

# NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, održanoj 26.04.2018. godine, imenovani smo za članove Komisije za podnošenje Izveštaja o ispunjenosti uslova za izbor u naučno-istraživačko zvanje **NAUČNI SARADNIK dr Aleksandre A. Jovanović**, a prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja i kvalitativnom iskazivanju naučno-istraživačkih rezultata i shodno statutu Tehnološko-metalurškog fakulteta. Posle pregledanog materijala koji je dostavljen Komisiji, koji se sastojao od biografije kandidata, bibliografije kandidata sa fotokopijama radova, fotokopije uverenja o odbranjenoj doktorskoj disertaciji, kao i na osnovu uvida u naučno-istraživački i stručni rad kandidata, Komisija podnosi sledeći:

## IZVEŠTAJ

### 1.1. BIOGRAFSKI PODACI

Kandidat **Aleksandra A. Jovanović (rod. Čančarević)**, rođena je 21.01.1987. u Beogradu, Republika Srbija. Osnovne akademske studije na Farmaceutskom fakultetu u Beogradu upisala je 2006. gde je diplomirala u julu 2011. sa prosečnom ocenom 9,10. Doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu u Beogradu upisala je 2011. na studijskom programu Biohemijско inženjerstvo i biotehnologija pod mentorstvom prof. dr Branka Bugarskog. Ispite predviđene planom i programom, kao i završni ispit pod nazivom „Optimizacija procesa ekstrakcije iz majčine dušice (*Thymus serpyllum*)“ na doktorskim studijama položila je sa prosečnom ocenom 10,00. Doktorsku disertaciju pod nazivom „Optimizacija procesa ekstrakcije herbe *Thymus serpyllum* L., biološke aktivnosti i inkapsulacija ekstrakata“ odbranila je 06.03.2018. i time stekla zvanje doktor nauka-tehnološko inženjerstvo-biotehnologija.

Od decembra 2011. zaposlena je kao istraživač pripravnik u Inovacionom centru Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, pod nazivom „Razvoj novih inkapsulacionih i enzimskih tehnologija za proizvodnju biokatalizatora i biološki aktivnih komponenata hrane u cilju povećanja njene konkurentnosti, kvaliteta i bezbednosti“, III 46010. Zvanje istraživač saradnik stekla je u oktobru 2015. Takođe, kao istraživač bila je uključena u bilateralni projekat sa Slovenijom, pod nazivom „Lipozomi obloženi biopolimerima kao novi sistemi za dostavu prirodnih fenolnih komponenata“, 2016/2017. Trenutno, uključena je i u inovacioni projekat „Kardio-protekt, mikrokapsule sa aronijom u medu“, 391-00-16/2017-16/31.

### 1.2. NAUČNO-ISTRAŽIVAČKI RAD

Dr Aleksandra A. Jovanović se u toku dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada bavila optimizacijom procesa ekstrakcije polifenola iz herbe majčine dušice (*T. serpyllum*), hemijskom karakterizacijom i biološkim aktivnostima ekstrakata, kao i njihovom inkapsulacijom u želatin. U njenoj doktorskoj disertaciji i radovima koji su iz nje proizašli, optimizovani su parametri polifenolne ekstrakcije herbe *T. serpyllum* i urađena je hemijska i biološka karakterizacija dobijenih ekstrakata. Dodatno, razvijen je sistem za inkapsulaciju i kontrolisano otpuštanje polifenola ekstrakata majčine dušice. Biljke sintetišu i skladište veliki broj različitih biohemijskih proizvoda, koji danas nalaze široku primenu u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji, zbog čega se biljke nazivaju „hemijskim zlatnim rudnicima“. Budući da je većinu metabolita biljaka veoma skupo ili čak nemoguće sintetisati u laboratoriji, najbolja opcija za njihovo izdvajanje i koncentrisanje jeste ekstrakcija iz prirodnih izvora. Optimizacija procesa ekstrakcije predstavlja prvi korak u dobijanju maksimalnog prinosa aktivnih principa iz biljnih izvora, kao bezbedne i prirodne alternative sintetskim komponentama. Faktori koji značajno utiču na prinos ekstrahovanih polifenola jesu karakteristike biljnog materijala (uslovi uzgajanja, period sakupljanja, deo biljke, stepen usitnjenosti biljne droge), odnos droga:rastvarač, vrsta

rastvarača, vreme ekstrakcije, temperatura, pritisak, pH, kao i izabrana tehnika ekstrakcije. Budući da se polifenolne komponente razlikuju po svojoj strukturi, nije moguće ustanoviti standardizovanu proceduru koja će omogućiti ekstrakciju većine polifenola iz svakog biljnog izvora. Zato optimizacija procesa ekstrakcije predstavlja esencijalni korak u izolovanju polifenolnih jedinjenja, zbog njihove strukturne i fizičko-hemijske raznovrsnosti u različitim prirodnim izvorima. Pri izradi doktorske disertacije korišćene su tradicionalne (maceracija i ekstrakcija na povišenoj temperaturi) i savremene metode ekstrakcije polifenola iz herbe majčine dušice (ekstrakcija ultrazvučnim talasima i mikrotalasima). Takođe, varirani su faktori od interesa kako bi se ispitao njihov uticaj na sadržaj polifenola u ekstraktima (stepen usitnjenosti biljnog materijala, odnos droga: rastvarač, vrsta rastvarača i vreme ekstrakcije). Dodatno, u cilju dobijanja kombinacije faktora koji će dati najveći prinos ekstrakcije korišćene su statističke alatke analiza varijanse (*one-way ANOVA*) i eksperimentalni dizajn (*full factorial design* i *central composite design*). Važno je napomenuti da su primenom eksperimentalnog dizajna ispitane interakcije između faktora, sa ciljem da se postigne najefikasnija optimizacija procesa ekstrakcije i posledično povećanje sadržaja polifenola u ekstraktima. Polifenoli, kao velika grupa sekundarnih metabolita biljaka, ispoljavaju antioksidativni, antimikrobni, antihipertenzivni, antiaritmijski, vazodilatatorni, kardioprotektivni, spazmolitični, antiinflamatorni, antikancerogeni, antialergijski i anksiolitični efekat. Stoga u doktorskoj disertaciji ispitan je antioksidativni i antimikrobni potencijal ekstrakata majčine dušice, kao i spazmolitična aktivnost na modelu izolovanog ileuma pacova. S obzirom na to da polifenolne komponente mogu da utiču na slobodne radikale, kao i na rast i metabolizam mikroorganizama, u zavisnosti od svoje strukture i koncentracije, primenom *LC/DAD/MS* i *HPLC/DAD* metoda urađena je hemijska karakterizacija dobijenih ekstrakata majčine dušice. Nestabilnost polifenola u toku procesa proizvodnje, distribucije i čuvanja namirnica, kao i u uslovima gastrointestinalnog trakta (različiti pH, enzimi, prisustvo drugih nutrijenata), ograničava njihovu aktivnost i potencijalne korisne efekte na zdravlje ljudi. Pored toga, polifenoli su veoma osetljivi na faktore spoljašnje sredine poput temperature, kiseonika i svetlosti. Inkapsulacija polifenola omogućava prevazilaženje pomenutih nedostataka, ublažavanje gorkog ukusa polifenola i poboljšanje njihove bioraspodivnosti i poluvremena eliminacije. Naime, tehnike inkapsulacije polifenola podrazumevaju sprej sušenje, inkapsulaciju u liposome, nanoinkapsulaciju, liofilizaciju, emulzifikaciju, koacervaciju, ko-kristalizaciju, inkluziono kompleksiranje, ekstruziju, kao i mnoge druge metode. Proteini intereaguju sa polifenolnim komponentama preko vodoničnih veza i hidrofobnih interakcija. Želatin, kao protein rastvoran u vodi, ima sposobnost da formira zid mikročestice tokom sprej sušenja. Dodatno, u poređenju sa maltodekstrinom, maltozom i manitolom, želatin poseduje bolje karakteristike vezane za efikasnu inkapsulaciju željene komponente, zahvaljujući visokom nivou emulzifikacije, visokoj stabilnosti i tendenciji stvaranja guste mreže nakon sprej sušenja. Iz tih razloga, u doktorskoj disertaciji su ispitani uticaji različitih tehnika sušenja (liofilizacija i sprej sušenje) na ekstrakte majčine dušice i na njihovu inkapsulaciju u želatin. Dobijeni suvi ekstrakti i njihovi želatinski inkapsulati su potom okarakterisani primenom infracrvene spektroskopije sa Furijeovom transformacijom (*FTIR*), diferencijalne skenirajuće kalorimetrije (*DSC*) i skenirajuće elektronske mikroskopije (*SEM*), uz određivanje sadržaja ukupnih polifenola, flavonoida, šećera i peptida, nasipne gustine, rastvorljivosti, raspodele veličina čestica i zeta potencijala. Zatim je praćena kinetika otpuštanja polifenola iz suvih ekstrakata i njihovih želatinskih inkapsulata u Francovoj difuzionoj ćeliji. Rezultati doktorske disertacije daju uvid naučnoj javnosti i industrijskom sektoru o potencijalu ekstrakata majčine dušice kao antioksidativnih, antimikrobnih i spazmolitičnih agenasa, sa idejom šire primene suvih ekstrakata majčine dušice i njihovih želatinskih inkapsulata, koji mogu da doprinesu kvalitetu i nutritivnoj vrednosti već postojećih proizvoda, uz zamenu sintetskih aditiva koji se smatraju toksičnim i kancerogenim.

Pored tematike iz koje direktno proizilazi doktorska disertacija, dr Aleksandra A. Jovanović razvijala je sisteme za kontrolisano otpuštanje polifenola, poput lipozoma izrađenih primenom standardnih fosfolipida (1,2-dipalmitoil-*sn*-glicero-3-fosfoholin - *DPPC* i 1-palmitoil-2-oleoil-*sn*-glicero-3-fosfoholin - *POPC*) i komercijalne smeše fosfolipida (*Lipoid H 100*), sa dodatkom holesterola i  $\beta$ -sitosterola u različitim koncentracijama (5-50 mol %), uz ispitivanje fluidnosti, termičkih karakteristika, kinetike lipidne peroksidacije, veličine čestica i zeta potencijala dobijenih lipozoma. Dodatno, bavila se inkapsulacijom gentizinske kiseline u odabrane lipozomalne membrane, uz određivanje stepena inkapsulacije, veličine čestica i zeta potencijala, kao i praćenje kinetike lipidne oksidacije i otpuštanja gentizinske kiseline iz dobijenih lipozomalnih čestica.

Sprovodeći inovativna istraživanja tokom izrade doktorske disertacije, dr Aleksandra A. Jovanović pokazala je izuzetnu stručnost u realizaciji eksperimenata kroz modifikaciju i optimizaciju primenjenih procedura i metoda, kao i kroz analizu i način predstavljanja rezultata. Tokom svojih istraživanja, sprovedenih vrlo odgovorno i zrelo, ispoljila je kako samostalnost u radu, sistematičnost i kreativnost, tako i kritičnost. Rezultati koje je dr Aleksandra A. Jovanović ostvarila značajno su doprineli realizaciji i kvalitetu naučno-istraživačkih projekata u kojima je učestvovala.

Rezultate svog dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada objavila je u ukupno 14 publikacija, od toga dva (2) rada u časopisima međunarodnog značaja, od kojih jedan (1) rad publikovan u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21) i jedan (1) rad publikovan u međunarodnom časopisu (M23); jedan (1) rad u vrhunskom časopisu nacionalnog značaja (M51); dva (2) rada u istaknutom nacionalnom časopisu (M52); šest (6) saopštenja sa međunarodnih skupova štampanih u celini (M33) i tri (3) saopštenja sa međunarodnih skupova štampanih u izvodu (M34).

## **2. NAUČNA KOMPETENTNOST**

### **2.1. OBJAVLJENI I SAOPŠTENI NAUČNI RADOVI I DRUGI VIDOVI ANGAŽOVANJA U NAUČNO-ISTRAŽIVAČKOM I STRUČNOM RADU**

#### **2.1.1. Naučni radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja (M20)**

##### **2.1.1.1. Naučni radovi objavljeni u vrhunskim časopisima međunarodnog značaja (M21)**

**2.1.1.1.1. Aleksandra Jovanović, Verica Đorđević, Gordana Zdunić, Dejan Pljevljakušić, Katarina Šavikin, Dejan Godevac, Branko Bugarski (2017) Optimization of the extraction process of polyphenols from *Thymus serpyllum* L. herb using maceration, heat- and ultrasound-assisted techniques, Separation and Purification Technology, 179, 369-380, Elsevier (IF=3,299, ISSN: 1383-5866)**

##### **2.1.1.2. Naučni radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja (M23)**

**2.1.1.2.1. Aleksandra Jovanović, Verica Đorđević, Gordana Zdunić, Katarina Šavikin, Dejan Pljevljakušić, Branko Bugarski (2016) Ultrasound-assisted extraction of polyphenols from *Thymus serpyllum* and its antioxidant activity, Hemijska industrija, 70 (4), 391-398, Savez hemijskih inženjera (IF=0,437, ISSN: 0367-598X)**

#### **2.1.2. Zbornici međunarodnih naučnih skupova (M30)**

##### **2.1.2.1. Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)**

**2.1.2.1.1. Aleksandra Jovanović, Gordana Zdunić, Katarina Šavikin, Nada Čujić, Katarina Bukara, Steva Lević, Branko Bugarski (2015) Antioxidant activity of ethanolic extracts of *Thymus serpyllum*, IV International Congress: „Engineering, Environment and Materials in Processing Industry“, 444-452, DOI: 10.7251/EEMSR1501444J, 4-6. mart 2015. Jahorina, Bosna i Hercegovina (ISBN: 978-99955-81-18-3)**

**2.1.2.1.2. Aleksandra Jovanović, Gordana Zdunić, Katarina Šavikin, Radoslava Pravilović, Verica Đorđević, Bojana Isailović, Branko Bugarski (2015) Effects of solvent and degree of fragmentation on total polyphenols and antioxidant activity of *Thymus serpyllum* extracts, IV International Congress: „Engineering, Environment and Materials in Processing Industry“, 453-459, DOI: 10.7251/EEMSR1501453J, 4-6. mart 2015. Jahorina, Bosna i Hercegovina (ISBN: 978-99955-81-18-3)**

**2.1.2.1.3. Bugarski Branko, Đorđević Verica, Trifković Kata, Kostić Ivana, Isailović Bojana, Bukara Katarina, Jovanović Aleksandra, Pravilović Radoslava, Nedović Viktor (2015) Trends in encapsulation technologies for delivery of bioactive compounds, IV International Congress: „Engineering, Environment and Materials in Processing Industry“, CD proceedings (PL-04-E), 48-50, 4-6. mart 2015. Jahorina, Bosna i Hercegovina (ISBN: 978-99955-81-18-3)**

**2.1.2.1.4.** Kata Trifković, Bojana Isailović, Nikola Milašinović, **Aleksandra Jovanović**, Zorica Knežević-Jugović, Verica Đorđević, Branko Bugarski (2015) Mechanical properties of alginate-liposomes-based beads with encapsulated resveratrol, IV International Congress: „Engineering, Environment and Materials in Processing Industry“, 318-325, DOI: 10.7251/EEMEN1501318T, 4-6. mart 2015. Jahorina, Bosna i Hercegovina (ISBN: 978-99955-81-18-3)

**2.1.2.1.5.** **Aleksandra Jovanović**, Predrag Petrović, Kata Trifković, Verica Đorđević, Steva Lević, Dušan Mijin, Branko Bugarski (2017) Characterisation of lyophilized wild thyme (*Thymus serpyllum* L.) extracts and their antioxidant activity, V International Congress: „Engineering, Environment and Materials in Processing Industry“, 1487-1501, DOI: 10.7251/EEMSR15011487J, 15-17. mart 2017. Jahorina, Bosna i Hercegovina (ISBN: 978-99955-81-21-3)

**2.1.2.1.6.** **Aleksandra Jovanović**, Bojana Balanč, Radoslava Pravilović, Ajda Ota, Nataša Poklar Ulrih, Viktor Nedović, Branko Bugarski (2017) Influence of cholesterol on liposomal membrane fluidity, liposome size and zeta potential, V International Congress: „Engineering, Environment and Materials in Processing Industry“, 1501-1514, DOI: 10.7251/EEMSR15011502J, 15-17. mart 2017. Jahorina, Bosna i Hercegovina (ISBN: 978-99955-81-21-3)

#### **2.1.2.2. Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34)**

**2.1.2.2.1.** Nada Čujić, Katarina Šavikin, Gordana Zdunić, Svetlana Ibrić, **Aleksandra Jovanović** (2014) Optimization of polyphenols extraction from dry chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.), International Symposium Natural Products and Drug Discovery - Future Perspectives, 11, 13-14. novembar 2014. Beč, Austrija

**2.1.2.2.2.** **Aleksandra Jovanović**, Predrag Petrović, Gordana Zdunić, Katarina Šavikin, Branko Bugarski (2015) Polyphenolic content and antioxidant activity of *Thymus serpyllum* extracts depending on extraction conditions, Third Congress of Serbian Society for Mitochondrial and Free Radical Physiology, Redox medicine, 26, 25.09.-26.09.2015. Beograd, Srbija (ISBN: 978-86-912893-3-1)

**2.1.2.2.3.** **Aleksandra Jovanović**, Verica Đorđević, Gordana Zdunić, Katarina Šavikin, Kata Trifković, Jelena Jovanović, Viktor Nedović, Branko Bugarski (2015) Ultrasound Extraction of Polyphenolic Compounds from *Thymus serpyllum*, 29th EFFoST International Conference, Food Science Research and Innovation: Delivering sustainable solutions to the global economy and society, 1386, 10-12. novembar 2015. Atina, Grčka (ISBN: 978-618-82196-1-8)

#### **2.1.3. Naučni radovi objavljeni u časopisima nacionalnog značaja (M50)**

##### **2.1.3.1. Naučni radovi u vrhunskom časopisu nacionalnog značaja (M51)**

**2.1.3.1.1.** **Aleksandra Jovanović**, Verica Đorđević, Steva Lević, Smilja Marković, Vladimir Pavlović, Viktor Nedović, Branko Bugarski (2017) Gelatin as a carrier system for delivery of polyphenols compounds, Tehnika 72 (5), 633-639, Savez inženjera i tehničara Srbije (ISSN: 0040-2176)

##### **2.1.3.2. Naučni radovi objavljeni u časopisu nacionalnog značaja (M52)**

**2.1.3.2.1.** **Aleksandra Čančarević**, Branko Bugarski, Katarina Šavikin, Gordana Zdunić (2013) Biological activity and ethnomedicinal use of *Thymus vulgaris* and *Thymus serpyllum*, Lekovite sirovine 33 (33), 3-17, Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“ (ISSN: 0455-6224)

**2.1.3.2.2. Aleksandra Jovanović, Predrag Petrović, Verica Đorđević, Gordana Zdunić, Katarina Šavikin, Branko Bugarski (2017) Polyphenols Extraction From Plant Sources, Lekovite sirovine 37, 45-49, Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“ (ISSN: 0455-6224)**

#### **2.1.4. Magistarske i doktorske teze (M70)**

##### **2.1.4.1. Odbranjena doktorska disertacija (M71)**

**2.1.4.1.1. Aleksandra Jovanović, „Optimizacija procesa ekstrakcije herbe *Thymus serpyllum* L., biološke aktivnosti i inkapsulacija ekstrakata“, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, 6. mart 2018.**

#### **2.1.5. Naučna saradnja i saradnja sa privredom**

##### **2.1.5.1. Učešće u međunarodnim naučnim projektima**

**2.1.5.1.1. Međunarodni projekat bilateralne saradnje između Republike Srbije i Slovenije (2016/2017): “Biopolymer-coated liposomes as novel delivery systems for natural phenolic compound” (Biotechnical Faculty, University of Ljubljana)**

##### **2.1.5.2. Učešće u projektima, studijama, elaboratima i sl. sa privredom; učešće u projektima finansiranim od strane nadležnog Ministarstva**

**2.1.5.2.1. Projekat integralnih i interdisciplinarnih istraživanja III46010 (2011- ): „Razvoj novih inkapsulacionih i enzimskih tehnologija za proizvodnju biokatalizatora i biološki aktivnih komponenata hrane u cilju povećanja njene konkurentnosti, kvaliteta i bezbednosti“**

**2.1.5.2.2. Inovacioni projekat „Kardio-protekt, mikrokapsule sa aronijom u medu“, 391-00-16/2017-16/31**

#### **2.1.6. Uređivanje časopisa i recenzije**

##### **2.1.6.1. Recenzent u časopisima kategorije M20**

**2.1.6.1.1. Recenzent u vrhunskom časopisu međunarodnog značaja, Separation and Purification Technology (kategorija M21, ISSN 1383-5866, <https://www.journals.elsevier.com/separation-and-purification-technology>) (referenca SEPPUR\_2017\_1397)**

**2.1.6.1.2. Recenzent u vrhunskom časopisu međunarodnog značaja, Separation and Purification Technology (kategorija M21, ISSN 1383-5866, <https://www.journals.elsevier.com/separation-and-purification-technology>) (referenca SEPPUR\_2017\_2040)**

**2.1.6.1.3. Recenzent u istaknutom časopisu međunarodnog značaja, Journal of Separation Science (kategorija M22, ISSN 1615-9306, <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/16159314>) (referenca # jssc.201700686)**

**2.1.6.1.4. Recenzent u istaknutom časopisu međunarodnog značaja, International Journal of Food Science and Technology (kategorija M22, ISSN 0950-5423, <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/13652621>) (referenca IJFST-2017-23516.R1)**

**2.1.6.1.5. Recenzent u istaknutom časopisu međunarodnog značaja, International Journal of Food Science and Technology (kategorija M22, ISSN 0950-5423, <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/13652621>) (referenca IJFST-2017-23516)**

**2.1.6.1.6. Recenzent u časopisu međunarodnog značaja, Journal of the Chemical Society of Pakistan (kategorija M23, ISSN 0253-5106, <https://www.jcsp.org.pk/>)**

### 3. ANALIZA PUBLIKOVANIH RADOVA

Značajno mesto u istraživačkoj aktivnosti dr Aleksandre A. Jovanović zauzima optimizacija procesa ekstrakcije polifenola iz herbe *T. serpyllum*, kroz variranje stepena usitnjenosti biljnog materijala, odnosa droga:rastvarač, vrste rastvarača, vremena i metode ekstrakcije (maceracija, ekstrakcija na povišenoj temperaturi, u ultrazvučnom kupatilu, ultrazvučnom sondom i mikrotalasima). Na osnovu dobijenih rezultata izveden je zaključak da različiti procesni parametri različito utiču na prinos polifenola u zavisnosti od primenjene metode ekstrakcije, zato što svaka tehnika ekstrakcije ima svoje specifičnosti i mehanizme kojima utiče kako na biljni materijal, tako i na ekstrakcioni medijum. Rezultati ovog dela istraživanja prikazani su u publikacijama 2.1.1.1.1, 2.1.1.2.1, 2.1.2.1.2, 2.1.2.2.2. i 2.1.2.2.3. Pored toga, urađena je hemijska karakterizacija dobijenih ekstrakata primenom *LC/DAD/MS* i *HPLC/DAD* metoda, što je prikazano u publikaciji 2.1.1.1.1. U ekstraktima majčine dušice identifikovano je devet polifenolnih komponenata klasifikovanih u dve grupe: derivati kafene kiseline (hlorogenska, kafena, rozmarinska i salvianolna kiselina K i I) i flavonoidi (6,8-di-C-glukozilapigenin, 6-hidroksiluteolin 7-O-glukozid, luteolin 7-O-glukuronid i apigenin-glukuronid). Dodatno, ispitan je antioksidativni kapacitet odabranih ekstrakata majčine dušice primenom *ABTS*, *DPPH* i testa inhibicije oksidativne degradacije  $\beta$ -karotena i rezultati su predstavljeni u publikacijama 2.1.1.2.1, 2.1.2.1.1, 2.1.2.1.2, 2.1.2.2.3, 2.1.2.1.5 i 2.1.2.2.2. Stepenn usitnjenosti biljnog materijala, odnos droga:rastvarač, vrsta rastvarača, vreme ekstrakcije i temperatura statistički značajno utiču na antioksidativni potencijal ekstrakata majčine dušice, pri čemu je uočena pozitivna korelacija između sadržaja ukupnih polifenola i antioksidativne aktivnosti ekstrakata. Odabrani ekstrakti *T. serpyllum* su inkapsulirani u želatin primenom dve metode, liofilizacije i sprej sušenja. Dobijeni suvi ekstrakti i njihovi želatinski inkapsulati su okarakterisani primenom *FTIR*, *DSC* i *SEM* analize, uz određivanje sadržaja ukupnih polifenola, flavonoida, šećera i peptida, nasipne gustine, rastvorljivosti, raspodele veličina čestica i zeta potencijala. Zatim je praćena kinetika otpuštanja polifenola iz suvih ekstrakata i njihovih želatinskih inkapsulata u Francovoj difuzionoj ćeliji. Deo rezultata je publikovan u okviru radova 2.1.2.1.5. i 2.1.3.1.1. Metoda ekstrakcije nije imala statistički znaćajan uticaj na koncentraciju polifenola u liofilizovanim ekstraktima majčine dušice, dok je prinos flavonoida bio statistički znaćajno niži u ekstraktu dobijenom u mikrotalasnom reaktoru. Sa druge strane, procenat šećera i peptida je bio statistički znaćajno veći u mikrotalasnom ekstraktu, u poređenju sa ekstraktima dobijenim maceracijom i ultrazvućnim talasima. Liofilizovan ekstrakt dobijen ultrazvućnom sondom pokazao se kao najbolji donor elektrona slobodnom *DPPH* radikal, dok je proizvod mikrotalasne ekstrakcije postigao najveći procenat inhibicije oksidativne degradacije  $\beta$ -karotena (2.1.2.1.5). *FTIR* analiza je pokazala prisustvo ugljenih hidrata, polisaharida, polifenolnih komponenata, flavonoida, monoterpena i karboksilata u osušenim ekstraktima *T. serpyllum*, dok su *FTIR* spektri inkapsulata pokazali isključivo trake koje potiču od želatina, što ukazuje na efikasno obavljjanje aktivnih komponenata ekstrakata i samim tim njihovu zaštitu. *SEM* analiza je pokazala da proces liofilizacije daje čestice nepravilnog oblika, dok se sprej sušenjem formiraju male čestice sferičnog i pseudo-sferičnog oblika, sa neravnom površinom. Primenom difrakcije laserske svetlosti utvrđeno je da veličina čestica sprej osušenog inkapsulata ima znaćajno manju vrednost i da je uniformnost znaćajno veća nego kod liofilizovane paralele. Ispitivanjem termićkih karakteristika, primenom *DSC* metode, pokazano je da se kod liofilizovanog želatinskog inkapsulata endotermni pik nalazi na višoj temperaturi, te se može zaključiti da je pomenuti uzorak termićki stabilniji u odnosu na sprej osušen. Dodatno, vrednosti promene entalpije želatinskih inkapsulata ekstrakata bile su znaćajno veće nego kod čistih ekstrakata, što svedoći o prisustvu stabilizirajućih interakcija između inkapsuliranih komponenata i nosaća (2.1.3.1.1).

Pored gore navedenih istraživanja, dr Aleksandra A. Jovanović se bavila i razvojem lipozoma kao nosaća za isporuku polifenolnih komponenata, kroz variranje vrste fosfolipida korišćene u izradi lipozomalnih membrana (*DPPC*, *POPC* i *Lipoid H 100*), sa dodatkom holesterola i  $\beta$ -sitosterola u različitim koncentracijama (5-50 mol %). Ispitivana je fluidnosti, termićke karakteristike, kinetika lipidne peroksidacije, veličina čestica i zeta potencijal dobijenih lipozoma. Dodatno, dr Aleksandra A. Jovanović se bavila inkapsulacijom gentizinske kiseline u odabrane lipozomalne membrane, uz određivanje stepena inkapsulacije, veličine čestica i zeta potencijala, kao i praćenje kinetike lipidne oksidacije i otpuštanja gentizinske kiseline iz dobijenih lipozomalnih čestica u Francovoj difuzionoj ćeliji. Deo rezultati ovih istraživanja prikazan je u publikaciji 2.1.2.1.6.

U okviru dosadašnjih istraživanja dr Aleksandre A. Jovanović određen deo se odnosio na ispitivanje mehaničkih karakteristika čestica alginat-lipozomi sa inkapsuliranim resveratrolom (2.1.2.1.4) i polifenolnu ekstrakciju iz ploda *Aronia melanocarpa* (2.1.2.2.1). Rezultati su pokazali da nakon inkapsulacije lipozoma sa resveratrolom u alginatne čestice dolazi do smanjenja maksimalne sile potrebne za postizanje zadate deformacije, kao i do povećanja elastičnosti ispitivanih čestica. Nakon dodatka saharoze i oblaganja alginatnih čestica slojem hitozana, maksimalna sila ostaje nepromenjena, odnosno dolazi do njenog smanjenja; slično, vrednosti modula elastičnosti takođe ostaju konstantne, odnosno povećavaju se.

Osim istraživačkih publikacija, dr Aleksandra A. Jovanović je napisala revijalne radove čija tematika se odnosi na polifenolnu ekstrakciju iz biljnih izvora i biološke aktivnosti biljaka roda *Thymus*, što se vidi kroz publikacije 2.1.3.2.1. i 2.1.3.2.2.

#### 4. CITIRANOST RADOVA

Ukupna citiranost radova dr Aleksandre A. Jovanović iznosi 18, izvor *Google Scholar* i *Research Gate*, pristup 26.04.2018. Citirani su sledeći radovi:

**Aleksandra Jovanović, Verica Đorđević, Gordana Zdunić, Dejan Pljevljakušić, Katarina Šavikin, Dejan Godevac, Branko Bugarski (2017) Optimization of the extraction process of polyphenols from *Thymus serpyllum* L. herb using maceration, heat- and ultrasound-assisted techniques, Separation and Purification Technology, 179, 369-380, Elsevier (IF=3,299, ISSN: 1383-5866)**

1. Chen Y., Yin L.Z., Zhao L., Shu G., Yuan Z.X., Fu H.L., Lv C., Lin J.C. (2017) Optimization of the ultrasound-assisted extraction of antioxidant phloridzin from *Lithocarpus polystachyus* Rehd. using response surface methodology, *Journal of Separation Science*, 40 (22), 4329-4337.
2. Wei D., Cheng G., Huang K., Fang J., Yan B. (2017) Hydrodistillation condition adjustment for different material particle sizes: a method to increase batch-to-batch quality consistency, *International Journal of Food Science & Technology* (<https://doi.org/10.1111/ijfs.13688>)
3. Разаренова К. Н., Бабушкина Е. В., Смирнов П. Д., Костина О. В., Муравник Л. Е. (2017) Гистохимия трихом официальных представителей семейства Lamiaceae, *Медицинский альманах*, 3 (48), 193-198.
4. Милевская В. В. (2017) Определение биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье антидепрессантного и противовоспалительного действия, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования „Кубанский государственный университет“
5. Anaya-Esparza L., Méndez-Robles M., Pérez-Larios A., Yahia E., Montalvo-González E. (2018) Nutritional Composition and physicochemical parameters of thermosonicated soursoop Nectar, *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 21 (1), 5-13.
6. Belwal T., Ezzat S., Rastrelli L., Bhatt I., Daglia M., Baldi A., Devkotaf H. P., Orhanh I. E., Patra J. K., Das G., Anandharamkrishnan C., Gomez-Gomez L., Nabavi S. F., Nabavi S. M., Atanasov A. G. (2018) A critical analysis of extraction techniques used for botanicals: Trends, priorities, industrial uses and optimization strategies, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 100, 82-102.
7. Chen S., Zeng Z., Hu N., Bai B., Wang H., Suo Y. (2018) Simultaneous optimization of the ultrasound-assisted extraction for phenolic compounds content and antioxidant activity of *Lycium ruthenicum* Murr. fruit using response surface methodology, *Food Chemistry*, 242, 1-8.
8. Živković J., Šavikin K., Janković T., Čujić N., Menković N. (2018) Optimization of ultrasound-assisted extraction of polyphenolic compounds from pomegranate peel using response surface methodology, *Separation and Purification Technology*, 194, 40-47.
9. Mieriņa I., Jakaite L., Kristone S., Adere L., Jure M. (2018) Extracts of Peppermint, Chamomile and Lavender as Antioxidants, *Key Engineering Materials*, 762, 31-35.
10. Larrazabal M. J., Palma J., Paredes A., Morales G., Mercado A. (2018) Effect of brewing conditions on pigments and total polyphenols content and biological activities of the *Acantholippia deserticola* (Phil.) infusion, *CyTA - Journal of Food*, 16 (1), 588-595.

11. Zhang Q.-W., Lin L.-G., Ye W.-C. (2018) Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review, *Chinese Medicine* 13 (1), DOI 10.1186/s13020-018-0177-x

**Aleksandra Jovanović, Verica Đorđević, Gordana Zdunić, Katarina Šavikin, Dejan Pljevljakušić, Branko Bugarski (2016) Ultrasound-assisted extraction of polyphenols from *Thymus serpyllum* and its antioxidant activity, *Hemijska industrija*, 70 (4), 391-398, Savez hemijskih inženjera (IF=0,437, ISSN: 0367-598X)**

1. Palash P. (2017) Green extraction methods of food polyphenols from vegetable materials, *Current Opinion in Food Science* (<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.11.012>)

**Aleksandra Čančarević, Branko Bugarski, Katarina Šavikin, Gordana Zdunić (2013) Biological activity and ethnomedicinal use of *Thymus vulgaris* and *Thymus serpyllum*, *Lekovite sirovine* 33 (33), 3-17, Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“ (ISSN: 0455-6224)**

1. Jarić S., Mitrović M., Pavlović P. (2015) Review of Ethnobotanical, Phytochemical, and Pharmacological Study of *Thymus serpyllum* L., *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, 1-10.
2. Šučur J. (2015) Biopesticidna aktivnost ekstrakata odabranih biljnih vrsta porodice Lamiaceae, Prirodno matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, Univerzitet u Novom Sadu
3. Parađiković L. (2015) Impact of monochromatic light on the content of functional components of Thyme (*Thymus vulgaris* L.), Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
4. Kvirgić M. (2016) Farmakološki efekti sirupa i tinkture timijana, Medicinski fakultet, Univerzitet u Novom Sadu
5. Vasiljević Lj., Beribaka M., Vulinović J., Petronić S. (2017) Estimation of antioxidative potential of thyme (*Thymus alpestris* L.), *Journal of Engineering & Processing Management*, 9 (1), 29-32.
6. Aziz M. A., Adnan M., Khan A. H., Shahat A. A., Al-Said M. S., Ullah R. (2018) Traditional uses of medicinal plants practiced by the indigenous communities at Mohmand Agency, FATA, Pakistan, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14 (2), 1-16.

## **5. ELEMENTI ZA KVALITATIVNU OCENU NAUČNOG DOPRINOSA KANDIDATA I MINIMALNI KVANTITATIVNI USLOVI ZA IZBOR**

### **5.1. Pokazatelji uspeha u naučnom radu**

Pokazatelji uspeha u naučnom radu koji kvalifikuju dr Aleksandru A. Jovanović za izbor u zvanje Načni saradnik su:

- Aleksandra A. Jovanović je učestvovala ili učestvuje u istraživanjima u okviru dva domaća naučno-istraživačka projekta, kao i jednom međunarodnom projektu.
- Autor je ili koautor 5 naučnih radova štampanih u celini u međunarodnim i domaćim naučnim časopisima, kao i 9 saopštenja na međunarodnim skupovima.
- Odbranila je doktorsku disertaciju (M71)
- Tokom izrade doktorske disertacije pokazala je visok stepen samoinicijativnosti i odgovornosti
- Aktivno učestvuje na konferencijama i simpozijumima
- Recenzirala je dva naučna rada za časopis kategorije M21, tri naučna rada za časopis kategorije M22 i jedan naučni rad za časopis kategorije M23.

### **5.2. Razvoj uslova za naučni rad, obrazovanje i formiranje naučnih kadrova**

-Tokom realizacije naučnih projekata dr Aleksandra A. Jovanović je aktivno učestvovala u realizaciji naučne saradnje Tehnološko-metalurškog fakulteta sa drugim institucijama (Institutom za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“, Poljoprivrednim fakultetom Univerziteta u Beogradu, Medicinskim



fakultetom Univerziteta u Nišu, Institutom tehničkih nauka Srpske akademije nauka i umetnosti i Biotehničkim fakultetom Univerziteta u Ljubljani).

-Učestvovala je u izradi jednog diplomskog rada: diplomski rad studenta Ane Koković „Ispitivanje uticaja različitih rastvarača i vremena ekstrakcije na antioksidativnu aktivnost ekstrakata majčine dušice“, Tehnološko-metalurški fakultet, 30.09.2013.

### 5.3. Kvalitet naučnih rezultata

#### 5.3.1. Uticajnost, pozitivna citiranost, ugled i uticajnost publikacija u kojima su kandidatovi radovi objavljeni

Dr Aleksandra A. Jovanović je rezultate svog dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada objavila u ukupno 14 publikacija, od toga dva (2) rada u časopisima međunarodnog značaja, od kojih jedan (1) rad publikovan u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21) i jedan (1) rad publikovan u međunarodnom časopisu (M23); jedan (1) rad u vrhunskom časopisu nacionalnog značaja (M51); dva (2) rada u istaknutom nacionalnom časopisu (M52); šest (6) saopštenja sa međunarodnih skupova štampanih u celini (M33) i tri (3) saopštenja sa međunarodnih skupova štampanih u izvodu (M34). Radovi su do sada citirani u naučnoj periodici 18 puta. Pozitivna citiranost radova ukazuje na aktuelnost, uticajnost i ugled objavljenih radova.

#### 5.3.2. Efektivan broj radova i broj radova normiran na osnovu broja koautora, ukupan broj kandidatovih radova, udeo samostalnih i koautorskih radova u njemu, kandidatov doprinos u koautorskim radovima

U svom dosadašnjem naučno-istraživačkom radu dr Aleksandra A. Jovanović je publikovala 14 bibliografskih jedinica i to: dva rada u časopisima međunarodnog značaja, tri rada u časopisima nacionalnog značaja i devet saopštenja sa međunarodnih skupova. Prosečan broj autora po radu za ukupno navedenu bibliografiju iznosi 6,43. Na pet radova i šest saopštenja bila je prvi autor.

#### 5.3.3. Stepen samostalnosti u naučno-istraživačkom radu i uloga u realizaciji radova u naučnim centrima u zemlji i inostranstvu

Dr Aleksandra A. Jovanović je tokom dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada pokazala visok stepen samostalnosti u idejama, kreiranju i realizaciji eksperimenata, obradi rezultata i pisanju naučnih radova, koji se u najvećem broju odnose na optimizaciju procesa ekstrakcije polifenola, njihovu biološku aktivnost i inkapsulaciju. Rezultate svojih istraživanja je sistematski analizirala i publikovala u uticajnim međunarodnim i nacionalnim časopisima. Sumarni prikaz dosadašnje naučno-istraživačke aktivnosti Aleksandre A. Jovanović:

|   | Koeficijent kategorije | Broj radova u kategoriji | Zbir |
|---|------------------------|--------------------------|------|
| Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu, M21              | 8                      | 1                        | 8    |
| Rad u međunarodnom časopisu, M23                        | 3                      | 1                        | 3    |
| Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini, M33 | 1                      | 6                        | 6    |
| Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu, M34 | 0,5                    | 3                        | 1,5  |
| Rad u vrhunskom časopisu nacionalnog značaja, M51       | 2                      | 1                        | 2    |
| Rad u istaknutom nacionalnom časopisu, M52              | 1,5                    | 2                        | 3    |
| Odbranjena doktorska disertacija, M71                   | 6                      | 1                        | 6    |
| <b>UKUPAN KOEFICIJENT</b>                               |                        | <b>29,5</b>              |      |

Uslov za izbor u zvanje naučni saradnik za biotehničke nauke, koje propisuje *Pravilnik o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača*, je da kandidat ima ukupno najmanje 16 poena koji treba da pripadaju sledećim kategorijama:

| Minimalni kvantitativni zahtevi za sticanje zvanja naučni saradnik | Minimalno potrebno | Ostvareno |
|--|--------------------|-----------|
| <b>Ukupno</b>  | 16                 | 29,5      |
| <b>M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51+M80+M90+M100</b>                | 9                  | 19        |
| <b>M21+M22+M23</b>   | 5                  | 11        |

## ZAKLJUČAK

Na osnovu detaljne analize dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada i ostvarenih rezultata **dr Aleksandre A. Jovanović**, Komisija smatra da kandidat ispunjava sve potrebne uslove za izbor u zvanje **naučni saradnik** i predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da ovaj izveštaj prihvati i isti prosledi odgovarajućoj komisiji Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije na konačno usvajanje.

Beograd, 27.04.2018. godine

### ČLANOVI KOMISIJE

dr Branko Bugarski, redovni profesor  
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

---

dr Verica Đorđević, viši naučni saradnik  
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

---

dr Katarina Šavikin, naučni savetnik  
Instituta za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“,  
Beograd

---