

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/81
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
(Назив већа научне области и коме се захтев упућује)

14.03.2019.
(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Биостимулатори биљног раста пореклом из морске средине за примену у агроиндустрији“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

НЕДА (Ранко) РАДОВАНОВИЋ, дипломирани биолог заштите животне средине

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао основно образовање: Универзитет у Београду, Биолошки факултет.

3. Година дипломирања: 2011.

4. Назив и седиште факултета на коме је стекао мастер образовање: /

5. Година дипломирања: /

Студент је уписан на докторске академске студије школске 2012/2013. године.

На захтев студента, у складу са Законом о високом образовању, декан је донео Решење бр.20/156-2 од 28.09.2018. године о продужењу рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2020/2021. године.

Обавештавамо Вас да је **Наставно-научно веће**, на седници одржаној **07.03.2019. године** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације
3. Подаци о ментору.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Неду Радовановић

Име и презиме ментора: Сузана Димитријевић-Бранковић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Ranić, M., Konić-Ristić, A., Takić, M., Glibetić, M., Pavlović, Z., Pavlović, M., **Dimitrijević-Branković, S.** Nutrient profile of black coffee consumed in Serbia: Filling a gap in the food composition database Journal of Food Composition and Analysis, 40, 2015, 61-69. (IF 2.780, Food Science & Technology, 21/124, ISSN 0889-1575)
2. Milutinović, M., Radovanović, N., Ćorović, M., Šiler-Marinković, S., Rajilić-Stojanović, M., **Dimitrijević-Branković, S.** Optimisation of microwave-assisted extraction parameters for antioxidants from waste Achillea millefolium dust Industrial Crops and Products, 77, 2015, 333-341. (IF 3.449, Agricultural Engineering, 2/14, ISSN 0926-6690)
3. Milutinović, M., Radovanović, N., Rajilić-Stojanović, M., Šiler-Marinković, S., Dimitrijević, S., **Dimitrijević-Branković, S.** Microwave-assisted extraction for the recovery of antioxidants from waste Equisetum arvense, Industrial Crops and Products, 61, 2014, 388-397. (IF 2.837, Agricultural Engineering, 3/12, SSN 0926-6690,)
4. 1.1.1. Dimitrijević, S., Pavlović, M., Maksimovic, S., Ristić, M., Filipović, V., Antonović, D., **Dimitrijević-Branković, S.** Plant growth promoting bacteria elevate the nutritional and functional properties of Black cumin and Flaxseed fixed oil. Journal of the Science of Food and Agriculture. Accepted Author Manuscript., doi:10.1002/jsfa.8631. (IF 2016 = 2,463 Agriculture, Multidisciplinary, 4/56, ISSN (Print) 0022-5142,2017, ISSN: (Online) 1097-0010).
5. Dimitrellou, D., Kandyli, P., Petrović, T., **Dimitrijević-Branković, S.**, Lević, S., Nedović, V., Kourkoutas, Y. Survival of spray dried microencapsulated Lactobacillus casei ATCC 393 in simulated gastrointestinal conditions and fermented milk, LWT - Food Science and Technology, 71, 2016, 169-174. (IF 2.711, Food Science & Technology, 22/124, ISSN 0023-6438)

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

A) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничкотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 27.02.2019.

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Закандидата Неду Радовановић

Име и презиме ментора: Александра Нешић

Звање: Научни сарадник

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Nešić A., Onjia A., Davidović S., Emanuela Errico M., Santagata G., Malinconico M.: Design of pectin-sodium alginate based films for potential health care application. Study of chemico-physical interactions between the components of films and assessment of their antimicrobial activity, Carbohydrate Polymers, (2017) 157, pp. 981-990.
ISSN: 0144-8617, IF: 5.130
2. Malagurski I., Levic S., Nesic A., Mitric M., Pavlovic V., Dimitrijevic-Brankovic S.: Mineralized agar-based nanocomposite films: Potential food packaging materials with antimicrobial properties, Carbohydrate Polymers, (2017) 175 pp. 55-62.
ISSN: 0144-8617, IF: 5.130
3. Davidovic S., Miljkovic M., Tomic M., Gordic M., Nesic A., Dimitrijevic-Brankovic S.: Response surface methodology for optimisation of edible coatings based on dextran from Leuconostoc mesenteroides T3, Carbohydrate Polymers, (2018), 184, pp. 207-213.
ISSN: 0144-8617, IF: 5.130
4. Seslija S., Nesic A., Ruzic J., Kalagasidis Krusic M., Velickovic S., Avolio R., Santagata G., Malinconico M.: Edible blend films of pectin and poly (ethylene glycol): Preparation and physico-chemical evaluation, Food Hydrocolloids, (2018) 77, pp. 494-501.
ISSN: 0268-005X, IF: 5.46
5. Castillo C., Nesic A., Urra N., Maldonado A.: Influence of thermoplasticized starch on physical-chemical properties of new biodegradable carriers intended for forest industry, International Journal of Biological Macromolecules, (2019) 122, pp. 924-929.
ISSN: 0141-8130, IF: 3.91

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односно дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 27.02.2019.

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 31. и 32. Правилника о докторским студијама ТМФ-а, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 07.03.2019. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **Неди Радовановић**, дипломираном биологу заштите животне средине, под називом: **„Биостимулатори биљног раста пореклом из морске средине за примену у агроиндустрији“**.

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За менторе се одређују др Сузана Димитријевић-Бранковић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Александра Нешић, научни сарадник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, менторима, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

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

Predmet: Podobnost teme i kandidata **Nede Radovanović, diplomiranog biologa zaštite životne sredine**, za izradu doktorske disertacije.

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta održanoj 31.01.2019. godine (br. odluke 35/35), imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Nede Radovanović, diplomiranog biologa zaštite životne sredine, za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme pod nazivom: „**Biostimulatori biljnog rasta poreklom iz morske sredine za primenu u agroindustriji**“.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

REFERAT

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Neda (Ranko) Radovanović rođena je 07. septembra 1985. godine u Beogradu, Republika Srbija. Osnovnu školu završila je u Beogradu, a “Zemunsku gimnaziju” prirodno-matematičkog smera u Zemunu. Školske 2004/2005. godine upisala je Biološki fakultet, Univerziteta u Beogradu, na studijskom programu: Ekologija i zaštita životne sredine. Diplomirala je 21. januara 2011. godine, sa prosečnom ocenom 9.37, odbranom Diplomskog rada pod nazivom: „Sadržaj osnovnih makroelemenata i nekih teških metala u zemljištu i biljci *Cardaminae pancicii*, Hayek, sa lokaliteta Suvo Rudište na Kopaoniku“, pod rukovodstvom prof. dr Gordane Tomović i stekla zvanje diplomiranog biologa zaštite životne sredine. U novembru 2010. godine učestvovala je kao volonter u organizaciji javnih tribina u okviru EkoFest-a u Beogradu, dok je u periodu od februara 2011. – maja 2011. godine učestvovala u AIESEC-ovom projektu „Ekocikliram“, koji je realizovan sa ciljem edukacije učenika nižih razreda osnovnih škola na temu ekologije i reciklaže.

Doktorske akademske studije, na studijskom programu Biohemijsko inženjerstvo i biotehnologija Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, upisala je školske 2012/2013. godine. Od aprila 2013. godine je stipendista Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, pri naučnoistraživačkoj organizaciji Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, a naučno- istraživačkim radom bavi se u okviru projekta: Primena biotehnoloških metoda u održivom iskorišćenju nus-proizvoda agroindustrije (TR 31035), pod mentorstvom prof. dr Suzane Dimitrijević-Branković. U zvanje istraživač saradnik izabrana je 23. juna 2016. godine. Od jula 2017. godine, zaposlena je kao istraživač saradnik na Inovacionom centru Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu na gore navedenom projektu (evidencioni br. TR 31035).

1.2. Stečeno naučno-istraživačko iskustvo

Neda Radovanović je položila sve ispite predviđene planom i programom doktorskih studija sa prosečnom ocenom 9,92. Završni ispit (pristupni rad za izradu doktorske disertacije) pod nazivom „Izolacija, fenotipska i molekularna karakterizacija

mikroorganizama iz različitih prirodnih staništa sa potencijalom produkcije bioaktivnih jedinjenja“, odbranila je sa ocenom 10, dana 17. septembra 2014. godine, pred komisijom u sastavu: dr Suzana Dimitrijević-Branković, dr Slavica Šiler-Marinković, dr Dušan Antonović. Položeni ispiti i ostvareni bodovi u okviru doktorskih studija su dati u tabeli:

R. br.	Naziv predmeta	ESPB	Ocena
1	Matematička obrada eksperimentalnih podataka	5	10
2	Sanitarna mikrobiologija	4	10
3	Odabrana poglavlja biohemije-vitamini	5	10
4	Bioaktivne materije u kozmetičkim proizvodima	4	10
5	Strukturna analiza organskih molekula	6	10
6	Hemijska kinetika	5	10
7	Odabrani mikrobiološki procesi u zaštiti životne sredine	4	10
8	Biohemijska kinetika	5	10
9	Odabrana poglavlja biofizike	4	9
10	Polimerni biomaterijali	4	10
11	Industrijska mikrobiologija	5	10
12	Engleski jezik		10
13	Završni ispit	30	10
	Ukupno/Prosečna ocena	81	9,92

Od aprila 2013. godine je angažovana kao stipendista Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u realizaciji projekta TR 31035 “Primena biotehnoloških metoda u održivom iskorišćenju nus-proizvoda agroindustrije”.U periodu od 1. aprila- 1. juna 2013. godine pohađala je praksu u okviru Short Term Scientific Mission u organizaciji COST.eu u okviru projekta GENIEUR BM1106, u Laboratoriji za Mikrobiologiju Wageningen Univerziteta, Wageningen u Holandiji.U septembru 2016. godine, pohađala je i aktivno učestvovala u Quality Of Life Workshop ”Nano For Health” u organizaciji Assosiation of Italian and Serbian Scientists and Scholars, održanoj na Institutu “Mihajlo Pupin” i stekla 2 ESPB boda.U zvanje istraživač saradnik izabrana je 23. juna 2016. godine. Od jula 2017. godine, zaposlena je kao istraživač saradnik na Inovacionom centru Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu na gore navedenom projektu (evidencioni br. TR 31035).

Spisak objavljenh naučnih radova i saopštenja:

1. Monografske studije, tematski zbornici, leksikografske i kartografske publikacije međunarodnog značaja (M10)

1.1. Rad u tematskom zborniku međunarodnog značaja (M14)

1.1.1. Davidović S., Miljković M., **Radovanović N.**, Lazić V., Nešić A., Dimitrijević S.: Antimicrobial properties of dextran-based coatings incorporated with silver nanoparticles, NANO FOR HEALTH, P. R. Andjus, P.M. Spasojevic and P. Battinelli Eds., 21. septembar, 2016, Institut Mihajlo Pupin, 2016, pp. 137-143. ISBN: 978-86-7522-057-2.

2. Naučni radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja (M20)

2.1. Rad u međunarodnom časopisu izuzetnih vrednosti (M21a)

- 2.1.1. Mihajlovski K., **Radovanović N.**, Veljović Đ, Šiler-Marinković S., Dimitrijević-Branković S.: Improved β -amylase production on molasses and sugar beet pulp by a novel strain *Paenibacillus chitinolyticus* CKS 1, Industrial Crops and Products, 80, 2016, pp. 115-122, ISSN: 0926-6690, IF (2015)=3.449, Agricultural Engineering (2/14)
- 2.1.2. Milutinović M., **Radovanović N.**, Čorović M., Šiler-Marinković S., Rajilić-Stojanović M., Dimitrijević-Branković S.: Optimisation of microwave-assisted extraction parameters for antioxidants from waste *Achillea millefolium* dust, Industrial Crops and Products, 77, 2015, pp. 333-344, ISSN: 0926-6690, IF (2015)=3.449, Agricultural Engineering (2/14)
- 2.1.3. Milutinović M., **Radovanović N.**, Rajilić-Stojanović M., Šiler-Marinković S., Dimitrijević S., Dimitrijević-Branković S.: Microwave-assisted extraction for the recovery of antioxidants from waste *Equisetum arvense*, Industrial Crops and Products, 61, 2014, pp. 388-397, ISSN: 0926-6690, IF (2015)=3.449, Agricultural Engineering (2/14)

2.2. Radovi u istaknutim međunarodnim časopisima (M22)

- 2.2.1. **Radovanović N.**, Milutinović M., Mihajlovski K., Jović J., Nastasijević B., Rajilić-Stojanović M., Dimitrijević-Branković S.: Biocontrol and plant stimulating potential of novel strain *Bacillus* sp. PPM3 isolated from marine sediment, Microbial Pathogenesis, 120, 2018, pp. 71–78, ISSN:0882-4010, IF(2017)=2.332, Microbiology (73/126)
- 2.2.2. Mihajlovski K., **Radovanović N.**, Miljković M., Šiler-Marinković S., Rajilić-Stojanović M., Dimitrijević-Branković S.: β -Amylase production from packaging-industry wastewater using a novel strain *Paenibacillus chitinolyticus* CKS 1, RSC Advances, 110(5), 2015, pp. 90895-90903, ISSN: 2046-2069, IF (2015)= 3.289, Chemistry/Multidisciplinary (49/163)

2.3. Radovi u međunarodnom časopisu (M23)

- 2.3.1. Jović J., Buntić A., **Radovanović N.**, Petrović B., Mojović Lj.: Lignin-degrading abilities of novel autochthonous fungal isolates *Trametes hirsuta* F13 and *Stereum gausapatum* F28, Food Technology and Biotechnology, 56(3), 2018, pp. 354-365, ISSN:1330-9862, IF(2017)=1,168, Biotechnology and Applied Microbiology (139/161)
- 2.3.2. Mihajlovski K., Davidović S., Carević M., **Radovanović N.**, Šiler-Marinković S., Rajilić-Stojanović M., Dimitrijević-Branković S.: Carboxymethyl cellulase production from a *Paenibacillus* sp., Hemijska Industrija, (70) 3, 2016, pp. 329-338, ISSN: 0367-598X, IF(2017)=0.591, Engineering/Chemical (114/137)

3. Zbornici međunarodnih naučnih skupova (M30)

3.1. Saopštenja sa međunarodnog skupa štampana u celini (M33)

- 3.1.1. Mihajlovski K., **Radovanović N.**, Miljković M., Mladenović D., Dimitrijević-Branković S., Šiler-Marinković S.: Sugar beet pulp and molasses as a solid state fermentation media for cellulase production by *Paenibacillus chitinolyticus* CKS1, Zbornik radova sa međunarodne konferencije XXIII Ekološka istina, Kopaonik, Jun 2015, pp. 403-408, ISBN 978-86-6305-032-7.

- 3.1.2. Pavlović M., Buntić A., Šiler-Marinković S., Antonović D., Milutinović M., **Radovanović N.**, Dimitrijević Branković S.: Spent coffee grounds as adsorbents for pesticide paraquat removal from its aqueous solutions. International conference on civil, biological and environmental engineering (CBEE), Istanbul, Turska, 27-28 maj, 2014, International Institute of Chemical, Biological and Environmental Engineering, Kuala Lumpur, Malezija, 2014, pp. 60-65, ISBN: 978-93-82242-94-9.

3. 2. Saopštenja sa međunarodnog skupa štampana u sažetku (M34)

- 3.2.1. **Radovanović N.**, Miljković M., Davidović S., Milutinović M., Mihajlovski K., Dimitrijević-Branković S.: Agroindustrial waste as a substrate for cellulase production by *Paenibacillus chitinolyticus* CKS1, Knjiga sažetaka, Petnaesta međunarodna konferencija mladih istraživača- Nauka i inženjerstvo novih materijala, Beograd, Srbija, 7-9 decembar 2016, SANU Institut, Knez Mihailova 36, Beograd, Srbija, 2016, pp. 16, ISBN 978-86-80321-32-5.

4. Naučni radovi objavljeni u časopisima nacionalnog značaja (M50)

4.1. Radovi u vrhunskom časopisu nacionalnog značaja (M51)

- 4.1.1. **Radovanović N.**, Davidović S., Miljković M., Pavlović M., Buntić A., Lazić V., Mihajlovski K.: β -amylase production by a novel strain *Paenibacillus chitinolyticus* CKS1 using commercial and waste substrates, Journal on Processing and Energy in Agriculture, 22(1), 2018, pp. 18–22, ISSN:1821-4487.
- 4.1.2. Milutinović M., **Radovanović N.**, Dimitrijević S., Šiler-Marinković S., Dimitrijević-Branković S., Rajilić-Stojanović M.: Valorisation of medicinal plant waste - Production of polyphenolic antioxidant extracts from waste *Primula veris* L., Ecologica, 77, 2015, pp. 19-25, ISSN: 0354 – 3285.

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i ostvarenih rezultata tokom doktorskih studija i u okviru naučno-istraživačkog rada na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, TR 31035, Neda Radovanović, diplomirani biolog zaštite životne sredine, pokazala je izuzetnu sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. Iz naučne oblasti kojoj pripada predložena tema doktorske disertacije, Neda Radovanović je autor i koautor tri rada objavljena u međunarodnim časopisima izuzetnih vredosti (M21a), dva rada u istaknutim međunarodnim časopisima (M22), dva rada u međunarodnim časopisima (M23), dva rada u vrhunskim časopisima nacionalnog značaja (M51), jedan rad u tematskom zborniku međunarodnog karaktera (M14), dva saopštenja na međunarodnim naučnim skupovima štampana u celini (M33), jednog saopštenja na međunarodnom naučnom skupu štampanog u izvodu (M34). Takođe, iz predložene teme doktorske disertacije, kandidat je do sada kao prvi autor objavio jedan rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22), čime ispunjava potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Predmet istraživanja u okviru ove doktorske disertacije biće izolacija mikroorganizama iz morskog sedimenta kao i sinteza hidrogelnih prevlaka/filmova na bazi polisaharida poreklom iz morskih algi, utvrđivanje njihovog biostimulatornog dejstva, samostalno i u kombinaciji, na rast i zaštitu biljaka.

Eksplzivni rast populacije je doveo do potrebe stanovništva za povećanom proizvodnjom hrane. Razaranje obradivog zemljišta, pustošenje i smanjenje prinosa useva zbog industrijalizacije se negativno odrazilo na agroindustriju. Takođe, upotreba hemikalija (fertilizatora, herbicida i pesticida) radi povećanja prinosa i zaštite biljnih kultura, iako delotvorna, dugoročno ima negativan uticaj, kako na ljude tako i na celokupnu životnu sredinu. Shodno tome, u poslednjih nekoliko godina, posebni naponi usmereni su ka pronalaženju alternativnih metoda za poboljšanje rasta biljaka i kvaliteta prinosa, koji će biti ekonomski i ekološki prihvatljivi. Posebnu pažnju u oblasti agroindustrije, dobija razvoj biostimulatora rasta biljaka, odnosno pronalaženje i razvoj jeftinih hemijskih i bioloških agenasa koji se mogu dobiti iz prirodnih resursa. Prema poslednjim statističkim podacima iz 2018. godine, svetsko tržište biostimulatora vredi više od dve milijarde dolara.

Među biološkim agensima sa biostimulativnim dejstvom na biljke, mikroorganizmi iz roda *Bacillus*, prepoznati su kao veoma delotvorni. Čelijske suspenzije, kao i produkti metabolizma ovih mikroorganizama sastavni su delovi komercijalnih proizvoda koji se upotrebljavaju kao fertilizatori i za zaštitu biljaka od različitih bolesti. Većina mikroorganizama koji se upotrebljavaju u ove svrhe uglavnom potiču iz zemljišta. Međutim, morska sredina, iako nije previše istraživana, može biti bogat izvor različitih grupa mikroorganizama sa jedinstvenim morfo-fiziološkim svojstvima. Ovi mikroorganizmi i produkti njihovog metabolizma takođe mogu imati biokontrolno i biostimulativno dejstvo na biljke i stoga, mogu poslužiti kao prirodni, netoksični, ekološki i ekonomični agensi za upotrebu u agroindustriji.

Biostimulatori se često primenjuju u obliku rastvora za prskanje ili spreja, što zahteva puno rada i upotrebu velike količine vode. Rešenje za ovaj problem može biti upotreba hidrogelnih prevlaka/filmova koji sadrže biostimulatore. Takve prevlake su rezultat formiranja kompleksa polielektrolita interakcijom anjonskih funkcionalnih grupa polielektrolita sa metalnim katjonima ili reakcije na interfazi vodenih rastvora polielektrolita sa funkcionalnim grupama suprotnog naelektrisanja. Polisaharidi dobijeni iz morskih algi su se pokazali kao potencijalni agensi za primenu u agroindustriji zbog višenamenskih efekata na biljke. Naime, hidrogelne prevlake na bazi polisaharida dobijenih iz morskih algi mogu pozitivno uticati na rast i cvetanje biljaka i stimulisati razvoj/rast korena. Prednost upotrebe polisaharida kao biostimulatora je to što su biorazgradivi, biokompatibilni, netoksični, biološki reaktivni i jeftini. U okviru grupe polisaharida dobijenih iz morskih algi, od posebnog interesa su alginat i agar.

Alginat je prirodni polisaharidni kopolimer sastavljen od dva tipa monomera: β -D-manuronske kiseline i α -L-guluronske kiseline. Alginat se ekstrahuje iz smeđih morskih algi (familija *Phaeophyceae*) ili proizvodi vančelijski od strane nekih bakterija. Agar je polisaharid koji se ekstrahuje iz crvenih morskih algi (familija *Gellidiaceae*) i morske trave i sastavljen je od dve subjedinice: agaroze i agaropektina. Oba polisaharida imaju svojstvo geliranja u prisustvu određenih stimulanasa. Alginat može obrazovati gelove u prisustvu dvovalentnih jona i u uslovima sniženog pH. Agar je u tečnom stanju u uslovima povišene temperature, dok na temperaturama ispod 40°C formira gelove.

Utvrđeno je da se polisaharidni hidrogel-filmovi dobro zadržavaju/vezuju na površinama kao što su tlo i listovi biljaka. Dobra adhezivna svojstva omogućavaju široku primenu polisaharidnih hidrogel-filmova u poljoprivredi. Dodatkom određenih aktivnih komponenti, mogu igrati bitnu ulogu ne samo kao biostimulatori, nego i kao bio-herbicidi, insekticidi i fungicidi koji se inače sprej-tehnologijom nanose na tlo, semena, plod ili listove biljaka. Neki od konvencionalnih fungicida koji se koriste radi sprečavanja razvoja plesni i poboljšanja prinosa biljaka, uključuju bakarna jedinjenja, uglavnom primenljivana u vidu folijarnog spreja. Međutim, zbog potencijalne toksičnosti bakra, unosom u ljudski organizam putem lanaca ishrane, sve veća pažnja se posvećuje upravo biološkim agensima koji će

ispoljiti slično ili poboljšano antifungalno dejstvo bez toksičnog efekta na biljku, životnu sredinu i čoveka.

Osnovni ciljevi ovog doktorskog rada biće: 1) izolacija mikroorganizama iz morskog sedimenta koji poseduju sposobnost stimulacije rasta biljaka; 2) dobijanje hidrogel-filmova na bazi polisaharida poreklom iz morskih algi (alginata, agara i njihovih mešavina) sa biostimulativnim dejstvom na biljke. Takođe, u cilju pronalaženja najpogodnije formulacije za primenu, a imajući u vidu ciljeve održivog razvoja i ekološki uticaj, biće ispitano dejstvo polisaharadnih hidrogel-filmova suplementiranih konvencionalnim fungicidom-jedinjenja bakra, kalcijuma i/ili drugih dvovalentnih jona, i biofungicidom poreklom iz izolovanog mikroorganizma, kao i njihovo sinergističko dejstvo na osnovne parametre rasta biljaka. Krajnji cilj je da se izborom pogodnog polisaharida i bioaktivne komponente, dobije materijal poželjnih mehaničkih, barijernih i termičkih osobina, kao najvažnijih osobina za primenu ovakvih materijala u agroindustriji. Poseban akcenat će biti dat ispitivanju bioloških svojstava, kako samog odabranog mikroorganizma tako i sintetisanih hidrogel-filmova, u pogledu antifungalne aktivnosti, fitotoksičnosti i uticaju različitih formulacija na osnovne parametre rasta biljke.

Poslednjih godina objavljeni su rezultati brojnih istraživanja koji se sa različitih aspekata bave pronalaženjem alternativnih metoda za zaštitu i povećanje prinosa biljaka, odnosno razvojem i potencijalnom primenom različitih hemijskih i bioloških agenasa iz prirodnih resursa u oblasti agroindustrije. U daljem tekstu navedeni su samo neki od njih, koji su od značaja za istraživanja i eksperimente koji će biti izvedeni u okviru izrade predložene disertacije:

1. Cawoy H., Bettiol W., Fickers P., Ongena M.: *Bacillus*-based biological control of plant diseases, in *Pesticides in the modern world-pesticides use and management*. (2011), InTech: Shanghai, ISBN: 978-953-307-459-7.
2. Muhammad A., Mojid M., Hee J.S. and Mohammad T.I.: Diversity of secondary metabolites from marine *Bacillus* species. *Marine Drugs* (2013), 11 pp. 2846-2872; doi:10.3390/md1108, ISSN: 1660-3397.
1. Agricultural Biologicals Market Research Reports & Consulting. Top Trends in the Agricultural Biologicals Industry – Biopesticides (Biofungicides, Bioinsecticides, Bionematicides), Biostimulants, Biofertilizers, Agricultural Inoculants, and Biological Seed Treatment - Global Forecast to 2023. (2018) <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/top-10-trend-agricultural-biological-market-139215554.html>.
2. Ju R., YhaoY., Li J., Jiang H., Liu P., Yang T., Bao Y., Yhou B., Yhou X., Liu X.: Identification and evaluation of a potential biocontrol agent *Bacillus subtilis*, against *Fusarium* sp. in apple seedlings. *Annals of Microbiology*. (2014), 64 (1) p. 377-383, ISSN: 1590-4261.
3. Damalas C.A. and Eleftherohorinos I.G.: Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, (2011), 8(5): p. 1402-1419, ISSN: 1660-4601.
4. Kulimushi P.Z., Basime G.C., Nachigera G.M., Thonart F., Ongena M.: Efficacy of *Bacillus amyloliquefaciens* as biocontrol agent to fight fungal diseases of maize under tropical climates: from lab to field assays in south Kivu, *Environmental Science and Pollution Research*. (2017), 25(30) p. 29808-29821, ISSN: 0944-1344.
5. Immirzi B., Santagata G., Vox G., Schettini E.: Preparation, characterisation and field-testing of a biodegradable sodium alginate-based spray mulch, *Biosystem Engineering* (2009), 102 (4) p. 461-472, ISSN: 1537-5110.

6. Salachna P, Grzeszczuk M, Meller E, Soból M.: Oligo-alginate with low molecular mass improves growth and physiological activity of *Eucomis autumnalis* under salinity stress, *Molecules* (2018), 23(4):812. doi.org/10.3390/molecules23040812, ISSN:1420-3049.
7. Adhikari R., Bristow K. L., Casey P.S., Freischmidt G., Hornbuckle J.W., Adhikari B.: Preformed and sprayable polymeric mulch film to improve agricultural water use efficiency, *Agricultural Water Management* (2016), 169 p.1–13, ISSN:0378-3774.
8. Abd El-Mohdy, H.L.: Radiation-induced degradation of sodium alginate and its plant growth promotion effect, *Arabian Journal of Chemistry* (2017), 10 (1) p. 431-438, ISSN:1878-5352.
9. González A., Castro J., Vera J., Moenne A.: Seaweed oligosaccharides stimulate plant growth by enhancing carbon and nitrogen assimilation, basal metabolism, and cell division, *J Plant Growth Regul* (2013) 32 p. 443–448, ISSN: 0721-7595.
10. Khan W., Rayirath U.P., Subramanian S. et al.: Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development, *J Plant Growth Regul* (2009) 28, p. 386-399, ISSN: 0721-7595.

3. Polazne hipoteze

Osnovne hipoteze koje se mogu izdvojiti kao polazna osnova za započinjanje naučno-istraživačkog rada u okviru ove disertacije su sledeće:

- Prva polazna hipoteza zasniva se na pretpostavci da morski sediment može predstavljati bogat izvor različitih grupa mikroorganizama sa jedinstvenim morfo-fiziološkim svojstima;
- Mikroorganizmi izolovani iz morskog sedimenta kao i produkti njihovog metabolizma mogu ispoljiti biokontrolno i/ili biostimulatorno dejstvo na biljke;
- Polisaharidi, agar i alginat, poreklom iz morskih algi, mogu formirati hidrogelne prevlake/filmove željenih osobina, koji se mogu nanositi na zemljište i/ili biljke i pozitivno uticati na rast i razvoj biljke;
- Dodatkom određenih jedinjenja na bazi bakra, kalcijuma i/ili drugih dvovalentnih jona u formulacije polisaharidnih hidrogel-filmova, moguće je dobiti materijale željenih osobina koji pored stimulacije biljke, mogu ispoljiti i dodatno zaštitno (antifungalno) svojstvo;
- Dodatkom biološki aktivnih komponenti poreklom iz mikroorganizama izolovanih iz morskog sedimenta u formulacije polisaharidnih hidrogel-filmova, moguće je dobiti formulacije sa poboljšanim biostimulatornim/biokontrolnim dejstvom, bez toksičnog efekta na biljku i životnu sredinu;
- Pravilnim odabirom polisaharida i aktivne komponente, moguće je dobiti materijale pogodne za primenu u agroindustriji.

4. Naučne metode istraživanja

Mikroorganizmi iz morskog sedimenta biće izolovani i prečišćeni standardnim mikrobiološkim metodama razblaživanja i iscrpljivanja, nakon uzgajanja na različitim komercijalnim mikrobiološkim podlogama.

Odabir sojeva, biće vršen na osnovu sposobnosti ispoljavanja nekih od mehanizama tipičnih za bakterije stimulatore biljnog rasta, kao što su: antifungalna aktivnost, koja će biti ispitana u konfrontacijskom testu sa nekim od biljnih patogenih plesni iz rodova: *Fusarium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Mucor*; sposobnost produkcije različitih hidrolitičkih enzima, koja će

biti ispitana kvalitativno, upotrebom API ZYM kita (BioMereux, Francuska) i/ili gajenjem izolovanog mikroorganizma na selektivnim mikrobiološkim podlogama koje sadrže supstrate specifičnih enzima; sposobnost solubilizacije fosfata, koja će biti ispitana gajenjem izolovanog mikroorganizma na čvrstoj podlozi obogaćenoj neorganskim fosfatom.

Identifikacija i detaljna karakterizacija odabranog mikroorganizma biće izvršena standardnim morfološko-fiziološkim testovima i biohemijskim metodama (API 50CHB kit, BioMereux, Francuska), kao i molekularnim metodama: izolacija hromozomalne bakterijske DNK, lančana reakcija polimerizacije DNK (Polymerase Chain Reaction, PCR), sekvenciranje 16S rRNK gena.

Sposobnost odabranog mikroorganizma da stimuliše rast biljaka, biće ispitana u *in vivo* ogledu, praćenjem osnovnih parametara rasta biljaka nakon različitih tretmana ćelijskom suspenzijom odabranog mikroorganizma. Kao model biljke, korišće se semena i biljka kukuruza (*Zea mays*, L.) i mungo pasulja (*Vigna radiata*, L.) poreklom iz organske proizvodnje.

Sinteza hidrogelnih prevlaka/filmova na bazi agara i alginata biće vršena metodom izlivanja filmova iz polimernog rastvora i otparavanja rastvarača. Sintetisani filmovi biće obogaćeni dodatkom konvencionalnog fungicida (jedinjenja bakra, kalcijuma i/ili drugih dvovalentnih jona) i/ili biofungicida (poreklom iz odabranog mikroorganizma).

Mehanička svojstva sintetisanih hidrogelnih prevlaka/filmova na bazi alginata i agara (zatezna čvrstoća, izduženje pri kidanju i Jangov modul elastičnosti) biće određena prema ASTM standardnoj metodi D882-10. Propustljivost vodene pare kroz filmove biće određena gravimetrijski, po standardnoj ASTM E96-95 metodi. Termička stabilnost hidrogenih prevlaka/filmova biće određena termogravimetrijskom analizom.

Ispitivanje morfologije i strukture sintetisanih hidrogelnih prevlaka/filmova biće ispitivana sledećim metodama: ultraljubičasta/vidljiva spektroskopija, difrakcija X-zraka, infracrvena spektroskopija sa Furijeovom transformacijom (FT-IC), skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM).

Biološka svojstva sintetisanih hidrogelnih prevlaka/filmova, samostalno i u kombinaciji sa konvencionalnim fungicidom (jedinjenja bakra, kalcijuma i/ili drugih dvovalentnih jona) i/ili biofungicidom (metabolitima odabranog mikroorganizma), biće utvrđena sa aspekta: antifungalne aktivnosti-konfrontacijskim testom sa patogenim biljnim plesnima u čvrstoj i/ili tečnoj podlozi i/ili testom penetracije patogena na čvrstoj podlozi; fitotoksičnosti-praćenjem uticaja različitih formulacija na klijavost semena; stimulacije rasta biljke-nanošenjem različitih formulacija na semena i/ili zemljište i praćenjem osnovnih parametara rasta biljaka.

5. Očekivani naučni doprinos

Imajući u vidu sve veću degradiranost obradivih površina, smanjenje prinosa biljaka i pojavu rezistentnih patogena biljnih kultura, a prateći aktuelna dešavanja u oblasti agroindustrije, dolazi se do zaključka da postoji potreba za pronalaženjem novih ekološki i ekonomski prihvatljivih pristupa, koji će omogućiti smanjenje upotrebe potencijalno štetnih materija i obezbediti održivost u agroindustriji. Očekuje se da će istraživanja planirana u okviru ove doktorske disertacije dati višestruko značajan naučni, ali i praktičan doprinos. Po završetku predloženih ispitivanja očekuju se sledeći pojedinačni naučni doprinosi:

- Izolacija novog bakterijskog soja iz morskog sedimenta, sa izraženim antifungalnim i biostimulativnim potencijalom;
- Biće koncipiran ekološki i ekonomski prihvatljiv postupak za dobijanje polisaharidnih hidrogelnih prevlaka/filmova sa potencijalom primene u agroindustriji kao biostimulatora;

- Dodavanjem aktivnih komponenti: konvencionalnog fungicida na bazi jedinjenja bakra, kalcijuma i/ili drugih dvovalentnih jona, i/ili biofungicida na bazi odabranog mikroorganizma sintetisanim hidrogel-filmovima, razviće se biomaterijali sa dodatnom funkcijom u smislu antifungalnog dejstva;
- Variranjem sastavnih komponenti, pružiće se mogućnost modifikovanja karakteristika sintetisanih hidrogel-filmova;
- Selekcijom najpogodnije formulacije kao i ispitivanjem različitih osobina sintetisanih hidrogel-filmova biće procenjene mogućnosti i koncepti proizvodnje multifunkcionalnih biomaterijala sa biološkom aktivnošću na bazi alginata i agara za primenu u agroindustriji.

Dobijeni rezultati će biti verifikovani naučnim publikacijama u vodećim međunarodnim časopisima koji su bitni za ovu oblast.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Predmet istraživanja u okviru ove doktorske disertacije biće izolacija mikroorganizama iz morskog sedimenta kao i sinteza hidrogelnih prevlaka/filmova na bazi polisaharida poreklom iz morskih algi i ispitivanje njihovog biostimulatornog dejstva, samostalno i u kombinaciji, na rast i zaštitu biljaka.

Prvi deo istraživanja u ovom doktorskom radu će obuhvatiti izolovanje, odabiranje i identifikaciju novog bakterijskog soja, iz morskog sedimenta, sa ciljem pronalaženja potencijalnog biostimulatora biljnog rasta. Nakon toga pristupiće se detaljnoj karakterizaciji odabranog soja. U cilju sagledavanja spektra dejstva i potencijalne primene kao biostimulatornog i/ili biokontrolnog agensa u agroindustriji, kao i mogućnosti tehnološkog manipulisanja odabranim mikroorganizmom, ispitaće se njegove biohemijske, fiziološke i ekološke karakteristike kao i temperaturna, pH stabilnost produkovanih sekundarnih metabolita. Genetički potencijal odabranog mikroorganizma da proizvodi neke od bioaktivnih komponenti značajnih za zaštitu biljaka od patogena, će takođe biti ispitan.

U drugom delu disertacije će biti obrađen koncept sinteze hidrogelnih prevlaka/filmova na bazi polisaharida iz morskih algi, tačnije agara i alginata. Sintetisani hidrogel-filmovi biće okarakterisani u pogledu optičkih, mehaničkih i termičkih osobina, stepena bubrenja u vodi i propustljivosti za vodenu paru, kao najvažnijih osobina za primenu ovakvih materijala u agro-industriji. Takođe, ispitaće se uticaj dodavanja aktivnih komponenti na bazi jedinjenja bakra, kalcijuma i/ili drugih dvovalentnih jona, i/ili odabranog mikroorganizma izolovanog iz morskog sedimenta, na gore spomenute karakteristike sintetisanih hidrogelnih prevlaka/filmova, čime će biti procenjena podobnost ovih formulacija za njihovu potencijalnu primenu u agroindustriji.

U završnom delu istraživanja biće ispitana biološka svojstva samog mikroorganizma, i sintetisanih hidrogelnih prevlaka/filmovara zličitih formulacija, samostalno i u kombinaciji, sa aspekta: antifungalne aktivnosti, fitotoksičnosti i uticaja na osnovne parametre rasta biljaka (klijavost semena, dužina i razvoj korena, stabljike, listova). Selekcijom najpogodnije formulacije kao i ispitivanjem različitih osobina sintetisanih hidrogel-filmova biće procenjene mogućnosti i koncepti proizvodnje multifunkcionalnih biomaterijala sa biološkom aktivnošću za primenu u agroindustriji.

Predviđa se da će u doktorskoj disertaciji biti obrađena sledeća poglavlja: *Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak, Literatura*.

U poglavlju *Uvod* biće prikazan kratak osvrt na područje ispitivanja, definisani glavni ciljevi disertacije i predmet istraživanja.

Teorijski deo doktorske disertacije obuhvatiće pregled i analizu dostupne literature koja se odnosi na potencijal primene mikroorganizama i njihovih produkata metabolizma u oblastima zaštite i stimulacije biljaka, kao i problematiku upotrebe prirodnih polimera za dobijanje formulacija pogodnih za oblast agroindustrije.

U *Eksperimentalnom delu* biće navedeni materijali i metode primenjene u eksperimentalnom radu:

- Materijali i hemikalije upotrebljeni u radu,
- Detaljni opis metoda i eksperimentalnih tehnika upotrebljenih u radu.

U okviru *Rezultata i diskusije* biće predstavljeni i diskutovani rezultati istraživanja.

U *Zaključku* biće sumirani rezultati dobijeni u toku istraživanja uz, stavljanje akcenta na njihove osnovne doprinose.

Literatura će sadržati navode citirane u disertaciji, kao i radove proistekle istraživanjem u okviru ove doktorske disertacije.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetih podataka o dosadašnjem radu i postignutim rezultatima Komisija smatra da kandidat **Neda R. Radovanović**, diplomirani biolog zaštite životne sredine, ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije koja pripada naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo, odnosno užoj naučnoj oblasti Biohemijsko inženjerstvo i biotehnologija, za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova. Komisija takođe smatra da je predložena tema doktorske disertacije “**Biostimulatori biljnog rasta poreklom iz morske sredine za primenu u agroindustriji**”, naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, da je prihvati i odobri izradu ove disertacije. Za mentore se predlažu prof. dr Suzana Dimitrijević-Branković, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, i dr Aleksandra Nešić, naučni saradnik Instituta za nuklearne nauke “Vinča” Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 25.02.2019.godine

ČLANOVI KOMISIJE

dr Suzana Dimitrijević-Branković, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

dr Aleksandra Nešić, naučni saradnik
Univerziteta u Beogradu, Institut za nuklearne nauke “Vinča”

dr Mirjana Rajilić-Stojanović, docent
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet