

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/199

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

04.09.2023.

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације
и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

“Антимикробни текстилни материјали са наночестицама на бази сребра и бакра *in situ* синтетисаним применом екстракта биљака и агро-отпада“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Ана (Даница) Кркобабић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Београду,

Технолошко-металуршки факултет, Мастер студије, Мастер инжењер технологије

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2016.

4. Година уписа на докторске студије: 2020.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Текстилно инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ :

Име и презиме ментора: др Маја Радетић

Звање: Редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. D. Marković, M. Korica, M. Kostić, Ž. Radovanović, Z. Šaponjić, M. Mitrić, M. Radetić, *In situ* synthesis of Cu/Cu₂O nanoparticles on the TEMPO oxidized cotton fabrics, *Cellulose*, 25 (2018) 829-841 (ISSN 1572-882X, M21a, IF(2018)=3,917, doi: [10.1007/s10570-017-1566-5](https://doi.org/10.1007/s10570-017-1566-5))
2. D. Marković, C. Deeks, T. Nunney, Ž. Radovanović, M. Radoičić, Z. Šaponjić, M. Radetić, Antibacterial activity of Cu-based nanoparticles synthesized on the cotton fabrics modified with polycarboxylic acids, *Carbohydr. Polym.* 200 (2018) 173-183 (ISSN 0144-8617, M21a, IF(2018)=6,004, doi: [10.1016/j.carbpol.2018.08.001](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.08.001))
3. D. Marković, J. Ašanin, T. Nunney, Ž. Radovanović, M. Radoičić, M. Mitrić, D. Mišić, M. Radetić, Broad spectrum of antimicrobial activity of cotton fabric modified with oxalic acid and CuO/Cu₂O nanoparticles, *Fiber. Polym.* 20 (2019) 2317-2325 (ISSN 1229-9197, M21, IF(2019)=1,797, doi: [10.1007/s12221-019-9131-5](https://doi.org/10.1007/s12221-019-9131-5))
4. D. Marković, H.H. Tseng, T. Nunney, M. Radoičić, T. Ilic-Tomic, M. Radetić, Novel antimicrobial nanocomposite based on polypropylene non-woven fabric, biopolymer alginate and copper oxides nanoparticles, *Appl. Surf. Sci.* 527 (2020) 146829 (ISSN 0378-5963, M21a, IF (2019)=6,182, doi: [10.1016/j.apsusc.2020.146829](https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.146829))
5. B. Tomšić, D. Marković, V. Janković, B. Simončič, J. Nikodinovic-Runic, T. Ilic-Tomic, M. Radetić, Biodegradation of cellulose fibers functionalized with CuO/ Cu₂O nanoparticles in combination with polycarboxylic acids, *Cellulose*, 29 (2022) 287-302 (ISSN 1572-882X, M21a, IF(2020)=6,123, doi: [10.1007/s10570-021-04296-6](https://doi.org/10.1007/s10570-021-04296-6))

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

- Прилог 1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ 2 :

Име и презиме ментора: Дарка Марковић

Звање: Виши научни сарадник у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. D. Marković, M. Korica, M. Kostić, Ž. Radovanović, Z. Šaponjić, M. Mitrić, M. Radetić, *In situ* synthesis of Cu/Cu₂O nanoparticles on the TEMPO oxidized cotton fabrics, *Cellulose*, 25 (2018) 829-841 (ISSN 1572-882X, M21a, IF(2018)=3,917, doi: [10.1007/s10570-017-1566-5](https://doi.org/10.1007/s10570-017-1566-5))
2. D. Marković, C. Deeks, T. Nunney, Ž. Radovanović, M. Radoičić, Z. Šaponjić, M. Radetić, Antibacterial activity of Cu-based nanoparticles synthesized on the cotton fabrics modified with polycarboxylic acids, *Carbohydr. Polym.* 200 (2018) 173-183 (ISSN 0144-8617, M21a, IF(2018)=6,004, doi: [10.1016/j.carbpol.2018.08.001](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.08.001))
3. D. Marković, J. Ašanin, T. Nunney, Ž. Radovanović, M. Radoičić, M. Mitrić, D. Mišić, M. Radetić, Broad spectrum of antimicrobial activity of cotton fabric modified with oxalic acid and CuO/Cu₂O nanoparticles, *Fiber. Polym.* 20 (2019) 2317-2325 (ISSN 1229-9197, M21, IF(2019)=1,797, doi: [10.1007/s12221-019-9131-5](https://doi.org/10.1007/s12221-019-9131-5))
4. D. Marković, H.H. Tseng, T. Nunney, M. Radoičić, T. Ilic-Tomic, M. Radetić, Novel antimicrobial nanocomposite based on polypropylene non-woven fabric, biopolymer alginate and copper oxides nanoparticles, *Appl. Surf. Sci.* 527 (2020) 146829 (ISSN 0378-5963, M21a, IF(2019)=6,182, doi: [10.1016/j.apsusc.2020.146829](https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.146829))
5. B. Tomšić, D. Marković, V. Janković, B. Simončič, J. Nikodinovic-Runic, T. Ilic-Tomic, M. Radetić, Biodegradation of cellulose fibers functionalized with CuO/ Cu₂O nanoparticles in combination with polycarboxylic acids, *Cellulose*, 29 (2022) 287-302 (ISSN 1572-882X, M21a, IF(2020)=6,123, doi: [10.1007/s10570-021-04296-6](https://doi.org/10.1007/s10570-021-04296-6))

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

ДП

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. 43. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 24.08.2023. 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 **Ане Кркобабић**, број индекса 4011/20, под називом: **„Антимикробни текстилни материјали са наночестицама на бази сребра и бакра *in situ* синтетисаним применом екстракта биљака и агро-отпада“.**

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

За менторе се одређују др Маја Радетић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Дарка Марковић, виши научни сарадник Иновационог центра Технолошко-металуршког факултета.

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

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

**Наставно-научном већу
Технолошко-металуршког факултета
Универзитета у Београду**

Одлуком Наставно–научног већа Технолошко–металуршког факултета бр. 35/269 од 11.05.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности кандидата **Ане Кркобабић, мастер инж. технологије**, за израду докторске дисертације под темом „**Антимикробни текстилни материјали са наночестицама на бази сребра и бакра *in situ* синтетисаним применом екстраката биљака и агро-отпада**“, као и научне заснованости теме докторске дисертације. На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Ана Кркобабић је рођена 18.01.1982. године у Београду где је завршила основну и средњу школу. Дипломирала је на Вишој техничкој текстилној школи у Београду, на одсеку за Текстилну технологију (смер Моделарско конструкторски) 2006. године. Основне академске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду завршила је 2014. године. На истом факултету 2016. године завршила је мастер академске студије и стекла академски назив мастер инжењер технологије. Докторске академске студије уписала је 2020. године на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду на студијском програму Текстилно инжењерство под менторством проф др. Маје Радетић.

Од 2018-2020. године била је ангажована на Високој текстилној струковној школи за дизајн, технологију и менаџмент у Београду као сарадник у настави, а од 2020. године је ангажована на Академији техничко-уметничких струковних студија Београд, одсек Висока текстилна струковна школи за дизајн, технологију и менаџмент, као асистент за ужу стручну област Текстилно инжењерство.

Говори енглески језик.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Ана Кркобабић положила је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија, укључујући и завршни испит, са просечном оценом 9,17. Списак положених испита са оценама и оствареним бодовима приказан је у следећој табели:

	Предмет	Оцена	ЕСПБ
1	Инжењерство површине полимерних и текстилних материјала	8	4
2	Техничка влакна	9	5
3	Теорија формирања влакана	9	5

4	Завршни испит	10	30
5	Енглески језик	10	-
6	Нанотехнологије у текстилној индустрији	9	4
7	Структура влакана	9	6
8	Физичке и инструменталне методе у метрологији текстилних материјала	10	4
9	Виши курс аналитичке хемије	10	5
10	Хемијска кинетика	7	5
11	Структура и својства полимерних материјала	10	5
12	Одабрана поглавља инструменталне анализе	10	7
13	Математичка обрада експерименталних података	9	5

Списак објављених научних радова

Радови објављени у међународним часописима изузетних вредности (M21A)

1. M. Milošević, A. **Krkobabić**, M. Radoičić, Z. Šaponjić, T. Radetić, M. Radetić, Biodegradation of cotton and cotton/polyester fabrics impregnated with Ag/TiO₂ nanoparticles in soil, Carbohydr. Polym. 158 (2017) 77-84 doi: 10.1016/j.carbpol.2016.12.006
2. A. **Krkobabić**, M. Radetić, H.H. Tseng, T.S. Nunney, V. Tadić, T. Ilic-Tomic, D. Marković, Green in situ synthesis of Ag- and Cu-based nanoparticles on viscose fabric using a *Punica granatum* peel extract, Appl. Surf. Sci. 611 (2023) 155612 doi: 10.1016/j.apsusc.2022.155612

Радови објављени у врхунским међународним часописима (M21)

1. A. **Krkobabić**, D. Marković, A. Kovačević, V. Tadić, M. Radoičić, T. Barudžija, T. Ilic-Tomic, M. Radetić, Antimicrobial nanocomposites based on oxidized cotton fabric and in situ biosynthesized copper oxides nanostructures using bearberry leaves extract, Fiber. Polym. 23 (2022) 954-966 doi: 10.1007/s12221-022-4639-5

Радови у међународним часописима (M23)

1. M. Milošević, A. **Krkobabić**, M. Radoičić, Z. Šaponjić, V. Lazić, M. Stoilković, M. Radetić, Antibacterial and UV protective properties of polyamide fabric impregnated with TiO₂/Ag nanoparticles, J. Serb. Chem. Soc. 80 (2015) 705-715 doi: 10.2298/JSC141104125M
1. A. **Krkobabić**, J. Stojičić, M. Radetić, D. Marković, Biosynthesis of silver nanoparticles on polypropylene non-woven material for efficient antimicrobial activity, J. Serb. Chem. Soc. 88 (2023) 537-550 doi:10.2298/JSC230113020K

Саопштење са скупова националног значаја штампано у изводу (M64)

1. **A. Krkobabić**, D. Marković, V. Tadić, M. Radoičić, M. Radetić, Antimikrobna aktivnost nanolistića CuO *in situ* sintetisanih na pamučnoj tkanini prethodno oksidisanoj sa NaIO₄/NaClO₂, 57. Savetovanje SHD, Kragujevac, 18. i 19. Jun 2021, On-line.
2. **A. Krkobabić**, M. Radetić, V. Tadić, T. Ilić-Tomic, D. Marković, Antimikrobna aktivnost viskozne tkanine modifikovane hitozanom i nanocesticama Ag, 58. Savetovanje SHD, Beograd, 9. i 10. jun 2022. Kratki izvodi radova ISBN 978-86-7132-079-5.
3. **A. Krkobabić**, D. Marković, A. Kovačević, T. Ilić-Tomić, V. Tadić, M. Radetić, Antimikrobna aktivnost i citotoksičnost nanočestica na bazi srebra *in situ* sintetisanih na pamučnoj tkanini primenom ekstrakta lista oraha, 59. Savetovanje SHD, Novi Sad, 1. i 2. jun 2023. Kratki izvodi radova 150 ISBN 978-86-7132-081-8.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и остварених резултата током докторских студија, кандидаткиња је испољила способност за бављење научноистраживачким радом. Кандидаткиња је већ током израде завршног и мастер рада показала афинитет према научноистраживачком раду, тако да су резултати њеног рада објављени у два међународна часописа. На основу досадашњих истраживања у оквиру израде докторске тезе проистекао је један рад у међународном часопису изузетних вредности, један рад у врхунском међународном часопису, један рад у међународном часопису и три саопштења са националних скупова. На основу увида у рад кандидаткиње, њених научних активности и постигнутих научноистраживачких резултата, Комисија сматра да она задовољава све критеријуме за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Сектор производње медицинског текстила је један од најбрже растућих грана текстилне индустрије. Процењено је да ће вредност тржишта медицинског текстила порасти са 24,7 милијарди долара на 26,21 милијарди долара у периоду 2020-2028. Развој нових антимикробних текстилних материјала првенствено за примену у медицини и заштити здравља је веома дуго у фокусу многих истраживања. Различита антимикробна средства као што су соли метала, кватернерна амонијумова једињења, полихексаметилен-бигуанид, N-халамин, биополимер хитозан и биљни екстракти су коришћена у доради текстилних материјала у циљу постизања антимикробне активности [1, 2]. Многа конвенционална средства која се користе у антимикробној доради текстилних материјала, иако ефикасна, често нису економски и/или еколошки прихватљива. Ови недостаци се све успешније превазилазе применом наночестица метала (Ag, Au, Cu) и оксида метала (CuO, Cu₂O), који услед малих димензијама и великог односа површине према запремини поседују изузетну реактивност, па могу пружити одлична антимикробна својства [2]. Велики број истраживања је указало на одличну антимикробну активност различитих врста текстилних материјала модификованих наночестицама на бази srebra и бакра према различитим микроорганизмима [2-11]. Услед веће уштеде хемикалија и боље равномерности обраде све актуелнија је *in situ* синтеза наночестица на текстилним супстратима [2]. Иако су се конвенционална редуциона средства (натријум-бор-хидрид, хидразин, хидроксиламин) показала ефикасним у редукацији јона srebra и бакра приликом синтезе наночестица, њихов

негативан утицај на животну околину је померио тежиште новијих истраживања на примену тзв. зелених редукционих средстава (биополимера, бактерија, гљивица, алги, биљних екстраката, простих шећера) [7-15]. Поступци који подразумевају употребу биљних екстраката су једноставнији, јефтинији и краћи од оних који се базирају на дејству микроорганизама како они изискују дуготрајну изолацију и одржавање културе [16, 17]. Изобилје отпада од биљки и воћа, њихова нетоксичност, еколошка прихватљивост и потенцијал за остваривање различитих ефеката (антибактеријски, антифунгални, антиинфламаторни, антиоксидативни) чини их посебно интересантним алтернативама.

Предмет истраживања ове докторске дисертације је испитивање могућности добијања текстилних материјала различитог хемијског састава и форме који би поседовали антимикробну активност, а која би била обезбеђена *in situ* синтезом наночестица на бази сребра и бакра помоћу екстраката биљки и агро-отпада. Фитохемикалије које се налазе у овим екстрактима (фенолкарбоксилне киселине, флавоноиди, алкалоиди, терпеноиди и полисахариди) преузимају функцију редукционих средстава и/или стабилизатора тако да могу успешно заменити токсична и еколошки неприхватљива конвенционална редукциона средства [18-20]. Екстракти биљки и агро-отпада се разликују међу собом али је поступак биосинтезе наночестица на бази бакра и сребра сличан и подразумева: уситњавање/млевање листова биљки или осушеног агро-отпада, њихову екстракцију у води на повишеној температури у кратком временском интервалу, филтрацију екстракта и редукцију јона метала који су претходно адсорбовани на текстилном материјалу из раствора соли прекурсора. Како је антимикробни текстил предвиђен за контакт са кожом, циљ је да се обезбеди максимална антимикробна активност уз минималну цитотоксичност. Стога ће се оптимизовати сви поступци синтезе како би се обезбедили услови за остваривање овог суштинског циља.

Да би се синтетисала довољна количина наночестица које могу пружити жељену антимикробну активност према бактеријама и квасцима, неопходно је да се обезбеди ефикасна сорпција јона метала. Стога је такође циљ ове дисертације да се испитају могућности модификације површине текстилних влакана које би генерисале довољан број потенцијалних функционалних група за везивање јона метала. У том смислу, памучни супстрат ће у двостепеном поступку бити оксидисан са натријум-јодатом и натријум-хлоритом. Исти супстрат ће се модификовати и лимунском киселином. Вискозна тканина ће бити модификована биополимером хитозаном са и без присуства умреживача 1,2,3,4-бутантетракарбоксилне киселине. Исти поступак ће се применити и на полипропиленски неткани материјал с тим што ће његова површина претходно бити активирана корона пражњењем на атмосферском притиску. Полипропиленски супстрат активиран короном ће се такође накнадно модификовати аминокропилтриетоксисиланом.

Имајући у виду специфичност текстилних нанокомпозиата, детаљно ће се испитати хемијске и морфолошке промене на супстратима и учиниће се покушај сагледавања које методе могу бити заиста релевантне за њихову поуздану карактеризацију.

Литература

1. Radetić M., Functionalization of textile materials with silver nanoparticles, *Journal of Materials Science* 48 (2013) 95-107.
2. Radetić M., Marković D., Nano-finishing of cellulose textile materials with copper and copper oxide nanoparticles, *Cellulose* 26 (2019) 8971–8991.
3. Marković D., Deeks C., Nunney T., Radovanović Ž., Radoičić M., Šaponjić Z., Radetić M., Antibacterial activity of Cu-based nanoparticles synthesized on the cotton fabrics modified with polycarboxylic acids, *Carbohydrate Polymers* 200 (2018) 173-182.
4. Marković D., Korica M., Kostić M., Radovanović Ž., Šaponjić Z., Mitrić M., Radetić M., In situ synthesis of Cu/Cu₂O nanoparticles on the TEMPO oxidized cotton fabrics, *Cellulose* 25 (2018) 829-841.
5. Ilić V., Šaponjić Z., Vodnik V., Potkonjak B., Jovančić P., Nedeljković J., Radetić M., The Influence of Silver Content on Antimicrobial Activity and Color of Cotton Fabrics Functionalized with Ag Nanoparticles, *Carbohydrate Polymers* 78 (2009) 564-569.
6. Milošević M., Radoičić M., Šaponjić Z., Nunney T., Deeks C., Lazić V., Mitrić M., Radetić T., Radetić M., *In situ* Photoreduction of Ag⁺-ions by TiO₂ Nanoparticles Deposited on Cotton and Cotton/PET Fabrics, *Cellulose* 21 (2014) 3781-3795
7. Akter M., Sikder Md. T., Rahman Md. M., Ullah A.K.M., Hossain K. F. B., Banik S., Hosokawa T., Saito T., Kurasaki M., A systematic review on silver nanoparticles-induced cytotoxicity: Physicochemical properties and perspectives, *Journal of Advanced Research* 9 (2018) 1-16.
8. Fernandes M., Padrão J., Ribeiro A.I., Fernandes R.D.V., Melro L., Nicolau T., Mehravani B., Alves C., Rodrigues R., Zille A., Polysaccharides and Metal Nanoparticles for Functional Textiles: A Review, *Nanomaterials* 12 (2022) 1006.
9. Dawadi S., Katuwal S., Gupta A., Lamichhane U., Thapa R., Jaisi S., Lamichhane G., Bhattarai D.P., Parajuli N., Current Research on Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization and Applications, *Journal of Nanomaterials* 2021 (2021) 23.
10. Vrinceanu N., Bucur S., Rimbu C.M., Neculai-Valeanu S., Ferrandiz Bou S., Sucheai M.P., Nanoparticle/biopolymer-based coatings for functionalization of textiles: recent developments (a minireview), *Textile Research Journal* 92 (2022) 3889-3902.
11. Simončič B., Klemenčič D., Preparation and performance of silver as an antimicrobial agent for textiles: A review, *Textile Research Journal* 86 (2016) 210-223.
12. Cady N.C., Behnke J.L., Strickland A.D., Copper-based nanostructured coatings on natural cellulose: nanocomposites exhibiting rapid and efficient inhibition of a multi-drug resistant wound pathogen, *A. baumannii*, and mammalian cell compatibility *in vitro*, *Advanced Functional Materials* 21 (2011) 2506-2514.
13. Rezaie A.B., Montazer M., Rad M.M., Biosynthesis of nano cupric oxide on cotton using *Seidlitzia rosmarinus* ashes utilizing bio, photo, sensing and leaching properties, *Carbohydrate Polymers* 177 (2017) 1-12.
14. Errokh A., Ferrara A.M., Conceição D.S., Vieira Ferreira L.F., Botelho de Rego A.M., Rei Vilar M., Boufi S., Controlled growth of Cu₂O nanoparticles bound to cotton fibres, *Carbohydrate Polymers* 141 (2016) 229-237.
15. Sedighi A., Montazer M., Samadi N., Synthesis of nano Cu₂O on cotton: Morphological, physical, biological and optical sensing characterizations, *Carbohydrate Polymers* 110 (2014) 489-498.

16. Chandraker S.K., Lal M., Ghosh M.K., Tiwari V., Ghorai T.K., Shukla R., Green synthesis of copper nanoparticles using leaf extract of *Ageratum houstonianum* Mill. and study of their photocatalytic and antibacterial activities, Nano Express 1 (2020) 0100033.
17. Ghosh M.K., Sahu S., Gupta I., Ghorai T.K., Green synthesis of copper nanoparticles from an extract of *Jatropha curcas* leaves: characterization, optical properties, CT-DNA binding and photocatalytic activity, RCS Advances 10 (2020) 22027-22035.
18. Akintelu S.A., Folorunso A.S., Folorunso F.A., Oyebamiji A.K., Green synthesis of copper oxide nanoparticles for biomedical application and environmental remediation, Helyion 6 (2020) e04508.
19. Mali S.C., Dhaka A., Githala C.K., Trivedi R., Green synthesis of copper nanoparticles using *Celastrus paniculatus* Willd leaf extract and their photocatalytic and antifungal properties, Biotechnology Reports 27 (2020) e00518.
20. Sukumar S., Rudrasenan A., Nambiar D.P., Green-synthesized rice-shaped copper oxide nanoparticles using *Caesalpinia bonducella* seed extract and their applications, ACS Omega 5 (2020) 1040-1051.

3. Полазне хипотезе

Предложена докторска теза се заснива на следећим основним хипотезама:

- текстилни материјали импрегнирани наночестицама на бази сребра и бакра поседују антимикробна својства;
- *in situ* синтеза наночестица на текстилном супстрату је ефикаснија од *ex situ* синтезе;
- модификовањем површине текстилних влакана може се постићи ефикаснија сорпција јона сребра и бакра из раствора соли прекурсора у првој фази синтезе наночестица;
- токсична и еколошки неприхватљива редукциона средства и стабилизатори се у синтези наночестица на бази сребра и бакра могу заменити тзв. зеленим средствима, конкретно екстрактима биљки и агро-отпада;
- облик, величина, хемијски састав и количина синтетисаних наночестица зависи од хемијског састава екстракта и почетне концентрације соли прекурсора;
- оптимизацијом параметара синтезе наночестица на текстилним влакнима могуће је истовремено постићи жељену антимикробну активност, контролисано отпуштање јона метала и малу цитотоксичност.

4. Научне методе истраживања

Током израде предложене докторске дисертације биће коришћене следеће методе:

- садржај активних компоненти у екстрактима биљки биће утврђен тачном хроматографијом високих перформанси (HPLC);
- садржај сребра/бакра у текстилним узорцима након сорпције јона из раствора соли прекурсора и после синтезе наночестица, као и током испитивања отпуштања јона сребра и бакра у физиолошком раствору биће одређен помоћу атомске апсорпционе спектроскопије (AAS);
- морфологија површине немодификованих и модификованих текстилних влакана биће анализирана скенирајућом електронском микроскопијом (FESEM);

- хемијска структура површине немодификованих и модификованих текстилних влакана биће анализирана инфрацрвеном спектрометријом са Фуријеовом трансформацијом (FTIR), енергетско-дисперзивном спектроскопијом X-зрака (EDX) и фотоелектронском спектроскопијом X-зрацима (XPS);
- кристална структура синтетисаних честица биће испитана рендгенском дифрактометријом (XRD);
- антимикробна активност добијених нанокомпозитних материјала према индикаторским микроорганизмима: Грам-негативној бактерији *Escherichia coli*, Грам-позитивној бактерији *Staphylococcus aureus* и квасцу *Candida albicans* биће испитана применом стандардне тест методе ASTM E 2149-01 (Стандардни тест метод за одређивање антимикробне активности имобилисаних антимикробних агенаса у динамичким контактним условима);
- цитотоксичност модификованих узорака ће бити испитана *in vitro* на ћелијској линији здравих кератиноцита коже HaCaT (ATCC).

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће истраживања планирана у оквиру ове докторске дисертације дати следеће научне доприносе:

- утврдиће се могућност синтезе различитих антимикробних нанокомпозитних текстилних материјала применом екстраката биљки и агро-отпада;
- установиће се утицај компоненти екстраката биљки и агро-отпада на величину, облик, хемијски састав и количину наночестица на бази сребра и бакра;
- испитаће се утицај претходне модификације површине текстилних влакана хемијским и физичко-хемијским поступцима на ефикасност сорпције јона метала и синтезу наночестица;
- дефинисаће се методе које би биле најадекватније за карактеризацију нанокомпозитних текстилних материјала имајући у виду њихову специфичност и брзу оксидацију синтетисаних наночестица сребра и бакра на ваздуху;
- утврдиће се корелација између количине синтетисаних наночестица на бази сребра и бакра, антимикробне активности, отпуштања јона у физиолошком раствору и цитотоксичности према ћелијама кератиноцита коже.

6. План истраживања и структура рада

Планиране активности у оквиру рада на овој докторској тези су:

- преглед литературе у циљу проналажења оптималних услова за синтезу наночестица на бази сребра и бакра применом екстраката биљки и агро-отпада;
- селекција и припрема биљки и агро-отпада за синтезу наночестица на бази сребра и бакра;
- хемијска анализа екстраката биљки и агро-отпада;
- модификовање текстилних супстрата (тканине и неткани текстилни материјали) хемијским и физичко-хемијским поступцима;
- *in situ* синтеза наночестица на бази сребра и бакра на текстилним супстратима;
- карактеризација синтетисаних текстилних нанокомпозитних материјала (хемијска структура и морфологија површине влакана);
- испитивање антимикробне активности текстилних нанокомпозитних материјала према бактеријама и квасцима;

-испитивање отпуштања јона сребра и бакра у физиолошком раствору;
-испитивање цитотоксичности текстилних нанокмпозитних материјала према ћелијама кератиноцита коже.

Докторска дисертација ће обухватити следећа поглавља: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак и Литература. У Уводу ће бити дефинисани предмет и основни циљеви истраживања. У Теоријском делу ће бити дат преглед литературе која појашњава захтеве који се постављају пред медицински текстил и која даје слику развоја и актуелних истраживања на пољу антимикробне нанодораде текстилних материјала како употребом конвенционалних тако зелених редукционих средстава. У Експерименталном делу ће бити детаљно описани сви коришћени супстрати, хемикалије као и биљке и агро-отпад, поступци модификације текстилних супстрата, поступци синтезе наночестица и методе карактеризације. Сви резултати истраживања биће приказани и дискутовани у поглављу Резултати и дискусија. Кључни закључци проистекли из резултата истраживања биће сажети у поглављу Закључци. Све публикације цитиране у докторској тези укључујући и публикације објављене на основу резултата добијених током реализације докторске дисертације биће наведене у поглављу Литература.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података Комисија за процену подобности теме докторске дисертације и кандидата, сматра да Ана Кркобабић, мастер инж. технологије испуњава све услове потребне за рад на предложеној теми докторске дисертације. Такође, Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације Ане Кркобабић под насловом „Антимикробни текстилни материјали са наночестицама на бази сребра и бакра *in situ* синтетисаним применом екстракта биљки и агро-отпада“ научно заснована и предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета да је прихвати. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Текстилно инжењерство, за коју је матичан Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду. За менторе се предлажу др Маја Радетић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Дарка Марковић, виши научни сарадник Универзитета у Београду, Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета.

Београд, 01.06.2023. године.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Маја Радетић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Дарка Марковић, виши научни сарадник
Универзитета у Београду, Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета

Др Сузана Бранковић-Димитријевић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Вања Тадић, научни саветник
Института за проучавање лековитог биља „Др Јосиф Панчић“

Др Ковиљка Асановић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет
