jug.zapadna Srbija, visina 470m, reg. Zlatiborski	Zapadni region (Region Drina)	18,75	0,70	4,13	26,0	-10,20
94	Spaso Janjusevic	opština Priboj, jug.zapadna Srbija, brdsko- planinsko područje, bliže granici sa C.Gorom, reg. Zlatiborski	Zapadni region (Region Drina)	16,84	1,07	4,43	39,0	2,87
95	Vladimir Nikolov	Visok- Dimitrovgrad, reg. Niško- Topličko-Pirotski	Južni region (Region Nišava)	16,90	0,23	3,3	25,6	-11,95
96	Bogdan Zarkov	Poganovo- Dimitrovgrad, reg. Niško- Topličko-Pirotski	Južni region (Region Nišava)	17,16	0,17	3,56	18,1	-17,41
97	Stojan Stanulov	Bačevo- Dimitrovgrad, reg. Niško- Topličko-Pirotski	Južni region (Region Nišava)	19,29	0,36	3,58	27,0	-15,85
98	Viktor Josifov	Zabrđe- Dimitrovgrad, reg. Niško- Topličko-Pirotski	Južni region (Region Nišava)	19,48	0,17	3,3	24,2	-14,72

Oznak a uzork a	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
99	Jordan Petrov	Burel- Dimitrovgrad, reg. Niško- Topličko-Pirotski	Južni region (Region Nišava)	16,00	0,59	4,27	28,0	-11,05
104	Borivoje Dimic	selo Urmanica, Poljanica, opština Vranje, između Kukavice i Oblika, visina 600-900m, reg. Jablaničko- Pčinjsko- Kosovski	Južni region (Region Nišava)	15,90	0,23	3,66	17,0	-13,18
107	Borivoje Dimic	selo Urmanica, Poljanica, opština Vranje, između Kukavice i Oblika, visina 600-900m, reg. Jablaničko- Pčinjsko- Kosovski	Južni region (Region Nišava)	16,86	0,60	3,85	34,1	-13,09
110	Bogdan Kostic	selo Rakita, opština Babušnica, oko Stare i Suve planine, tokom paše seljene u okviru pirotskog okruža, reg. Niško-Topličko- Pirotski	Južni region (Region Nišava)	16,51	0,25	3,26	27,3	-15,11
111	Marin Mincic	Stara planina, visina oko 700m, 35km od Pirota, područje "Gornji Visok", selo Jelovica, reg. Niško-Topličko- Pirotski	Južni region (Region Nišava)	17,52	0,32	3,52	29,0	-12,85
114	Dusko Mijatovic	selo Gornji Branetići, jugoisto čni obronci Rajca (Suvobora), visina 520m, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,99	0,21	3,87	17,2	-14,19



Oznak a uzork a	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
132	Mileta Pejovic	selo Zagrade, Rudnik, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	15,94	0,22	3,75	15,7	-17,22
135	Zoran Novakovic	selo Jarmenovci, opština Topola, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	16,61	0,29	3,63	27,0	-16,64
144	Tatjana Mrdak	prvo na suncokretu a zatim cvetni, atar sela Sivac, reg. Bački	Vojvodina	17,00	0,22	3,07	27,3	-15,56
152	Nenad Dinic	Metriš, opština Zaječar (25km severno od Zaječara, 8km istočno od planine Deli Jovan), reg. Borsko- Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	16,54	0,23	3,54	21,0	-15,81
154	Borivoje Bocic	Vratarnica, Zaječar, reg. Borsko- Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	15,90	0,57	3,89	28,3	-10,30
156	Miodrag Petkovic	Brusnik, Zaječar, reg. Borsko- Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	14,95	0,35	3,81	21,6	-10,53
158	Ljubisa Stojanovic	Čokonjar, Zaječar, reg. Borsko- Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	15,25	0,53	3,91	27,5	-12,48
159	Tihomir Stanojlovic	Salaš, Zaječar, reg. Borsko- Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	16,09	0,21	4,03	15,8	-15,67
160	Todorovic Novica	Kotlujevac, Zaječar, reg. Borsko- Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	15,37	0,26	3,51	20,0	-15,59

Oznak a uzork a	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
161	Srdjan Zikic	Rgotina, Zaječar, reg. Borsko- Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	16,30	0,57	3,66	35,5	-13,41
162	Zlatko Aleksic	Crni vrh, Knjaževac, reg. Borsko- Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	14,37	0,57	4,47	29,6	-0,47
163	Dimitrije Markovic	Bučje, Knjaževac, reg. Borsko- Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	15,58	0,49	3,6	29,5	-12,12
164	Sergije Krzanovic	Nikolićevo, Zaječar, reg. Borsko- Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	16,45	0,55	3,53	38,7	-13,96
165	Dragan Avramovic	Ravna, Knjaževac, reg. Borsko- Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	14,47	0,26	3,54	19,6	-13,55
168	Radomir Andrejevic	Šljivar, Zaječar, reg. Borsko- Zaječarski	Istočni region (Region Krajina)	14,01	0,18	3,45	15,9	-13,32
181	Momcilo Vujovic	Moravički: Kotraža, Dragačevo	Centralni region (Region Šumadija)	15,51	0,24	4,48	16,2	-11,21
182	Tomislav Brocic	Moravički: Gornji Dubac, Dragačevo	Centralni region (Region Šumadija)	15,22	0,26	4,01	24,6	-13,07
183	Nikic Zoran	Borsko- zaječarski: Vrelo Šarkamen, Negotin	Istočni region (Region Krajina)	17,19	0,34	4,06	35,0	-12,19
184	Slavko Lukovic	Borsko- zaječarski: Staro selište, Jasenica, Negotin	Istočni region (Region Krajina)	16,99	0,36	4,04	30,0	-11,69

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
187	Andjelkovic Miodrag	Borsko-zaječarski: Turija, Porkarec	Istočni region (Region Krajina)	16,40	0,31	4,1	23,6	-11,03
188	Slavoljub Radivojevic	Niško-Topličko-Pirotski: obronci Pasjače, Mačina, Prokuplje	Južni region (Region Nišava)	15,97	0,19	4,24	20,2	-14,26
189	Predrag Milenkovic	Niško-Topličko-Pirotski: obronci Pasjače, Novo Močilovo	Južni region (Region Nišava)	16,54	0,23	4,04	17,4	-16,19
190	Vukic Joksimovic	Niško-Topličko-Pirotski: Potočić, kotlina Toplice	Južni region (Region Nišava)	15,87	0,27	3,88	26,6	-12,62
191	Dragoslav Marinkovic	Niško-Topličko-Pirotski: Donja Toponica, kotlina Toplice	Južni region (Region Nišava)	15,59	0,24	4,24	19,2	-11,11
192	Goran Vasiljevic	Niško-Topličko-Pirotski: Prokuplje	Južni region (Region Nišava)	16,94	0,32	3,83	34,2	-13,17
195	Dobrivoje Virijevec	Niško-Topličko-Pirotski: Bela Voda, Toplica	Južni region (Region Nišava)	16,42	0,29	4,32	12,8	-13,14
196	Zoran Petrovic	Niško-Topličko-Pirotski: Bogujevac, obronci Radana	Južni region (Region Nišava)	16,60	0,51	4,23	30,6	-9,68
197	Goran Arizanovic	Niško-Topličko-Pirotski: Bajčice, Jastrebac	Južni region (Region Nišava)	20,27	0,32	4,1	34,0	-11,91
199	Ratko Biocanin	Niško-Topličko-Pirotski: Viča, Toplica	Južni region (Region Nišava)	15,95	0,31	3,88	31,2	-13,43

Oznak a uzork a	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
200	Radisa Perovic	Niško-Topličko- Pirotski: Trnovi laz, planina Sokolovica	Južni region (Region Nišava)	17,72	0,74	4,43	42,8	-10,69
208	Asen Stojickov	Jablaničko- Pčinjsko- Kosovski: područje "Rudin", selo Izvor, Bosilegrad, 1000- 1200m	Južni region (Region Nišava)	17,17	0,25	3,76	22,6	-17,82
213	Nenad Vermesanov ic	Podunavsko- braničevski: Radenka	Istočni region (Region Krajina)	19,37	0,35	3,88	30,0	-12,41
216	Miroslav Makuljevic	Podunavsko- braničevski: Neresnica	Istočni region (Region Krajina)	16,69	0,56	4,58	15,6	-10,46
220	Ratomir Tomic	Podunavsko- braničevski: Ceremošnja	Istočni region (Region Krajina)	21,28	0,54	3,96	37,2	-13,36
222	Dragisa Martinovic	Podunavsko- braničevski: Neresnica	Istočni region (Region Krajina)	16,34	0,56	4,17	23,0	-11,41
224	Zivota Stojanovic	Podunavsko- braničevski: Ceremošnja	Istočni region (Region Krajina)	18,80	0,68	4,47	17,8	-9,82
230	Mladen Baratovic	Zlatiborski: selo Zarožje, 2km od Bajine Bašte, južna strana Povlena, 870m	Zapadni region (Region Drina)	14,01	0,48	4,3	24,0	-7,65
234	Dragomir Lajkucic	Borsko- zaječarski: Krivelj	Istočni region (Region Krajina)	15,81	0,48	4,22	23,0	-9,10
236	Tomislav Misevic	Borsko- zaječarski: Krivelj	Istočni region (Region Krajina)	16,71	0,32	3,95	21,0	-11,78

Oznak a uzork a	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
237	Radojica Jonovic	Borsko- zaječarski: Krivelj	Istočni region (Region Krajina)	15,15	0,32	3,83	29,0	-12,71
239	Zivota Djuricic	Borsko- zaječarski:selo Metriš, Zaječar (20km od Negotina i 30km od Zaječara	Istočni region (Region Krajina)	16,65	0,67	4,35	36,4	-8,65
241	Milos Boskovic	Borsko- zaječarski: podnožje planine Malinik i Zlotske pećine	Istočni region (Region Krajina)	16,09	0,73	4,27	38,2	-2,89
243	Djuro Bjekovic	Borsko- zaječarski: Zlot, 15km zapadno od Bora	Istočni region (Region Krajina)	16,58	0,31	4,14	22,0	-12,09
245	Vlado Bajovic	Borsko- zaječarski: Šarbanovac, (20km jugozapadno od Bora)	Istočni region (Region Krajina)	16,39	0,58	4,25	28,0	-8,81
249	Petar Dobric	Srem: Ogar	Vojvodina	17,00	0,33	3,76	31,0	-13,41
250	Bogoljub Zivanovic	Srem: Nova pazova	Vojvodina	15,66	0,61	4,03	37,2	-11,79
254	Dusan Herceg	Srem: Krnješevci	Vojvodina	16,46	0,54	3,88	31,0	-15,41
257	Slobodan Ivancevic	Srem: Obedska Bara	Vojvodina	18,55	0,30	3,68	24,6	-16,60
260	Branislav Nikolic	Srem: Batajnica	Vojvodina	15,36	0,46	3,97	32,0	-10,81
261	Radomir Petrovic	Srem: Krnješevci	Vojvodina	16,89	0,52	4,22	22,8	-11,24
264	Snezana Krstajic	Srem: Ravnje, Sremska Mitrovica	Vojvodina	16,42	0,23	3,99	15,2	-12,83

Oznak a uzork a	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
268	Zoran Krstic	Jablaničko- Pčinjsko- Kosovski: Svođe, Vlasotince	Južni region (Region Nišava)	15,17	0,68	4,44	31,6	-4,55
272	Maksimovic Miroslav	Zlatiborski: sa područja Radanovaca i Taora	Zapadni region (Region Drina)	16,57	0,30	4,2	17,8	-11,22
276	Sofronijevic Milos	Mačvansko- kolubarski: Divčibare, padine Povlena i Maljena	Zapadni region (Region Drina)	17,98	0,23	3,95	15,0	-14,26
280	Dragan Drobnjakovi c	Zlatiborski: Sastavci, Bučje (između Bića i Ožlja)	Zapadni region (Region Drina)	17,12	0,78	3,38	33,8	-3,22
282	Mileta Milinkovic	Zlatiborski: tromeđa Srbije, Crne Gore i Bosne, jug.zapadna Srbija	Zapadni region (Region Drina)	14,83	1,33	5,11	37,0	17,35
283	Milomir Filipovic	Zlatiborski: Priboj, selo Dobrilovići, 700m	Zapadni region (Region Drina)	16,08	0,54	4,11	28,4	-9,70
284	Hivzo Sehovic	Zlatiborski: prigradsko područje Priboja, Panja Glava, 350m	Zapadni region (Region Drina)	15,15	0,83	4,44	36,0	-5,73
285	Radojko Gole	Zlatiborski: delom u Srbiji, dolina reke Uvac u R.Srpskoj	Zapadni region (Region Drina)	17,13	0,67	4,33	24,0	-9,44
286	Bogomir Milic	Zlatiborski: dolina reke Uvac, granica Srbije i BiH, 450m	Zapadni region (Region Drina)	17,52	0,75	4,44	25,0	-13,92

Oznak a uzork a	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
288	Smilja Gojkovic	Borsko- zaječarski: "Vrbanski kladenac" Vratarni ca, 15km od Zaječara	Istočni region (Region Krajina)	15,09	0,43	4,02	21,2	-11,48
292	Borka Tanovic	Zlatiborski: selo Ojkovica, Nova Varoš	Zapadni region (Region Drina)	17,36	0,28	3,82	17,8	-17,24
293	Velibor Stankovic	Zlatiborski: selo Ljubiš, Čajetina, Zlatibor	Zapadni region (Region Drina)	17,52	0,62	4,48	21,8	-7,14
295	Milan Stojanovic	Zlatiborski: Trnava, Milovići	Zapadni region (Region Drina)	16,26	0,26	4,3	13,2	-14,04
296	Dusan Tanaskovic	Zlatiborski: Vranjani, Požega	Zapadni region (Region Drina)	15,78	0,27	4,14	13,6	-16,48
297	Ratko Petrovic	Zlatiborski: selo Cerje, Kostojevići, Bajina Bašta	Zapadni region (Region Drina)	19,41	0,26	3,9	16,0	-17,09
299	Stevan Lazovic	Zlatiborski: Gostinica, Užice	Zapadni region (Region Drina)	18,02	0,47	3,92	29,6	-16,83
300	Novak Adzic	Zlatiborski: selo Drežnik, Užice	Zapadni region (Region Drina)	16,59	0,31	4,45	13,0	-13,42
305	Milos Sekulic	Zlatiborski: Bela Zemlja, Užice	Zapadni region (Region Drina)	15,71	0,53	4,51	16,6	-11,84
306	Mirko Anic	Zlatiborski: Bioska (Keserovina), Užice	Zapadni region (Region Drina)	18,20	0,24	3,97	13,0	-19,76

Oznak a uzork a	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
307	Dragutin Drulovic	Zlatiborski: selo Burađa, Nova Varoš	Zapadni region (Region Drina)	15,41	0,46	4,13	22,0	-9,39
310	Cedomir Jovanovic	Niško-Topličko- Pirotski: selo Bancarevo, Niška banja (Sićevačka klisura-Suva Planina)	Južni region (Region Nišava)	14,92	0,31	4,16	16,0	-12,34
313	Ljubinko Cosic	Niško-Topličko- Pirotski: Gramada, Svrljiške planine	Južni region (Region Nišava)	15,62	0,31	3,91	23,2	-12,80
315	Dragan Stankovic	Niško-Topličko- Pirotski: selo Bancarevo, Niška banja, S.Planina	Južni region (Region Nišava)	15,50	0,28	4,14	14,0	-13,36
316	Jovan Videnovic	Niško-Topličko- Pirotski: Moralijska, Suva Planina	Južni region (Region Nišava)	15,54	0,46	4,02	17,5	-9,30
319	Bozidar stamenkovic	Niško-Topličko- Pirotski: atar sela Donje Vlase, Niš	Južni region (Region Nišava)	15,82	0,20	3,88	14,6	-10,09
321	Branko Aleksic	Niško-Topličko- Pirotski: Niška Banja	Južni region (Region Nišava)	16,39	0,30	4	19,4	-13,33
322	Milenko Boskovic	Zlatiborski: D.Bistrica, Nova Varoš	Zapadni region (Region Drina)	14,46	0,75	4,46	36,0	-5,28
323	Milovan Mandic	Zlatiborski: Vilovi, Nova Varoš	Zapadni region (Region Drina)	17,03	0,79	4,17	37,6	0,23
324	Tomislav Selakovic	Zlatiborski: Seništa, Nova Varoš	Zapadni region (Region Drina)	16,99	0,71	4,17	34,0	-6,63



Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
329	Savo Ocoolkjic	Zlatiborski: Goce, Sjenica	Zapadni region (Region Drina)	17,01	1,18	5,04	25,6	0,48
330	Damljan Boronijasovic	Zlatiborski: Draževići, Nova Varoš	Zapadni region (Region Drina)	14,38	1,39	4,89	37,0	12,01
331	Mijajlo Miletic	Zlatiborski: Drmanovići, Nova Varoš	Zapadni region (Region Drina)	18,91	0,84	4,12	35,8	-1,91
332	Milomir Gujanicic	Zlatiborski: Vilovi-Puljci, Nova Varoš	Zapadni region (Region Drina)	16,17	1,11	4,52	37,8	7,37
333	Ratomir Filipovic	Zlatiborski: D.Bistrica, Nova Varoš	Zapadni region (Region Drina)	16,64	0,86	4,48	40,0	-1,23
334	Pero Mosurovic	Zlatiborski: Seljašnica, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	16,03	0,66	4,5	26,0	-8,64
335	Mirko Lojanica	Zlatiborski: Gavrilovića strane, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	15,61	0,69	4,47	31,8	-11,94
336	Marko Mandic	Zlatiborski: selo Donji Stranjani, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	18,37	0,71	4,3	27,0	-8,95
337	Radisa Zarkovic	Zlatiborski: Kamena gora, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	18,68	0,94	4,61	34,8	-1,61
338	Milan Cmiljanovic	Zlatiborski: Kamena gora, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	16,69	0,66	4,38	25,4	-5,57

Oznak a uzork a	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
339	Budimir Tesevic	Zlatiborski: selo Sopotnica, pod Jadovnik	Zapadni region (Region Drina)	16,30	0,84	4,66	31,4	-1,68
340	Izet Djurdjevic	Zlatiborski: Babine-Kartalska kosa, 1100m, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	16,88	0,90	4,23	45,2	-3,33
341	Alija Mustajbegovic	Zlatiborski: selo Drenova i Seljani	Zapadni region (Region Drina)	15,86	0,84	4,35	37,2	-5,55
342	Rodoljub Tomovic	Zlatiborski: Aljinovići, Jadovnik, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	19,15	0,89	4,26	40,2	-5,77
343	Mevzudin Kajevic	Zlatiborski: Velika Župa, Miljevići, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	18,47	0,63	4,04	28,2	-7,88
344	Radojko Sredojevic	Zlatiborski: Seljašnica, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	19,93	0,72	4,33	27,0	-14,91
346	Hamid Dzanovic	Zlatiborski: Kaćevo, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	16,73	0,83	4,55	29,6	-1,36
347	Tufo Kapidzic	Zlatiborski: Taševo, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	17,77	1,19	4,48	51,0	0,97
348	Mirsad Hodzic	Zlatiborski: selo Babine, 1200m, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	18,96	0,85	4,63	31,0	6,96
349	Ibrahim Musovic	Zlatiborski: Babine (Kelovina)	Zapadni region (Region Drina)	18,02	0,99	4,61	34,2	-4,09

Oznak a uzork a	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
350	Munib Kapidzic	Zlatiborski: selo Babine, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	16,92	0,89	4,44	38,4	1,38
351	Milinko Milanovic	Zlatiborski: Aljinovići-Međaši	Zapadni region (Region Drina)	16,07	1,07	4,65	37,8	5,21
352	Rifo Vilicic	Zlatiborski: selo Baliće-Brodarevo, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	17,57	0,90	4,36	35,2	-8,90
353	Miodrag Derikonjic	Zlatiborski: selo Mazići, Priboj	Zapadni region (Region Drina)	15,66	0,96	4,53	37,0	-2,83
354	Mustafa Sehovic	Zlatiborski: Galočevina- K.Gora, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	20,02	1,28	4,63	43,6	7,32
359	Vladimir Djurovic		Zapadni region (Region Drina)	18,45	0,77	4,23	33,9	-1,42
360	Lazovic Vasilije	Raski	Centralni region (Region Šumadija)	15,06	0,62	4,09	30,6	-9,74
361	Vukojevic Ivan		Centralni region (Region Šumadija)	17,49	0,26	3,95	13,8	-14,32
364	Zoran Mihailovic		Centralni region (Region Šumadija)	17,41	0,49	4,08	28,0	-14,59
365	Radovan Vukcevic		Centralni region (Region Šumadija)	17,67	0,24	4,13	14,8	-13,90

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
369	Porodica Garovic		Centralni region (Region Šumadija)	16,92	0,19	4,02	12,2	-13,77
371	Petrovic Miodrag Miki		Centralni region (Region Šumadija)	17,26	0,20	4,15	13,4	-13,39
373	Miodrag Vukcevic		Centralni region (Region Šumadija)	16,96	0,17	4,07	10,6	-16,40
376	Stevanović Marko	Selo Lokumir, podnožje planine Pasjača, Opština Žitorađ, nadmorska visina 300 m	Južni region (Region Nišava)	16,59	0,35	3,87	27,8	-12,35
378	Vešković Nenad	Selo Debeli Lug, podnožje planine Pasječa, Opština Žitorađe, nadorska visina oko 350 m	Južni region (Region Nišava)	16,58	0,32	3,89	23,8	-12,28
380	Veljković Sveta	Selo Donji Drnovac, opština Žitorađa, nadmorska visina oko 280 m	Južni region (Region Nišava)	16,27	0,47	3,88	31,6	-15,02
27	Slobodan Jevtic	početak Sopotske grede kod Dunava, između požarevca i Vel.Gradišta (kod Viminacijuma), reg. Podunavsko-Braničevski	Istočni region (Region Krajina)	16,46	0,18	3,6	17,4	-15,57
29	Goran Cakardic	Šušnjar kod Lazarevca, reg.Beogradski	Beogradski	15,76	0,24	3,74	20,0	-15,30
116	Bosko Jelic	selo Šarani, Takovo, reg. Moravički	Centralni region (Region Šumadija)	14,72	0,18	3,72	14,7	-13,38

Oznak a uzork a	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
150	Dragan Djordjevic	selo Baščeluci, Loznica, Podrinje, reg. Mač.kolubarski	Zapadni region (Region Drina)	15,47	0,18	3,68	13,4	-11,29
258	Milorad Hadzic	Srem: Ogar, Pećinci, zatim seljene u Kupinovo i Deč	Vojvodina	16,54	0,19	4,02	11,4	-15,73
275	Matovic Branislav	Mačvansko- kolubarski: Skakavci, 3km ispod Divčibara	Zapadni region (Region Drina)	17,11	0,26	4	14,0	-15,48
303	Novak Adzic	Zlatiborski: selo Drežnik, Užice	Zapadni region (Region Drina)	17,49	0,28	4,26	11,6	-14,66
179	Ivan Petrovic	Beograd: Guberevac, Sopot	Beogradsk i	15,28	0,34	3,98	32,2	-13,04
279	Ljubinko Petrovic	Niško-Topličko- Pirotski: selo Koprivnica, Aleksinac, obronci malog Jastrepa	Južni region (Region Nišava)	17,18	0,69	4,33	42,0	-10,63
281	Nikola Mikovic	Zlatiborski: Priboj, Sastavci, 300-1000m	Zapadni region (Region Drina)	15,40	0,97	4,71	33,0	9,20
304	Radenko Radojicic	Zlatiborski: Radoičići, selo Ljubiš, Čajetina, Zlatibor	Zapadni region (Region Drina)	16,45	1,11	4,61	40,8	7,24
325	Djuro Zecevic	Zlatiborski: Bakalovina- Zlatar, Nova Varoš	Zapadni region (Region Drina)	19,65	0,71	4,24	32,2	-6,02
327	Dragoljub Dzuverovic	Zlatiborski: Babine, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	19,65	0,71	4,24	32,2	-6,02

Oznaka uzorka	Pčelar	Lokacija pčelinjaka	Region	Voda (%)	Električna provodljivost (mS/cm)	pH	Slobodna kiselost (meq/kg)	Specifična optička rotacija (°)
328	Radimir Drulovic	Zlatiborski: Drmanovići, Nova Varoš	Zapadni region (Region Drina)	16,83	1,30	4,93	33,6	11,58
345	Zoran Pusica	Zlatiborski: Kosatica, Prijepolje	Zapadni region (Region Drina)	14,63	1,06	4,66	42,4	4,00
47	Milan Milanovic	Srpska Crnja, reg. Banatski	Vojvodina	17,69	0,34	3,16	33,0	-17,73
87	Josip Rohacek	poljoprivredno dobro "Sever"- Aleksa Šantić, uz granicu sa Mađarskom, opština Sombor, reg. Bački	Vojvodina	15,49	0,28	3,77	27,8	-14,46
252	Radoslav Knezevic	Beograd: Institut Zemun polje u Zemun polju	Beogradski	15,61	0,45	3,9	24,5	-12,22
256	Djordje Borovac	Srem: Petrović Salaš, Stara Pazova	Vojvodina	14,75	0,34	3,94	24,6	-10,48

V Rezultati za sadržaj minerala u poliflornom medu

Uzorak	mg/kg									µg/kg		
	K	Ca	Mg	Na	Zn	Fe	Cu	Mn	Co	Cr	Ni	Cd
1	1611,56	61,08	45,20	62,56	1,06	1,76	0,46	2,52	0,02	47,90	258,76	4,39
3	893,89	100,00	34,70	15,25	7,56	3,55	0,44	13,73	0,02	0,00	0,00	1,79
9	893,14	102,07	22,64	24,56	1,22	1,59	0,18	0,56	0,02	0,00	0,00	0,00
14	553,34	37,36	15,38	42,43	1,67	7,54	0,51	1,38	0,49	331,86	202,38	23,37
16	3097,49	91,21	67,02	25,84	2,48	4,32	0,97	1,07	0,04	49,12	176,27	8,57
18	1360,23	133,13	46,42	15,85	1,22	2,17	0,25	5,99	0,01	0,00	0,00	0,08
26	477,88	126,84	28,77	28,07	1,25	1,57	0,23	0,28	0,11	45,58	31,68	3,26
35	396,39	82,00	21,98	18,78	4,16	2,40	0,28	0,22	0,03	195,43	182,94	0,00
37	472,40	120,49	24,53	33,91	8,15	23,68	0,21	0,69	0,02	35,24	30,29	0,00
38	861,33	63,86	19,40	25,24	2,29	2,01	0,32	6,05	0,14	71,70	49,89	7,17
42	581,46	92,05	22,57	14,41	1,36	2,23	0,27	0,33	0,13	53,43	59,26	1,35
45	419,62	93,61	18,98	19,22	2,11	2,24	0,32	0,50	0,02	20,71	51,44	2,25
48	362,62	85,89	25,00	25,89	7,46	6,78	0,18	0,20	0,04	40,22	44,67	0,13
64	324,18	35,63	10,96	2,74	1,55	1,18	0,09	0,44	0,01	0,00	0,00	0,00
66	364,62	38,38	9,46	1,74	0,82	0,93	0,18	0,64	0,02	0,00	0,00	0,00
68	1732,50	34,16	55,50	10,32	9,06	2,01	0,47	4,86	0,05	0,00	333,89	17,67
75	850,34	99,48	44,99	13,65	0,82	2,91	0,31	0,30	0,02	0,00	0,00	1,18
80	1369,20	114,20	52,96	18,88	3,01	2,08	0,57	0,23	0,07	54,92	96,27	12,25
91	1453,43	54,35	29,23	15,60	1,19	1,20	0,57	2,11	0,49	123,22	130,96	0,87
92	778,72	72,37	32,60	24,13	4,37	2,95	0,43	2,82	0,27	88,17	175,87	16,15
93	1530,37	100,10	39,27	24,21	1,83	4,41	0,40	1,34	0,16	0,00	127,60	9,67
94	2177,31	49,25	89,20	7,62	3,28	2,59	0,86	8,16	0,08	71,00	768,71	13,85
95	205,69	31,03	7,31	21,14	1,21	1,79	0,28	0,31	0,30	222,51	52,23	7,27
96	200,72	23,66	5,94	0,97	1,51	0,95	0,18	4,80	0,28	144,57	151,64	0,50

Uzorak	mg/kg									µg/kg		
	K	Ca	Mg	Na	Zn	Fe	Cu	Mn	Co	Cr	Ni	Cd
97	532,43	51,49	11,03	21,59	3,92	1,51	0,32	0,36	0,32	121,38	65,49	5,59
98	164,32	31,37	6,74	14,76	5,26	1,71	0,35	0,28	0,06	40,13	281,19	0,82
99	1255,74	55,42	28,56	6,95	1,40	1,66	0,58	0,71	0,04	0,00	88,57	3,49
104	394,03	37,38	10,26	6,06	0,71	1,20	0,14	0,41	0,02	0,00	110,81	0,00
107	1142,32	71,95	42,21	22,98	1,40	2,53	0,56	9,91	0,18	81,93	553,79	5,81
110	316,38	60,12	9,72	12,18	1,35	1,73	0,22	0,64	0,04	40,14	49,95	1,76
111	615,48	41,49	28,72	8,26	1,79	2,37	0,39	2,02	0,19	84,09	181,59	5,70
114	336,51	60,27	15,23	26,13	2,19	3,07	0,22	1,81	0,05	44,24	81,60	3,01
132	379,93	31,97	9,37	1,39	0,75	0,38	0,14	0,44	0,01	17,11	45,17	0,00
135	472,65	54,07	22,85	13,97	1,18	0,73	0,18	2,19	0,02	21,80	194,39	0,00
144	189,90	49,94	12,31	59,12	1,28	2,09	0,27	0,26	0,13	188,73	178,74	2,71
152	357,95	31,61	13,31	17,21	1,27	1,57	0,27	0,73	0,08	341,94	116,75	5,59
154	1176,55	75,37	26,80	18,46	4,57	1,46	0,31	3,14	0,04	23,91	37,72	0,00
156	706,14	37,47	21,05	54,51	1,47	1,78	0,39	1,92	0,04	103,96	159,76	0,15
158	950,67	65,47	39,52	33,07	2,24	1,86	0,45	6,09	0,05	110,01	162,38	0,00
159	304,23	35,64	11,84	23,86	2,49	2,03	0,35	1,20	0,03	105,10	144,95	0,98
160	317,10	58,84	11,03	15,25	3,68	1,35	0,26	0,70	0,11	199,38	45,88	11,95
161	1032,79	106,40	20,79	60,85	2,68	2,23	0,48	2,22	0,03	120,90	142,73	1,89
162	1184,80	30,90	40,33	57,44	3,77	2,53	0,65	2,85	0,04	103,37	324,27	6,76
163	854,55	48,76	18,16	58,02	2,06	1,93	0,34	0,82	0,01	132,11	173,82	0,35
164	932,97	81,77	38,85	24,45	10,41	1,95	0,64	3,19	0,05	40,29	98,86	11,58
165	430,94	43,03	12,36	14,80	1,40	0,75	0,25	0,85	0,02	22,94	47,89	0,22
168	269,32	51,51	8,90	15,65	4,27	2,75	0,39	0,27	0,04	42,71	96,02	7,28
181	485,63	21,46	14,43	12,90	0,91	0,46	0,33	1,94	0,02	22,42	133,16	1,03
182	506,38	37,76	18,74	20,22	1,33	0,83	0,37	1,21	0,02	36,33	184,91	8,66



Uzorak	mg/kg									µg/kg		
	K	Ca	Mg	Na	Zn	Fe	Cu	Mn	Co	Cr	Ni	Cd
183	806,71	79,59	66,81	21,84	1,65	1,08	0,40	7,84	0,05	60,95	111,14	0,99
184	847,66	60,51	32,05	21,00	1,21	1,54	0,34	3,22	0,05	40,52	116,87	2,29
187	581,82	39,22	33,75	14,25	5,19	1,11	0,38	5,94	0,07	31,30	75,55	0,84
188	438,40	40,33	12,49	14,60	5,39	2,59	0,35	1,30	0,09	51,75	75,67	7,41
189	344,81	29,00	9,80	13,09	2,82	1,25	0,15	0,67	0,03	23,45	61,98	0,59
190	440,76	35,61	16,06	17,42	1,22	1,10	0,17	0,67	0,02	21,00	75,44	1,68
191	582,03	30,14	22,05	13,75	2,48	1,28	0,24	3,52	0,06	20,67	97,58	1,19
192	579,42	42,41	23,28	21,09	3,41	1,36	0,27	1,64	0,03	22,03	77,89	0,39
195	542,91	41,74	12,25	25,63	0,76	1,21	0,21	0,61	0,06	16,52	62,47	0,00
196	1034,62	76,14	39,93	21,71	1,81	1,45	0,33	5,66	0,04	23,64	104,60	3,80
197	836,59	71,14	63,01	24,92	1,63	1,99	0,45	8,99	0,01	22,79	130,77	1,62
199	689,36	54,35	15,91	23,63	2,66	8,56	0,26	1,75	0,02	23,88	58,30	2,12
200	1599,82	95,02	66,99	18,83	0,67	1,15	0,55	17,37	0,04	26,93	83,23	0,00
208	316,41	33,35	12,89	13,58	2,47	1,02	0,24	1,95	0,06	44,72	520,98	0,00
213	596,43	49,54	15,25	6,57	3,33	1,56	0,32	1,10	0,02	31,56	110,32	0,00
216	1180,11	77,04	14,95	10,48	2,53	1,27	0,30	1,33	0,12	75,61	37,56	3,76
220	965,04	84,21	17,14	5,06	17,90	1,34	0,22	1,59	0,03	40,96	61,82	0,00
222	984,87	83,56	17,88	10,70	5,25	1,45	0,35	1,88	0,02	27,62	37,65	0,00
224	1363,39	79,68	18,51	21,63	6,50	7,87	0,42	1,69	0,25	375,10	68,95	18,07
230	985,07	31,21	35,75	16,11	3,24	1,24	0,52	2,14	0,03	78,80	311,77	7,88
234	795,30	38,06	18,72	5,56	1,81	7,58	0,69	0,66	0,06	53,46	62,18	2,26
236	495,52	38,89	14,70	4,81	15,27	1,30	0,42	1,41	0,01	18,30	23,36	1,15
237	430,29	52,74	14,96	5,57	61,52	1,04	0,29	1,35	0,01	23,31	23,94	0,00
239	1363,55	107,34	75,13	14,43	2,90	2,41	1,27	11,69	0,12	104,00	221,36	3,16
241	1591,98	58,10	52,29	6,76	1,85	2,39	0,70	8,83	0,05	55,24	39,98	0,00

Uzorak	mg/kg									µg/kg		
	K	Ca	Mg	Na	Zn	Fe	Cu	Mn	Co	Cr	Ni	Cd
243	497,70	36,09	14,36	6,10	1,44	0,90	0,32	0,89	0,02	56,71	23,50	0,00
245	1086,36	72,41	24,06	12,74	1,89	1,09	0,54	2,40	0,02	20,94	38,62	0,00
249	435,77	69,06	22,32	15,40	1,78	1,74	0,43	1,42	0,09	58,22	38,08	0,18
250	1211,10	84,60	23,74	13,88	3,36	1,18	0,29	0,73	0,05	72,15	40,13	1,77
254	932,57	109,97	21,92	16,76	1,62	2,11	0,24	2,00	0,02	36,48	40,99	0,00
257	292,21	81,27	16,20	2,59	3,39	1,75	0,23	6,97	0,03	114,09	85,67	0,00
260	697,33	58,25	20,68	25,12	27,46	2,08	0,56	0,30	0,04	62,30	27,52	0,00
261	1119,15	95,68	21,65	13,54	2,18	1,65	0,42	1,45	0,07	164,35	56,14	3,71
264	291,04	49,26	18,70	11,85	2,31	3,15	0,47	0,51	0,71	455,33	62,20	18,55
268	1434,09	42,96	44,51	2,42	2,68	1,84	0,42	3,84	0,03	18,92	265,22	8,15
272	559,38	41,05	16,82	8,27	1,24	0,95	0,24	1,70	0,04	41,61	103,74	3,55
276	297,58	51,73	13,97	2,90	1,77	1,09	0,22	2,85	0,01	20,04	57,17	0,00
280	1780,97	45,74	73,79	10,68	3,35	2,42	0,85	8,63	0,08	45,44	349,79	13,92
282	3206,95	44,79	108,13	18,03	3,82	4,76	1,03	7,53	0,46	65,06	1017,43	23,25
283	779,39	48,22	30,17	9,37	1,28	2,38	0,43	4,95	0,04	23,80	118,19	0,00
284	1848,64	75,77	53,96	12,61	3,57	4,94	0,51	2,01	0,05	26,12	322,03	0,00
285	1202,34	63,48	27,82	37,01	1,44	1,60	0,28	1,89	0,02	21,32	76,51	0,00
286	1517,16	64,82	37,35	17,88	1,73	1,82	0,25	5,88	0,02	26,53	126,79	0,00
288	565,87	51,58	18,34	5,52	1,68	1,67	0,27	2,20	0,06	24,96	56,78	0,00
292	305,89	32,85	11,28	20,36	1,56	2,68	0,34	3,71	0,11	61,71	155,32	4,65
293	959,17	44,53	34,30	16,49	2,54	2,06	0,54	6,12	0,01	63,48	227,82	4,71
295	343,09	23,05	11,72	2,67	1,78	1,76	0,28	16,61	0,05	97,21	110,30	1,19
296	259,16	36,88	9,52	0,00	0,75	0,80	0,14	0,83	0,05	35,15	62,50	0,00
297	284,87	29,15	13,88	2,02	4,02	2,38	0,30	5,11	0,06	36,39	62,30	0,00
299	539,69	78,29	61,11	7,34	1,40	0,88	0,31	11,04	0,02	30,74	108,48	0,00

Uzorak	mg/kg									µg/kg		
	K	Ca	Mg	Na	Zn	Fe	Cu	Mn	Co	Cr	Ni	Cd
300	505,89	30,76	13,78	7,21	1,06	2,13	0,26	6,14	0,21	112,46	139,34	2,91
305	845,48	53,28	25,57	16,80	0,91	0,79	0,23	0,78	0,03	25,46	23,38	0,00
306	214,76	39,58	6,25	27,16	18,31	1,81	0,20	0,17	0,07	37,33	3511,97	0,00
307	672,41	34,80	17,59	8,89	1,72	1,00	0,33	2,32	0,01	28,70	154,83	0,33
310	520,02	35,11	11,99	14,78	9,54	1,14	0,25	1,51	0,02	40,45	57,35	0,00
313	473,88	55,98	11,84	27,28	1,40	2,41	0,20	0,44	0,17	34,98	84,27	0,00
315	467,54	35,15	12,05	9,64	8,08	1,19	0,19	0,27	0,01	35,38	37,70	0,00
316	629,56	21,04	12,27	69,90	1,85	0,78	0,23	0,21	0,02	38,70	33,23	0,00
319	257,35	24,89	7,23	7,84	1,06	1,30	0,14	0,12	0,01	34,43	27,38	0,00
321	573,53	27,11	13,35	15,24	2,55	1,58	0,26	0,36	0,02	36,56	59,13	0,29
322	1578,36	52,21	48,60	26,61	1,32	1,24	0,64	2,79	0,03	39,81	211,68	2,47
323	1482,15	40,50	45,67	22,38	2,23	2,68	0,75	3,86	0,04	38,95	663,57	15,58
324	1177,88	65,57	36,92	24,69	43,44	1,36	0,57	1,93	0,05	58,70	281,94	8,60
329	2324,21	61,04	58,00	20,10	3,18	3,65	0,60	3,86	0,03	39,68	456,37	7,06
330	2879,76	74,62	95,79	23,03	3,58	2,24	1,08	4,92	0,03	34,93	569,52	50,12
331	1280,91	31,41	51,59	19,39	2,11	1,95	0,65	3,68	0,06	45,51	218,30	19,04
332	2126,26	42,39	74,41	17,72	2,85	2,64	0,77	5,61	0,05	40,22	852,94	13,71
333	1809,27	45,63	64,05	64,05	12,93	2,82	0,75	5,02	0,05	56,15	328,69	17,34
334	1233,98	61,13	25,06	26,32	1,19	1,23	0,35	2,55	0,03	37,50	114,12	0,97
335	1292,68	47,42	45,16	24,06	3,44	3,13	0,41	3,81	0,02	34,64	176,69	0,78
336	1047,42	35,66	36,28	18,01	1,17	1,48	0,40	2,35	0,06	36,55	131,50	5,79
337	1067,28	17,65	63,50	14,91	2,97	2,01	0,64	4,06	0,05	38,78	159,45	42,15
338	947,66	23,53	40,50	15,91	1,55	1,96	0,48	2,65	0,04	38,91	144,82	14,51
339	1684,35	47,30	75,98	22,01	2,87	7,26	0,74	4,69	0,04	38,25	345,44	10,57
340	1727,87	55,83	84,01	21,25	2,19	3,38	0,74	12,06	0,03	38,50	165,95	11,21

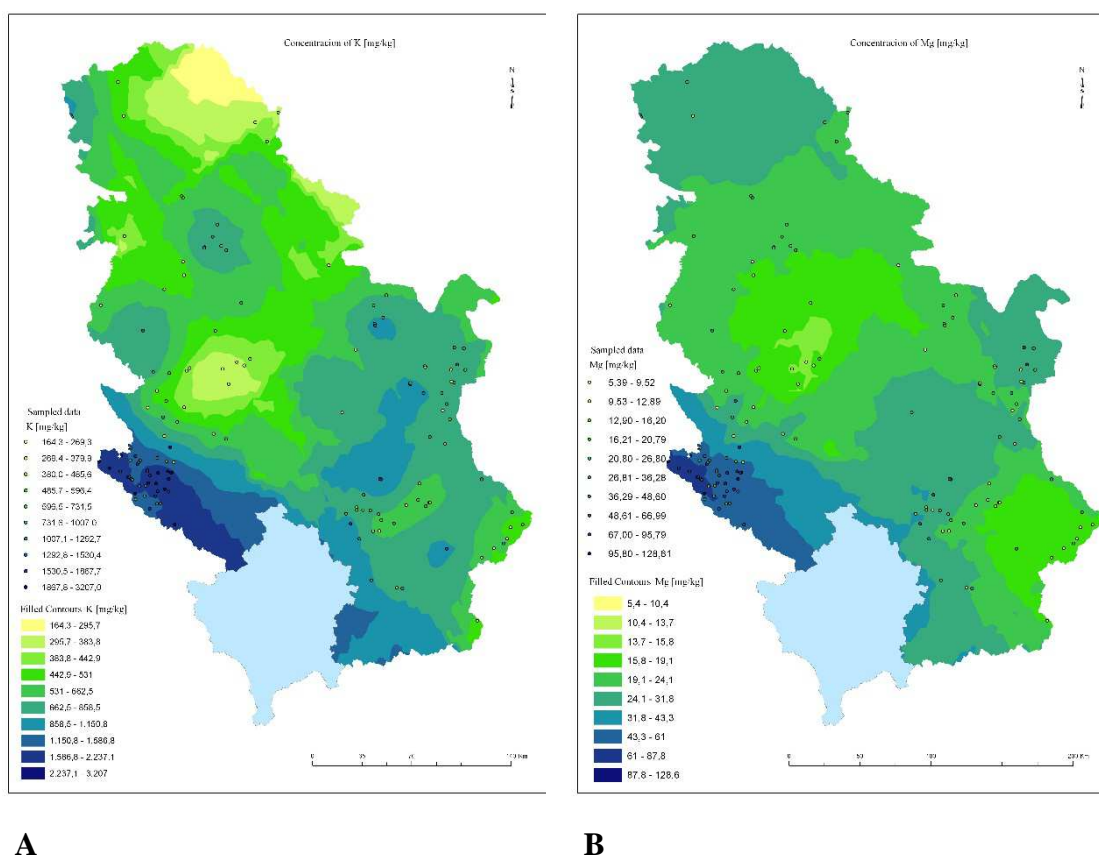
Uzorak	mg/kg									µg/kg		
	K	Ca	Mg	Na	Zn	Fe	Cu	Mn	Co	Cr	Ni	Cd
341	1608,25	57,66	51,63	22,06	1,14	1,59	0,55	5,15	0,02	38,76	159,58	0,69
342	1590,22	48,19	66,21	22,85	3,26	2,25	0,61	8,13	0,04	37,82	339,26	10,10
343	855,03	41,77	34,08	21,24	1,72	1,30	0,38	2,61	0,11	34,66	172,00	4,14
344	1264,78	61,83	30,74	32,43	1,20	1,63	0,38	3,33	0,05	49,57	104,72	4,64
346	1652,77	49,18	65,67	11,32	4,92	2,33	0,69	3,71	0,05	0,00	322,26	5,49
347	2639,73	54,56	94,30	23,24	2,12	3,25	0,86	12,83	0,04	48,91	705,80	5,14
348	1699,45	32,82	71,25	18,86	3,16	2,37	0,85	4,94	0,33	26,10	264,66	18,30
349	1867,74	61,93	88,22	20,00	2,74	5,48	0,62	4,94	0,05	41,46	152,51	24,37
350	1007,00	31,05	40,23	20,16	7,12	1,97	0,54	1,92	0,04	21,72	164,04	7,25
351	2307,09	57,44	82,59	80,31	3,30	4,52	0,79	6,10	0,02	54,37	632,98	20,19
352	1642,07	51,71	50,83	26,16	1,34	1,83	0,37	2,96	0,07	49,36	288,73	5,23
353	1639,38	57,08	87,66	19,85	1,85	1,72	0,71	12,15	0,04	34,87	418,88	7,96
354	2608,22	38,08	113,07	28,81	4,97	3,55	1,35	12,42	0,12	55,93	683,79	25,69
359	1547,56	61,10	48,35	14,10	3,04	3,42	0,69	3,24	0,02	0,00	501,21	7,89
360	1058,19	40,66	30,01	28,15	1,61	1,64	0,41	5,07	0,04	42,56	230,49	4,71
361	299,64	27,05	10,29	14,34	1,83	1,75	0,29	4,15	0,02	41,69	76,93	2,49
364	736,54	50,46	31,19	19,55	0,82	1,68	0,26	8,49	0,02	36,81	91,99	0,00
365	289,34	28,96	10,86	14,77	1,26	1,11	0,20	0,99	0,03	34,00	88,63	0,00
369	213,83	26,35	9,68	17,78	0,46	0,59	0,17	0,33	0,01	37,87	57,88	0,00
371	242,50	21,51	9,56	16,66	1,06	1,33	0,18	0,85	0,01	33,41	66,96	0,00
373	194,48	16,19	6,13	14,92	0,76	1,06	0,22	5,84	0,03	41,73	66,34	0,34
376	731,54	48,81	22,96	16,46	1,53	2,55	0,49	0,95	0,01	0,00	25,72	1,23
378	530,14	50,92	17,81	31,85	3,95	2,49	0,25	0,82	0,83	0,00	0,00	0,00
380	798,88	54,66	28,35	14,54	1,14	2,21	0,21	1,50	0,01	0,00	18,84	0,00
27	220,21	30,52	9,44	7,43	0,82	1,89	0,23	0,11	0,01	34,14	28,69	0

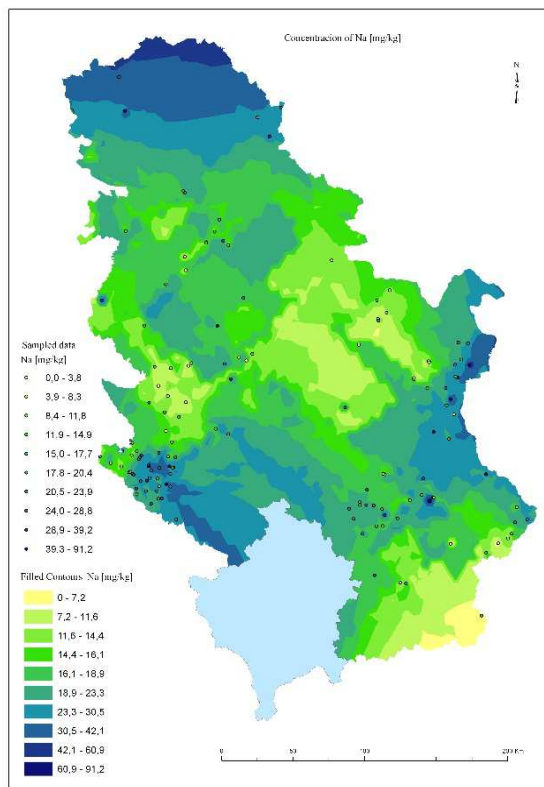
Uzorak	mg/kg									µg/kg		
	K	Ca	Mg	Na	Zn	Fe	Cu	Mn	Co	Cr	Ni	Cd
29	390,28	39,06	11,30	55,72	0,52	1,09	0,30	3,26	0,02	45,6	68,53	0,70
116	296,42	42,63	9,98	30,09	1,63	1,32	0,17	0,64	0,05	35,61	138,09	0,89
150	257,92	22,08	5,38	39,21	1,90	1,43	0,23	0,39	0,18	132,30	165,56	0,51
258	207,41	26,99	7,49	3,77	1,16	2,85	0,20	6,20	0,10	114,73	94,97	14,93
275	356,33	33,28	10,91	9,34	2,05	3,89	0,17	0,32	0,07	43,47	86,15	9,70
303	398,57	33,88	11,72	16,37	1,25	4,48	0,32	0,60	0,09	39,97	117,23	15,314
179	786,07	70,14	14,70	23,68	0,76	0,75	0,22	1,01	0,02	18,44	76,41	0,23
279	1462,83	94,85	78,53	8,70	1,05	3,973	0,56	19,56	0,04	46,97	102,17	0
281	2372,52	108,00	128,61	24,15	2,31	6,67	0,89	22,93	0,04	39,90	183,72	2,64
304	2239,73	48,75	80,14	9,35	4,39	3,25	0,96	5,09	0,05	67,29	663,36	18,77
325	2559,44	61,80	83,70	91,24	3,52	3,60	1,02	4,04	0,03	0	956,39	17,41
327	1187,25	44,53	57,09	25,68	2,07	2,436	0,59	3,59	0,02	39,81	151,39	19,74
328	2732,72	38,13	104,88	23,57	3,79	2,86	1,15	6,18	0,03	38,52	661,57	45,27
345	2501,30	38,11	82,12	17,06	1,82	2,01	0,65	5,86	0,02	23,94	703,79	3,27
47	355,71	113,20	24,49	19,61	7,29	1,57	0,39	0,23	0,04	44,78	45,54	4,72
87	424,79	81,42	21,67	24,31	1,69	2,48	0,42	0,39	0,19	134,12	84,37	16,15
252	652,83	103,89	21,22	10,58	1,16	0,98	0,28	0,46	0,15	79,02	22,90	0,83
256	663,97	89,78	20,10	19,10	0,85	3,82	0,18	3,43	0,04	63,77	156,18	0,00

## VI Prostorne distribucije ispitivanih parametara polifloralnog meda

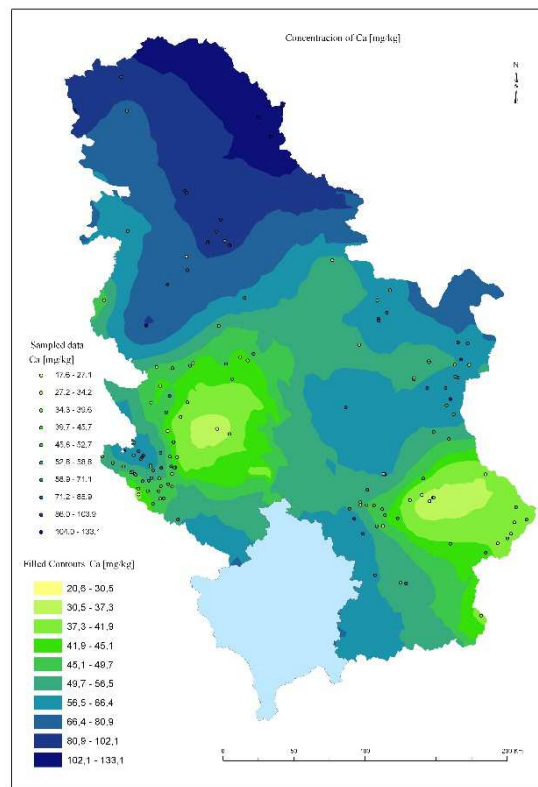
### VI A. Prostorna distribucija mineralnih komponenti-makro elemenata u polifloralnom medu

(A-K, B-Mg, C-Na, D-Ca)





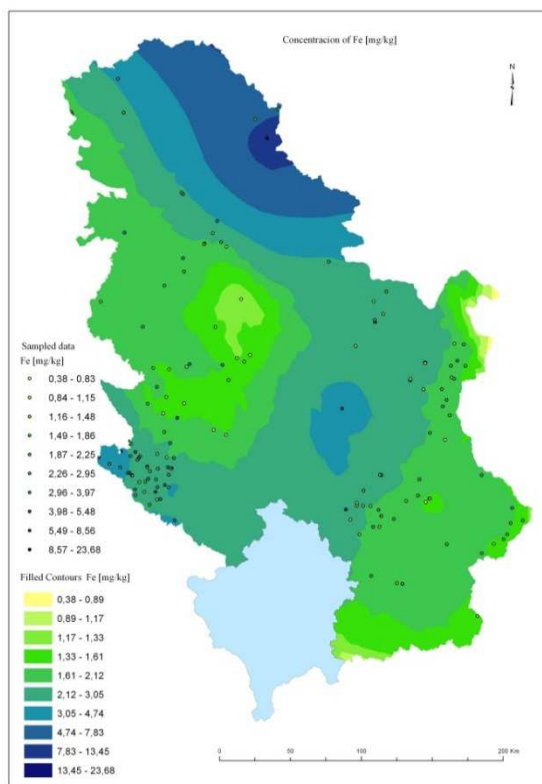
**C**



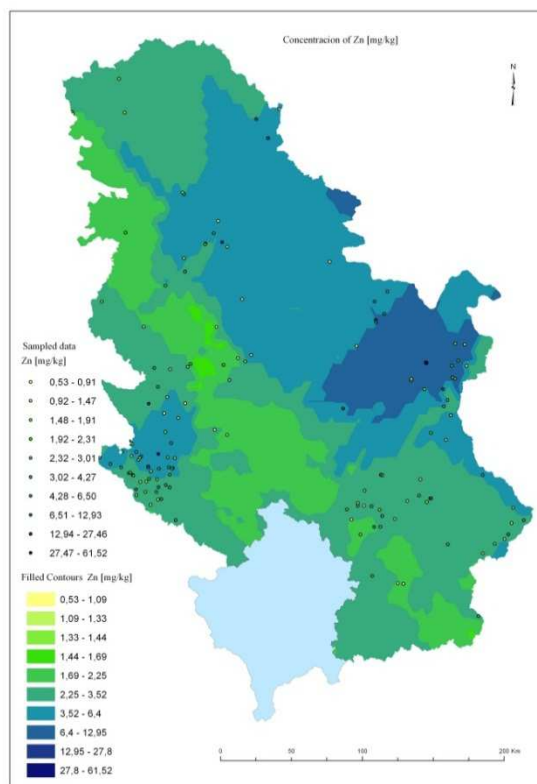
**D**

## VI B. Prostorna distribucija mineralnih komponenti u polifloralnom medu

(A - Fe, B - Zn, C - Cu, i D - Co)

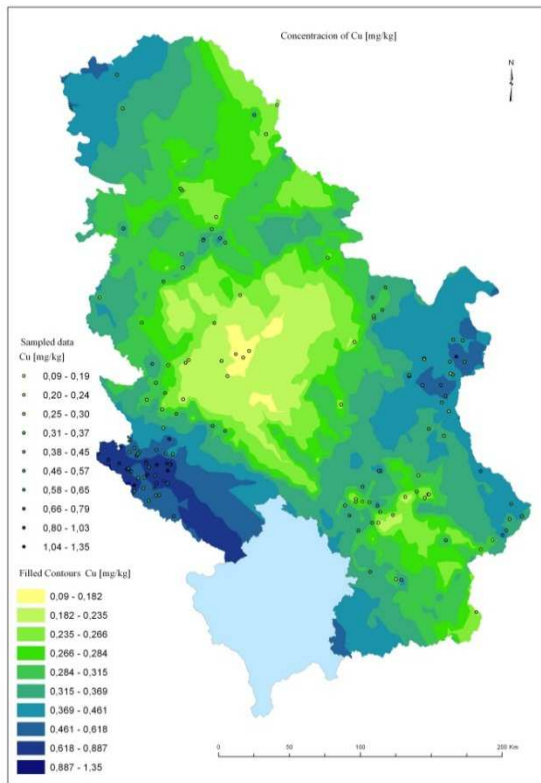


**A**

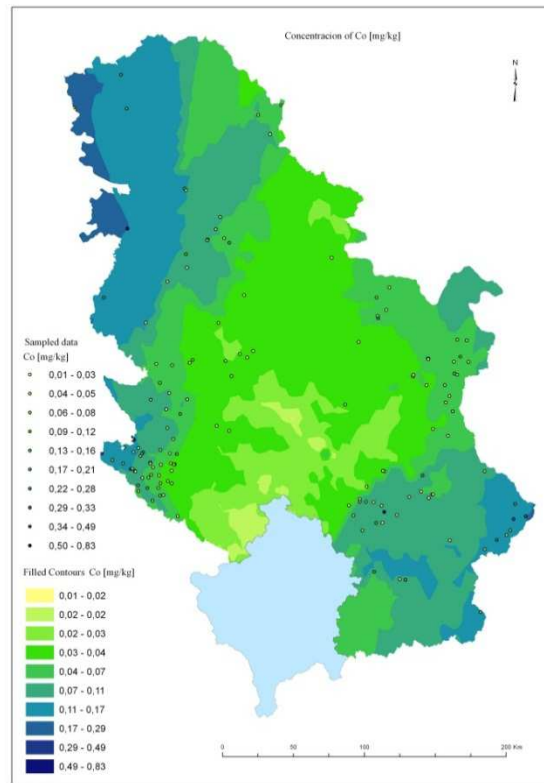


**B**





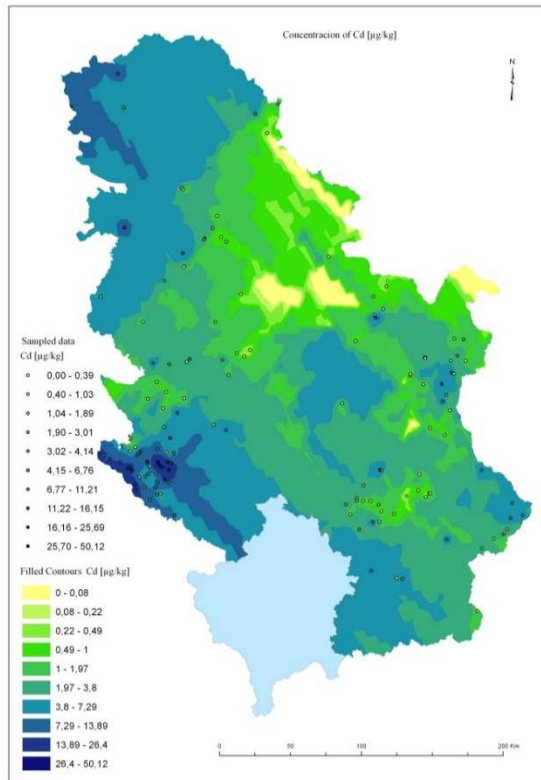
C



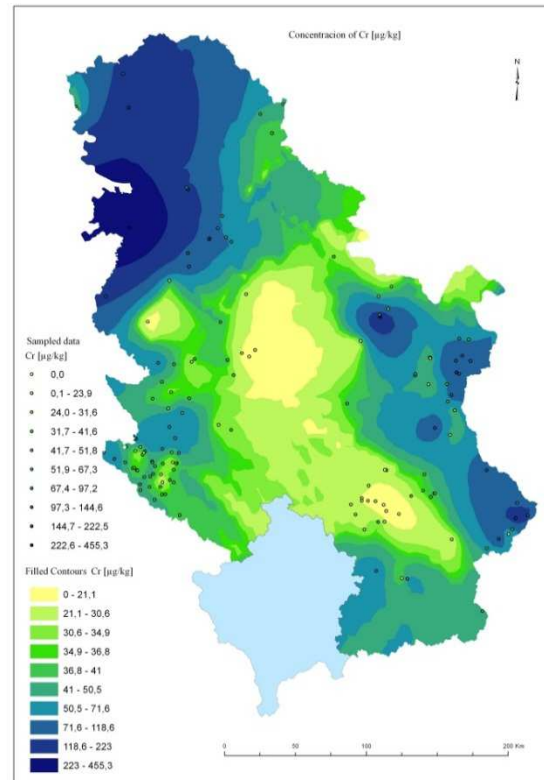
D

## VI C: Prostorna distribucija mineralnih komponenti u polifloralnom medu

(A - Cd, B – Cr)



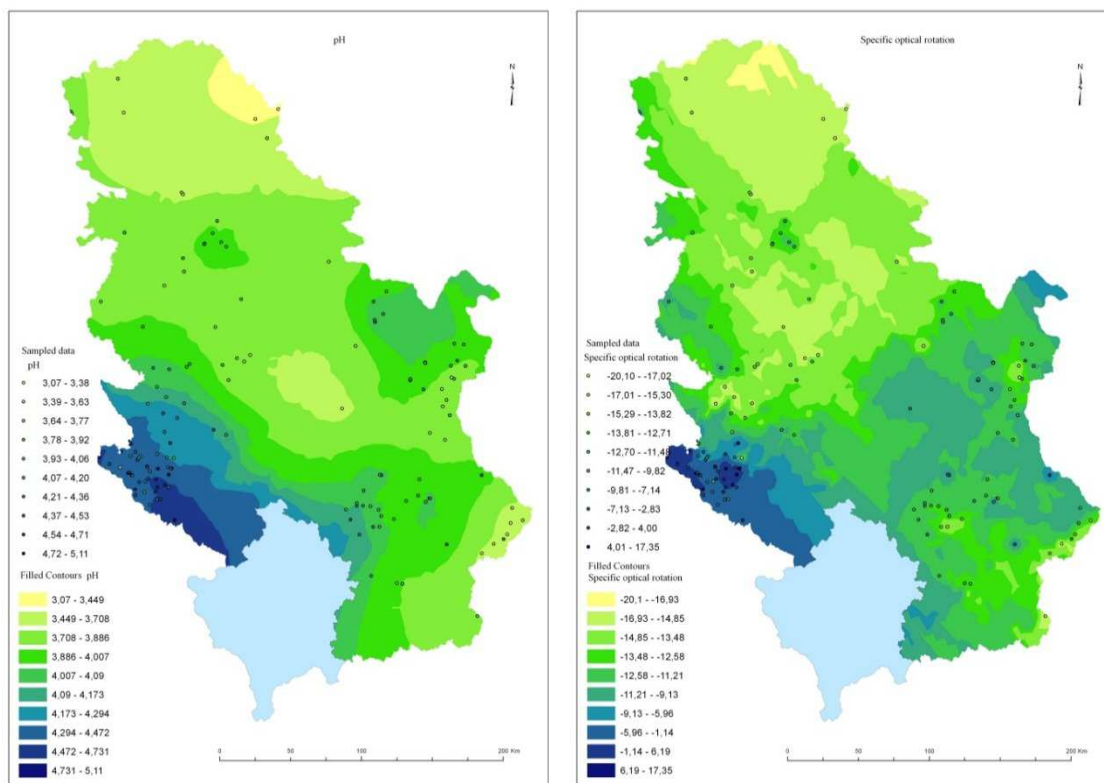
**A**



**B**

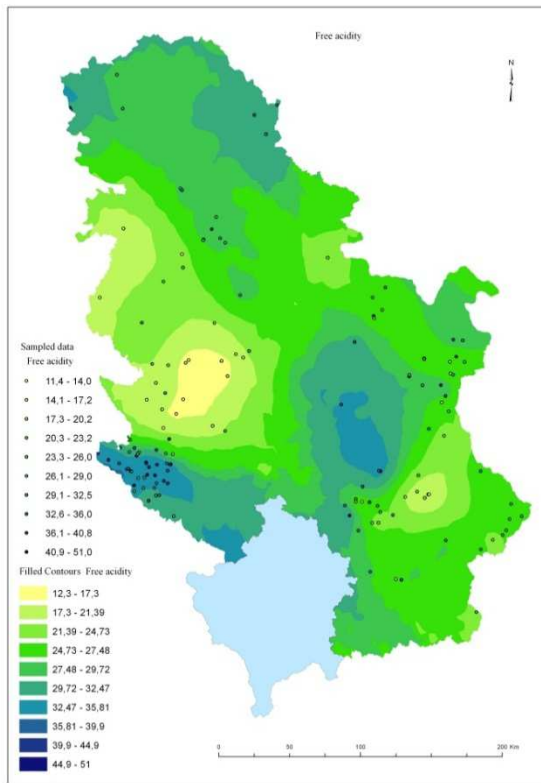
## VI D: Prostorna distribucija fizičko-hemijskih parametara u polifloralnom medu

(A-pH, B –specifična optička rotacija, C-slobodna kiselost i D–električna kiselost)

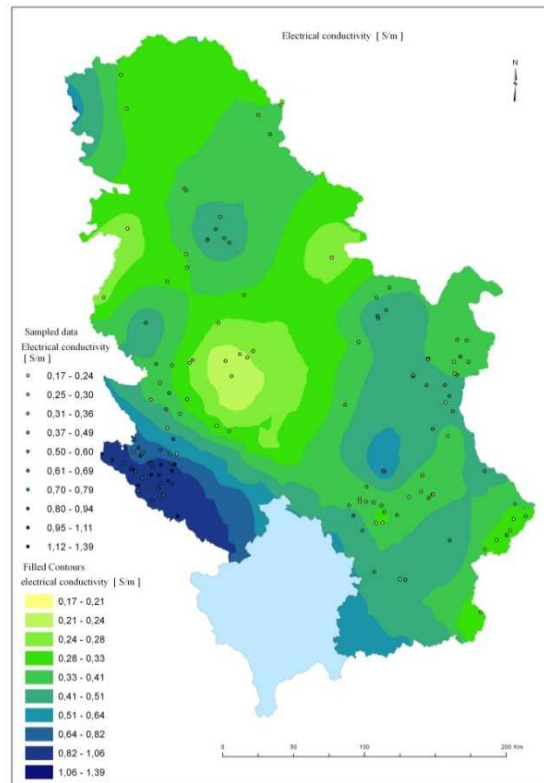


**A**

**B**



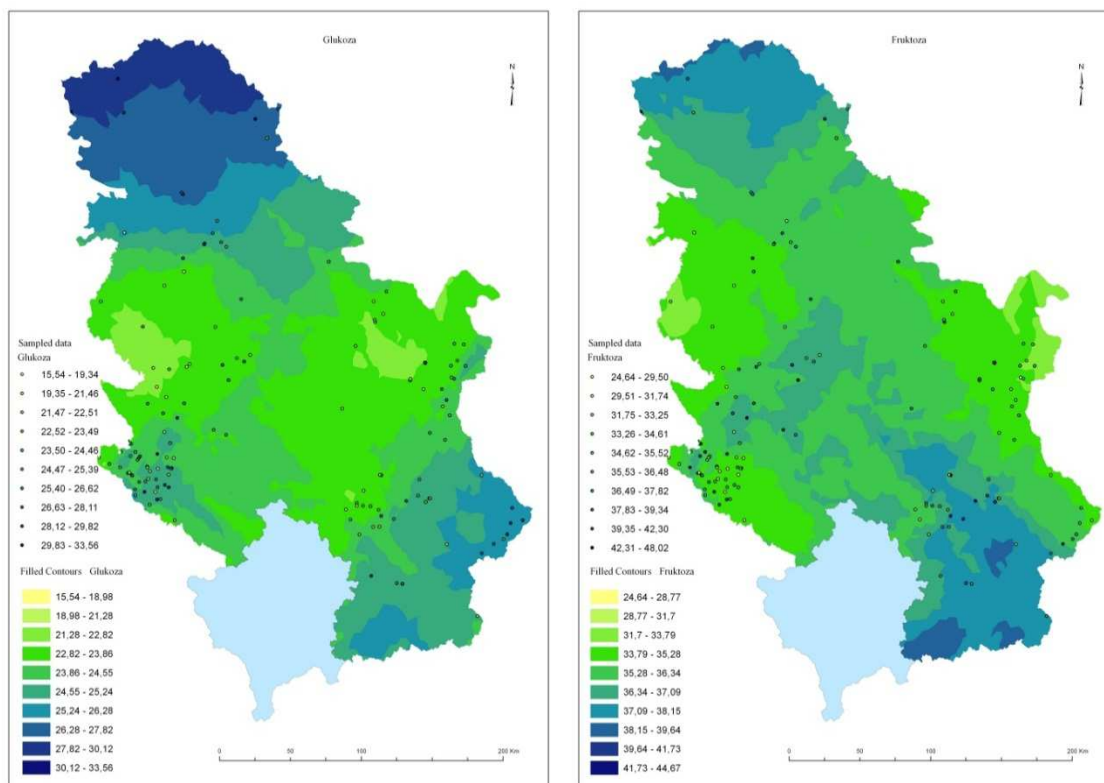
C



D

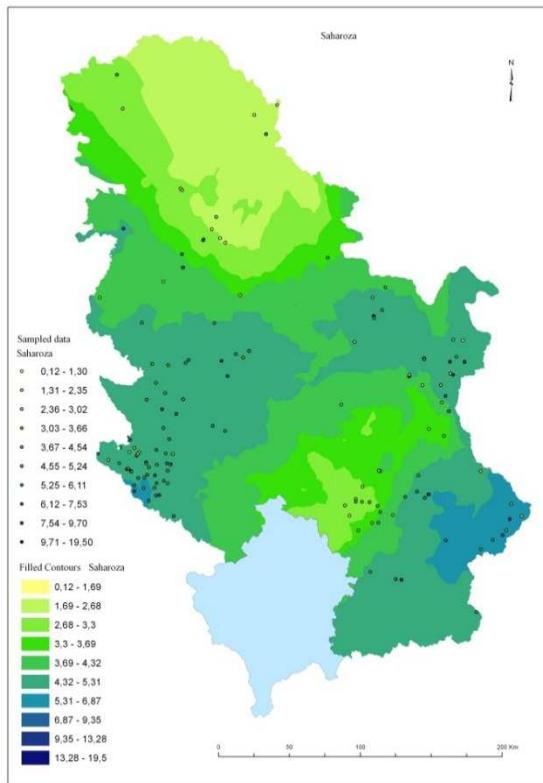
## VI E: Prostorna distribucija glavnih šećera u polifloralnom medu

(A-glukoza, B –fruktoza, C-saharoza)



**A**

**B**



C

## 8 BIOGRAFIJA AUTORA

Kristina B. Lazarević rođena je 29.10.1973. godine u Sarajevu, Bosna i Hercegovina. Osnovnu školu završila je u Sarajevu, a srednju školu u Čačku. Hemijski fakultet Univerziteta u Beogradu upisala je školske 1992/93. godine, a diplomirala 1998. godine. Poslediplomske specijalističke studije pri Katedri za organsku hemiju Hemijskog fakulteta Univerziteta u Beogradu upisala je 1999/2000. godine. Specijalistički rad pod nazivom “Primena tačne hromatografije za analizu antrahinona u kulturi transformisanih korenova biljne vrsta *Rhamnus fallax*” odbranila je 2001. godine. Doktorske studije upisala je 2008/09. godine, na Katedri za analitičku hemiju Hemijskog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Od 2001. godine je zaposlena kao analitičar u Hemijskom odeljenju Centra za ispitivanje namirnica, akreditovanoj laboratoriji za ispitivanje hrane.

Član je više stručnih komisija za izradu tehničkih propisa i standarda iz oblasti ispitivanja hrane.

### **Objavljeni naučni radovi koji su proistekli iz teze:**

- Kristina B. Lazarević, Filip Andrić, Jelena Trifković, Živoslav Tešić, Dušanka Milojković-Opsenica. Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters, *Food Chemistry*, 132(4), 2012, 2060-2064
- Lazarević Kristina B., Trifković Jelena Đ, Andrić Filip Lj, Tešić Živoslav Lj, Anđelković Ivan B, Radović Dejan I, Nedić Nebojša M, Milojković-Opsenica Dušanka M., Quality parameters and pattern recognition methods as a tool in tracing the regional origin of multifloral honey, *Journal of the Serbian Chemical Society*, 78(12), 2013, 1875-1892.
- Radović Dejan I., Lazarević Kristina B., Trifković Jelena Dj, Andrić Filip Lj, Tešić Živoslav Lj, Anđelković Ivan B, Nedić Nebojša M, Stanimirović Zoran Z, Stevanović Jevrosima B, Curčić Božidar PM, Milojković-Opsenica Dušanka M., GIS Technology in Regional Recognition of the Distribution Pattern of Multifloral Honey: the Chemical Traits in Serbia, *Archives of Biological Sciences*, 66(2), 2014, 935-946.

**Saopštenja na naučnim skupovima međunarodnog značaja koji su proistekli iz teze:**

- Kristina Lazarević, Jovetić S. Milica, Anđelković Ivan, Milojković-Opsenica Dušanka “Characterization of Serbian Monofloral Honey according to their Mineral Content Using ICP-OES“. 4th International Symposium on Recent Advances in Food Analysis, Prague, Czech Republic, November 4st-6th, 2009, Book of Abstracts p.468, **ISBN 978-80-7080-726-2**.
- K. Lazarević, M. Jovetić, D. Milojković-Opsenica, F. Andrić, Ž. Tešić “Characterisation and Classification of Serbian Honey by Physicochemical Parameters”, the 2<sup>nd</sup> MoniQA International Conference Krakow June 8-10, 2010.
- Lazarević B. Kristina, Trifković Jelena, Andrić Filip, Tešić Živoslav, Milojković-Opsenica Dušanka, “Classification of Serbian honey according to their sugar profiles and physico-chemical characteristics”, 1st FCUB ERA Workshop Food Safety and Health Effects of Food, Belgrade, January 31-February 1, 2011, Book of Abstracts, p.20.
- K. B. Lazarević, J. Đ. Trifković, F. Lj. Andrić, Ž. Lj. Tešić, D. M. Milojković-Opsenica, “Characterization of serbian monofloral honey according to their physico-chemical parameters”, Conferentia Chemometrica, September 2011, Sümeg, Hungary, Book of Abstracts P25. **ISBN 978-963-9970-15-1**.
- K. B. Lazarević, J. Đ. Trifković, F. Lj. Andrić, Ž. Lj. Tešić, D. M. Milojković-Opsenica, “Physico-chemical parameters in tracing regional differences of Serbian polyfloral honey”, Conferentia Chemometrica, September 2011, Sümeg, Hungary, Book of Abstracts P40. **ISBN 978-963-9970-15-1**.
- J. Kečkeš, J. Trifković, Lj. Stanisavljević, K. Lazarević, M. Jovetić, Ž. Tešić, D.M. opsenica, “Classification of the Serbian Unifloral Honey on the Basis of Their Amino Acid Profiles”, II International Symposium on the Bee Products, September 2012, Braganca, Portugal, Book of Abstracts, P 79, **ISBN 987-972-745-140-1**.



- Lazarevic Kristina B, Petrovic Dusan, Milenkovic Milena, Andric Filip Lj, Tesic Zivoslav Lj, Milojkovic-Opsenica Dusanka M, 2013 Characterization and classification of Serbian honey based on their carbohydrate content, ABSTRACTS OF PAPERS OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, vol. 245, (Meeting Abstract)
- Kristina Lazarević, Milica Jovetić, Nebojša Nedić, Branko Šikoparija, “Characterisation of Lime tree honey from Serbia”, International Symposium on Bee Products, 3rd Edition Annual meeting of the International Honey Commission (IHC) Opatija, 2014, September 28 – October 1, 2014, Book of abstract.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписана Кристина Б. Лазаревић

број уписа: ДХ 16/2006

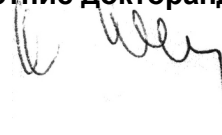
### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

Физичко-хемијска карактеризација и класификација меда са територије Републике Србије према ботаничком и регионалном пореклу применом мултиваријантне хеометријске анализе

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда



У Београду, 17.05.2016.

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Кристина Б. Лазаревић

Број уписа: 16/2006

Студијски програм: Доктор хемијских наука

Наслов рада: Физичко-хемијска карактеризација и класификација меда са територије Републике Србије према ботаничком и регионалном пореклу применом мултиваријантне хеометријске анализе

Ментор: др Душанка Милојковиц-Опсеница

Потписана Кристина Б. Лазаревић

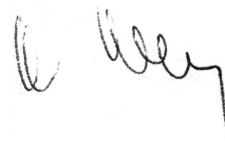
изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис докторанда**

У Београду, 16.05.2016.



Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Физичко-хемијска карактеризација и класификација меда са територије Републике Србије према ботаничком и регионалном пореклу применом мултиваријантне хеометријске анализе

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предала сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

У Београду, 17.05.2016.

Потпис докторанда

