

TEHNOLOŠKO-METALURŠKI
FAKULTET

35/173
(Broj zahteva)
29.06.2011.
(datum)

Obrazac 2
UNIVERZITET U BEOGRADU

VEĆE NAUČNIH OBLASTI TEHNIČKIH
NAUKA
(naziv veća naučne oblasti kome se zahtev upućuje)

Beograd
Studentski trg br. 1

ZAHTEV

za davanje saglasnosti na referat o urađenoj doktorskoj disertaciji

Molimo da, shodno članu 46. st. 5 Statuta Univerzitetu u Beogradu ("Glasnik Univerziteta" broj 131/06),
date saglasnost na referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata

Mr JELENE (Kica) MILANOVIĆ

(ime, ime jednog od roditelja i prezime)

KANDIDAT: **Mr JELENA (Kica) MILANOVIĆ** prijavila je doktorsku disertaciju pod nazivom:

(ime, ime jednog od roditelja i prezime)

"OPTIMIZACIJA POSTUPKA IMOBILIZACIJE NEKIH AROMATIČNIH JEDINJENJA"

Iz naučne oblasti: **HEMIJA I HEMIJSKA TEHNOLOGIJA**

Univerzitet je dana **04.04.2011.** svojim aktom 02 br. **06-5161/17-11** dao saglasnost na
predlog teme doktorske disertacije koja je glasila

"OPTIMIZACIJA POSTUPKA IMOBILIZACIJE NEKIH AROMATIČNIH JEDINJENJA"

Komisija za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata: **Mr Jelene (Kica) Milanović**

(ime, ime jednog od roditelja i prezime)

obrazovana je na sednici održanoj **14.04.2011.** odlukom fakulteta pod br. **35/125.** u sastavu:

Ime i prezime člana komisije	Zvanje	Naučna oblast
1. Dr Branko Bugarski	Redovni profesor	Hemijsko inženjerstvo
2. Dr Nevenka Rajić	Redovni profesor	Hemija
3. Dr Viktor Nedović	Vanredni profesor	Biohemija
4. Dr Jonjaua Ranogajec	Redovni profesor	Neorganska hemijska tehnologija

Nastavno-naučno veće fakulteta prihvatilo je izveštaj Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije na
sednici održanoj dana **26.05.2011.**

DEKAN FAKULTETA

Prof. dr Ivanka Popović

Prilog:

1. Izeštaj Komisije sa predlogom.
2. Akt Nastavno-naučnog veća Fakulteta o usvajanju izveštaja.
3. Primedbe date u toku stavljanja izveštaja na uvid javnosti,
ukoliko je takvih primedbi bilo

DIV

Na osnovu čl. 128. Zakona o visokom obrazovanju i čl. 38. Statuta TMF-a, na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu od 26.05.2011. godine, doneta je

O D L U K A

o prihvatanju Izveštaja o oceni doktorske disertacije

Prihvata se Izveštaj Komisije u sastavu: dr Branko Bugarski, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta, dr Nevenka Rajić, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta, dr Viktor Nedović, vanredni profesor Poljoprivrednog fakulteta, dr Jonjaua Ranogajec, redovni profesor Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu o pregledu i oceni urađene doktorske disertacije pod nazivom: „**OPTIMIZACIJA POSTUPKA IMOBILIZACIJE NEKIH AROMATIČNIH JEDINJENJA**“ koju je podnela **mr JELENA MILANOVIĆ, dipl. inž.** i upućuje se na saglasnost Veću naučnih oblasti tehničkih nauka.

Veće naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu dalo je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije mr Jelene Milanović, pod nazivom „**Optimizacija postupka imobilizacije nekih aromatičnih jedinjenja**“, Odlukom 02 Broj 06-5161/17-11 od 04.04.2011. godine.

Radovi objavljeni u vrhunskom međunarodnom časopisu M21

1. Milanović J., Manojlović V., Lević S., Rajić N., Nedović V. i Bugarski B., (2010), *Microencapsulation of Flavors in Carnauba Wax*, *Sensors*, 10, 901-912; ISSN 1424-8220, IF 1.821

Izveštaj o oceni doktorske disertacije dostavlja se na uvid javnosti, a po isteku roka od 30 dana na saglasnost odgovarajućem Veću naučnih oblasti Univerziteta u Beogradu.

Odluku dostaviti: Veću naučnih oblasti Univerziteta, doktorantu, Službi za nastavno-studentske poslove, Biblioteci i Arhivi fakulteta.

D E K A N

Prof. dr Ivanka Popović

Na sednici Nastavno-naučnog Veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 14.04.2011. godine određeni smo za članove Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije mr Jelene K. Milanović, dipl. inž. tehnologije, pod naslovom: „**Optimizacija postupka imobilizacije nekih aromatičnih jedinjenja**“. Posle pregleda doktorske disertacije kandidata mr Jelene K. Milanović Komisija podnosi Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta sledeći

IZVEŠTAJ O URAĐENOJ DOKTORSKOJ DISERTACIJI

1. UVOD

Doktorska disertacija mr Jelene K. Milanović pod nazivom „**Optimizacija postupka imobilizacije nekih aromatičnih jedinjenja**“ napisana je na 180 strana, sadrži 28 tabela, 58 grafičkih prikaza i 196 literaturnih navoda i izvode na srpskom i engleskom jeziku.

Hronologija odobravanja i izrade doktorske disertacije

- **25.02. 2010. godine** – Sednica Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta na kojoj je doneta Odluka o imenovanju komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije mr Jelene Milanović pod nazivom „ **Optimizacija postupka imobilizacije nekih aromatičnih jedinjenja** “.
- **17.03.2011. godine**- Sednica Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta na kojoj je doneta Odluka o odobravanju teme doktorske disertacije mr Jelene Milanović pod nazivom „ **Optimizacija postupka imobilizacije nekih aromatičnih jedinjenja** “.
- **4.04.2011 godine** – Sednica veća naučnih oblasti tehničkih nauka (Univerzitet u Beogradu), na kojoj je data saglasnost na predlog teme doktorske disertacije mr Jelene Milanović pod nazivom „ **Optimizacija postupka imobilizacije nekih aromatičnih jedinjenja** “.
- **14.04.2011. godine**- Sednica Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta na kojoj je doneta Odluka o imenovanju komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije mr Jelene Milanović pod nazivom „ **Optimizacija postupka imobilizacije nekih aromatičnih jedinjenja** “.

Jelena K. Milanović je rođena 1962. godine u Somboru. Srednju školu (Srednja medicinska škola, smer farmaceutski tehničar) završila je u Somboru, a Tehnološki fakultet Univerziteta u Novom Sadu upisala 1980. godine. Diplomirala je na odseku za hemijsko-prerađivačko i farmaceutsko inženjerstvo sa prosečnom ocenom 9,37 1984. godine odbranom diplomskog rada na temu “Ispitivanje triglicerida masti hromatografskim metodama.” sa ocenom 10. Te godine je bila proglašena za najboljeg diplomiranog studenta na Tehnološkim fakultetima u Srbiji od strane SHD-a. Upisala je poslediplomske studije na istom fakultetu 1984. godine i položila sve predviđene ispite sa srednjom ocenom 9,7. Magistrirala je u martu 1991. godine odbranivši magistrarski rad “Izolovanje, prečišćavanje i karakterizacija heparina iz intestinalne mukoze svinja”. U toku poslediplomskih studija bila je stipendista SIZ-a za naučni rad Vojvodine.

Od 1987. do 2004. godine bila je zaposlena u D.P.H.I. "Župa", kao tehnolog u Sektoru istraživanja i razvoja. Radila je kao samostalni istraživač na razvoju organskih sinteza i tehnologija i to:

- a. sinteze antidota za proizvodnju herbicida Zeana,
- b. izolovanja prirodnih insekticida iz dalmatinskog buhača,
- c. dobijanja vinske kiseline iz vinskog kamena -streša,
- d. formulaciji hematoloških dijagnostičkih rastvora za brojače Coulter tipa

Od 2004. do 2008. godine je bila zaposlena kao glavni tehnolog u farmaceutskoj firmi u osnivanju čiji su proizvodni program bili lekovi i dijetetski suplementi u čvrstoj farmaceutskoj formi. Učestvovala je u svim fazama, od projektovanja do instaliranja opreme.

2006. godine je završila kurseve kontinuirane edukacije organizovanih na Farmaceutskom fakultetu u Beogradu i to:

- Lekovi u kontroli bola, Maj, 2006.
- Racionalna fitoterapija u apotekarskoj praksi, Septembar, 2006.
- Gojaznost-izazov za savremenu farmaciju, Oktobar, 2006.

Od 2008. do 2009. radila je kao nastavnik u Srednjoj medicinskoj školi u Kruševcu (predmet Farmaceutska tehnologija).

Od 2009. godine radi u Visokoj školi strukovnih studija za poslovno-industrijski menadžment u Kruševcu, kao nastavnik za užu naučnu oblast Tehnologija i organizacija proizvodnje.

Udata je i ima dva sina.

2. OPIS DISERTACIJE

Doktorska disertacija sadrži sledeća poglavlja: *Uvod, Teorijski deo, Ciljevi rada, Materijali i metode, Rezultati i diskusija rezultata, Zaključak i Literatura.*

U uvodnom delu je predstavljen značaj primene procesa inkapsulacije, posebno u prehrambenoj industriji. Ukazano je na kompleksnost izbora sistema nosača i metoda za inkapsulaciju. Navedeni su razlozi upotrebe karnauba voska kao nosača za inkapsulaciju aroma, kao i kratak pregled dosadašnjih primena ovog nosača. Takođe je dato obrazloženje zašto je u istraživanjima primenjena tehnika očvršćavanja disperzije rastopa za inkapsulaciju aroma. Predmet ove doktorske disertacije je optimizacija parametara metode očvršćavanja disperzije rastopa za dobijanje mikročestica karnauba voska i primena optimizovanih parametara na inkapsulaciju određenih vrsta aroma u karnauba vosak. Naveden je značaj razvijanja i primene matematičkog modela otpuštanja inkapsuliranog etil-vanilina iz voska.

Teorijski deo rada obuhvata dve celine u kojima su prikazani: Inkapsulacija i Metode mikroinkapsulacije. U prvom delu opisane su prednosti sistema mikrokapsula, razlozi inkapsulacije, kao i značaj aspekata koje treba sagledati kod dizajniranja procesa inkapsulacije. Izvršena je podela mikrokapsula u pogledu njihove morfologije i predstavljena primena mikrokapsula. Zbog značaja izbora materijala (sastav omotača određuje funkcionalna svojstva mikrokapsule) za inkapsulaciju, kao početne faze u oblikovanju procesa, prikazani su različiti materijali za inkapsulaciju. Detaljnije su opisane osobine voskova, posebno karnauba voska. U ovom delu su takođe prikazane osobine etil-vanilina (koji je u tezi upotrebljen kao model aktivne supstance) značajne za proces inkapsulacije. Na kraju poglavlja su predstavljeni mogući načini, odnosno, mehanizmi otpuštanja inkapsulirane supstance.

U drugom delu su navedene tehnike koje se koriste za inkapsulaciju, njihove prednosti i nedostaci, kao i koji se materijali nosača mogu koristiti za inkapsulaciju specifičnih aktivnih supstanci. Detaljno su opisane metode očvršćavanja rastopa i dosadašnja primena ovih

metoda. Opisana je metoda emulzifikacije kao i fenomeni koji se dešavaju u toku emulzifikacionog procesa, a koji su važni za raspodelu veličine čestica. Navedene su osnovne teorije emulgovanja i faktori koji utiču na veličinu kapi. Navedene su neke od aktuelnih površinski aktivnih supstanci, njihova primena i način određivanja HLB vrednosti i zahtevane HLB vrednosti kod upotrebe emulgatora.

U trećem poglavlju su navedeni osnovni ciljevi doktorske teze: optimizacija procesnih parametara postupka očvršćavanja rastopa u cilju dobijanja mikročestica karnauba voska, ispitivanje uticaja emulgatora na dobijanje mikročestica, karakterizacija čestica, inkapsulacija aroma i razvijanje matematičkog modela otpuštanja etil-vanilina.

U okviru poglavlja Materijali i metode navedeni su i detaljno opisani postupci dobijanja mikročestica i postupak inkapsulacije aroma u karnauba vosak, navedene su metode koje su upotrebljene za karakterizaciju čestica i određivanje efikasnosti inkapsulacije.

U petom poglavlju prikazani su rezultati istraživanja i diskusija rezultata. Prva grupa rezultata odnosi se na primenu nekoliko tehnika dobijanja mikročestica koje se razlikuju u načinu mešanja i očvršćavanja disperzije. Zatim su prikazani rezultati optimizacije parametara metode za dobijanje mikročestica, rezultati ispitivanja uticaja emulgatora na osobine dobijenih čestica i karakterizacija čestica u pogledu veličine i raspodele veličine čestica, kao i njihove morfologije. Slede rezultati inkapsulacije aroma i rezultati termičke analize inkapsuliranih čestica. Na kraju je prikazan matematički model otpuštanja etil-vanilina iz čestica voska i rezultati ispitivanja kinetike otpuštanja.

Nakon diskusije rezultata izloženi su zaključci, a potom je navedena korišćena literatura.

3. OCENA DISERTACIJE

U okviru teze su izvršena ispitivanja mogućnosti primene postupka inkapsulacije nekoliko aroma koje su u komercijalnoj upotrebi u karnauba vosak. Za metodu inkapsulacije upotrebljena je metoda očvršćavanja disperzije rastopa. Inkapsulacija se intenzivno koristi poslednjih nekoliko decenija u različitim granama industrije, a naročito je aktuelna u proizvodnji hrane. Karnauba vosak se do sada uglavnom koristio za inkapsulaciju vodorastvorljivih agenasa (kalijum-citrat, limunska kiselina, rodamin B, i sl.) kao i nekih hidrofobnih lekovitih supstanci (verapamil-hidrohlorid, tokoferil-acetat). S druge strane vanilin, odnosno etil-vanilin, do sada je inkapsuliran u nosačima kao što su arapska guma i modifikovani skrobovi. U tezi je po prvi put ispitana inkapsulacija ove široko upotrebljivane arome u karnauba vosku. Prednost upotrebe voska kao nosača ogleda se u stabilnosti u širokom opsegu pH-vrednosti i u prisustvu vlage, inertnosti u fiziološkim uslovima, kao i slaboj rastvorljivosti u vodi. Među mnogobrojnim vrstama voskova karnauba vosak je jedan od najcenjenijih u industriji zbog visoke temperature topljenja u odnosu na druge voskove.

Primenjena metoda očvršćavanja disperzije rastopa voska za inkapsulaciju aroma, izvedena je pomoću jednostavne opreme, što doprinosi ekonomičnosti procesa i važan je aspekt u industriji hrane. Dobijeni rezultati ukazuju da se ovim postupkom dobijaju čestice koje se u pogledu veličine mogu primeniti u formulaciji prehrambenih proizvoda namenjenih termičkoj obradi, a isto tako i u formulaciji premiksa za stočnu hranu. Efikasnost metode potvrđena je primenom HPLC-analize koja je ukazala na visok stepen inkapsulacije aroma u vosku.

Termička analiza omogućila je izvođenje značajnih zaključaka u pogledu kinetike otpuštanja aroma iz karnauba voska. Takođe, ovom metodom su dobijeni rezultati koji su omogućili razvijanje matematičkog modela koji opisuje otpuštanje etil-vanilina tokom

zagrevanja. Postavljeni model pokazao je dobro slaganje sa eksperimentalnim rezultatima i može se primeniti za izračunavanje količine otpuštenog etil-vanilina iz voska u intervalu temperatura 170-210 °C koji se uobičajeno koristi pri termičkoj pripremi hrane.

Kandidat mr Jelena Milanović pokazala je samostalnost u radu, u svim fazama izrade doktorske disertacije počev od kritičke analize literaturnih podataka, preko odabira napogodnijih metoda u istraživanju, čime je uspešno ostvarila postavljene ciljeve teze. Kandidat je takođe ispoljila veštinu i sposobnost izlaganja rezultata kao i sposobnost da ih uspešno prezentuje na konferencijama međunarodnog značaja i objavi u časopisima međunarodnog značaja.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

Rezultati ove teze pružaju značajan naučni doprinos razvoju metoda za dobijanje mikročestica sa inkapsuliranim aromama. U istraživanjima je detaljno ispitan karnauba vosak koji je do sada malo korišćen kao nosač.

Rezultati FTIR- i termičke analize pokazali su da tokom inkapsulacije ne dolazi do obrazovanja proste smeše već da etil-vanilin i vosak ostvaruju slabe interakcije. Metoda inkapsulacije omogućila je visok stepen efikasnosti, oko 86%.

Mikroskopskim tehnikama detaljno je ispitana veličina, raspodela veličina i morfologija dobijenih čestica. Pokazano je da način očvršćavanja čestica ima značajan uticaj na njihovu morfologiju.

U tezi je razvijen matematički model koji omogućava praćenje otpuštanja arome tokom zagrevanja. Model ukazuje da procesom otpuštanja rukovodi transport etil-vanilina kroz granični sloj, te da su otpori isparavanju sadržani u koeficijentu prelaza kroz granični sloj i delovanju kohezionih i adhezionih sila. Mala vrednost energije aktivacije ($3,9-17,7 \text{ kJmol}^{-1}$), potvrdila je da između karnauba voska i etil-vanilina postoje slabe interakcije koje ne predstavljaju značajan otpor oslobađanju arome u ispitivanom intervalu temperatura.

Rezultati ukazuju da bi, pre svega zbog svoje jednostavnosti i visokog stepena efikasnosti, metoda inkapsulacije koja je optimizovana u okviru istraživanja u ovoj tezi mogla da se primeni za inkapsulaciju aroma u industrijskim uslovima.

Iz doktorske teze Jelene K. Milanović proistekla su dva rada koja su objavljena u naučnim časopisima međunarodnog značaja, kao i četiri saopštenja na naučnim skupovima međunarodnog značaja.

Radovi objavljeni u vrhunskom međunarodnom časopisu M21

1. Milanović J., Manojlović V., Lević S., Rajić N., Nedović V. i Bugarski B., (2010), *Microencapsulation of Flavors in Carnauba Wax*, *Sensors*, 10, 901-912; ISSN 1424-8220, IF 1.821

Radovi objavljeni u međunarodnom časopisu M23

2. Milanović J., Lević S., Manojlović V., Nedović V. i Bugarski B., (2011), *Carnauba wax microparticles produced by melt dispersion technique*, *Chemical papers*, 65(2), 213-220. ISSN 0366-6352, IF 0.791

Radovi saopšteni na skupovima međunarodnog značaja M30

- 3 Bugarski B, **Milanovic J.**, Levic S., Manojlovic V, and Nedovic V, *Microencapsulation of flavours in Carnauba wax, XVIIth International Conference*

- on *Bioencapsulation*, September, 24-26, 2009, pp. 276-277. Groningen, Netherlands
- 4 Bugarški B., **J. Milanović**, S. Levic, R. Stojanović, V. Manojlović, V. Nedović
Carnauba wax as a carrier for aroma encapsulation, *XVI International Conference on Bioencapsulation*, 4-6 September 2008, Dublin, Ireland
 - 5 Samardžić D., **Milanović J.**, Manojlović V., Levic S., Rajić N., Nedović V.
Encapsulation of flavour compounds in wax particles, International workshop on bioencapsulation, April 25-26, 2008, Ljubljana, Slovenija.
 - 6 **Milanović J.**, Stojanović R., Levic S., Samardžić D., Zuidam K.-J., Bugarški B.
Production of Carnauba wax microbeads by melt dispersion technique, *International workshop on bioencapsulation*, April 25-26, 2008, Ljubljana, Slovenija.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu iznetih činjenica, članovi Komisije su zaključili da doktorska teza „Optimizacija postupka imobilizacije nekih aromatičnih jedinjenja“ koju je podnela mr Jelena Milanović predstavlja značajan originalni naučni doprinos u oblasti Biohemijskog inženjerstva i biotehnologije, što je potvrđeno objavljivanjem naučnih radova u časopisima međunarodnog značaja, kao i saopštenjima na međunarodnim konferencijama. Rezultati koji su ostvareni u okviru ove teze doprinose razvoju metoda za inkapsulaciju aroma u hidrofobne nosače, kao i boljem razumevanju fenomena otpuštanja arome iz hidrofobnog nosača kao što je karnauba vosak. Kandidatkinja je pokazala izraženu samostalnost i potrebne veštine u izradi doktorske disertacije i poseduje sve neophodne sposobnosti za bavljenje naučno-istraživačkim radom.

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću da prihvati Izveštaj i da ga zajedno sa podnetom disertacijom mr Jelene Milanović, učini dostupnim na uvid javnosti u zakonski predviđenom roku.

Komisija:

Dr Branko Bugarški, red. prof. TMF

Dr Nevenka Rajić, red. prof. TMF

Dr Viktor Nedović, red. prof. PF

Dr Jonjaua Ranogajec, red. prof. TF, Univerziteta u Novom Sadu