

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU  
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET  
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, održanoj 28.12.2017. godine, imenovani smo za članove Komisije za podnošenje Izveštaja o ispunjenosti uslova za izbor u naučno zvanje NAUČNI SARADNIK kandidata dr **Katarine M. Banjanac**, master inženjera tehnologije, a prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja i kvalitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata i shodno statutu Tehnološko-metalurškog fakulteta.

O navedenom kandidatu Komisija podnosi sledeći:

**IZVEŠTAJ**

**1.1. BIOGRAFSKI PODACI**

**Katarina M. Banjanac** rođena je 10.12.1984. godine u Valjevu, gde je završila osnovnu školu „Milovan Glišić“ i Valjevsku gimnaziju sa odličnim uspehom. Osnovne studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisala je školske 2008/2009. godine. Diplomirala je na TMF-u na Katedri za biohemijsko inženjerstvo i botehnologiju školske 2011/2012. godine sa ocenom na diplomskom radu 10 (deset) i prosečnom ocenom u toku studija 9,12. Dobila je nagradu „Panta S. Tutundžić“ za izvarendan uspeh tokom osnovnih studija. Master studije na Katedri za biohemijsko inženjerstvo i biotehnologiju je upisala školske 2012/2013. godine., koje je završila u julu 2013. godine sa prosečnom ocenom 9,88 i odbranila master rad sa ocenom 10 (deset).

Doktorske studije na Katedri za biohemijsko inženjerstvo i biotehnologiju upisala je školske 2013/2014. godine. Položila je sve ispite predviđene planom i programom poslediplomskih studija Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu sa prosečnom ocenom 10,00 uključujući i završni ispit. Doktorsku tezu pod nazivom “Imobilizacija enzima na nanočestice SiO<sub>2</sub> modifikovane organosilanima,, odbranila je 12.12.2017. godine i time stekla zvanje doktor nauka - tehnološko inženjerstvo - biotehnologija.

Katarina M. Banjanac izabrana je u zvanje istraživač saradnik 10.07.2015. godine na Tehnološko-metalurškom fakultetu. Pohađala je i završila obuku za korišćenje gasnog hromatografa u Direkciji za mere i dragocene metale u Beogradu tokom 2016. godine.

Učestvovala je kao istraživač saradnik tokom 2015-2016. godine na projektima:

1. “Razvoj fermentativnog postupka proizvodnje fitopatogenih bakterija za primenu u biofungicidima“, realizator Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog fakulteta, naručilac firma BioGenesis d.o.o Bačka Topola (projekat saradnje sa privredom).

2. „Razvoj novih tehnologija proizvodnje poliola različitih svojstava iz otpadne polietilentereftalatne ambalaže i alkidnih, poliestarskih i poliuretanskih proizvoda baziranih na tim poliolima- III i IV faza”, naručilac Sekretarijat za zaštitu životne sredine Grada Beograda, realizator Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu (projekat saradnje sa lokalnom samoupravom).

Od 1.03.2017. godine Katarina Banjanac je kao istraživač saradnik zaposlena na projektu "Razvoj novih inkapsulacionih i enzimskih tehnologija za proizvodnju biokatalizatora i biološki aktivnih komponenata hrane u cilju povećanja njene konkurentnosti, kvaliteta i bezbednosti" ev. br. III 46010, koji finansira Ministarstvo nauke, prosvete i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Kao stipendista Ministarstva ekonomije Vlade Republike Nemačke prisustvovala je „Internacionalnoj letnjoj školi metrologije“ koja je bila održana tokom avgusta 2017. godine u Nemačkoj i koju su organizovali PTB i TU.

Od 1.10.2017. godine angažovana je i kao istraživač saradnik na EMPIR projektu pod nazivom „Proizvodnja sertifikovanih referentnih materijala - etanol u vodi“ u Direkciji za mere i dragocene metale.

Koautor je 11 (jedanaest) radova u časopisima međunarodnog značaja (osam M21, po jedan M22, M23 i M24), dva rada u časopisima nacionalnog značaja (po jedan M51 i M52) i sedam saopštenja na domaćim i međunarodnim skupovima (dva M33, četiri M34 i jedan M63).

## 1.2. NAUČNO-ISTRAŽIVAČKI RAD

**Dr Katarina M. Banjanac** je zaposlena u Inovacionom centru Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, u zvanju istraživač saradnik sa 12 istraživač meseci od marta 2017. na projektu integralnih i interdisciplinarnih istraživanja pod nazivom “Razvoj novih inkapsulacionih i enzimskih tehnologija za proizvodnju biokatalizatora i biološki aktivnih komponenata hrane u cilju povećanja njene konkurentnosti, kvaliteta i bezbednosti” ev. br. III 46010, koji finansira Ministarstvo nauke, prosvete i tehnološkog razvoja Republike Srbije. U zvanje istraživač saradnik izabrana je u julu 2015. godine.

U toku dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada **dr Katarina M. Banjanac** najvećim delom bavila se optimizacijom hemijske modifikacije površine komercijalnih nosača (kao što su Purolite, Eupergit, nanočestice silike i dr.) i imobilizacijom industrijskih enzima (lipaza,  $\beta$ -galaktozidaze i proteaza) na dobijene modifikovane nosače, kao i njihovom primenom u proizvodnji bioaktivnih komponenata hrane. Tema njene doktorske disertacije i radovi koji su iz nje proizašli su vezani za optimizaciju hemijske modifikacije površine komercijalnih, pirogenih nanočestica silike reakcijom silanizacije i razvoj različitih metoda imobilizacije enzima (lipaza,  $\beta$ -galaktozidaze i proteaza) na dobijene modifikovane nanočestice silike sa ciljem njihove dalje upotrebe u reakcijama esterifikacije, transgalaktozilacije i hidrolize radi sinteze jedinjenja koja se mogu koristiti kao aditivi (veštačke arome voća) u prehrambenoj industriji, jedinjenja sa potencijalnom fiziološkom aktivnošću

- galakto-oligosaharida i galaktozida funkcionalno aktivnih aglikona (dulcitol), kao i radi dobijanja proteinskih izolata visokih nutritivnih vrednosti.

Ostali pravci istraživanja, čiji rezultati nisu deo doktorske disertacije kandidata, ali su deo ostalih istraživanja u okviru projekta, usmereni su na imobilizaciju i primenu imobilisanih lipaza u enzimskim procesima sinteze estara vitamina C u cilju dobijanja antioksidanasa i fiziološki aktivnih jedinjenja. Pored toga, bavila se i optimizacijom mikrobnih postupaka proizvodnje enzima amilaza, kao i proizvodnje biofungicida.

Kandidatkinja je svoju istraživačku kompetentnost potvrdila objavljivanjem dvadeset bibliografskih jedinica i doktorske disertacije. Rezultati njenog dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada prikazani su u osam radova objavljenih u vrhunskim međunarodnim časopisima (M21), jednom radu u istaknutom međunarodnom časopisu (M22), jednom radu u časopisu međunarodnog značaja (M23), jednom radu u nacionalnom časopisu međunarodnog značaja (M24), dva rada u časopisima nacionalnog značaja (po jedan M51 i M52), dva saopštenja na skupovima međunarodnog značaja štampana u celini (M33), četiri saopštenja na skupovima međunarodnog značaja štampana u izvodu (M34) i jednom saopštenju na nacionalnim skupovima štampanom u celini (M63).

## 2. NAUČNA KOMPETENTNOST

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

#### 2.1.1. Radovi u međunarodnim časopisima izuzetnih vrednosti (M21a)

2.1.1.1. Carević, M., Bezbradica, D., **Banjanac, K.**, Milivojević, A., Fanuel, M., Rogniaux, H., Ropartz, D., Veličković, D.: Structural elucidation of enzymatically synthesized galacto-oligosaccharides using Ion-mobility spectrometry-tandem mass spectrometry, - *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 64, no. 1, pp. 3609-3615, 2016 (**IF(2016)=3,154**) (ISSN 0021-8561).

#### 2.1.2. Radovi u vrhunskim međunarodnim časopisima (M21)

2.1.2.1. **Banjanac, K.**, Mihailović, M., Prlainović, N., Carević, M., Stojanović, M., Marinković, A., Bezbradica, D.: Cyanuric chloride functionalized silica nanoparticles for covalent immobilization of lipase, - *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, vol. 9, no. 2, pp. 439-448, 2016 (**IF(2016)= 3.135**) (ISSN 0268-2575).

2.1.2.2. **Banjanac, K.**, Mihailović, M., Prlainović, N., Carević, M., Stojanović, M., Marinković, A., Bezbradica, D.: Epoxy-silanization – tool for improvement of silica nanoparticles as support for lipase immobilization with respect to esterification activity, - *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, vol. 91, no. 10, pp. 2654-2663, 2016 (**IF(2016)= 3.135**) (ISSN 0268-2575).

- 2.1.2.3. **Banjanac, K.**, Carević, M., Ćorović, M., Milivojević, A., Prlainović, N., Marinković, A., Bezbradica, D.: Novel  $\beta$ -galactosidase nanobiocatalyst systems for application in the synthesis of bioactive galactosides, - *RSC Advances*, vol. 6, no.1, pp. 97216–97225, 2016 (**IF(2016)=3.108**) (ISSN 2046-2069).
- 2.1.2.4. Carević, M., Ćorović, M., Mihailović, M., **Banjanac, K.**, Milisavljević, A., Veličković, D., Bezbradica, D.: Galacto-oligosaccharide synthesis using chemically modified  $\beta$ - galactosidase from *Aspergillus oryzae* immobilized onto macroporous amino resin, - *International Dairy Journal*, vol. 54, no. 1, pp. 50-57, 2016 (**IF(2016)=2,067**) (ISSN 0958-6946).
- 2.1.2.5. Mihailović, M., Stojanović, M., **Banjanac, K.**, Carević, M., Prlainović, N., Milosavić, N., Bezbradica, D.: Immobilization of lipase on epoxy-activated Purolite A109 and its post-immobilization stabilization, - *Process Biochemistry*, vol. 49, no. 4, pp. 637-646, 2014 (**IF(2013)=2,529**) (ISSN 1359-5113).
- 2.1.2.6. Milivojević, A., Ćorović, M., Carević, M., **Banjanac, K.**, Vujisić, Lj., Veličković, D., Bezbradica, D.: Highly efficient enzymatic acetylation of flavonoids: Development of solvent-free process and kinetic evaluation, - *Biochemical Engineering Journal*, vol. 128, no. 1, pp. 106-115, 2017 (**IF(2016)=2,892**) (ISSN 1369-703X).
- 2.1.2.7. Ćorović, M., Milivojević, A., Carević, M., **Banjanac, K.**, Jakovetić-Tanasković, S., Bezbradica, D.: Batch and semicontinuous production of L-ascorbyl oleate catalyzed by CALB immobilized onto Purolite<sup>®</sup> MN102, - *Chemical Engineering Research & Design*, vol. 126, no. 1, pp. 161-171, 2017 (**IF(2016)=2,538**) (ISSN 0263-8762).

### **2.1.3. Radovi u istaknutim međunarodnim časopisima (M22)**

- 2.1.3.1. Ćorović, M., Mihailović, M., **Banjanac, K.**, Carević, M., Milivojević, A., Milosavić, N., Bezbradica, D.: Immobilization of *Candida antarctica* lipase B onto Purolite<sup>®</sup> MN102 and its application in solvent-free and organic media esterification, - *Bioprocess and Biosystems Engineering*, vol. 40, no. 1, pp. 23-34, 2017 (**IF(2016)=1.870**) (ISSN 1615-7591).

### **2.1.4. Radovi u međunarodnim časopisima (M23)**

- 2.1.4.1. Mihailović, M., Trbojević-Ivić, J., **Banjanac, K.**, Milosavić, N., Veličković, D., Carević, M., Bezbradica, D.: Immobilization of maltase from *Saccharomyces cerevisiae* on thiosulfonate supports, - *Journal of the Serbian Chemical Society*, vol. 81, no. 12, pp. 1371-1382, 2016 (**IF(2016)=0.822**) (ISSN 0352-5139).

### **2.1.5. Radovi u nacionalnim časopisima međunarodnog značaja (M24)**

- 2.1.5.1. Carević, M., **Banjanac, K.**, Ćorović, M., Jakovetić, S., Milivojević, A., Vukašinović-Sekulić M., Bezbradica, D.: Selection of lactic acid bacteria strain for simultaneous production of  $\alpha$ - and  $\beta$ -galactosidases, - *Zaštita materijala*, vol. 57, pp. 265-273, 2016 (IF(2016)= 0.161) (ISSN 0351-9465).

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

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

- 2.2.1.1. Carević, M., **Banjanac, K.**, Lukić, N., Jakovljević, A., Ćorović, M., Milisavljević, A., Bezbradica, D.: Synthesis of galactitol galactoside using transgalactosylation activity of  $\beta$ -galactosidase from *Aspergillus oryzae*, - *III International congress of Food Technology, Quality and Safety*, 2016, Novi Sad, Proceedings, pp. 186-192 (ISBN 978-86-7994-049-0).
- 2.2.1.2. Ćorović, M., **Banjanac, K.**, Prlainović, N., Milisavljević, A., Carević, M., Marinković, A., Bezbradica, D.: Immobilization of *Candida antarctica* lipase B onto modified silica nanoparticles and its application for the synthesis of l-ascorbyl oleate, - *III International congress of Food Technology, Quality and Safety*, 2016, Novi Sad, Proceedings, pp. 193-199 (ISBN 978-86-7994-049-0).

#### **2.2.2. Saopštenja na međunarodnim skupovima štampana u izvodu (M34)**

- 2.2.2.1. Prlainović, N., Stojanović, M., Carević, M., Mihailović, M., **Banjanac, K.**, Marinković, A., Bezbradica, D.: Two-step modification of silica nanoparticles for covalent lipase immobilization, - *8<sup>th</sup> International Conference of the Chemical Societies of the South-East European Countries*, 2013, Beograd, BS-NS P001.
- 2.2.2.2. Mihailović, M., Carević, M., Stojanović, M., Prlainović, N., **Banjanac, K.**, Bezbradica, D.: Chemical modification of Purolite A109 for application in lipase immobilization, - *8<sup>th</sup> International Conference of the Chemical Societies of the South-East European Countries*, 2013, Beograd, F P34.
- 2.2.2.3. Lukić, N., Jakovljević, A., Carević, M., **Banjanac, K.**, Bezbradica, D.: Development of nanobiocatalyst systems for application in biosynthesis of functionally active galactoside, - *Fifteenth Young Researchers Conference-Materials Science and Engineering*, 2016, Beograd, The book of abstracts, pp. 37 (ISBN 978-86-80321-32-5).
- 2.2.2.4. Carević, M., **Banjanac, K.**, Ćorović, M., Milivojević, A., Prlainović, N., Marinković, A., Bezbradica, D.: Sorbitol galactoside synthesis using  $\beta$ -galactosidase immobilized on functionalized silica nanoparticles, - *19th International Conference on Biotechnology, Bioengineering and Nanoengineering*, 2017, Lisbon, International Science Index, Biotechnology

and Bioengineering, vol. 11, no. 4, <https://waset.org/abstracts/56779> (ISBN 2010-3778).

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

#### **2.3.1. Radovi u vodećem časopisu nacionalnog značaja (M51)**

2.3.1.1. Carević, M., Vukašinović-Sekulić, M., **Banjanac, K.**, Milivojević, A., Ćorović, M., Bezbradica, D.: Characterization of  $\beta$ -galactosidase from *Lactobacillus acidophilus*: stability and kinetic study, - *Advanced Technologies*, vol. 6, no. 1, pp. 5-13, 2017 (ISSN 2406-2979).

#### **2.3.2. Radovi u časopisu nacionalnog značaja (M52)**

2.3.2.1. Carević, M., Ćorović, M., **Banjanac, K.**, Milivojević, A., Bezbradica, D.: Optimization of galacto-oligosacharides synthesis using response surface methodology, - *Food and Feed research*, vol. 44, no. 1, pp. 1-10, 2017 (ISSN 2217-5369).

### **2.4. Zbornici skupova nacionalnog značaja (M60)**

#### **2.4.1. Saopštenje sa nacionalnog skupa štampano u celini (M63)**

2.4.1.1. Mihailović, M., **Banjanac, K.**, Stojanović, M., Prlainović, N., Jakovetić, S., Carević, M.: Stabilizacija imobilisane lipaze iz *Candida rugosa* tretmanom imobilizata aminokiselinama, - *Prva konferencija mladih hemičara Srbije*, oktobar 2012, Beograd, CD Knjiga radova, pp. 82-85 (ISBN: 978-86-7132-051-1).

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

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

2.5.1.1. **Katarina M. Banjanac** „Imobilizacija enzima na nanočestice SiO<sub>2</sub> modifikovane organosilanima“, Beograd, 12. decembar 2017.

## **3. ANALIZA PUBLIKOVANIH RADOVA**

Naučna aktivnost dr **Katarine M. Banjanac** pretežno je posvećena istraživanjima u oblasti hemijske modifikacije površine nanočestica SiO<sub>2</sub> reakcijom silanizacije sa posebnim osvrtom na primenu modifikovanih nanočestica kao nosača za imobilizaciju industrijski važnih enzima.

Najveći deo njenih istraživanja usmeren je ka razvoju metoda modifikacije površine nanočestica silike koje su korišćene prilikom pripreme novih imobilisanih enzimskih preparata važnih industrijskih enzima (lipaza,  $\beta$ -galaktozidaza i proteaza) sa ciljem dobijanja imobilisanih preparata povećane katalitičke aktivnosti, operativne i termičke stabilnosti i izmenjene selektivnosti u odnosu na postojeće preparate.

Rezultati bavljenja ovom problematikom validirani su objavljivanjem više naučnih radova i saopštenja na skupovima međunarodnog i nacionalnog značaja i odbranjenom doktorskom disertacijom (2.5.1.1). U publikovanim radovima prikazan je odabir najefikasnije metode modifikacije površine nanočestica silike iz ugla imobilizacije lipaze izolovane iz kvasca *Candida rugose* (2.1.2.1, 2.1.2.2 i 2.2.2.1). Primenjene su metode hemijske modifikacije (reakcijom silanizacije) radi uvođenja novih funkcionalnih grupa na površinu SiO<sub>2</sub> nanočestica. Kao modifikujući reagensi su korišćeni organosilani, i to 3-(aminopropil)trimetoksisilan i (3-glicidiloksiopropil)trimetoksisilan. Proces modifikacije je optimizovan iz aspekta postignute koncentracije amino grupa i epoksidnih (oksidanskih) grupa na površini nanočestica u zavisnosti od dužine trajanja tretmana i korišćenog masenog odnosa nanočestica i odgovarajućeg silana. Nanočestice silike modifikovane amino-organosilanom su potom tretirane aktivirajućim reagensom cijanuril-hloridom. Postupak aktivacije cijanuril-hloridom je optimizovan praćenjem uticaja koncentracije cijanuril-hlorida, temperature i dužine tretmana na aktivnost dobijenih imobilisanih enzima. Sve dobijene modifikovane nanočestice silike su analizirane FTIR i TGA spektroskopijom radi proučavanja strukturalnih promena SiO<sub>2</sub> nanočestica izazvanih modifikacijom. Kinetika imobilizacije lipaze je praćena određivanjem koncentracije imobilisanih proteina i aktivnosti u toku vremena, ispitivan je i uticaj ključnih parametara kao što je jonska jačina rastvora i odnos koncentracije enzima i nosača na efikasnost imobilizacije. Na osnovu ovih rezultata postavljena je hipoteza o mehanizmu imobilizacije lipaze na nanočestice silike.

Kao najbolji nosač za imobilizaciju lipaze iz aspekta koncentracije imobilisane aktivnosti, ali i karakteristika dobijenog imobilisanog enzima (operativna i termička stabilnost), izdvojio se nosač dobijen modifikacijom nanočestica silike epoksi organosilanom, pa je ispitivana i mogućnost njegove primene u reakciji sinteze amil-kaproata (veštačke arome voća koja se koristi u prehrambenoj industriji kao aditiv). Imobilizacijom lipaze iz *C. antarctica* na modifikovane nanočestice silike (2.2.1.2) omogućeno je dobijanje askorbil-oleata, vrednog fiziološki aktivnog estra vitamina C, a najbolji rezultati su postignuti imobilizacijom lipaze na hidrofobne fenilamino-modifikovane nanočestice silike čime je pokazano da se modifikacijom nano-silike mogu dobiti hidrofobni nosači koji omogućuju veći afinitet imobilisanog enzima ka katalizovanju reakcije esterifikacije.

Nemodifikovane, amino-modifikovane, cijanuril-hloridom aktivirane amino-modifikovane nanočestice silike su korišćene kao nosači i za imobilizaciju  $\beta$ -galaktozidaze iz *Aspergillus oryzae* (2.1.2.3). Ustanovljeno je da optimalan način modifikacije zavisi od vrste enzima jer su se za imobilizaciju  $\beta$ -galaktozidaze najadekvatnijim pokazale amino-modifikovane nanočestice silike, za razliku od lipaze gde su se najbolje pokazale epoksi-modifikovane nanočestice.  $\beta$ -Galaktozidaza

imobilisana na amino-modifikovane nanočestice silike primenjena je u reakcijama transgalaktozilacije za sintezu funkcionalno aktivnih galakto-oligosaharida, koji poseduju prebiotsku funkciju. U poređenju sa slobodnim enzimom imobilisan enzim na amino-modifikovane nanočestice silike je pokazao veći katalitički afinitet ka reakciji transgalaktozilacije. Takođe,  $\beta$ -galaktozidaza iz *A. oryzae* uspešno je primenjena u regioselektivnoj sintezi fiziološki aktivnih jedinjenja, galaktozida galaktitola i sorbitola (2.2.2.3 i 2.2.2.4).

Sledeća grupa radova, čiji rezultati nisu deo doktorske disertacije kandidata, a čiji je kandidat koautor, bavi se razvojem metoda imobilizacije lipaza na konvencionalne nosače. Kao najbolji makroporozni nosači za imobilizaciju lipaze izolovane iz kvasca *C. antarctica* pokazali se hidrofobna jonoizmenjivačka smola Purolite<sup>®</sup> MN-102 (2.1.3.1). U slučaju lipaze iz *C. rugose* to je nosač Purolite<sup>®</sup> A-109 nakon funkcionalizacije uvođenjem epoksidnih grupa (2.1.2.5) i dodatne stabilizacije tretiranjem fenilalaninom u cilju blokiranja neproreagovanih epoksidnih grupa (2.2.2.2 i 2.4.1.1).

Kandidat **Katarina M. Banjanac** bavila se optimizacijom reakcija sinteze i karakterizacijom komercijalno značajnih liposolubilnih antioksidanasa i fiziološki aktivnih supstanci primenom imobilisanih lipaza i  $\beta$ -galaktozidaza kao biokatalizatora. Najveći broj publikacija odnosi se na optimizaciju proizvodnje fiziološki aktivnih jedinjenja galakto-oligosaharida (2.1.1.1, 2.1.2.4, 2.2.1.1 i 2.3.2.1), antioksidanasa askorbil-oleata (2.1.2.7) i flavonoida – floridzina (2.1.2.6).

Konačno, novi pravac istraživanja dr **Katarine M. Banjanac** usmeren je na ispitivanje mogućnosti iskorišćenja potencijala primene prirodnih i otpadnih sirovina kao supstrata u biotehnološkim postupcima dobijanja različitih enzima, ali i komponenata prehrambenih, kozmetičkih i farmaceutskih proizvoda. Tako je u publikacijama opisana optimizacija postupka proizvodnje, kao i karakterizacija enzima  $\alpha$ - i  $\beta$ -galaktozidaza (2.1.5.1 i 2.3.1.1).

#### 4. CITIRANOST RADOVA

Ukupna citiranost radova dr **Katarine M. Banjanac** iznosi 59 sa autocitatima i citatima koautora i 34 bez autocitata i citata koautora, izvor Google Scholar i Scopus, pristup 03.01.2018. Citirani su sledeći radovi:

**Mihailović, M., Stojanović, M., Banjanac, K., Carević, M., Prlainović, N., Milosavić, N., Bezbradica, D.: Immobilization of lipase on epoxy-activated Purolite A109 and its post-immobilization stabilization, - Process Biochemistry, vol. 49, no. 4, pp. 637-646, 2014 (IF=2,529) (ISSN 1359-5113).**

1. Zou, B., Song, C., Xu, X., Xia, J., Huo, S., Cui, F.: Enhancing stabilities of lipase by enzyme aggregate coating immobilized onto ionic liquid modified mesoporous materials, - *Applied Surface Science*, vol. 311, no. 1, pp. 62-67, 2014 (IF(2016)=3.387) (ISSN 0169-4332).



2. Zhang, D.-H., Peng, L.-J., Wang, Y., Li, Y.-Q.: Lipase immobilization on epoxy-activated poly(vinyl acetate-acrylamide) microspheres, - *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, vol. 129, no. 1, pp. 206-210, 2015 (IF(2016)=3.887) (ISSN 0927-7765).
3. Gokalp, N., Ulker, C., Guvenilir, Y.A.: Enzymatic ring opening polymerization of  $\epsilon$ -caprolactone by using a novel immobilized biocatalyst, - *Advanced Materials Letters*, vol. 7, no. 1, pp. 144-149, 2016 (IF(2014)=1.46) (ISSN 0976-3961).
4. Matte, C.R., Bordinhão, C., Poppe, J.K., Rodrigues, R.C., Hertz, P.F., Ayub, M.A.Z.: Synthesis of butyl butyrate in batch and continuous enzymatic reactors using *Thermomyces lanuginosus* lipase immobilized in Immobead 150, - *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, vol. 127, no. 1, pp. 67-75, 2016 (IF(2014)=2.269) (ISSN 1381-1177).
5. Abaházi, E., Lestál, D., Boros, Z., Poppe, L.: Tailoring the spacer arm for covalent immobilization of *Candida antarctica* lipase B - Thermal stabilization by bisepoxide-activated aminoalkyl resins in continuous-flow reactors, - *Molecules*, vol. 21, no. 0, pp. 767-784, 2016 (IF(2016)=2.861) (ISSN 1420-3049).
6. Zou, S.-P., Wang, Z.-C., Qin, C., Zheng, Y.-G.: Covalent immobilization of *Agrobacterium radiobacter* epoxide hydrolase on ethylenediamine functionalised epoxy supports for biocatalytical synthesis of (R)-epichlorohydrin, - *Biotechnology Letters*, vol. 38, no. 0, pp. 1579–1585, 2016 (IF(2016)=1.830) (ISSN 0141-5492).
7. Li, X., Li, D., Wang, W., Durrani, R., Yang, B., Wang, Y.: Immobilization of SMG1-F278N lipase onto a novel epoxy resin: Characterization and its application in synthesis of partial glycerides, - *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, vol. 133, no. 0, pp. 154–160, 2016 (IF(2014)=2.269) (ISSN 1381-1177).
8. Döbber, J., Pohl, M.: HaloTag™: Evaluation of a covalent one-step immobilization for biocatalysis, - *Journal of Biotechnology*, vol. 241, no. 1, pp. 170-174, 2017 (IF(2016)=2.599) (ISSN 0168-1656).
9. Matte, C.R., Bordinhão, C., Poppe, J., Benvenuti, E., Costa, T., Rodrigues, R., Hertz, P., Ayub, M.: Physical-chemical properties of the support immobead 150 before and after the immobilization process of lipase, - *Journal of the Brazilian Chemical Society*, vol. 28, no. 8, pp. 1430-1439, 2017 (IF(2016)=1.198) (ISSN 0103-5053).
10. de Souza, S.P., de Almeida, R., Garcia, G., Leão, R., Bassut, J., de Souza, R., Itabaiana I.: Immobilization of lipase B from *Candida antarctica* on epoxy-functionalized silica: characterization and improving biocatalytic parameters, - *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, vol. 93, no 1, pp. 105-111, 2017 (IF(2016)=3.135) (ISSN 0268-2575).
11. de Souza, S.P., Leão, R., Bassut, J., Leal, I., Wang, S., Ding, Q., Li, Y., Leung-YukLam, F., de Souza, R., Itabaiana, I.: New Biosilified Pd-lipase hybrid biocatalysts for dynamic resolution of amines, - *Tetrahedron Letters*, vol. 58, no 52, pp. 4849-4854, 2017 (IF(2016)=2.193) (ISSN 0040-4039).

**Carević, M., Bezbradica, D., Banjanac, K., Milivojević, A., Fanuel, M., Rogniaux, H., Ropartz, D., Veličković, D.: Structural elucidation of**

**enzymatically synthesized galacto-oligosaccharides using ion-mobility spectrometry-tandem mass spectrometry, - *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 64, pp. 3609-3615, 2016 (IF(2016)=3,154) (ISSN 0021-8561).**

1. Regueiro, J., Negreira, N., Berntssen, M.: Ion-mobility-derived collision cross section as an additional identification point for multiresidue screening of pesticides in fish feed, - *Analytical chemistry*, vol. 88, no. 22, pp. 11169–11177, 2016 (IF(2016)=6.320) (ISSN 0003-2700).
2. Chen, X.Y., Gänzle M.: Lactose and lactose-derived oligosaccharides: More than prebiotics?, - *International Dairy Journal*, vol. 67, no. 0, pp. 61-72, 2017 (IF(2016)=2.067) (ISSN 0958-6946).
3. Negreira, N., Regueiro, J., Valdernes, S., Berntssen, M.H.G., Ørnsrud, R.: Comprehensive characterization of ethoxyquin transformation products in fish feed by traveling-wave ion mobility spectrometry coupled to quadrupole time-of-flight mass spectrometry, - *Analytica Chimica Acta*, vol. 965, no. 0, pp. 72-82, 2017 (IF(2016)=4.950) (ISSN 0003-2670).
4. Regueiro, J., Negreira, N., Hannisdal, R., Berntssen, M.H.G.: Targeted approach for qualitative screening of pesticides in salmon feed by liquid chromatography coupled to traveling-wave ion mobility/quadrupole time-of-flight mass spectrometry, - *Food Control*, vol. 78, no. 0, pp. 116-125, 2017 (IF(2016)=3.496) (ISSN 0956-7135).
5. Morrison, K., Clowers B.: Contemporary glycomic approaches using ion mobility–mass spectrometry, - *Current Opinion in Chemical Biology*, vol. 42, no. 0, pp. 119-129, 2018 (IF(2016)=7.889) (ISSN 1367-5931).
6. Yañez-Ñeco, C.V., Rodríguez-Colinas, B., Amaya-Delgado, L., Ballesteros A., Gschaedler, A., Plou, F.J., Arrizon, J.: Galactooligosaccharide production from *Pantoea anthophila* strains isolated from “Tejuino”, a Mexican traditional fermented beverage, - *Catalysts*, vol. 7, no. 8, pp. 242- 253, 2017 (IF(2016)=3.082) (ISSN 2073-4344).
7. Chen, X.: Structure and function relationships of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria, *Thesis*, University of Alberta, 06.2017.
8. Baghel, U.S., Singh, A., Singh D., Sinha, M., Chapter 6 - Application of mass spectroscopy in pharmaceutical and biomedical analysis. In *Spectroscopic Analyses - Developments and Applications*, InTech: India, 2017; DOI: 10.5772/intechopen.70655.

**Carević, M., Ćorović, M., Mihailović, M., Banjanac, K., Milisavljević, A., Veličković, D., Bezbradica, D.: Galacto-oligosaccharide synthesis using chemically modified  $\beta$ - galactosidase from *Aspergillus oryzae* immobilized onto macroporous amino resin, - *International Dairy Journal*, vol. 54, no. 1, pp. 50-57, 2016 (IF(2016)=2,067) (ISSN 0958-6946).**

1. Sun, H., You, S., Wang, M., Qi, W., Su, R., He, Z.: Recyclable strategy for the production of high-purity galacto-oligosaccharides by *Kluyveromyces* - *Journal of*

- Agricultural Food Chemistry*, vol. 64 no. 28, pp. 5679–5685, 2016 (IF(2016)=3.154) (ISSN 0021-8561).
2. Qiao, Y., Huang, Y., Feng, F., Chen, Z.-G.: Efficient enzymatic synthesis and antibacterial activity of andrographolide glycoside, - *Process Biochemistry*, vol. 51, no. 5, pp. 675-680, 2016 (IF(2016)=2,529) (ISSN 1359-5113).
  3. Illanes, A., Vera, C., Wilson, L., Chapter 4 - Enzymatic Production of Galacto-Oligosaccharides. In *Lactose-Derived Prebiotics*, Academic Press: San Diego, 2016; pp. 111-189.

**Banjanac, K., Mihailović, M., Prlainović, N., Carević, M., Stojanović, M., Marinković, A., Bezbradica, D.: Cyanuric chloride functionalized silica nanoparticles for covalent immobilization of lipase, - *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, vol. 9, no. 2, pp. 439-448, 2016 (IF(2016)= 3.135) (ISSN 0268-2575).**

1. Asmat, S., Husain, Q., Khan, M.S.: A polypyrrole–methyl anthranilate functionalized worm-like titanium dioxide nanocomposite as an innovative tool for immobilization of lipase: preparation, activity, stability and molecular docking investigations, - *New Journal of Chemistry*, vol. 42, no. 1, pp. 91-102, 2018 (IF(2016)=3,269) (ISSN 1144-0546).
2. Cocco, G., Cocco, A., Sollai, F., Sanjust, E., Zucca, P.: Bioinspired versus enzymatic oxidation of some homologous thionine dyes in the presence of immobilized metalloporphyrin catalysts and ligninolytic enzymes, - *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 18, no. 12, pp. 2553-2571, 2017 (IF(2016)=3,226) (ISSN 1422-0067).
3. Li, C., Jiang, S., Zhao, X., Liang, H.: Co-immobilization of enzymes and magnetic nanoparticles by metal-nucleotide hydrogel nanofibers for improving stability and recycling, - *Molecules*, vol. 22, no. 1, pp. 179-200, 2017 (IF(2016)=2.861) (ISSN 1420-3049).
4. Zdarta, J., Norman, M., Smulek, W., Moszyński, D., Kaczorek, E., Stelling, A., Ehrlich, H., Jesionowski, T.: Spongin-based scaffolds from *Hippospongia communis* demosponge as an effective support for lipase immobilization, - *Catalysts*, vol. 7, no. 5, pp. 147-167, 2017 (IF(2016)=3.082) (ISSN 2073-4344).
5. Ali, Z., Tian, L., Zhang, B., Ali, N., Khan, M., Zhang, Q.: Synthesis of fibrous and non-fibrous mesoporous silica magnetic yolk–shell microspheres as recyclable supports for immobilization of *Candida rugosa* lipase, - *Enzyme and Microbial Technology*, 2017, vol. 103, no. 0, pp. 42-52, 2017 (IF(2016)=2.502) (ISSN 0141-0229).
6. Ali, Z., Tian, L., Zhao, P., Zhang, B., Ali, N., Khan, M., Zhang, Q.: Immobilization of lipase on mesoporous silica nanoparticles with hierarchical fibrous pore, - *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, vol. 134, no. 1, pp. 129-135, 2016 (IF(2014)=2.269) (ISSN 1381-1177).

**Banjanac, K., Mihailović, M., Prlainović, N., Carević, M., Stojanović, M., Marinković, A., Bezbradica, D.: Epoxy-silanization – tool for improvement of silica nanoparticles as support for lipase immobilization with respect to esterification activity, - *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, vol. 91, no. 10, pp. 2654-2663, 2016 (IF(2016)= 3.135) (ISSN 0268-2575).**

1. Gholamzadeh, P., Ziarani, G.M., Badiei, A.: Immobilization of lipases onto the SBA-15 mesoporous silica, - *Biocatalysis and Biotransformation*, vol. 35, no. 3, pp. 131-150, 2017 (IF(2016)=0.836) (ISSN 1024-2422).
2. Kolodziejczak-Radzimska, A.: Functionalized Stober silica as a support in immobilization process of lipase from *Candida rugosa*, - *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, vol. 53, no. 2, pp. 878-892, 2017 (IF(2016)=0.901) (ISSN 1643-1049).

**Ćorović, M., Mihailović, M., Banjanac, K., Carević, M., Milivojević, A., Milosavić, N., Bezbradica, D.: Immobilization of *Candida antarctica* lipase B onto Purolite® MN102 and its application in solvent-free and organic media esterification, -*Bioprocess and Biosystems Engineering*, vol. 40, no. 1, pp. 23-34, 2017.**

1. Li, D., Wang, W., Liu, P., Xu, L., Faiza, M., Yang, B., Wang, L., Lan, D., Wang, Y.: Immobilization of *Candida antarctica* Lipase B Onto ECR1030 resin and its application in the synthesis of n-3 PUFA-rich triacylglycerols, - *European Journal of Lipid Science and Technology*, DOI: 10.1002/ejlt.201700266 (IF(2016)=2.145) (ISSN 1438-7697).
2. Wang, X., Wang, X., Cong, F., Xu, Y., Kang, J., Zhang, Y., Zhou, M., Xing, K., Zhang, G., Pan, H.: Synthesis of cinnamyl acetate catalysed by highly reusable cotton-immobilized *Pseudomonas fluorescens* lipase, - *Biocatalysis and Biotransformation*, in press, 2017, DOI: 10.1080/10242422.2017.1400018 (IF(2016)=0.836) (ISSN 1024-2422).

**Ćorović, M., Milivojević, A., Carević, M., Banjanac, K., Jakovetić-Tanasković, S., Bezbradica, D.: Batch and semicontinuous production of L-ascorbyl oleate catalyzed by CALB immobilized onto Purolite® MN102, - *Chemical Engineering Research & Design*, vol. 126, no. 1, pp. 161-171, 2017**

1. Nicolás, P., Lassalle, V., Luján Ferreira, M.: Immobilization of CALB on lysine modified magnetic nanoparticles: influence of the immobilization protocol, - *Bioprocess and Biosystems Engineering*, in press, 2017, DOI: 10.1007/s00449-017-1855-2 (IF(2016)=1.870) (ISSN 1615-7591).

**Carević, M., Banjanac, K., Ćorović, M., Jakovetić, S., Milivojević, A., Vukašinović-Sekulić M., Bezbradica, D.: Selection of lactic acid bacteria strain**

**for simultaneous production of  $\alpha$ - and  $\beta$ -galactosidases, - *Zaštita materijala*, vol. 57, pp. 265-273, 2016.**

1. Kumar Mishra, B., Hati, S., Das, S., Mishra, S., Mandal, S.:  $\alpha$ -galactosidase and  $\beta$ -glucosidase enzyme activity of lactic strains isolated from traditional fermented foods of West Garo Hills, Meghalaya, India, - *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, vol. 6, no. 4, pp. 1193-1201, 2017 (IF(2016)=4.119) (ISSN 2319-7692).

## **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 Katarinu M. Banjanac za izbor u zvanje naučni saradnik su:

- učestvuje na istraživanjima u okviru domaćeg naučno-istraživačkog projekta finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije;
- autor je ili koautor ukupno trinaest naučnih radova štampanih u celini u međunarodnim i domaćim naučnim časopisima, kao i šest saopštenja na međunarodnim skupovima i jednog saopštenja na nacionalnom naučnom skupu;
- odbranila je doktorsku disertaciju;
- tokom izrade doktorske disertacije pokazala je visok stepen inventivnosti i samostalnosti u naučnim istraživanjima.

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

**Dr Katarina M. Banjanac** je učestvovala u izradi 3 završna i 3 master rada studenata Tehnološko-metalurškog fakulteta, na Katedri za biohemijско inženjerstvo i biotehnologiju.

### **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 **Katarina M. Banjanac** je, kao autor ili koautor, objavila osam radova u međunarodnim časopisima ranga M21, jednog rada u časopisu kategorije M22, jednog rada u časopisu kategorije M23 i jedan rad u nacionalnom časopisu međunarodnog značaja kategorije M24. Radovi su do sada citirani u naučnoj periodici 34 puta (bez autocitata i citata koautora). Pozitivna citiranost radova ukazuje na aktuelnost i uticajnost objavljenih radova u

polju istraživanja i trenutnim svetskim trendovima, što predstavlja potvrdu njihovog kvaliteta i značaja.

Međunarodni časopisi iz kategorije M20 u kojima su objavljeni radovi dr **Katarine M. Banjanac** su: *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (M21; IF(2016)=3,154; Agriculture, Multidisciplinary, 2/56), *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* (M21; IF(2016)=3,135; Engineering, Chemical, 25/135) *RSC Advances* (M21; IF(2016)=3.108; Chemistry, Multidisciplinary, 59/166), *International Dairy Journal* (M21; IF(2016)=2,067; Food Science & Technology, 40/130), *Process Biochemistry* (M21; IF(2013)=2,524; Engineering, Chemical, 28/133), *Biochemical Engineering Journal* (M21; IF(2016)=2,892; Engineering, Chemical, 33/135), *Chemical Engineering Research & Design* (M21; IF(2016)=2.538; Engineering, Chemical, 42/135), *Bioprocess and Biosystems Engineering* (M22; IF(2016)=1,870; Engineering, Chemical 60/135), *Journal of the Serbian Chemical Society* (M23, IF(2016)=0.822; Chemistry, Multidisciplinary 131/166), *Zaštita materijala* (M24; IF(2016)=0.161; Chemistry 159/160).

### ***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 **Katarina M. Banjanac** je u dosadašnjem naučno-istraživačkom radu publikovala 20 bibliografskih jedinica i to: 11 naučnih radova i 6 saopštenja na međunarodnom nivou, kao i 2 naučna rada i jedno saopštenje na nacionalnom nivou. Na tri rada bila je prvi autor. Prosečan broj autora po radu za ukupno navedenu bibliografiju iznosi 6,26 i to:

- M20 autor 3 i koautor 8 radova           prosek autora 7,00
- M30 autor 0 i koautor 6 radova           prosek autora 6,50
- M50 autor 0 i koautor 2 rada            prosek autora 5,55
- M60 autor 0 i koautor 1 rada            prosek autora 6,00

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

Dr **Katarina M. Banjanac** je tokom dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada pokazala visok stepen samostalnosti u kreiranju i realizaciji eksperimenata. Rezultate svojih istraživanja je sistematski analizirala, objasnila i potom 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 is sa saradnicima sa drugih fakulteta i instituta u Srbiji i inostranstvu.

Sumarni prikaz dosadašnje naučno-istraživačke aktivnosti **dr Katarine M. Banjanac**:

Kategorija rada	Koeficijent kategorije	Broj radova u kategoriji	Zbir
Radovi u vrhunskim međunarodnim časopisima, M21	10	1	8,3
	8	7	56
Radovi u istaknutim međunarodnim časopisima, M22	5	1	5
Radovi u časopisima međunarodnog značaja, M23	3	1	3
Rad u časopisu međunarodnog značaja verifikovanog posebnom odlukom, M24	3	1	3
Radovi saopšteni na međunarodnom skupu štampani u celini, M33	1	2	2
Radovi saopšteni na skupovima međunarodnog značaja štampani u izvodu, M34	0,5	4	2
Radovi u vodećem časopisu nacionalnog značaja, M51	2	1	2
Radovi u časopisu nacionalnog značaja, M52	1,5	1	1,5
Radovi saopšteni na skupovima nacionalnog značaja štampani u celini, M63	0,5	1	0,5
Odbranjena doktorska disertacija, M70	6	1	6
<b>UKUPAN KOEFICIJENT</b>			<b>89,3</b>

Uslov za izbor u zvanje Naučni saradnik za tehničko-tehnološke i biotehničke nauke, koji 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	89,3
<b>M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51 +M80+M90+M100</b>	9	76,3
<b>M21+M22+M23</b>	5	72,3

## ZAKLJUČAK

Na osnovu detaljne analize dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada i ostvarenih rezultata **dr Katarine M. Banjanac**, Komisija smatra da ona 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.

U Beogradu, 10.01.2018. godine

### ČLANOVI KOMISIJE:

Dr Dejan Bezbradica, vanredni profesor  
Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu

Dr Aleksandar Marinković, docent  
Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu

Dr Zorica Knežević-Jugović, redovni profesor  
Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu

Dr Nevena Prlainović, naučni saradnik  
Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog fakulteta  
Univerziteta u Beogradu