

## NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

### TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA

#### UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu održanoj 04.03.2020. godine, imenovani smo za članove Komisije za podnošenje Izveštaja o ispunjenosti uslova za izbor u naučno-istraživačko zvanje **NAUČNI SARADNIK dr Danijela D. Kostić**, 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

Danijela Kostić, dipl. inž. tehnologije - master, rođena je 07.08.1986. godine, u Zemunu, Beograd. Osnovnu školu i IX beogradsku gimnaziju "Mihailo Petrović - Alas", prirodno-matematički smer, završila je 2005. godine. Iste godine upisala je studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, Univerzitet u Beogradu, smer Hemijsko inženjerstvo. Studije je završila u septembru 2009. godine sa srednjom ocenom 8,85 i ocenom 10 na diplomskom radu.

Školske 2009/10. godine upisala je master studije, studijski program Hemijsko inženjerstvo, na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu. U okviru master studija, položila je sve ispite sa prosečnom ocenom 9,75 i u oktobru 2010. godine odbranila je master rad pod nazivom *"Ispitivanje primene alginatnih mikročestica i bioreaktora sa dinamičkom kompresijom za inženjerstvo tkiva hrskavice"*. Odmah nakon toga upisala je doktorske studije na istom fakultetu, studijski program Hemijsko inženjerstvo. Uspešno je položila sve ispite sa srednjom ocenom 9,67 i ocenom 10 na Završnom ispitu sa temom *„Ispitivanje i matematičko modelovanje otpuštanja srebra iz nanokompozitnih alginatnih mikročestica“*.

U zvanje istraživač-saradnik izabrana je 22. februara 2017. godine, a od februara 2011. godine zaposlena je u Inovacionom centru Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu kao istraživač-pripravnik na projektima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja RS *"Sinteza, razvoj tehnologija dobijanja i primena nanostrukturnih multifunkcionalnih materijala definisanih svojstava"* (III45019) i *„Razvoj novih inkapsulacionih i enzimskih tehnika za proizvodnju biokatalizatora i biološki aktivnih supstanci u cilju povećanja konkurentnosti, kvaliteta i bezbednosti hrane“* (III46010). Od Januara 2018 je zaposlena samo na projektu III46010.

Danijela Kostić je uspešno završila 4 letnje škole odnosno programa stalnog usavršavanja:

1. International Summer School "Advanced methods in cell biology", Piran, Slovenija, 20-28. avgust 2010.
2. BSRT (*Berlin-Brandenburg School for Regenerative Therapies*) International Summer School "Innovative Approaches in Regenerative Medicine", Berlin, Nemačka", 20.08. - 03.09. 2011.
3. Program stalnog usavršavanja "Fundamental and Applications of Controlled Release and Drug Delevery" (Kontrolisano oslobađanje – osnovni principi i primena u razvoju terapijskih sistema) održan 23. maja 2013. godine u Beogradu u trajanju od 8 časova pod rukovodstvom dr Nikolasa Pepasa (Nicholas A. Peppas), profesora na Univerzitetu Teksas u Ostinu, SAD; program je priznat od strane Senata Univerziteta u Beogradu.
4. *Training School COST Action NAMABIO MP1005*, "From nano- to macro- biomaterials (design, processing, characterization, modelling) and applications to stem cells regenerative orthopaedic and dental medicine", Nicosia, Cyprus, 14.10.-17. 10. 2014.

Danijela Kostić je, takođe, boravila mesec dana u Centru za inženjerstvo materijala Univerziteta u Perudi u Italiji novembra 2012. godine, kao i u. biotehnološkoj kompaniji za inženjerstvo tkiva hrskavice „Stematters“, *Guimaraes*, Portugalija, novembra 2016. godine.

Oblast naučno-istraživačkog rada dr Danijele D. Kostić se odnosi na razvoj i karakterizaciju alginatnih hidrogelova sa sadržanim nanočesticama srebra u pogledu kinetike i mehanizma otpuštanja srebra, a iz dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada proisteklo je 5 naučnih radova objavljenih u međunarodnim naučnim časopisima i to, 1 rad u međunarodnom časopisu izuzetnih vrednosti, 2 rada u vrhunskom međunarodnom časopisu, 1 rad u vrhunskom međunarodnom časopisu i 1 rad u međunarodnom časopisu, kao i 11 saopštenja na međunarodnim naučnim skupovima štampana u izvodu i 5 saopštenja na nacionalnim naučnim skupovima štampana u izvodu. Govori engleski jezik i služi se nemačkim.

## **1.2. Naučno-istraživački rad**

Dr Danijela D. Kostić se u toku dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada bavila kinetikom i mehanizmom otpuštanja srebra iz nanokompozitnih Ag/alginatnih hidrogelova koji su atraktivni za primenu u medicini, i to kao antimikrobne obloge za rane i implantati za meka tkiva. Pored toga, Ag/alginatni hidrogelovi su atraktivni i za primenu kao komponente funkcionalnih pakovanja za hranu gde bi mogli da obezbede antimikrobno dejstvo i time produžiti vek trajanja hrane. Cilj naučno-istraživačkog rada dr Danijele Kostić je bio razvoj matematičkih modela koji bi opisali mehanizam i kinetiku otpuštanja nanočestica i/ili jona srebra iz nanokompozitnih alginatnih hidrogelova radi postizanja antimikrobne aktivnosti u različitim primenama. Shodno tome, fokus je stavljen na hidrogelove sa elektrohemijski

sintetisanim nanočesticama srebra za potencijalnu primenu u medicini, kao i na razvoj i karakterizaciju kompozitnih polimernih filmova sa alginatnim mikročesticama sa sadržanim nanočesticama srebra sintetisanim hidrotermalnom metodom za primenu u pakovanju hrane. Naučno istraživački rad je obuhvatio sintezu nanočestica srebra u opsegu veličina od 4 – 30 nm dajući stabilne Ag/alginatne koloidne rastvore u rastvoru natrijum-alginata. Od ovih rastvora su se dalje dobili hidrogelovi u različitim oblicima tako da su izlivanjem dobijeni nanokompozitni diskovi, a elektrostatičkom ekstruzijom nanokompozitne mikročestice. Hidrogelovi sa elektrohemijski sintetisanim nanočesticama su ispitivani u pogledu kinetike otpuštanja nanočestica i/ili jona srebra pri različitim hidrodinamičkim uslovima relevantnim za primenu u medicini. Imitirani su uslovi obloga za rane i implantata u mekim tkivima kroz statičke uslove i uz direktan kontakt dva hidrogela dok su ispitivanja pri kontinualnom protoku fluida imitirala implantaciju u vaskularizovana tkiva. Posebno su izvođeni eksperimenti u vodi i fiziološkom rastvoru kao modelu bioloških fluida. Na osnovu eksperimentalnih ispitivanja eksperimentalni rezultati su opisani matematičkim modelima koji su uključili difuziju nanočestica srebra kroz alginatnu matricu, reakciju oksidacije nanočestica i reakciju sa jonima hlora iz rastvora, i, najzad, difuziju nagrađenih formi  $AgCl_x^{(x-1)-}$ . Na taj način je moguće dobiti više različitih parametara koji bliže opisuju ovaj fenomen, kao što su koeficijenti difuzije nanočestica srebra iz vlažnih Ag/alginatnih mikročestica u vodi. Bilo je moguće analizirati alginatni hidrogel kao model tkiva i kontaktu sa Ag/alginatnim hidrogelom u statičkim uslovima. Sa druge strane, eksperiment sa kontinualni protok vode kroz pakovani sloj Ag/alginatnih mikročestica je pokazivao nekoliko puta veći stepen otpuštanja srebra izazvano spiranjem nanočestica intersticijalnom brzinom fluida unutar mikročestica koja je određena pomoću predloženog matematičkog modela.

U toku dosadašnjeg naučno istraživačkog rada, povezana je i hidrotermalna sinteza nanočestica srebra u rastvoru natrijum-alginata, kao jeftinija od elektrohemijske, za dobijanje Ag/alginatnih koloidnih rastvora koji su putem elektrostatičke ekstruzije gelirani u obliku nanokompozitnih mikročestica koje su zatim ugrađene u filmove od poli(laktidne kiseline) (PLA) i poli(vinil alkohola) (PVA). Ovi filmovi su zatim ispitani sa stanovišta otpuštanja srebra u simulante za hranu na bazi vode odnosno 3 % zap. rastvor sirćetne kiseline, u destilovanu vodu, 10 % zap. rastvor etanola i 95 % zap. rastvor etanola. Upoređena su otpuštanja u različitim simulantima za hranu i formirani su modeli koji bi opisali procese difuzije i oksidacije nanočestica srebra iz ovih kompozitnih modela. Utvrđena je i antimikrobna aktivnost PLA kompozitnih filmova na soju *S. aureus*. Takođe, hidrotermalna metoda se pokazala kao odlična u sintezi nanočestica srebra u ekstaktu polisaharida gljive *Vascellium pratense*.

Tokom dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada pokazano je da nanokompozitni materijali na bazi nanočestica srebra i alginata u obliku hidrogelova imaju potencijal za biomedicinsku primenu kao antimikrobne obloge za rane ili implantati za meka tkiva. Isto tako, suve Ag/alginatne mikročestice su se pokazale kao veoma pogodne za umešavanje sa hidrofobnim (PLA) i hidrofiličnim (PVA) rastvorima polimera otvarajući nove mogućnosti za dobijanje antimikrobnih filmova koji mogu naći primenu u pakovanju hrane.

Iz istraživanja vezanih za doktorsku disertaciju kao i ostalih istraživanja u kojima je dr Kostić učestvovala proizašlo je 5 radova publikovanih u časopisima od međunarodnog značaja (M20), od kojih je 1 objavljen u međunarodnim časopisima izuzetnih vrednosti (M21a), 2 rada objavljena u vrhunskim međunarodnim časopisima (M21), 1 rad objavljen u istaknutom međunarodnom časopisu (M22) i 1 rad objavljen u međunarodnom časopisu (M23), kao i 11 saopštenja na međunarodnim naučnim skupovima štampana u izvodu i 5 saopštenja na nacionalnim naučnim skupovima štampana u izvodu.

## **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. Rad u međunarodnom časopisu izuzetnih vrednosti, M21a**

2.1.1.1.1. Stojkowska J., **Kostic D.**, Jovanovic Z., Vukasinovic-Sekulic M., Miskovic-Stankovic V., Obradovic B., 2014, A comprehensive approach to in vitro functional evaluation of Ag/alginate nanocomposite hydrogels, *Carbohydr. Polym.*, 111, 305-314, ISSN: 0144-8617, IF 2014: 4.074

##### **2.1.1.2. Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu, M21**

2.1.1.2.1. Madzovska-Malagurski I., Vukasinovic-Sekulic M., **Kostic D.**, Levic S., 2016, Towards antimicrobial yet bioactive Cu-alginate hydrogels, *Biomed. Mater.*, 11: 1-14, ISSN: 1748-6041, IF 2015: 3.361

2.1.1.2.2. **Kostic, D.**, Vukasinovic-Sekulic, M., Armentano, I., Torre, L., Obradovic, B., 2019, Multifunctional ternary composite films based on PLA and Ag/alginate microbeads: Physical characterization and silver release kinetics, *Materials Science and Engineering C*, 98: 1159-1168, ISSN: 0928-493, IF 2018: 4.708.

##### **2.1.1.3. Rad u istaknutom međunarodnom časopisu, M22**

2.1.1.3.1. **Kostic D.**, Vidovic S., Obradovic B. 2016, Silver release from nanocomposite Ag/alginate hydrogels in the presence of chloride ions: experimental results and mathematical modeling, *J. Nanopart. Res.*, 18:76 doi: 10.1007/s11051-016-3384-3, ISSN: 1388-0764, IF 2015: 2.101

##### **2.1.1.4. Rad u međunarodnom časopisu, M23**

2.1.1.4.1 **Kostic D**, Malagurski I., Obradovic B 2017, Transport of silver nanoparticles from nanocomposite Ag/alginate hydrogels under conditions mimicking tissue implantation, *Hem. Ind.*, DOI:10.2298/HEMIND160713049K, ISSN: 0367-598X, IF 2015: 0.437

## 2.1.2. Saopštenje sa skupa međunarodnog značaja štampano u izvodu, M34

- 2.1.2.1. Stojkowska J., Jovanovic Z, Kostic D., Miskovic-Stankovic V., Obradovic B.: *Bioreactor characterization of novel alginate nanocomposites for biomedical applications*, Book of Abstract, The twelfth annual conference "YUCOMAT 2010", Herceg Novi, Montenegro, 06-10.09.2010. p. 170
- 2.1.2.2. Obradovic B., Stojkowska J., Kostic D.: *Integrating biomimetic bioreactor conditions and alginate microbeads to induce formation of cartilaginous tissue constructs*, Annual meeting of the European Chapter of the Tissue Engineering and Regenerative Medicine International Society (TERMIS), Granada 2011, Spain, Histology and histopathology, Cellular and Molecular Biology, 26 (supplement 1) p. 88.
- 2.1.2.3. Stojkowska J., Jovanović Z., Zvicer J., Kostic D., Vukasinovic-Sekulic M., Miskovic-Stankovic V., Obradovic B.: *Characterization of novel alginate nanocomposites with silver nanoparticles for biomedical applications*, Annual meeting of the European Chapter of the Tissue Engineering and Regenerative Medicine International Society (TERMIS), Granada 2011, Spain, Histology and histopathology, Cellular and Molecular Biology, 26 (supplement 1) pp. 272-273.
- 2.1.2.4. Stojkowska J., Zvicer J., Kostic D., Obradovic B.: *Biomechanical properties of alginate hydrogels in a biomimetic bioreactor for cartilage tissue engineering*, September 2011, Dublin, Ireland, Book of Abstracts, poster/rapid fire presentation II – 257.
- 2.1.2.5. Obradovic B., Stojkowska J., Madzovska I., Kostic D., Vidovic S., Jovanovic Z., Vukasinovic-Sekulic M., Miskovic-Stankovic V.: *Versatile use of biomimetic bioreactors for functional evaluation of nanocomposite alginate based hydrogels*, 3rd TERMIS World Congress, Vienna, Austria, 2012, 55.P07, Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine 2012, 6 (suppl. 1), p. 334.
- 2.1.2.6. **Kostic D.**, Madzovska I., Vidovic S., Obradovic B.: *Modeling of release kinetics of silver nanoparticles from novel alginate nanocomposites aimed for biomedical applications*, 3rd TERMIS World Congress, Vienna, Austria, 2012, 54.P09, Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine 2012, 6 (suppl. 1), p. 324.
- 2.1.2.7. Obradovic B., Stojkowska J., Vidovic S., Kostic D., Madzovska I., Jovanovic Z., Vukasinovic-Sekulic M., Miskovic-Stankovic M.: *Novel Ag/alginate nanocomposite hydrogels for potential biomedical applications*, Programme & Book of Abstracts, First International Conference on Processing, characterisation and application of nanostructured materials and nanotechnology, NanoBelgrade 2012, Belgrade, Serbia, September 26-28, 2012, p. 66.
- 2.1.2.8. **Kostic D.**, Madzovska I., Vidovic S., Obradovic B.: *Silver release from alginate microbeads with incorporated silver nanoparticles under different hydrodynamic conditions*, Programme & Book of Abstracts, First International Conference on Processing, characterisation and application of nanostructured materials and nanotechnology, Belgrade, NanoBelgrade 2012, Serbia, September 26-28, 2012, p. 110.

- 2.1.2.9. Zvicer J., Kostic D., Vidovic S., Obradovic B.: *Validation and utilization of bioreactors mimicking skeletal tissues in vivo for biomaterial assessment*, Annual meeting of the European Chapter of the Tissue Engineering and Regenerative Medicine International Society (TERMIS-EU 2013), Istanbul, Turkey, June 17-20, 2013, p. 578.
- 2.1.2.10. **Kostic D.**, Madzovska I., Vidovic S., Obradovic B.: *Mathematical modeling of silver release from antimicrobial nanocomposite Ag/alginate microbeads*, Annual meeting of the European Chapter of the Tissue Engineering and Regenerative Medicine International Society (TERMIS-EU 2014), Genova, Italy, June 10-13, 2014, *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine* 2014, 8 (suppl. 1), p. 355.
- 2.1.2.11. Zvicer J., Kostic D., Vidovic S., Obradovic B.: *Biomimetic evaluation of Ag/alginate nanocomposites using a bioreactor with dynamic compression*, International Conference Unified Scientific Approaches towards Regenerative Orthopaedics and Dentistry, REDEOR, Venice, Italy, March 25-27, 2015, Conference Book, p. 60-61.
- 2.1.3. **Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu, M64**
- 2.1.3.1. **Kostić D.**, Stojkovska J., Obradović B.: *Alginate microbeads as cell supports in a biomimetic bioreactor for cartilage tissue engineerig*, 9th Young Researchers' Conference – Materials Science and Engineering, Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, 2010, Serbia, Book of Abstract, IV/4, pp. 17.
- 2.1.3.2. Stojkovska J., Jovanović Ž., Kostić D., Zvicer J., Jevremović I., Vukašinović-Sekulić M., Mišković-Stanković V., Obradović B.: *Evaluation of novel alginate nanocomposites for biomedical applications*, 9th Young Researchers Conference – Materials Science and Engineering, Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, 2010, Serbia, Book of Abstract, III/8, page 13.
- 2.1.3.3. Stojkovska J., Kostic D., Zvicer J., Obradovic B.: *Ispitivanje biomehaničkih karakteristika alginatnih mikročestica sa imobilisanim hondrocitima u toku bioreaktorske kultivacije u cilju inženjerstva tkiva hrskavice*, Biotehnologija za održivi razvoj, TMF, Beograd, 2010, Knjiga izvoda radova, str. 74-75.
- 2.1.3.4. Stojkovska J., Jovanović Ž., Kostić D., Vukašinović-Sekulić M., Mišković-Stanković V., Obradović B.: *Evaluation of novel Ag/alginate microbeads for potential biomedical applications*, 11th Young Researchers Conference – Materials Science and Engineering, SASA, Belgrade 2012, Serbia, Book of Abstracts, TM5, p. 47.
- 2.1.3.5. **Kostić D.**, Madžovska I., Vidović S., Obradović B.: *Mathematical modeling of silver release from nanocomposite Ag/alginate microbeads*, 12th Young Researchers Conference – Materials Science and Engineering, SASA, December 11 – 13, 2013, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, I/2, p. 1

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

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

2.1.4.1.1. Danijela D. Kostić, „**Kinetika i mehanizam otpuštanja srebra iz nanokompozitnih Ag/alginatnih hidrogelova za različite primene**“, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, decembar 2017

## 2.1.5. Naučna saradnja i saradnja sa privredom

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

2.1.5.1.1. 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 hrane

2.1.5.1.2. Projekat integralnih i interdisciplinarnih istraživanja III45019 (2011- 2018): *"Sinteza, razvoj tehnologija dobijanja i primena nanostrukturnih multifunkcionalnih materijala definisanih svojstava"* (III45019)

## 3. ANALIZA PUBLIKOVANIH RADOVA

Značajno mesto u istraživačkom radu Danijele Kostić zauzima formiranje matematičkih modela koji opisuju otpuštanje nanočestica i jona srebra iz alginatnih matrica u fiziološkom rastvoru i drugim simulantima za hranu.

Kako je antimikrobna aktivnost Ag/alginatnih mikročestica bez citotoksičnih efekata prethodno već bila pokazana u radu 2.1.1.1.1. na ćelijama hondrocita koje su bile takođe inkorporirane u alginatne matrice, zaključilo se da su Ag/alginatne mikročestice veoma pogodne za obezbeđivanje sterilne sredine u uslovima kultivacije ćelija hondrocita u bioreaktoru. Potrebno je dalje bilo opisati kinetiku i fenomen otpuštanja srebra iz alginatnih matrica. Kako su nanočestice srebra u radu 2.1.1.1.1 sintetisane elektrohemijском metodom koja je pogodna za biomedicinsku primenu, tako su hidrogelovi sa elektrohemijski sintetisanim nanočesticama ispitivani u pogledu kinetike otpuštanja nanočestica i/ili jona srebra pri različitim hidrodinamičkim uslovima relevantnim za primenu u medicini. Posebno su izvedeni eksperimenti u vodi i fiziološkom rastvoru kao modelu bioloških fluida što je predstavljeno u publikaciji 2.1.1.3.1., Urađeni su eksperimentalni rezultati, a potom su razvijeni i uspešno primenjeni matematički modeli koji su uključili difuziju nanočestica srebra kroz alginatnu matricu, reakciju oksidacije nanočestica srebra i reakciju sa jonima hlora iz rastvora i na kraju difuziju nagrađenih formi  $\text{AgCl}_x^{(x-1)-}$  (publikacija 2.1.1.3.1.). Matematičko modelovanje otpuštanja srebra iz Ag/alginatnih mikročestica u fiziološkom rastvoru je ukazalo na oksidaciju nanočestica kinetikom prvog reda sa konstantom brzine reda veličine  $\sim 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ . Ukoliko je bubrenje mikročestica bilo intenzivnije to je konstanta brzine oksidacije bila manja, a brzina difuzije nagrađenih  $\text{AgCl}_x^{(x-1)-}$  formi se smanjivala ukazujući da je najverovatnije većim delom formiran precipitat AgCl što je opisano kroz publikaciju 2.1.1.3.1. Statički uslovi i

direktan kontakt dva hidrogela su imitirali obloge za rane i implantate u neprokrvljenim tkivima dok su ispitivanja pri kontinualnom protoku fluida imitirala implantaciju u vaskularizovana tkiva (publikacija 2.1.1.4.1). U direktnom kontaktu sa alginatnim hidrogelom u statičkim uslovima, mala količina (~ 0,7 %) nanočestica je migrirala stvarajući veće agregate na površini hidrogela i više manjih agregata (~ 400 nm) unutar hidrogela. Sa druge strane, kontinualni protok vode kroz pakovani sloj Ag/alginatnih mikročestica je izazvao nekoliko puta veći stepen otpuštanja srebra izazvano spiranjem nanočestica intersticijalnom brzinom fluida unutar mikročestica koja je određena kao  $\sim 5 \text{ nm s}^{-1}$  što je opisano kroz publikaciju 2.1.1.4.1.

Sa druge strane, nanočestice srebra su sintetisane i hidrotermalnom sintezom koja se pokazala kao jeftinija od elektrohemijske i primenjena je za dobijanje Ag/alginatnih koloidnih rastvora koji su putem elektrostatičke ekstruzije gelirani uobliku nanokompozitnih mikročestica koje su zatim ugrađene u filmove od poli(laktidne kiseline) (PLA) što je predstavljeno u radu 2.1.1.2.2. i poli(vinil alkohola) (PVA) koji je naknadno opisan kroz doktorsku disertaciju 2.1.4.1.1. Ovi filmovi su zatim ispitani sa stanovišta otpuštanja srebra u simulante za hranu na bazi vode odnosno 3 % zap. rastvor sirćetne kiseline, u destilovanu vodu, 10 % zap. rastvor etanola i 95 % zap. rastvor etanola. Najveći stepen otpuštanja srebra je dobijeno u rastvoru sirćetne kiseline usled oksidacije nanočestica srebra pa tako i lakše difuzije jona kroz film. PLA kompozitni filmovi su pokazali slabu ali vidljivu antimikrobnu aktivnost na soju *S. aureus* pojavom inhibicione zone debljine oko 1 mm, dok nisu imali efekta na soj bakterije *E. coli* (publikacija 2.1.1.2.2.)

#### 4. CITIRANOST RADOVA

Ukupan broj heterocitata radova dr Danijele D. Kostić publikovanih u međunarodnim časopisima je 35, izvor *Scopus*, pristup 20.01.2020. Citirani su sledeći radovi:

**Kostic, D., Vukasinovic-Sekulic, M., Armentano, I., Torre, L., Obradovic, B., 2019, Multifunctional ternary composite films based on PLA and Ag/alginate microbeads: Physical characterization and silver release kinetics, *Materials Science and Engineering C* 98, pp. 1159-1168**

1. Wu, C.-S., Wu, D.-Y., Wang, S.-S., 2019, Antibacterial Properties of Biobased Polyester Composites Achieved through Modification with a Thermally Treated Waste Scallop Shell, *ACS Applied Bio Materials*, 2(5), pp. 2262-2270

**Madzovska-Malagurski, I., Vukasinovic-Sekulic, M., Kostic, D., Levic, S., 2016, Towards antimicrobial yet bioactive Cu-alginate hydrogels, *Biomedical Materials (Bristol)*, 11(3), 035015.**

1. McCarthy, R.R., Ullah, M.W., Booth, P., Pei, E., Yang, G. 2019, The use of bacterial polysaccharides in bioprinting, *Biotechnology Advances* 37(8), 107448



2. Matai, I., Garg, M., Rana, K., Singh, S. 2019, Polydopamine functionalized hydrogel beads as magnetically separable antibacterial materials, *RSC Advances*, 9(24), pp. 13444-13457
3. Li, S., Dong, S., Xu, W., Tu, S., Yan, L., Zhao, C., Ding, J., Chen, X., 2018, Antibacterial Hydrogels, *Advanced Science*, 5(5), 1700527.
4. Kondaveeti, S., Bueno, P.V.D.A., Carmona-Ribeiro, A.M., Esposito F., Lincopan, N., Sierakowski, M.R., Petri, D.F.S., 2018, Microbicidal gentamicin-alginate hydrogels, *Carbohydrate Polymers*, 186, pp. 159-167
5. Torres, D.I., Villanueva, M.E., Lázaro-Martínez, J.M., Copello, G.J., Campo Dall'Orto, V., 2018, Calcium alginate beads reinforced with synthetic oligomers, linear polyethylenimine and Cu(II): structural stability and potential applications, *Cellulose*, 25(3), pp. 1657-1672
6. Negi, P., Verma, C., Kumari, S., 2018, Therapeutic applications of polymeric hydrogels ( Book Chapter), *Advances in Polymers for Biomedical Applications* pp. 331-350
7. Gyles, D.A., Castro, L.D., Silva, J.O.C., Ribeiro-Costa, R.M., 2017, A review of the designs and prominent biomedical advances of natural and synthetic hydrogel formulations, *European Polymer Journal*, 88, pp. 373-392

**Kostic, D., Vidovic, S., Obradovic, B., 2016, Silver release from nanocomposite Ag/alginate hydrogels in the presence of chloride ions: experimental results and mathematical modeling, *Journal of Nanoparticle Research*, 18(3), 76**

1. González-Garcinuño A., Masa, R., Hernández, M., Domínguez, A., Tabernero, A., Del Valle, E.M, 2019, Levan-Capped silver nanoparticles for bactericidal formulations: Release and activity modelling, *International Journal of Molecular Sciences*, 20(6), 1502
2. Nguyen, T.D., Vo, T.T., Huynh, T.T.T., Nguyen, C.H., Doan, V.D., Dang, C.H., 2019, Effect of capping methods on the morphology of silver nanoparticles: Study on the media-induced release of silver from the nanocomposite  $\beta$ -cyclodextrin/alginate, *New Journal of Chemistry*, 43(43), pp. 16841-16852
3. He, X., Wang, M., Zhang, C., Liu, L., 2017, Preparation of high toughness nanocomposite hydrogel with UV protection performance and self-healing property, *Journal of Nanoparticle Research*, 19 (7), 229,
4. Xiong, J., Ghorri, M.Z., Henkel, B., Strunskus, T., Schürmann, U., Deng, M., Kienle, L., Faupel, F., 2017, Tuning silver ion release properties in reactively sputtered Ag/TiO<sub>x</sub> nanocomposites, *Applied Physics A: Materials Science and Processing*, 123(7), 470
5. Peterson, K.I., Lipnick, M.E., Mejia, L.A., Pullman, D.P., 2016, Temperature Dependence and Mechanism of Chloride-Induced Aggregation of Silver Nanoparticles, *Journal of Physical Chemistry C*, 120(40), pp. 23268-23275

**Kostic, D.D., Malagurski, I.S., Obradovic, B.M., 2017, Transport of silver nanoparticles from nanocomposite Ag/alginate hydrogels under conditions mimicking tissue implantation | [Transport nanočestica srebra iz nanokompozitnih ag/alginatnih hidrogelova u uslovima relevantnim za implantaciju u tkiva], Hemijska Industrija 71(5), pp. 383-394**

**Stojkovska, J., Kostić, D., Jovanović, Ž., Vukašinović-Sekulić, M., Mišković-Stanković, V., Obradović, B., 2014, A comprehensive approach to in vitro functional evaluation of Ag/alginate nanocomposite hydrogels, *Carbohydrate Polymers*, 111, pp. 305-314**

1. Obradovic, N., Pajic-Lijakovic, I., Krunic, T., Belovic, M., Rakin, M., Bugarski, B., 2019, Effect of Encapsulated Probiotic Starter Culture on Rheological and Structural Properties of Natural Hydrogel Carriers Affected by Fermentation and Gastrointestinal Conditions, *Food Biophysics*, Article in press
2. Thapa, R.K., Diep, D.B., Tønnesen, H.H., 2019, Topical antimicrobial peptide formulations for wound healing: Current developments and future prospects, *Acta Biomaterialia*, Article in press
3. Kumar, S.S.D., Rajendran, N.K., Houreld, N.N., Abrahamse, H., 2018, Recent advances on silver nanoparticle and biopolymer-based biomaterials for wound healing applications, *International Journal of Biological Macromolecules*, 115, pp. 165-175
4. Kaczmarek, B., Sionkowska, A., Stojkovska, J., 2018, Characterization of scaffolds based on chitosan and collagen with glycosaminoglycans and sodium alginate addition, *Polymer Testing*, 68, pp. 229-232
5. Li, S., Dong, S., Xu, W., Tu, S., Yan, L., Zhao, C., Ding, J., Chen, X., 2018, Antibacterial Hydrogels, *Advanced Science*, 5(5), 1700527
6. Yang, K., Han, Q., Chen, B., Zheng, Y., Zhang, K., Li, Q., Wang, J., 2018, Antimicrobial hydrogels: Promising materials for medical application, *International Journal of Nanomedicine*, 13, pp. 2217-2263
7. Porrelli, D., Travan, A., Turco, G., Crosera, M., Borgogna, M., Donati, I., Paoletti, S., Adami, G., Marsich, E., 2018, Antibacterial-nanocomposite bone filler based on silver nanoparticles and polysaccharides, *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 12(2), pp. e747-e759
8. Wahid, F., Zhong, C., Wang, H.-S., Hu, X.-H., Chu, L.-Q., 2017, Recent advances in antimicrobial hydrogels containing metal ions and metals/metal oxide nanoparticles, *Polymers*, 9(12), 636
9. Tong, Z., Chen, Y., Liu, Y., Tong, L., Chu, J., Xiao, K., Zhou, Z., Dong, W., Chu, X., 2017, Preparation, characterization and properties of alginate/poly( $\gamma$ -glutamic acid) composite microparticles, *Marine Drugs*, 15(4), 91
10. Hooshyar, Z., Bardajee, G.R., 2017, A novel dual thermo- and pH-responsive silver nanocomposite hydrogel as a drug delivery system, *Journal of the Iranian Chemical Society*, 14(3), pp. 541-549
11. Martinez Sanchez, A.H., Feyerabend, F., Laipple, D., Willumeit-Römer, R., Weinberg, A., Luthringer, B.J.C., 2017, Chondrogenic differentiation of ATDC5-cells under the

- influence of Mg and Mg alloy degradation, *Materials Science and Engineering C*, 72, pp. 378-388
12. Chen, K. Li, J. Feng, Y. He, F. Zhou, Q. Xiao, D. Tang, Y., 2017, Structural and rheological characterizations of nanoparticles of environment-sensitive hydrophobic alginate in aqueous solution, *Materials Science and Engineering C*, 70, pp. 617-627
  13. Del Castillo Castro, T., Castillo Ortega, M.M., Rodríguez Félix, D.E., 2017, Encinas Encinas, J.C., Nanocomposite hydrogels as drug delivery systems ( Book Chapter), *Functional Hydrogels in Drug Delivery: Key Features and Future Perspectives* pp. 24-51
  14. Rescignano, N., Hernandez, R., Lopez, L.D., Calvillo, I., Kenny, J.M., Mijangos, C., 2016, Preparation of alginate hydrogels containing silver nanoparticles: a facile approach for antibacterial applications, *Polymer International*, 65(8), pp. 921-926
  15. Sanyasi, S., Majhi, R.K., Kumar, S., Mishra, M., Ghosh, A., Suar, M., Satyam, P.V., Mohapatra, H., Goswami, C., Goswami, L., 2016, Polysaccharide-capped silver Nanoparticles inhibit biofilm formation and eliminate multi-drug-resistant bacteria by disrupting bacterial cytoskeleton with reduced cytotoxicity towards mammalian cells, *Scientific Reports*, 6, 24929
  16. Tawfik, S.M., Hefni, H.H., 2016, Synthesis and antimicrobial activity of polysaccharide alginate derived cationic surfactant-metal(II) complexes, *International Journal of Biological Macromolecules*, 82, pp. 562-572
  17. Cui, J., Yang, Y., Hu, Y., Li, F., 2015, Rice husk based porous carbon loaded with silver nanoparticles by a simple and cost-effective approach and their antibacterial activity, *Journal of Colloid and Interface Science*, 455, pp. 117-124
  18. Milivojevic, M., Pajic-Lijakovic, I., Levic, S., Nedovic, V., Bugarski, B., 2015, Alginate based polyurethanes: A review of recent advances and perspective, *Alginic Acid: Chemical Structure, Uses and Health Benefits*, pp. 45-88
  19. Zia, K.M., Zia, F., Zuber, M., Rehman, S., Ahmad, M.N., 2015, Alginate based polyurethanes: A review of recent advances and perspective, *International Journal of Biological Macromolecules*, 79, pp. 377-387
  20. Kehr, N.S., Atay, S., Ergün, B. 2015, Self-assembled monolayers and nanocomposite hydrogels of functional nanomaterials for tissue engineering applications, *Macromolecular Bioscience*, 15(4), pp. 445-463
  21. Islan, G.A., Mukherjee, A., Castro, G.R., 2015, Development of biopolymer nanocomposite for silver nanoparticles and Ciprofloxacin controlled release, *International Journal of Biological Macromolecules*, 72, pp. 740-750
  22. Obradović, N.S., Krunić, T.Ž., Trifković, K.T., Bulatović, M.L., Rakin, M.P, Rakin, M.B., Bugarski, B.M., 2015, Influence of Chitosan Coating on Mechanical Stability of Biopolymer Carriers with Probiotic Starter Culture in Fermented Whey Beverages, *International Journal of Polymer Science*, 2015,732858

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

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

U svom dosadašnjem naučno-istraživačkom radu dr Danijela D. Kostić je publikovala 21 bibliografsku jedinicu, i to: pet radova u časopisima međunarodnog značaja, kao i jedanaest saopštenja sa međunarodnih skupova štampanih u izvodu i pet saopštenja sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu. Prosečan broj autora po radu za ukupno navedenu bibliografiju iznosi 4,76. Na tri rada i pet saopštenja bila je prvi autor. Aktivno je učestvovala u osmišljavanju i/ili izvođenju eksperimentalnog dela radova u kojima je koautor, kao i pisanju publikacija.

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

Dr Danijela Kostić je drzala vežbe studentima na predmetu “Uvod u Hemijsko inženjerstvo” na katedri za Hemijsko inženjerstvo Tehnološko-Metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

### **5.3. Kvalitet naučnih rezultata**

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

U svom dosadašnjem naučno-istraživačkom radu dr Danijela D. Kostić je, kao autor ili koautor, do sada objavila jedan rad u međunarodnom časopisu kategorije M21a, dva rada u međunarodnim časopisima kategorije M21, jedan rad u časopu kategorije M22 i jedan rad u časopisu kategorije M23. Radovi su do sada citirani u naučnoj periodici 35 puta (bez autocitata i heterocitata). Pozitivna citiranost radova ukazuje na aktuelnost i uticajnost objavljenih radova, koji se uklapaju u svetske trendove, što potvrđuje njihov značaj.

Radovi dr Danijele D. Kostić koji su objavljeni u međunarodni časopisima iz kategorije M21a (*Carbohydr. Polym* IF 2014: 4.074), M21 (*Biomed. Mater* IF 2015: 3.361 i *Materials Science and Engineering C*, IF 2018: 4.708), M22 (*J. Nanopart. Res* IF 2015: 2.101), M23 (*Hem. Ind.* IF 2015: 0.437).

#### ***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***

Dr Danijela Kostić je u dosadašnjem naučno-istraživačkom radu publikovala 21 bibliografsku jedinicu i to: 5 naučnih radova, 11 saopštenja sa međunarodnih skupova štampanih u izvodu i 5 saopštenja sa skupova od nacionalnog značaja štampano u izvodu. Prosečan broj autora po radu za ukupno navedenu bibliografiju iznosi 4,76 i to:

- M20 autor 3 rada i koautor na 2 rada - prosek autora 4,2
- M30 autor 3 i koautor 8 radova prosek autora 4,91
- M60 autor 2 rada i koautor 3 rada prosek autora 5,00

### 5.3.3. Stepen samostalnosti u naučnoistraživačkom radu i uloga u realizaciji radova u naučnim centrima u zemlji i inostranstvu

Dr Danijela D. Kostić je tokom dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada pokazala visok stepen samostalnosti u kreiranju i realizaciji eksperimenata, obradi i analiziranju rezultata i pisanju naučnih radova. Rezultate svojih istraživanja je sistematski analizirala, objasnila i publikovala u uticajnim međunarodnim i domaćim časopisima i saopštila na domaćim i međunarodnim skupovima. Kandidatkinja je pokazala sklonost ka timskom radu, o čemu govore zajedničke publikacije kako sa kolegama sa Tehnološko-metalurškog fakulteta, tako i sa kolegama iz drugih naučno-istraživačkih institucija.

Sumarni prikaz dosadašnje naučno-istraživačke aktivnosti Danijele D. Kostić:

	Koeficijent kategorije	Broj radova u kategoriji	Zbir
<b>Rad u međunarodnom izuzetnih vrednosti, M21a</b>	10	1	10
<b>Rad u međunarodnom časopisu, M21</b>	8	2	16
<b>Rad u istaknutom međunarodnom časopisu, M22</b>	5	1	5
<b>Rad u međunarodnom časopisu, M23</b>	3	1	3
<b>Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu, M34</b>	0,5	11	5,5
<b>Saopštenje nacionalnog skupa štampano u izvodu, M64</b>	0,2	5	1
<b>Odbranjena doktorska disertacija, M71</b>	6	1	6
<b>UKUPAN KOEFICIJENT</b>			<b>46,5</b>

Uslov za izbor u zvanje naučni saradnik za tehničko-tehnološke 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	46,5
<b>M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51+M80+M90+M100</b>	9	34
<b>M21+M22+M23</b>	5	34

## ZAKLJUČAK

Na osnovu detaljne analize dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada i ostvarenih rezultata **dr Danijele D. Kostić**, 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 ga i prosledi odgovarajućem Matičnom odboru Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije na konačno usvajanje.

Beograd 20-Maj-2020

## 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 Steva Lević, docent

Univerziteta u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

---