

Српски центар
Ј. М. М.

ОБРАЗАЦ 3

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ
И
ВЕЋУ ЗА ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На седници Већа за природно-математичке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 18.9.2024. године (број одлуке: IV-01-641/13) одређени смо за чланове Комисије за писање Извештаја о оцени научне заснованости теме докторске дисертације под насловом: „Хидрогелови хитозана, алгината и к-карагенана као модификатори угљеничних електрода за одређивање лековитих супстанци и носачи биолошки активних једињења”, и испуњености услова кандидата **Катарине С. Постоловић, истраживача-приправника** и предложеног ментора **проф. др Зорке Д. Станић, редовног професора** за израду докторске дисертације.

На основу података којима располажемо достављамо следећи:

ИЗВЕШТАЈ
О ОЦЕНИ НАУЧНЕ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ И ИСПУЊЕНОСТИ УСЛОВА
КАНДИДАТА И ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА
ЗА ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Подаци о теми докторске дисертације
1.1. Наслов докторске дисертације: Хидрогелови хитозана, алгината и к-карагенана као модификатори угљеничних електрода за одређивање лековитих супстанци и носачи биолошки активних једињења
1.2. Научна област докторске дисертације: Хемија
1.3. Образложење теме докторске дисертације (до 15000 карактера): 1.3.1. Дефинисање и опис предмета истраживања Предмет истраживања докторске дисертације обухвата испитивање потенцијалне примене хидрогелова полисахарида хитозана, алгината и к-карагенана за модификацију електрода које ће се даље користити за волтаметријско одређивање различитих биолошки активних једињења, као и за припремање формулација које се могу користити као носачи лековитих супстанци. Развијање нових електрохемијских сензора усмерено је према употреби обновљивих, нетоксичних и биодеграбилних материјала као модификујућих агенаса. Природни полисахариди припадају класи биополимера која се одликује великим афинитетом према

различитим типовима једињења и добрим проводним својствима. Захваљујући распрострањености и биокомпатибилности, полисахариди имају предност у односу на актуелне синтетичке материјале као конституенти електрохемијских сензора. Хидрогелови полисахарида побољшавају адсорпцију анализата на површини електроде, захваљујући повољним интеракцијама сахарида и анализата. С друге стране, комбиновање хидрогелова са другим електроактивним супстанцама повећава електричну проводљивост сензора. Полисахариди коришћени у досадашњим истраживањима су, између осталих, хитозан, алгинат и κ-карагенан. Хитозан, као једини природни позитивно наелектрисан полисахарид, често је коришћен за модификацију електрода због повољних електростатичких интеракција које може остварити са негативно наелектрисаним анализитима. С друге стране, алгинат и κ-карагенан, као негативно наелектрисани полисахариди, првенствено су коришћени као саставни делови сензора за детекцију позитивно наелектрисаних анализата. Комбиновањем позитивно наелектрисаног хитозана са негативно наелектрисаним алгинатом или κ-карагенаном долази до формирања полиелектролитног комплекса који може остварити интеракције (водоничне везе, електростатичко привлачење, Ван дер Валсове интеракције) са различито наелектрисаним анализитима. Одређивање ниских концентрација комерцијалних лекова, витамина, биолошки важних једињења попут неуротрансмитера, може бити од значаја у процесу лечења различитих болести до којих долази услед неадекватних концентрација наведених једињења у организму. Додатно, одређивање концентрација лековитих супстанци значајно је и са фармацеутског аспекта у циљу контролisanja концентрације активне компоненте у комерцијално доступним препаратима. За одређивање датих компоненти у биолошким и фармацеутским узорцима развијене су бројне хроматографске и спектроскопске методе, а у новије време се све више користе електрохемијске методе. Применом хидрогелова полисахарида, уз додатак проводних материјала (наночестице метала, графен оксид), могу се модификовати електроде као што су угљенична паста или електрода од стакластог угљеника у циљу повећања осетљивости и селективног одређивања лекова, витамина и неуротрансмитера.

Велики број лековитих супстанци поседује антиоксидативна, антиинфламаторна, антиканцерогена, антимикробна својства. Међутим, степен искоришћености већине таквих једињења у организму је ограничен због њихове мале биодоступности. Побољшање апсорпције једињења ниске биодоступности може се постићи употребом различитих носача који повећавају њихову инкапсулацију и омогућавају даље контролисано отпуштање. Као носачи за лекове се могу применити управо хидрогелови, јер се лек може лако инкорпорисати у гел захваљујући повољним интеракцијама које остварује са конституентима носача. Хидрогел се може припремати у облику наночестица, филмова, куглица, у зависности од састава формулације и даље примене. У новије време се за припремање носача лекова користе природни, биодеградабилни материјали, као што су полисахариди. Хитозан, алгинати, κ-карагенан су полисахариди који су, индивидуално или у комбинацији са другим компонентама, коришћени као конституенти наведених носача. Хидрогел који у свом саставу садржи алгинат може се припремити у облику куглица које се могу користити за побољшање оралног уноса супстанци ниске биодоступности. С друге стране, хидрогел у облику танких, еластичних филмова може се користити као погодна фармацеутска формулација за лечење рана на кожи инкапсулирањем компоненти које побољшавају процес зарастања рана, спречавају инфекције и смањују бол. Наведени еластични филмови на бази полисахарида, у зависности од врсте компоненте коју инкапсулирају, могу такође показивати одлична антимикробна и антиоксидативна својства.

1.3.2. Полазне хипотезе

- Природни полисахариди као биокомпатибилни, обновљиви, нетоксични и биодеградабилни материјали, уз могућност њиховог лаког комбиновања са другим типовима материјала, представљају одличан избор модификатора угљеничних електрода.
- Угљенична паста се може модификовати додатком хидрогела позитивно наелектрисаног хитозана као још једне течне компоненте (поред минералног уља) и наночестица титанијум-диоксида у циљу одређивања ниских концентрација негативно наелектрисаног анализата, као што је диклофенак.

- Модификација електроде од стакластог угљеника хидрогелом полиелектролитног комплекса хитозана и карагенана/алгината, уз додатак графен оксида као проводног материјала, омогућава афинитет сензора према различито наелектрисаним аналитима. Тако модификован сензор се може користити за симултано одређивање витамина и неуротрансмитера.
- Хидрогелови полисахарида имају велику улогу за припремање формулација које повећавају степен инкапсулације и омогућавају контролисано отпуштање лековитих супстанци ниске биодоступности.
- Хидрогелови у облику куглица на бази алгината и к-карагенана, уз додатак сурфактанта (полоксамер 407), могу се применити за побољшани орални унос слабо растворног куркумина, једињења изузетних антиоксидативних, антиинфламаторних, антиканцерогених и антимикуробних својстава.
- Хидрогелови у облику еластичних филмова на бази алгината и к-карагенана, уз додатак сурфактанта (полоксамер 407), могу инкорпорисати куркумин и диклофенак, компоненте које својим присуством обезбеђују повољна антиинфламаторна, антимикуробна и добра пролиферативна својства, тако да се такве формулације могу користити у процесу зарастања рана.
- Хидрогелови на бази хитозана, алгината и карагенана, у облику филмова, могу инкапсулирати антимикуробне и антиоксидативне супстанце.

1.3.3. План рада

- оптимизација процеса модификовања електрода
- модификовање угљеничне пасте и електроде од стакластог угљеника хидрогеловима полисахарида, уз додатак наночестица титанијум-диоксида/графен оксида
- оптимизација експерименталних услова (рН вредност, потенцијал и време акумулације) и параметара волтаметријске методе
- карактеризација припремљених електрода (циклична волтаметрија, инфрацрвена спектроскопија, спектроскопија електрохемијске импедансе) уз одређивање процеса који контролишу оксидацију/редукцију аналита на површини електроде и дефинисање различитих физичко-хемијских параметара
- одређивање диклофенака применом диференцијалне пулсне волтаметрије и угљеничне пасте модификоване хидрогелом хитозана и наночестицама титанијум-диоксида
- симултано одређивање допамина и фолне киселине применом волтаметрије са правоугаоним таласима и електроде од стакластог угљеника модификоване полиелектролитним комплексом хитозана и карагенана, уз додатак графен оксида
- симултано одређивање допамина, серотонина и аскорбинске киселине применом волтаметрије са правоугаоним таласима и електроде од стакластог угљеника модификоване полиелектролитним комплексом хитозана и алгината, уз додатак редукованог графен оксида
- оптимизација процеса добијања куглица на бази алгината и карагенана, уз додатак полоксамера 407, за повећање концентрације куркумина при његовом оралном уносу и његово контролисано отпуштање
- карактеризација наведених куглица – примена инфрацрвене спектроскопије, скенирајуће електронске микроскопије, термогравиметријске анализе и диференцијалне скенирајуће калориметрије
- испитивање отпуштања куркумина из припремљених носача у *in vitro* и *in vivo* условима
- оптимизација процеса добијања филмова на бази алгината и карагенана, уз додатак полоксамера 407, у циљу повећања концентрације и контролисаног отпуштања куркумина, као и смеше куркумина и диклофенака у процесу зарастања рана
- карактеризација добијених филмова – примена инфрацрвене спектроскопије, скенирајуће електронске микроскопије, анализе текстуре, рендгенске дифрактометрије, термогравиметријске анализе и диференцијалне скенирајуће калориметрије
- испитивање процеса отпуштања куркумина, односно смеше куркумина и диклофенака, из припремљених филмова у *in vitro* условима
- испитивање антимикуробног и пролиферативног дејства наведених филмова

- примена развијених филмова у процесу зарастања рана изазваних опекотинама у *in vivo* условима
- оптимизација састава и процеса добијања филмова на бази хитозана у комбинацији са алгинатом, односно карагенаном, за инкапсулацију антимикуробних и антиоксидативних супстанци

1.3.4. Методе истраживања

- карактеризација електрода – примена цикличне волтаметрије (CV), инфрацрвене спектроскопије (IR) и спектроскопија електрохемијске импедансе (EIS анализа)
- волтаметријско одређивање циљаних анализата применом електрода модификованих хидрогеловима полисахарида и другим проводним материјалима – примена диференцијалне пулсне волтаметрије (DPV) и волтаметрије са правоугаоним таласима (SWV)
- карактеризација формулација на бази полисахарида (филмова и куглица) – примена IR спектроскопије, скенирајуће електронске микроскопије (SEM), анализе текстуре (TA), рејдгенске дифрактометрије (XRD), термогравиметријске анализе (TGA) и диференцијалне скенирајуће калориметрије (DSC)
- одређивање степена инкапсулације биоактивних једињења и праћење њиховог отпуштања из формулација – примена UV/VIS спектроскопије
- биолошки тестови – одређивање антимикуробне активности припремљених формулација према различитим сојевима микроорганизама, одређивање хелијске вијабилности применом МТТ теста, одређивање антиоксидативне активности формулација
- одређивање ефикасности припремљених филмова у процесу зарастања рана изазваних опекотинама у *in vivo* условима – примена хистопатологије
- одређивање садржаја биоактивне компоненте у крви у *in vivo* условима, након оралног уноса – примена течне хроматографије високих перформанси (HPLC)

1.3.5. Циљ истраживања

Циљ истраживања докторске дисертације обухвата испитивање вишенаменске примене хидрогелова полисахарида хитозана, алгината и к-карагенана. Наведени полисахариди ће бити примењени за модификовање угљеничних електрода које ће се даље користити за волтаметријско одређивање различитих биолошки активних једињења (лекова, витамина, неуротрансмитера). Други део дисертације је посвећен испитивању примене хидрогелова хитозана, алгината и к-карагенана, као конституената формулација у облику куглица и филмова за инкапсулацију различитих биокомпоненти, са крајњим циљем њихове примене у биомедицини.

1.3.6. Резултати који се очекују

Модификовање угљеничне пасте хидрогелом хитозана, уз додатак проводног материјала, треба да омогући одређивање негативно наелектрисаних анализата, као што је диклофенак, применом адсорптивне волтаметрије, уз постизање ниске границе детекције. Формирањем полиелектролитног комплекса хитозана и карагенана, односно алгината, у комбинацији са графен оксидом, очекује се постизање симултаног одређивања ниских концентрација различито наелектрисаних анализата, као што су неуротрансмитери и витамини. Такође, очекује се да формулације у облику филмова и куглица, на бази различитих комбинација хитозана, алгината и к-карагенана, омогуће побољшану инкапсулацију и, касније, контролисано отпуштање различитих биоактивних једињења, уз постизање повољних антимикуробних и антиоксидативних својства формулација.

1.3.7. Оквирни садржај докторске дисертације са предлогом литературе која ће се користити (до 10 најважнијих извора литературе)

Увод докторске дисертације обухватаће опис и карактеристике полисахарида хитозана, алгината и карагенана, са освртом на њихову потенцијалну, вишенаменску примену, у електрохемији, фармацији и биомедицини; опис актуелних сензора на бази угљеничне пасте и

стакластог угљеника и њихових модификација; значај одређивања антиинфламаторног лека диклофенака, витамина и неуротрансмитера применом волтаметријских метода; опис својстава полифенола куркумина и диклофенака, њихов значај у процесу зарастања рана, али и ограничење њихове примене услед ниске биодоступности; преглед постојећих носача на бази полисахарида за орални и трансдермални унос лекова; опис потенцијалне примене филмова на бази полисахарида у прехранбеној индустрији; на самом крају Увода ће бити дате напомене које се односе на досадашња истраживања, уз указивање на уочене недостатке и предлагање могућег решења за превазилажење истих. Сходно указаном, биће дефинисан **Циљ истраживања**. У оквиру **Материјала и метода** биће детаљно објашњени процеси добијања свих формулација и опис модификовања електрода, уз опис свих експерименталних метода које ће бити коришћене током процеса карактеризације и процеса испитивања ефикасности модификованих електрода/носача. Поглавље **Резултати и дискусија** садржаће добијене резултате, приказане графички, табеларно и у облику слика, као и одговарајућу дискусију добијених резултата, уз њихово поређење са актуелним литературним подацима. У поглављу **Закључак**, указаће се на допринос добијених резултата у оквиру ове докторске дисертације дајој научној области истраживања. Списак свих литературних података биће садржан у оквиру поглавља **Литература**.

Предлог најважније литературе

1. Annu, A.N. Raja, Recent development in chitosan-based electrochemical sensors and its sensing application, *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, 2020, 4231–4244, DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.09.012.
2. M. Hummel, S. Lu, Z. Nelson, H. Jia, R. Pathak, Y. Zhou, Z. Gu, Kappa-carrageenan/graphene oxide carbon composite film for electrochemical sensing of dopamine. *Journal of Electrochemical Society*, 167, 2020, 116506. DOI: 10.1149/1945-7111/aba159
3. S. Roy, J.W. Rhim, Preparation of carbohydrate-based functional composite films incorporated with curcumin. *Food Hydrocolloids*, 98, 2020, 105302. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.105302
4. J.V. Maciel, A.M.M. Durigon, M.M. Souza, R.F. Quadrado, A.R. Fajardo, D. Dias, Polysaccharides derived from natural sources applied to the development of chemically modified electrodes for environmental applications: A review. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, 22, 2019, e00062. DOI: 10.1016/j.teac.2019.e00062
5. M.R. Pacheco, S.C. Barbosa, R.F.N. Quadrado, A.R. Fajardo, D. Dias, Glassy carbon electrode modified with carbon black and cross-linked alginate film: a new voltammetric electrode for paraquat determination. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 411, 2019, 3269–3280. DOI: 10.1007/s00216-019-01769-3
6. Z. Stanić, Curcumin, a compound from natural sources, a true scientific challenge—a review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72, 2017, 1–12. DOI: 10.1007/s11130-016-0590-1
7. D. Jain, D. Bar-Shalom, Alginate drug delivery systems: application in context of pharmaceutical and biomedical research. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 40, 2014, 1576–1584. DOI: 10.3109/03639045.2014.917657
8. L. Li, R. Ni, Y. Shao, S. Mao, Carrageenan and its applications in drug delivery. *Carbohydrate Polymers*, 103, 2014, 1–11. DOI: 10.1016/j.carbpol.2013.12.008
9. J.S. Boateng, H.V. Pawar, J. Tetteh, Polyox and carrageenan based composite film dressing containing anti-microbial and anti-inflammatory drugs for effective wound healing. *International Journal of Pharmaceutics*, 441, 2013, 181–191. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2012.11.045
10. J.S. Boateng, K.H. Matthews, H.N. Stevens, G.M. Eccleston, Wound healing dressings and drug delivery systems: a review. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 97, 2008, 2892–2923. DOI: 10.1002/jps.21210

1.4. Веба са досадашњим истраживањем у овој области уз обавезно навођење до 10 релевантних референци:

Досадашња истраживања указују да су различити синтетички полимери, композитни материјали, различите врсте наночестица, коришћени за модификовање електрода; најновије

студије усмерене су према употреби биополимера, првенствено полисахарида. Полисахарид хитозан је најчешће коришћен за модификовање електрода [1]. Међутим, могућност комбиновања хидрогела хитозана са великим бројем проводних материјала, дало је простор да се у оквиру ове докторске дисертације развије нови сензор велике осетљивости и селективности. Насупрот великом броју истраживању која се односе на индивидуалну примену полисахарида [2], знатно је мањи број студија у којима се за модификовање електрода користи смеша позитивно наелектрисаног хитозана са негативно наелектрисаним полисахаридима, као што су карагенан и алгинат [3,4]. Како указују литературни подаци, полиелектролитни комплекси, настали мешањем супротно наелектрисаних полисахарида првенствено се користе за развијање биосензора због њихове могућности да инкапулирају ензиме [3,5]. Додатно, истраживања указују да се неки полиелектролитни комплекси (на пример, хитозана и пектина) могу применити као модификатори електрода за одређивање различитих једињења [6]. Полазећи од наведеног, истраживања у оквиру ове докторске дисертације усмерена су према примени полиелектролитних комплекса хитозана и карагенана, затим хитозана и алгината, у комбинацији са графен-оксидом, за модификовање електроде од стакластог угљеника, са крајњим циљем њихове даље апликације за одређивање различитих анализата.

Ниска биодоступност многобројних лековитих супстанци отвара ново поље за развијање формулација које ће повећати њихову инкапулацију, уз контролисано отпуштање [7]. Формулације које у свом саставу садрже полисахариде хитозан, алгинат и карагенан, показале су одличан потенцијал за инкапулацију различитих једињења [8–10]. Могућност комбиновања полисахарида са другим полимерима (на пример, сурфактант полуксамер 407), могућност да се носач са истим конституентима припреми у различитим формама (филмови, куглице, наночестице), као и велики број једињења која се могу инкапулирати, дали су довољно простора за даља истраживања у оквиру ове докторске дисертације, за проучавање нових формулација базираних на хитозану, алгинату и κ -карагенану, а све у циљу њихове крајње примене у биомедицини и фармацији.

1. S.K. Shukla, A.K. Mishra, O.A. Arotiba, B.B. Mamba, Chitosan-based nanomaterials: a state-of-the-art review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 59, 2013, 46–58. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2013.04.043
2. J.V. Maciel, A.M.M. Durigon, M.M. Souza, R.F. Quadrado, A.R. Fajardo, D. Dias, Polysaccharides derived from natural sources applied to the development of chemically modified electrodes for environmental applications: A review. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, 22, 2019, e00062. DOI: 10.1016/j.teac.2019.e00062
3. I. Rassas, M. Braiek, A. Bonhomme, F. Bessueille, G. Raffin, H. Majdoub, N. Jaffrezic-Renault, Voltammetric glucose biosensor based on glucose oxidase encapsulation in a chitosan-kappa-carrageenan polyelectrolyte complex. *Materials Science and Engineering: C*, 95, 2019, 152–159. DOI: 10.1016/j.msec.2018.10.078
4. H. Pei, F. Chen, X. Niu, Q. Jia, R. Guo, N. Liu, Z. Mo, Self-assembled chitosan-sodium alginate composite material for electrochemical recognition of tyrosine isomers. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 895, 2021, 115525. DOI: 10.1016/j.jelechem.2021.115525
5. I. Rassas, M. Braiek, A. Bonhomme, F. Bessueille, G. Raffin, H. Majdoub, N. Jaffrezic-Renault, Highly sensitive voltammetric glucose biosensor based on glucose oxidase encapsulated in a chitosan/kappa-carrageenan/gold nanoparticle bionanocomposite. *Sensors*, 19, 2019, 154. DOI: 10.3390/s19010154
6. P. Ranganathan, B. Mutharani, S.M. Chen, P. Sireesha, Biocompatible chitosan-pectin polyelectrolyte complex for simultaneous electrochemical determination of metronidazole and metribuzin. *Carbohydrate Polymers*, 214, 2019, 317–327. DOI: 10.1016/j.carbpol.2019.03.053
7. Y. Zhang, H.F. Chan, K.W. Leong, Advanced materials and processing for drug delivery: the past and the future. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 65, 2013, 104–120. DOI: 10.1016/j.addr.2012.10.003
8. T.G. Barclay, C.M. Day, N. Petrovsky, S. Garg, Review of polysaccharide particle-based functional drug delivery. *Carbohydrate Polymers*, 221, 2019, 94–112. DOI: 10.1016/j.carbpol.2019.05.067

9. C. Tapia, Z. Escobar, E. Costa, J. Sapag-Hagar, F. Valenzuela, C. Basualto, M.N. Gai, M. Yazdani-Pedram, Comparative studies on polyelectrolyte complexes and mixtures of chitosan–alginate and chitosan–carrageenan as prolonged diltiazem clorhydrate release systems. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 57, 2004, 65–75. DOI: 10.1016/S0939-6411(03)00153-X
10. Y. Luo, Q. Wang, Q. Recent development of chitosan-based polyelectrolyte complexes with natural polysaccharides for drug delivery. *International Journal of Biological Macromolecules*, 64, 2014, 353–367. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2013.12.017

1.5. Оцена научне заснованости теме докторске дисертације:

Предложена тема докторске дисертације „Хидрогелови хитозана, алгината и к-карагепана као модификатори угљеничних електрода за одређивање лековитих супстанци и носачи биолошки активних једињења” је научно утемељена и оригинална. Очекивани резултати истраживања ове докторске дисертације прошириће сагледавања значаја испитиваних природних полисахарида и нових биокомпатибилних електрохемијских сензора; уз коришћење нетоксичних материјала за модификовање електрода, повећаће се ефикасност приликом детекције различитих компоненти. Додатно, испитивање примене нових носача на бази биополимера даће допринос у побољшању функционалности и примене различитих биолошки активних једињења. На основу предложеног предмета истраживања, полазних хипотеза, циља истраживања и очекиваних резултата, тема докторске дисертације кандидата Катарине Постоловић има научну заснованост и предлажемо Наставно-научном већу Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу и Већу за природно-математичке науке Универзитета у Крагујевцу да усвоји предложену тему докторске дисертације и спроведе даљи поступак.

2. Подаци о кандидату

2.1. Име и презиме кандидата:

Катарина С. Постоловић

2.2. Студијски програм докторских академских студија и година уписа:

Хемија, година уписа: школска 2021/2022. година

2.3. Биографија кандидата (до 1500 карактера):

Катарина С. Постоловић је рођена 2. 9. 1997. године у Јагодини. Основну школу „Јован Јовановић Змај” завршила је у Свилајнцу 2012. године, а средњу Пољопривредно-ветеринарску школу са домом ученика „Свилајнац”, смер прехранбени техничар, завршила је 2016. године, као ученик генерације и носилац Вукове дипломе. Била је полазник семинара хемије у Истраживачкој станици „Петница”. Природно-математички факултет у Крагујевцу, студијски програм Хемија, смер Истраживање и развој, уписала је 2016. године. Од треће године основних студија је укључена у научни рад истраживачке групе професорке др Зорке Станић. У септембру 2019. године реализовала је део научног истраживања у лабораторијама на Факултету инжењерства и науке, Универзитета у Гриничу у Енглеској. Добитница је стипендије Универзитета у Крагујевцу 2020. године, као најбољи студент Природно-математичког факултета. Основне академске студије завршила је 10. 7. 2020. године, са просечном оценом 10,00. У октобру 2020. године уписала је мастер академске студије хемије на Природно-математичком факултету у Крагујевцу. Током студија учествовала је на семинарима хемије у „Петници” као студент-сарадник. Добитница је стипендије Фонда за младе таленте Републике Србије за 500 најбољих студената завршних година мастер академских студија, за школску 2020/21. годину. Мастер академске студије завршила је 16. 7. 2021. године, са просечном оценом 10,00. Добитница је Годишње награде Српског хемијског друштва за најбоље студенте у 2021. години. Докторске академске студије уписала је школске 2021/22. године на Природно-математичком факултету у Крагујевцу, студијски програм Хемија, ужа научна област Аналитичка хемија, под менторством редовног професора др Зорке Станић. Дана 16. 3. 2022. изабрана је у звање истраживач-приправник на Институту за хемију Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу, за научну

област Хемија. Укључена је у процес реализације вежби на Природно-математичком факултету, на основним академским студијама. Коаутор је више научних радова објављених у међународним часописима.

2.4. Преглед научноистраживачког рада кандидата (до 1500 карактера):

Катарина Постоловић се бави истраживањима у области аналитичке хемије која обухватају проучавање угљеничних електрода модификованих хидрогеловима полисахарида, оптимизацију њиховог састава, електрохемијску карактеризацију и њихову примену за волтаметријско одређивање различитих лековитих супстанци. Такође се бави испитивањима нових носача на бази природних и синтетичких полимера са циљем повећане инкапсулације и постизања контролисаног отпуштања вишенаменских биолошки активних једињења. Досадашњи научни прогрес Катарине Постоловић се може сагледати и преко објављених научних радова у часописима са SCI листе (1 рад из категорије M21 и 3 рада из категорије M22), као и преко 3 саопштења на националним скуповима.

2.5. Списак објављених научних радова кандидата из научне области из које се пријављује тема докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број¹, категорија):

1. **K. Postolović, Z. Stanić**, Chitosan/TiO₂ nanoparticles modified carbon paste electrode as a sensitive voltammetric sensor for the determination of diclofenac sodium as an anti-inflammatory drug. *Materials Today Communications*, 37, 2023, 107416. DOI: 10.1016/j.mtcomm.2023.107416. **M22**
2. **K.S. Postolović, M.D. Antonijević, B. Ljujić, S. Radenković, M. Miletić Kovačević, Z. Hiezl, S. Pavlović, I. Radojević, Z. Stanić**, Curcumin and diclofenac therapeutic efficacy enhancement applying transdermal hydrogel polymer films, based on carrageenan, alginate and poloxamer. *Polymers*, 14, 2022, 4091. DOI: 10.3390/polym14194091. **M21**
3. **K.S. Postolović, M.D. Antonijević, B. Ljujić, M. Miletić Kovačević, M. Gazdić Janković, Z.D. Stanić**, pH-responsive hydrogel beads based on alginate, κ-carrageenan and poloxamer for enhanced curcumin, natural bioactive compound, encapsulation and controlled release efficiency. *Molecules*, 27, 2022, 4045. DOI: 10.3390/molecules27134045. **M22**
4. **K. Postolović, B. Ljujić, M.M. Kovačević, S. Đorđević, S. Nikolić, S. Živanović, Z. Stanić**, Optimization, characterization, and evaluation of carrageenan/alginate/poloxamer/curcumin hydrogel film as a functional wound dressing material. *Materials Today Communications*, 31, 2022, 103528. DOI: 10.1016/j.mtcomm.2022.103528. **M22**

2.6. Оцена испуњености услова кандидата у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):

Кандидат Катарина С. Постоловић је испунила све обавезе предвиђене планом и програмом докторских студија хемије на Природно-математичком факултету, Универзитета у Крагујевцу. Као доказ, приложено је Уверење о положеним испитима и укупном броју остварених ЕСПБ бодова. На основу прегледа научноистраживачког рада Катарине Постоловић, закључујемо да је испунила све услове прописане Правилником о пријави, изради и одбрани докторске дисертације на Институту за хемију, Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу, јер је објавила научне радове из области докторске дисертације у часописима категорије M20 (четири научна рада на којима је први аутор). На основу наведеног, Комисија позитивно оцењује подобност кандидата за реализацију предложене теме докторске дисертације и сматра да Катарина Постоловић испуњава све услове у складу са студијским програмом Института за хемију, општим актом Природно-математичког факултета и општим актом Универзитета у Крагујевцу.

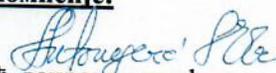
¹ Уколико публикација нема DOI број уписати ISSN и ISBN

3. Подаци о предложеном ментору
3.1. Име и презиме предложеног ментора:
Зорка Д. Станић
3.2. Звање и датум избора:
Редовни професор, 14. 7. 2022. године
3.3. Научна област/ужа научна област за коју је изабран у звање:
Хемија/Аналитичка хемија
3.4. НИО у којој је запослен:
Универзитет у Крагујевцу, Природно-математички факултет, Институт за хемију
3.5. Списак референци којима се доказује испуњеност услова за ментора у складу са Стандардом 9 (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија):
<ol style="list-style-type: none"> 1. Z. Stanić, J. Stepanović, Potentiometric determination of ascorbic acid in water–acetonitrile solution using pyrite and chalcopyrite electrodes. <i>Journal of Solid State Electrochemistry</i>, 20, 2016, 2879–2893. DOI: 10.1007/s10008-016-3295-3. M22 2. Z. Stanić, Z. Simić, Palladium metal electrode and its analytical application to precipitation and acid–base analysis in aqueous and non-aqueous media. <i>Journal of Solid State Electrochemistry</i>, 18, 2014, 1823–1832. DOI: 10.1007/s10008-014-2405-3. M22 3. Z. Stanić, T. Dimić, Z. Simić, Noble metal oxides electrodes and analytical application thereof for acid–base titrations in non-aqueous solvents. <i>Journal of The Electrochemical Society</i>, 159, 2012, J168. DOI: 10.1149/2.057205jes. M21a 4. Z. Stanić, T. Dimić, Z. Simić, L. Jakšić, S. Girousi, Electrochemical characterization and analytical application of arsenopyrite mineral in non-aqueous solutions by voltammetry and potentiometry. <i>Polyhedron</i>, 30, 2011, 702–707. DOI: 10.1016/j.poly.2010.12.009. M21 5. C. Serpi, Z. Stanić, S. Girousi, Electroanalytical study of the interaction between dsDNA and curcumin in the presence of copper (II). <i>Talanta</i>, 81, 2010, 1731–1734. DOI: 10.1016/j.talanta.2010.03.03. M21 6. Z. Stanić, S. Girousi, Electrochemical study of the interaction between dsDNA and copper (II) using carbon paste and hanging mercury drop electrodes. <i>Microchimica Acta</i>, 164, 2009, 479–485. DOI: 10.1007/s00604-008-0083-5. M21 7. Z. Stanić, S. Girousi, Electrochemical study of the interaction between dsDNA and copper (I) using carbon paste and hanging mercury drop electrode. <i>Talanta</i>, 76, 2008, 116–121. DOI: 10.1016/j.talanta.2008.02.017. M21a
3.6. Списак референци којима се доказује компетентност ментора у вези са предложеном темом докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија):
<ol style="list-style-type: none"> 1. K. Postolović, Z. Stanić, Chitosan/TiO₂ nanoparticles modified carbon paste electrode as a sensitive voltammetric sensor for the determination of diclofenac sodium as an anti-inflammatory drug. <i>Materials Today Communications</i>, 37, 2023, 107416. DOI: 10.1016/j.mtcomm.2023.107416. M22 2. K.S. Postolović, M.D. Antonijević, B. Ljujić, S. Radenković, M. Miletić Kovačević, Z. Hiezl, S. Pavlović, I. Radojević, Z. Stanić, Curcumin and diclofenac therapeutic efficacy enhancement applying transdermal hydrogel polymer films, based on carrageenan, alginate and poloxamer. <i>Polymers</i>, 14, 2022, 4091. DOI: 10.3390/polym14194091. M21

<p>3. K.S. Postolović, M.D. Antonijević, B. Ljujić, M. Miletić Kovačević, M. Gazdić Janković, Z.D. Stanić, pH-responsive hydrogel beads based on alginate, κ-carrageenan and poloxamer for enhanced curcumin, natural bioactive compound, encapsulation and controlled release efficiency. <i>Molecules</i>, 27, 2022, 4045. DOI: 10.3390/molecules27134045. M22</p> <p>4. K. Postolović, B. Ljujić, M.M. Kovačević, S. Đorđević, S. Nikolić, S. Živanović, Z. Stanić, Optimization, characterization, and evaluation of carrageenan/alginate/poloxamer/curcumin hydrogel film as a functional wound dressing material. <i>Materials Today Communications</i>, 31, 2022, 103528. DOI: 10.1016/j.mtcomm.2022.103528. M22</p> <p>5. Z. Stanić, Curcumin, a compound from natural sources, a true scientific challenge—a review. <i>Plant Foods for Human Nutrition</i>, 72, 2017, 1–12. DOI: 10.1007/s11130-016-0590-1. M21</p> <p>6. Z. Simić, Z.D. Stanić, TiO₂-modified carbon paste electrode as a sensor for the assay of weak organic acids/bases and complex matrix samples. <i>Electroanalysis</i>, 27, 2015, 2699–2707. DOI: 10.1002/elan.201500323. M22</p> <p>7. Z. Stanić, A. Voulgaropoulos, S. Girousi, Electroanalytical study of the antioxidant and antitumor agent curcumin. <i>Electroanalysis</i>, 20, 2008, 1263–1266. DOI: 10.1002/elan.200804177. M21</p>
3.7. Да ли се предложени ментор налази на Листи ментора акредитованог студијског програма ДАС?
ДА
3.8. Оцена испуњености услова предложеног ментора у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):
Предложени ментор, редовни професор др Зорка Станић бави се истраживањима из научне области Хемија, ужа научна област Аналитичка хемија. Предмет истраживања проф. др Зорке Станић представљају материјали са потенцијалним сензорским карактеристикама, са циљем њихове примене за одређивање параметара у фармацеутским, биохемијским и прехранбеним узорцима. Један део истраживачког рада посвећен је и проучавању биолошки активних једињења, са додатним освртом на развој и примену носача намењених контролисаном отпуштању лековитих супстанци. Аутор је и коаутор великог броја научних публикација у часописима са SCI листе, као и саопштења на националним и међународним конференцијама; објављени научни радови су из области предложене теме докторске дисертације. Проф. др Зорка Станић се налази на Листи ментора ДАС хемије на Природно-математичком факултету и испуњава услов за ментора у складу са Стандардом 9. На основу наведеног, Комисија закључује да проф. др Зорка Станић испуњава све неопходне услове да буде ментор ове докторске дисертације, а у складу са студијским програмом ДАС хемије, општим актом Природно-математичког факултета и општим актом Универзитета у Крагујевцу.
4. Подаци о предложеном коментору
4.1. Име и презиме предложеног коментора:
[унос]
4.2. Звање и датум избора:
[унос]
4.3. Научна област/ужа научна област за коју је изабран у звање:
[унос]
4.4. НИО у којој је запослен:
[унос]

4.5. Списак референци којима се доказује испуњеност услова коментора у складу са Стандардом 9 (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број*, категорија):
[унос]
4.6. Списак референци којима се доказује компетентност коментора у вези са предложеном темом докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија):
[унос]
4.7. Да ли се предложени коментор налази на Листи ментора акредитованог студијског програма ДАС?
[изаберите]
4.8. Оцена испуњености услова предложеног коментора у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):
[унос]
5. ЗАКЉУЧАК
На основу анализе приложене документације Комисија за писање извештаја о оцени научне заснованости теме и испуњености услова кандидата и предложеног ментора предлаже да се кандидату Катарини С. Постоловић одобри израда докторске дисертације под насловом „Хидрогелови хитозана, алгината и к-карагенана као модификатори угљеничних електрода за одређивање лековитих супстанци и носачи биолошки активних једињења” и да се за ментора/коментора именује проф. др Зорка Станић, редовни професор / [име и презиме коментора], [звање].

Чланови комисије:


 Др Милан Антонијевић, ванредни професор
 Универзитет у Сарију, Факултет инжењерства и
 физичких наука, Школа хемије и хемијског
 инжењерства, Уједињено Краљевство
 Хемија/Фармацеутске науке

Председник комисије

 Др Милан Радовановић, редовни професор
 Универзитет у Београду, Технички факултет у
 Бору

Хемија, хемијска технологија и хемијско
 инжењерство

Члан комисије

Zeljko Andrija

Др Андрија Ђирић, доцент

Универзитет у Крагујевцу, Природно-
математички факултет

Хемија/Аналитичка хемија

Члан комисије



НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ
И
ВЕЋУ КАТЕДРЕ ИНСТИТУТА ЗА ХЕМИЈУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

Извештај о оцени научне заснованости теме и испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације са темом: „Хидрогелови хитозана, алгината и к-карагенана као модификатори угљеничних електрода за одређивање лековитих супстанци и носачи биолошки активних једињења“ кандидаткиње Катарине С. Постоловић, задовољава критеријуме прописане Законом о високом образовању, Правилником о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Правилником о докторским академским студијама на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу и Правилником о пријави, изради и одбрани докторске дисертације на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу.

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ПРИЈЕМО:	30.09.2024
Оп. бр.	03/590/24
Сл. бр.	-
Сл. бр.	-

Руководилац докторских студија
на Институту за хемију



Електронски потписано
Vladimir Petrović
23.09.2024 12:21:10

др Владимир Петровић

Владимир Петровић