

2022
ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног
родитеља и име
Датум и место рођења

Дмитровић, Вито Светлана
16.12.1988. год., Краљево

Основне студије

Универзитет
Факултет
Студијски програм
Звање
Година уписа
Година завршетка
Просечна оцена

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет
Факултет
Студијски програм
Звање
Година уписа
Година завршетка
Просечна оцена
Научна област
Наслов завршног рада

Универзитет у Београду
Фармацеутски факултет
Фармација-медицинска биохемија
Магистар фармације-медицински биохемичар
2007
2012
8,89
Фармација
Испитивање поремећаја хемостазе у менорагији

Докторске студије

Универзитет
Факултет
Студијски програм
Година уписа
Остварен број ЕСПБ бодова
Просечна оцена

Универзитет у Нишу
Природно-математички факултет
Хемија
2014. (шк. 2014/2015. год.)
150
10,0

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске
дисертације
Наслов теме докторске
дисертације на енглеском
језику
Име и презиме ментора,
звање
Број и датум добијања
сагласности за тему
докторске дисертације

Нови наноструктурни композитни материјали на бази паукове мреже: Добијање, структурна, морфолошка, луминесцентна и магнетна својства материјала
New nanostructured composite spider silk based materials: Preparation, structural, morphological, luminescent and magnetic properties of the materials
Александра Зарубица, редовни професор Природно-математичког факултета, Универзитета у Нишу
5/2014, 28.3.2018. год.

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна
Број поглавља
Број слика (шема, графикана)
Број табела

172
11
50
8

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Dmitrović Svetlana, Jokić Bojan, Prekajski Marija, Pantić Jelena, Zmejkoski Danica, Zarubica Aleksandra, Matović Branko, Synthesis and characterization of spider silk calcite composite, Processing and Application of Ceramics, 2016, 10 (1), 37-40.</p> <p>Познато је да биоматеријал–паукова мрежа поседује одлична механичка својства, еластичност и жилавост, користи се за добијање тзв. влакана на бази калцијум-карбоната минерализацијом, ради побољшања дуготрајности приликом његовог коришћења, као и у циљу унапређења остео-кондуктивности изворног калцита. Узорци новог композитног материјала су добијени/синтетисани имитирањем/симулирањем биоминерализације током 5 (пет) дана у циљу обезбеђивања настајања и раста калцита на површини паукове мреже. Кристалне фазе су детектоване XRD инструменталном техником, а површина-функционалне групе на њој су анализирани употребом FTIR спектроскопије. Микроструктура композитног материјала, величина кристалита и њихова морфологија су испитивани помоћу FE-SEM инструменталне технике. Након 2 (два) дана процесирања новог композитног материјала, (чиста/искључива) кристална фаза калцита је добијена, а величина кристалита је расла са пролонгирањем/продужењем времена процеса биоминерализације. Стиче се утисак да се овом једноставном методом синтезе материјала може добити нови композитни материјал жељених механичких својстава, као и да је композит-комбинација калцита и паукове мреже, обећавајући материјал у дизајнирању оштећених костију/коштаног ткива у регенеративној медицини у сврху замене остеопорозне и оштећене коштане масе.</p>	M22
2	<p>Dmitrović Svetlana, Nikolić Marko G., Jelenković Branislav, Prekajski Marija, Rabasović Mihailo, Zarubica Aleksandra, Branković Goran, Matović Branko, Photoluminescent properties of spider silk coated with Eu-doped nanoceria, Journal of Nanoparticle Research, 2017, 19:47.</p> <p>Паукова мрежа је коришћена као основа-“template” за синтезу (чистог/немодификованог) церијум(IV)-оксида и наночестица церијум(IV)-оксида допираног Eu из воденог раствора церијум(III)-нитрата различитих концентрација. Уочено је да су најбољи резултати остварени урањањем паукове мреже у раствор $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ концентрације 0,1 M, при чему су наночестице церијум(IV)-оксида хомогено дистрибуиране по површини паукове мреже. XRD анализа потврђује присуство кубне флуоритне структуре церијум(IV)-оксида. Величина зрна кристалита и напетост у кристалној решетки су већи када је церијум(IV)-оксид допиран са Eu, што се објашњава већим јонским радијусом Eu^{3+} у поређењу са Ce^{4+}. При примењеним експерименталним условима, добијени композит поседује својства луминесценције тако да представља (обећавајући) потенцијал као могући обележавајући материјал, који се може користити у биомедицини, биоанализи, савременом тзв. drug-delivery систему, те у био- и регенеративној медицини. Такав материјал се може тестирати и имплементирати у <i>in vivo</i> системима, истраживањима, дијагностицирању и у третманима лечења.</p>	M22
3	<p>Dmitrović Svetlana, Prekajski Marija, Jokić Bojan, Branković Goran, Zarubica Aleksandra, Žikić Vladimir, Matović Branko, Spider silk as a template for obtaining magnesium oxide and magnesium hydroxide fibers, Hemijska industrija, 2018, 72 (1), 23-28.</p> <p>Коришћена су влакна паукове мреже као матрица за добијање влакана магнезијум -оксида (MgO, периклас) и магнезијум-хидроксида ($\text{Mg}(\text{OH})_2$, бруцит). Влакна магнезијум-оксида добијена су термичким разлагањем соли магнезијума (MgCl_2) у присуству влакана паукове мреже, док су влакна магнезијум-хидроксида синтетисана хидратацијом MgO влакана на различитим температурама и у различитим временским интервалима. На основу снимака, коришћењем скенирајуће електронске микроскопије (SEM), утврђено је да је величина синтетисаних MgO влакана одређена димензијама влакана паукове мреже, док је за $\text{Mg}(\text{OH})_2$ влакна просечан дијаметар растао са продужењем периода хидратације. Применом инструменталне технике/методе</p>	M23

дифракције X-зрака, показано је да су влакна магнезијум-оксида једнофазна (добijen је чист магнезијум-оксид), док су влакна бруцита двофазна и/или једнофазна у зависности од инкубационог периода и/или температуре на којој је вршена инкубација.

Svetlana Dmitrović, Vojislav Spasojević, Goran Branković, Georgios Constantinides, Aleksandra Zarubica, Branko Matović, Spider silk coated with maghemite nanoparticles-synthesis and characterization, Twentieth Annual Conference YUCOMAT 2018, 3-7.9. 2018. Herceg Novi, Montenegro, Book of abstracts, p.134.

Влакна паукове мреже употребљена су као матрица („template“) за добијање влакана обложених суперпарамагнетним наночестицама γ -гвожђе(III)-оксида (γ -Fe₂O₃). Као резултат, добијена су јака композитна влакна која реагују на дејство магнетног поља.

- 4 Материјал је синтетисан једноставном методом преципитације. Применом методе дифракције X-зрака потврђено је присуство нанокристалне фазе γ -Fe₂O₃, а присуство гвожђа и кисеоника потврђено је енергијском дисперзионом спектроскопијом (EDS). На основу скенирајуће електронске микроскопије (SEM), може се видети да су влакна паукове мреже потпуно и хомогено обложена наночестицама γ -Fe₂O₃, док је уз помоћ трансмисионе електронске микроскопије (TEM) процењена величина наночестица на површини влакана. Магнетна својства узорака описана су помоћу суперпроводног квантног интерферометра (SQUID).

Svetlana Dmitrović, Branko Matović, Spider silk as a sustainable material for development novel functional biocomposites, Humboldt Kolleg, „Sustainable development and climate change: Connecting Research, education, policy and practice“, 19-22.09.2018, Belgrade, Serbia, Book of abstracts, p.40.

Убрзани развој технологије представља растући проблем у смислу одрживости и загађења животне средине. Комерцијални полимери који су у употреби за различите технолошке и биомедицинске апликације су често неразградиви, као и слабих

- 5 механичких особина. Свила паучине је биокompatibilни, биоразградиви, природни, одрживи, полимерни материјал, изузетних механичких особина. Влакна паукове мреже коришћена су као матрица за синтезу нових функционалних композита. Описана је синтеза и физичко-хемијска карактеризација композита влакана паукове мреже и: калцијум-карбоната, наночестица церијум(IV)-оксида допираног Eu и наночестица γ -гвожђе(III)-оксида (γ -Fe₂O₃). Због свог природног порекла, и тзв. минималног еколошког отиска, ови композити потенцијално могу заменити комерцијалне материјале у различитим технолошким и биомедицинским апликацијама.

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА НЕ

Кандидат има објављене научне радове из докторске дисертације у часописима категорије M22 (2 рада), односно M23 (1 рад), при чему је остварен индекс научне компетентности већи од 6 бодова, према критеријуму ресорног Министарства. Студент је првопотписани на једном научном раду чији је издавач Универзитет у Нишу.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

У уводном делу докторске дисертације укратко су наведени подаци о могућностима и потребама за коришћењем одабраних биоматеријала за добијање нових уређених наноструктурних композитних материјала који би имали унапређена физичко-хемијска својства, те тиме обезбеђивали могућност за различите специфичне примене у тестирањима у научним истраживањима, те као специјално дизајнирани материјали са реалним апликацијама у појединим гранама медицине и/или биомедицине, као и у техници и индустрији.

У теоријском делу, у складу са усвојеном темом докторске дисертације, обрађена су следећа подпоглавља: влакна паукове мреже (врсте паукових мрежа, састав и типови влакана паукове мреже, механичке особине влакана паукове мреже, производња протеина паучине рекомбинантном ДНК технологијом, природан процес производње влакана паукове мреже, примена материјала на бази паукове мреже, историјски развој материјала на бази влакана/свиле за примену у биомедицини, савремена примена материјала на бази паукове мреже у биомедицини); основни концепт биоминерализације

- (биокерамички материјали и влакна паукове мреже као органска компонента биоминерала); физичке и хемијске особине CaCO_3 ; физичке и хемијске особине CeO_2 (Eu^{3+} као допант у кристалној решетки CeO_2); физичке и хемијске карактеристике магхемита (магнетне гвожђе(III)-оксид наночестице као компоненте MEMC-a); физичке и хемијске карактеристике MgO ; физичке и хемијске карактеристике $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и основе теоријских метода (теорија функционала густине, базични сетови и рачунање механичких и електронских особина CeO_2).

У оквиру експерименталног дела, детаљно су описани сакупљање и припрема влакана паукове мреже (ВПМ) паука *Pholcus phalangioides* и даље процесирање ових влакана у циљу добијања нових материјала. Методом имитације биоминерализације, добијен је композит ВПМ и калцијум-карбоната. Методом преципитације, добијени су композити ВПМ и еуропијумом допираног CeO_2 и γ -гвожђе(III)-оксида ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Калцинацијом одговарајуће соли магнезијума, у присуству ВПМ, добијена су влакна MgO , чијом су контролисаном хидратацијом добијена влакна $\text{Mg}(\text{OH})_2$. За добијене материјале, урађена је комплетна физичко-хемијска карактеризација. За све узорке урађена је рендгенска дифракциона анализа (XRD), као и скенирајућа електронска микроскопија (SEM). Узорци влакана обложени Eu -допираним церијум(IV)-оксидом, као и влакана обложених $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ додатно су анализирани трансмисионом електронском микроскопијом (ТЕМ). Енергетска дисперзиона спектроскопија (ЕДС), коришћена је при анализи узорка материјала са CeO_2 и $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Површинска својства узорка природних влакана, композита ВПМ и калцита, као и композита са Eu -допираним церијум(IV)-оксидом, испитана су инфрацрвеном спектроскопијом са Фуријеовом трансформацијом (FTIR). Применом спектрофлуориметрије, испитана су (ауто)фотолуминесцентна својства влакана обложених Eu -допираним наночестицама CeO_2 . Карактеризација магнетних својстава узорка ВПМ- $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, омогућена је применом суперпроводног квантног интерферометра (SQUID).

У оквиру резултата и дискусије показано је да је имитацијом биоминерализације добијена серија композита ВПМ и калцита, при чему је процес праћен током пет имерзионих циклуса. Два имерзиона циклуса довољна су за синтезу једнофазног калцита на површини влакана, док се са повећањем броја циклуса повећавао број и величина кристала калцита. Концентрација $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ од $0,1 \text{ mol/dm}^3$ одабрана је за добијање Eu^{3+} допираног CeO_2 , јер су применом овог раствора добијена влакна хомогено обложена наночестичним церијум(IV)-оксидом, величине $\sim 3 \text{ nm}$. Рендгенском структурном анализом утврђено је присуство кубне флуоритне структуре церијум(IV)-оксида. На основу анализе површинских својстава утврђено да CeO_2 има велики афинитет према функционалним групама протеина паукових влакана богатих кисеоником. Додатно, материјал има луминесцентна својства. Узорак ВПМ- $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ карактеришу влакна потпуно и хомогено обложена наночестицама $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ величине $\sim 25 \text{ nm}$. Овај материјал има суперпарамагнетна својства под дејством спољашњег магнетног поља. Калцинацијом соли магнезијума у присуству ВПМ, добијена су влакна магнезијум-оксида (MgO) чије су димензије одређене димензијама природних влакана, и од којих су, следећом хидратацијом добијена влакна магнезијум-хидроксида ($\text{Mg}(\text{OH})_2$). У оквиру ове докторске дисертације је такође урађена локална *ab initio* оптимизација CeO_2 система и његових електронских, еластичних и механичких особина при високим притисцима до 100 GPa . Коришћењем теорије функционала густине, утврђено је да је најбоље слагање између резултата добијених коришћењем V3LYP функционала и постојећих експерименталних података.

На основу добијених резултата, долази се до закључка да су ново-синтетисани материјали погодни за примену у различитим техношким и медицинским апликацијама, како у пољу регенеративне медицине, тако за развијање оптичких и других сензора. Додатно, коришћењем природних влакана као матрице, на једноставан начин добијају се влакна MgO која су изузетно интересантна због високе термостабилности. Контролисаном хидролизом ових влакана могу се добити влакна $\text{Mg}(\text{OH})_2$, чију је морфологију иначе тешко контролисати.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 200 речи)

У оквиру докторске дисертације, остварени су следећи постављени циљеви:

-Дефинисани су и оптимизовани услови синтезе (избор полазних супстанци, примена различитих концентрација и односа реактаната, температура, рН средине, временска зависност и слично) у циљу добијања материјала на бази паукове мреже жељених физичко-хемијских карактеристика.

-Извршена је комплетна физичко-хемијска карактеризација нових наноструктурних композитних материјала у циљу одређивања структурних, морфолошких, оптичких (луминесцентних), магнетних, површинских својстава ради даље оптимизације одабраних својстава нових наноструктурних композитних материјала на бази паукове мреже, те процене и (тестирања) примене ових материјала у заштити животне средине, као и могуће апликације у биомедицини и/или регенеративној медицини.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Одабиром одговарајућих једноставних, брзих и економски исплативих метода синтезе, по први пут су синтетисани потпуно нови композитни материјали на бази паукове мреже. На основу комплетне физичко-хемијске карактеризације, утврђено је наноструктурно уређење материјала и дефинисана су њихова структурна, морфолошка, луминесцентна и магнетна својства. Добијени материјали значајни су за развој нових биокompatibilних полимера/композита жељених остео-кондуктивних, оптичких и/или магнетних карактеристика, за потенцијалну замену стандардних материјала природним материјалом у циљу заштите животне средине и/или смањења количине штетног отпада и/или синтезу нових наноструктурних материјала погодних за минијатуризацију различитих сензорних система (нано- и микро-сензори).

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

У току израде докторске дисертације, кандидат је показао изразиту самосталност у планирању и извршавању експерименталних задатака, прикупљању података, тумачењу резултата и писању радова, као и самој изради докторске дисертације.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

Докторска дисертација под називом: "НОВИ НАНОСТРУКТУРНИ КОМПОЗИТНИ МАТЕРИЈАЛИ НА БАЗИ ПАУКОВЕ МРЕЖЕ: ДОБИЈАЊЕ, СТРУКТУРНА, МОРФОЛОШКА, ЛУМИНЕСЦЕНТНА И МАГНЕТНА СВОЈСТВА МАТЕРИЈАЛА", кандидата Светлане Дмитровић, представља оригиналан и самосталан научни рад, који је логички и методолошки адекватно конципиран.

Резултати добијени у оквиру ове докторске дисертације указују да је извршена оптимизација параметара синтезе потпуно нових наноструктурних композитних материјала у форми влакана на матрици од биоматеријала – паукове мреже, међу којима има оних о којима су, први пут, презентовани резултати у научним круговима.

Добијени наноструктурни материјали имају селектована својства у погледу механичких особина – чврстоће, еластичности и жилавости, структурних својстава (доминантни удео жељене кристалне фазе у наноструктурном уређењу), морфолошких (наноструктура у облику униформних, уређених влакана без нежељених напрелина); поједини од добијених материјала поседују специфична оптичка својства аутофотолуминесценције (Eu допиран систем наноструктурног церијум(IV)-оксида), те особине посебне термостабилности (материјали на бази оксида магнезијума на пауковој мрежи) и специфична магнетна својства (наноструктурни композити на бази магхемита на пауковој мрежи). Наведена својства нових наноструктурних композитних материјала обезбеђују потенцијалне широке примене ових материјала престижних својстава у биомедицини и/или регенеративној медицини, у техници за добијање минијатурних сензора и/или у заштити животне средине за уклањање или смањење садржаја полутаната.

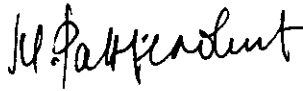




Презентовани и дискутовани резултати добијени у оквиру ове докторске дисертације су верификовани публикавањем два рада у истакнутим међународним часописима, категорије M22 и једног рада у међународном часопису, категорије M23, чији је суиздавач Универзитет у Нишу, чиме је потврђена оригиналност и научна заснованост резултата добијених у оквиру ове докторске дисертације.

На основу свега изложеног, Комисија сматра да кандидат Светлана Дмитровић и напред поменута докторска дисертација испуњавају све услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Природно-математичког факултета у Нишу, те упућује предлог Наставно-научном већу Природно-математичког факултета, Универзитета у Нишу да кандидату Светлани Дмитровић, студенту Докторских студија, одобри јавну одбрану докторске дисертације.

КОМИСИЈА

Број одлуке Научно-стручног већа за природно-математичке науке о именовану Комисије

Датум именовања Комисије

Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
1.	др Марјан Ранђеловић, ванредни професор Хемија; Примењена и индустријска хемија <small>(Научна област)</small>	председник Природно-математички факултет у Нишу, Универзитет у Нишу <small>(Установу у којој је запослен)</small> 
2.	др Александра Зарубица, редовни професор Хемија; Примењена и индустријска хемија <small>(Научна област)</small>	ментор, члан Природно-математички факултет у Нишу, Универзитет у Нишу <small>(Установу у којој је запослен)</small> 
3.	др Владимир Жикић, редовни професор Биологија; Зоологија <small>(Научна област)</small>	члан Природно-математички факултет у Нишу, Универзитет у Нишу <small>(Установу у којој је запослен)</small> 
4.	др Марко Николић, виши научни сарадник Физика; Оптика <small>(Научна област)</small>	члан Институт за физику, Универзитет у Београду <small>(Установу у којој је запослен)</small> 
5.	др Радомир Љупковић, научни сарадник Хемија; Хемија; Примењена и индустријска хемија <small>(Научна област)</small>	члан Природно-математички факултет у Нишу, Универзитет у Нишу <small>(Установу у којој је запослен)</small> 

Датум и место:

У Нишу и Београду, ____ . ____ . 2019. год.