

## **Univerzitet u Beogradu - Hemijski fakultet**

### **Nastavno-naučno veće**

**Predmet:** Izveštaj Komisije za pregled i ocenu doktorske disertacije Kristine Lazarević, spec. hem. nauka

Na redovnoj sednici Nastavno-naučnog veća Hemijskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, održanoj 08.11.2012. godine, određeni smo za članove Komisije za pregled i ocenu doktorske disertacije Kristine Lazarević, prijavljene pod naslovom: „**Fizičko-hemijska karakterizacija i klasifikacija meda sa teritorije Republike Srbije prema botaničkom i regionalnom poreklu primenom multivarijantne hemometrijske analize**“

Pošto smo podnetu disertaciju pregledali, podnosimo sledeći

### **IZVEŠTAJ**

#### **A. Prikaz sadržaja disertacije**

Doktorska disertacija Kristine Lazarević pod navedenim naslovom napisana je na 166 strana A4 formata (prored 1,5), sadrži 55 slika (od toga 24 u Prilogu), 21 tabelu (od toga 5 u Prilogu). Rad obuhvata sledeća poglavlja: 1. Uvod (3 strane), 2. Opšti deo (32 strane), 3. Eksperimentalni deo (9 strana), 4. Naši radovi (44 strane), 5. Zaključak (2 strane), 6. Literatura (18 strana, 163 citata) i 7. Prilog (58 strana). Pored navedenog, teza sadrži izvod na srpskom i engleskom jeziku (po dve strane), sadržaj, zahvalnicu i biografiju kandidata sa bibliografijom.

U **Uvodu** je dat kraći osvrt na oblast istraživanja i aktuelnost teme rada. Kao cilj istraživanja ove doktorske disertacije navedena je karakterizacija i klasifikacija srpskog meda, u okviru koje je planirana sistematska analiza statistički značajnog broja uzorka meda različitog botaničkog i regionalnog porekla. Planirano je određivanje osnovnih fizičko-hemijskih parametara (sadržaj vode, električna provodljivost, pH vrednost, titraciona kiselost i optička rotacija), mineralnog sastava kao i sadržaj karakterističnih šećera (mono-, di- i trisaharida). Na osnovu dobijenih rezultata planirano je utvrđivanje veze između glavnih

konstituenata ispitivanih uzoraka srpskog meda i njihovog botaničkog i geografskog porekla, kao i poređenje dobijenih karakteristika meda iz Srbije sa medovima iz regiona i Evrope.

U **Opštem delu** Kandidat ukratko navodi opšte pojmove o načinu dobijanja i hemijskom sastavu meda, kao i o parametrima kvaliteta meda i njihovoj kontroli. Pored toga, kandidat je ukratko opisao principe analitičkih metoda za određivanje hemijskog sastava meda. Takođe je ukratko opisana i podela meda prema botaničkom i geografskom poreklu, kao i metode za procenu porekla meda opisane u literaturi. Pored analitičkih, opisane su i multivarijantne hemometrijske metode za klasifikaciju čija primena je planirana u okviru ove teze.

U okviru poglavlja **Eksperimentalni deo** Kandidat daje detaljan opis reagenasa, eksperimentalnih procedura i multivarijantnih statističkih postupaka korišćenih u ovoj doktorskoj disertaciji.

Poglavlje **Naši radovi** se sastoji od dve celine u okviru kojih Kandidat predstavlja rezultate svojih istraživanja. U prvom delu su navedeni rezultati ispitivanja monoflornih vrsta meda. Kandidat je zatim poredio rezultate dobijene za srpske monoflorne medove sa rezultatima za medove istih botaničkih vrsta iz regiona i Evrope. Nakon toga su opisani rezultati primene multivarijantne hemometrijske analize na dobijene podatke. Utvrđene su osnovne sličnosti i obrasci grupisanja među različitim vrstama ispitivanih uzoraka meda i definisani kriterijuma za klasifikaciju i diferencijaciju ispitivanih botaničkih vrsta meda. Dobijen je uspešan statistički model za razlikovanje tri najznačajnije botaničke vrste meda – bagremovog, lipovog i suncokretovog meda. Takođe, na osnovu analize 160 uzoraka bagremovog meda iz šest regiona Srbije razmatrane su mogućnosti određivanja geografskog porekla uzoraka bagremovog meda na osnovu fizičko-hemijskih parametara primenom multivarijantne hemometrijske analize.

Drugi deo Naših radova obuhvata sistematsko ispitivanje uzoraka poliflornog meda sa teritorije Republike Srbije. Navedeni su rezultati ispitivanja za poliflorne medove koji uključuju vrednosti fizičko-hemijskih parametara, mineralni sastav i ugljenohidratni profil. Dobijeni rezultati su upoređeni sa rezultatima za poliflorne medove iz regiona. Nakon toga je primenjena multivarijantna hemometrijska analiza, kao i geografski informacioni sistem (GIS) u cilju definisanja varijabli koje imaju najveći uticaj na utvrđivanje razlika između ispitivanih uzoraka meda i uspostavljanja veza između vrednosti odgovarajućih hemijskih

parametara i regionalnog porekla meda. Takođe je razmatran uticaj sastava zemljišta i klimatskih uslova na hemijski sastav meda.

U poglavlju **Zaključak** sumirani su i prokomentarisani rezultati dobijeni u okviru doktorske disertacije.

U **Prilogu** su dati eksperimentalni podaci dobijeni u okviru proučavanja opisanih u poglavlju Naši radovi.

## **B. Kratak opis postignutih rezultata**

Rezultati ispitivanja monoflornih vrsta meda pokazali su mogućnost uspostavljanja razlika između pojedinih botaničkih vrsta na osnovu vrednosti analiziranih parametara. Multivarijantna analiza je pokazala da su najvažniji faktori za diskriminaciju između tri najčešće vrste meda dostupne na tržištu Srbije: električna provodljivost, ukupna kiselosti i pH vrednost. Linearna diskriminantna analiza rezultirala je pouzdanim modelom koji se može uspešno primeniti za razlikovanje najznačajnije tri monoflorne vrste meda (med od suncokreta, lipe i bagrema). Dobijeni statistički model je pokazao da osnovni fizičko-hemijski parametri mogu da se koriste kao brz i pouzdan alat, dostupan velikom broju laboratorija, za potvrdu botaničkog porekla meda.

Karakterizacija ispitivanih uzoraka poliflornog meda je izvršena u pogledu osnovnih fizičko-hemijskih parametara, mineralnog sastava i sadržaja pojedinačnih šećera. 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 poliflornih medova sa podacima životne sredine, kao što su tip vegetacije, klima i geološki tip zemljišta.

Opšti zaključak je da se analizirane vrste meda statistički značajno razlikuju u nekim analiziranim parametrima i da se dobijeni statistički modeli mogu primenljivati za procenu botaničkog i geografskog porekla meda.

## **C. Uporedna analiza rezultata Kandidata sa rezultatima iz literature**

Proučavanje i razvoj pouzdanih analitičkih metoda za utvrđivanje autentičnosti meda je poslednjih godina aktuelan predmet istraživanja širom Sveta. Podaci iz literature pokazuju da se med po svom hemijskom sastavu razlikuje u zavisnosti od biljnog i geografskog porekla. Nasuprot velikom broju studija i publikacija ove vrste u Evropi i Svetu, u literaturi je opisan veoma mali broj istraživanja koja se odnose na srpski med. U okviru ove doktorske disertacije sistematski je proučen hemijski sastav nekoliko najznačajnijih botaničkih vrsta meda iz različitih regiona Srbije. Pokazano je da su dobijeni rezultati u saglasnosti sa podacima iz literature. Potvrđeno je postojanje razlika između pojedinačnih monofloernih vrsta meda iz Srbije, kao i izvesne razlike u hemijskim karakteristikama u odnosu na iste monoflorne vrste poreklom iz drugih regiona Evrope. Na taj način su upotpunjeni literaturni podaci o karakteristikama najznačajnijih evropskih monofloernih medova. Multivarijantna hemometrijska analiza je ukazala na značajan uticaj pojedinih fizičko-hemijskih parametara za razlikovanje uzoraka monofloornog meda po botaničkom poreklu. Potvrđen je značaj električne provodljivosti i specifične rotacije za razlikovanje pojedinih vrsta meda. Istovremeno je pokazano da, suprotno navodima nekih autora, sadržaj vlage u medu nije bitan pokazatelj njegovog porekla. U okviru proučavanja velikog broja uzoraka polifloornog meda, potvrđen je uticaj sastava zemljišta na hemijski sastav meda, naročito na sadržaj minerala. Mineralni sastav je identifikovan kao najznačajniji kriterijum u smislu definisanja regionalnog porekla meda. Ranije studije takođe ističu ovu povezanost, ali su one realizovane sa mnogo manje uzoraka i značajno manje parametara. U ovoj tezi je prikupljen veliki broj rezultata, koji su statistički obrađeni primenom multivarijantnih metoda kao što su analiza glavnih komponenata, klasterka i linearna diskriminantna analiza (PCA, LDA i CA). Većina sličnih istraživanja, naročito u poslednjoj deceniji, koristi multivarijantne statističke metode kao alat za analizu dobijenih podataka. PCA i LDA su najčešće korišćene statističke metode, međutim u nekim istraživanjima nisu dale zadovoljavajuće rezultate za klasifikaciju uzoraka verovatno zbog nedovoljnog broja razmatranih kriterijuma. U ovoj tezi su, zahvaljujući statistički značajnom broju uzoraka meda i velikom broju određenih parametara, primenom multivarijantnih metoda uspostavljeni pouzdani statistički modeli za razdvajanje meda kako prema botaničkom, tako i prema regionalnom poreklu.

#### **D. Objavljeni i saopšteni radovi kojičine deo disertacije**

**M 21 – Radovi objavljeni u vrhunskim časopisima međunarodnog značaja**

- 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

### **M 23 - Radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja**

- Lazarevic Kristina B, Trifkovic Jelena Dj, Andric Filip Lj, Tesic Zivoslav Lj, Andjelkovic Ivan B, Radovic Dejan I, Nedic Nebojsa M, Milojkovic-Opsenica Dusanka 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.
- Radovic Dejan I., Lazarevic Kristina B, Trifkovic Jelena Dj, Andric Filip Lj, Tesic Zivoslav Lj, Andjelkovic Ivan B, Nedic Nebojsa M, Stanimirovic Zoran Z, Stevanovic Jevrosima B, Curcic Bozidar PM, Milojkovic-Opsenica Dusanka 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.

### **M 34 - Saopštenja na naučnim skupovima međunarodnog značaja:**

- 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.

## **E. Zaključak**

Na osnovu svega izloženog može se zaključiti da je u podnetoj disertaciji pod naslovom „Fizičko-hemijska karakterizacija i klasifikacija meda sa teritorije Republike Srbije prema botaničkom i regionalnom poreklu primenom multivarijantne hemometrijske analize“ kandidat, Kristine Lazarević, uspešno odgovorio na sve postavljene zadatke koji se tiču fizičko-hemijske karakterizacije i klasifikacije srpskog meda prema botaničkom i geografskom poreklu. Rezultati istraživanja proistekli iz ove doktorske disertacije objavljeni su u okviru tri rada od kojih je jedan štampan u vrhunskom međunarodnom naučnom časopisu (kategorije M-21) i 2 štampana u časopisima međunarodnog značaja (kategorija M-23), kao i 8 saopštenja štampanih u izvodu na skupovima međunarodnog značaja.

Komisija smatra da rezultati objavljeni u okviru ove doktorske disertacije predstavljaju značajan naučni doprinos karakterizaciji srpskog meda, koji do sada nije bio sistematski

ispitivan, već i generalno definisanju najznačajnijih faktora koji određuju pripadnost uzorka meda određenoj autentičnoj vrsti. Istovremeno Komisija smatra da se ova disertacija uklapa u savremene trendove analitičke hemije dajući značajan doprinos teoriji i praksi analize prehrambenih namirnica i posebno primeni hemometrijskih metoda u cilju utvrđivanja njihove autentičnosti.

Na osnovu svega izloženog Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Hemijskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, da podnetu doktorsku disertaciju Kristine Lazarević prihvati i odobri njenu odbranu.

Beograd

Komisija:

28.03. 2016. godine.

dr Dušanka Milojković-Opsenica,

redovni profesor

Univerzitet u Beogradu –Hemijski fakultet

---

dr Živoslav Tešić, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu - Hemijski fakultet

---

dr Nebojša Nedić, vanredni profesor

Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet

---