

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Славице Поробић

Одлуком бр. 35/215 од 16.07.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Славице Поробић под насловом

**Синтеза, структура и својства нових азо боја на бази
6-хидрокси-4-метил-2-оксо-1,2-дихидропиридин-3-карбоксамида**

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Славица Поробић је докторске студија уписала школске 2016/17 године на Катедри за Органску хемију, Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду.

19.09.2019. - На седници Наставно-научног већа (одлука бр. 35/299) именована је комисија за оцену подобности теме и кандидата Славице Поробић, мастер дипл. инж. технологије за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под називом: „Синтеза, структура и својства нових азо боја на бази 6-хидрокси-4-метил-2-оксо-1,2-дихидропиридин-3-карбоксамида“.

31.10.2019. - На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета донета је одлука (одлука бр. 35/339) о прихватању Реферата Комисије за оцену научне заснованости теме и подобности кандидата и одобравању израде докторске дисертације Славице Поробић, мастер дипл. инж. технологије, под називом: „Синтеза, структура и својства нових азо боја на бази 6-хидрокси-4-метил-2-оксо-1,2-дихидропиридин-3-карбоксамида“, а за менторе ове докторске дисертације су именовани др Душан Мијин, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Милена Мариновић-Цинцовић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију.

26.12.2019. - На седници Већа научних области природних наука Универзитета у Београду донета је одлука (бр. 61206-4685/4-19) о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације Славице Поробић, мастер дипл. инж. технологије под називом: „Синтеза, структура и својства нових азо боја на бази 6-хидрокси-4-метил-2-оксо-1,2-дихидропиридин-3-карбоксамида“

16.07.2020. - На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета у Београду донета је одлука (бр. 35/215) о именовању Комисије за оцену докторске дисертације Славице Поробић, мастер дипл. инж. технологије под називом: „Синтеза,

структура и својства нових азо боја на бази 6-хидрокси-4-метил-2-оксо-1,2-дихидропиридин-3-карбоксамида“.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Хемија, ужа научна област Органска хемија, за коју је матична институција Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду. Ментори др Душан Мијин, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Милена Мариновић-Цинцовић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију су на основу научног искуства и објављених научних радова компетентни да руководе израдом ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Славица Ј. Поробић, рођена је 28.01.1993. године у Котору, Црна Гора. Основну школу и гимназију завршила је у Херцег Новом, Црна Гора. На Технолошко-металуршки факултет, Универзитета у Београду, студијски програм Биохемијско инжењерство и биотехнологија, уписала се октобра 2011. године, где је дипломирала у септембру 2015. године. Дипломски рад одбранила је са оценом 10. Мастер академске студије уписала је 2015/16. године на Технолошко-металуршком факултету у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство и завршила их у септембру 2016. године одбравши мастер рад са оценом 10.

Докторске студије уписала је 2016. године, такође на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Хемија. Запослена је од јануара 2017. године у Лабораторији за радијациону хемију и физику „Гама“, Института за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију под менторством др Милене Мариновић-Цинцовић. У децембру 2019. године стекла је звање истраживач сарадник.

Славица Поробић је аутор/коаутор 13 научних радова и то 4 рада у међународним часописима изузетних вредности (категирије M21a), 7 радова у истакнутим међународним часописима (категирија M22) и 2 рада у међународним часописима категирије M23. Део резултата свог истраживачког рада Славица Поробић је представила у оквиру пет саопштења на скупу међународног значаја категирије M34 и једно саопштење на скупу националног значаја у категирији M64. На конференцији STED2019 (*International Conference on Social and Technological Development*) у Требињу је освојила награду за најбољи рад под називом: „5-(4-cyanophenyl)-3-amido-6-hydroxy-4-methyl-2-pyridone/PVA films: spectrophotometric, thermal and radiation properties“. Славица Поробић је похађала летњу школу Калориметрије у јуну 2017. године у Лиону, Француска. Поседује сертификат о завршеном курсу Графичког дизајна. Говори енглески и италијански језик.

Од јануара 2017. године ангажована је на пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије под називом: „Материјали редуковане димензијалности за ефикасну апсорпцију светлости и конверзију енергије“ и „Утицај величине, облика и структуре наночестица на њихова својства и својства нанокompозита“.

Славица Поробић је ангажована на пројекту под називом: „*Development of Radiation-Grafted Membranes for Cleaner and Sustainable Energy*“ (F22072) који финансира Међународна агенција за атомску енергију (IAEA), Беч, Аустрија. Члан је научно-истраживачког тима из Института за нуклеарне науке „Винча“ при EU COST акцији (CA18103: *Innovation with Glycans: New Frontiers from Synthesis to New Biological Targets*), у периоду од 2019. до 2023. године. Кандидат је у статусу студента у границама 3-6 година.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Славице Поробић под називом: „Синтеза, структура и својства нових азо боја на бази 6-хидрокси-4-метил-2-оксо-1,2-дихидропиридин-3-карбоксамида“ написана је на 110 нумерисаних страна, у оквиру којих се налази 65 слика, 1 шема, 37 табела и 169 литературних навода. Докторска дисертација садржи следећа поглавља: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултате и дискусију, Закључак, Литературу и Прилог. Поред тога, дисертација садржи Сажетак на српском и енглеском језику, а на крају дисертације дата је биографија кандидата, као и потписане изјаве о ауторству, коришћењу и истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације. По својој форми и садржају, написана дисертација задовољава стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У **Уводу** су дати предмет и циљ докторске дисертације. Овај део садржи кратак осврт на актуелност истраживања спроведених у оквиру докторске дисертације, преглед тока дисертације, од почетне идеје и разлога синтезе нових једињења, преко метода карактеризације и дефинисања својстава.

Теоријски део је подељен на 9 тематских целина: Историја боја, Азо боје, Примјена азо боја, Синтеза арилазо пиридонских боја, Таутомерија код арилазо пиридонских боја, Термичка анализа, Хемијска кинетика реакција у чврстом стању, UV/Vis и флуоресцентна спектроскопија, Солватохромизам. У оквиру прве тематске целине дат је осврт на историју боја, од природних преко синтетских боја до дисперзних боја. У другој тематској целини приказана је и описана структура азо боја, са акцентом на азо пиридонске боје. Трећа тематска целина приказује примену азо боја у различитим областима, што је описано кроз шест подцелина. У четвртој тематској целини је описана синтеза арилазо пиридонских боја уз кратак литературни преглед, док је у петој тематској целини описана појава таутомерије код арилазо пиридонских боја. У шестој тематској целини описане су методе термичке анализе коришћене у овој дисертацији, а у тематској целини седам објашњена је хемијска кинетика реакција у чврстом стању. Осма тематска целина даје опис рада UV/Vis и флуоресцентне спектроскопије, док је у деветој тематској целини описан појам солватохромизма, као и утицај растварача на UV/Vis и флуоресцентне спектре органских једињења.

Експериментални део обухвата приказ коришћених хемикалија, затим синтезу 6-хидрокси-4-метил-2-оксо-1,2-дихидропиридин-3-карбонитрила и 6-хидрокси-4-метил-2-оксо-1,2-дихидропиридин-3-карбоксамида, припрему diaзонијумових соли и синтезу азо боја на бази претходно синтетисаних пиридона. Након тога приказана је карактеризација новосинтетисаних боја помоћу елементарне анализе, инфрацрвене спектроскопије са Фуријеовом трансформацијом (енгл. *Fourier transform-infrared spectroscopy*, FT-IR), нуклеарно-магнетне резонантне спектроскопије (енгл. *Protonic nuclear magnetic resonance*, ^1H NMR и *C-13 Nuclear magnetic resonance*, ^{13}C NMR), рефлексивних спектра и рендгенске дифракционе анализе (енгл. *X-ray diffraction*, XRD). У овом поглављу описани су експериментални услови на којима су урађене термогравиметријска анализа (енгл. *Thermogravimetry analysis*, TGA) са диференцијално термалном анализом (енгл. *Differential thermal analysis*, DTA) и диференцијална скенирајућа калориметрија (енгл. *Differential scanning calorimetry*, DSC), гасна хроматографија-масена спектрометрија (енгл. *Gas chromatography-mass spectrometry*, GC-MS), UV/Vis (енгл. *Ultraviolet-visible spectroscopy*,

ултраљубичаста-видљива спектроскопија) и флуоресцентна спектроскопија (енгл. *Photoluminescence Spectroscopy*, PL). Такође су описане методе коришћене за квантно-хемијске прорачуне. На крају овог поглавља описана је синтеза полимерних обојених филмова на бази поли(винил-алкохола) и изабране арилазо пиридонске боје

У поглављу **Резултати и дискусија** приказани су резултати груписани у шест тематских целина:

1. Структурна анализа новосинтетисаних боја

У овом делу су описани резултати који потврђују да се синтетисане боје налазе у хидразонском облику.

2. Термичка својства боја

У овом делу су приказани резултати добијени термичком анализом боја, и то TG/DTA и DSC криве. Детаљно је описан ток термичке деградације боја а најважнији резултати су приказани у оквиру табела. Фрагментација боја током термичке деградације је праћена TG/DTA техником и GC-MS анализом, и у овом поглављу су упоређени резултати добијени користећи обе методе.

3. Кинетика термичке деградације азо боја

У овом делу су приказане вредности привидне енергије активације и предекспоненцијалног фактора које су добијене Кисинџеровом и Озавином методом, као и резултати добијени помоћу изоконверзионих метода. На основу ових резултата претпостављен је механизам термичке деградације изабраних новосинтетисаних боја.

4. Солватохромизам

У овом делу су представљени UV/Vis и флуоресцентни спектри свих 16 боја у растварачима различитих својстава. Разматран је утицај природе и броја супституената, као и утицај природе растварача на UV/Vis и флуоресцентне спектре. За анализу утицаја растварача коришћен је вишепараметарски приступ (Камлет-Тафтова једначина). За квантитативну процену утицаја супституената у серији моносупституисаних боја је коришћена Хаметова једначина. У оквиру овог поглавља посматран је и утицај *pH* вредности средине на UV/Vis и флуоресцентне спектре.

5. Квантно-хемијски прорачуни

Овај део даје резултате конформационе, вибрационе и NMR спектралне анализе као и израчунате UV/Vis и флуоресцентне спектре моносупституисаних боја.

6. Полимерни обојени филмови

У овом делу су приказани UV/Vis и FT-IR спектри озрачених и неозрачених полимерних филмова на бази поли(винил-алкохола) и синтетисане арилазо пиридонске боје. UV/Vis спектри показују да долази до промене боје након излагања гама зрачењу што потврђује успешност идеје да се ови филмови користе као нови дозиметријски системи.

Закључак садржи сумиране коментаре на основу свих добијених резултата у овој дисертацији уз наглашавање постигнутог научног доприноса.

Литература садржи све референце које су цитиране у дисертацији.

Након литературе дат је **Прилог** који се односи на резултате добијене рефлексивном анализом и квантно-хемијским прорачунима. Дисертација садржи и **Биографију кандидата, Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије и Изјаву о коришћењу.**

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Азо боје представљају најраспрострањенију групу синтетских боја. Поред примене у текстилној индустрији, ове боје су нашле примену у графичкој, оптичкој и електронској индустрији, а данас и у изради соларних хелија активираних бојама које у својој структури

не садрже јон метала. Арилазо пиридонске боје, које у својој структури садрже пиридон као куплујућу компоненту, осим примене у бојењу полиестарских влакана, поли(етилентерефталата) и поли(триметилентерефталата), представљају и модел једињења за испитивање азо-хидразон таутомерије и преноса електронских ефеката супституената. С обзиром на актуелност добијања нових полимерних материјала, актуелна су и истраживања која се односе на синтезу боја за бојење ових материјала.

У оквиру ове дисертације је синтетисано 16 арилазо пиридонских боја (15 нових) са амидном-групом у положају 3 пиридоновог језгра, и по први пут је анализирана стабилност арилазо пиридонских боја на повишеним температурама као и кинетика термичке деградације, што је од великог значаја за примену боја у високо температурним процесима. По први пут је урађен вишепараметарски приступ за анализу утицаја растварача користећи вредности Стоксовог помераја. Оригиналност ове дисертације се огледа и у синтези полимерних обојених филмова на бази поли(винил-алкохола) и арилазо пиридонске боје као нових дозиметријских система за мерење дозе гама зрачења.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Аутор ове дисертације је за писање користио 169 литературних навода, који у потпуности одговарају коришћеној теми и указују на актуелност истраживања. Референце углавном представљају научне радове објављене у међународним часописима у последњих десет година. Истраживања која су дата у коришћеним референцама су послужила за планирање експеримената, анализу и дискусију добијених резултата као и за извођење одређених закључака. У склопу литературних навода су приказане и коришћене књиге ранијег датума, у којима се налазе основна сазнања и полазна основа за анализу резултата добијених у овој дисертацији.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Арилазо пиридонске боје су синтетисане купловањем 6-хидрокси-4-метил-2-оксо-1,2-дихидропиридин-3-карбоксамида са диазонијумовим солима које су претходно припремљене реакцијом диазотовања. Боје су окарактерисане помоћу елементалне анализе, FT-IR, ^1H NMR и ^{13}C NMR података.

Термичка стабилност азо боја је испитана користећи методе термичке анализе TG/DTA и DSC. Кинетика деградације новосинтетисаних једињења анализирана је кинетичким методама које се заснивају на варирању брзине загревања и изоконверзионим методама.

Солватохромна својства су испитана снимањем апсорпционих (UV/Vis) и флуоресцентних (PL) спектра азо боја у растварачима различитих својстава. Утицај неспецифичних и специфичних интеракција растварача са молекулима боја на положај флуоресцентних и апсорпционих максимума анализиран је коришћењем Камлет-Тафтове једначине. За квантитативну процену утицаја супституената на апсорпционе максимуме таласних дужина коришћена је Хаметова једначина.

За проучавање геометрије и електронских особина боја помоћу квантно-хемијских прорачуна примењене су B3LYP и M06-2X DFT методе, у комбинацији са 6-311G(d,p) базис сетом. Прорачун хемијских померања (^1H и ^{13}C) атома водоника и угљеника извршен је GIAO методом. Теоријски апсорпциони и флуоресцентни спектри испитиваних једињења су израчунати применом TD-DFT методе. Сви квантно-хемијски прорачуни су изведени коришћењем Gaussian09 програма.

Филмови на бази полимера и азо боје су озрачени различитим дозама гама зрачења Co^{60} , а промене су праћене на рефлексионом спектрофотометру.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати који су проистекли из ове дисертације допринеће проширењу фундаменталних знања из области органске синтезе хетероцикличних азо боја. Резултати термичке стабилности арилазо боја биће корисни за дефинисање примене ових боја у високо температурним процесима. Полимерни обојени филмови синтетисани од поли(винил-алкохола) и новосинтетисане арилазо пиридонске боје представљају нове потенцијалне дозиметријске системе што је од великог значаја за детекцију и праћење дозе гама зрачења.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу досадашњих истраживачких активности кандидат Славица Поробић је показала заинтересованост, стручност и смисао за рад у научно-истраживачкој области. Посебно се истиче њена креативност и самосталност у реализацији идеја и закључака везаних, како за тему докторске дисертације, тако и за друге области истраживања које се реализују у Лабораторији за радијациону хемију и физику „Гама” Института за нуклеарне науке „Винча”, Институт од националног значаја за Републику Србију.

Славица Поробић је до сада из области истраживања која су директно повезана са темом докторске дисертације објавила два рада у међународном часопису изузетних вредности (M21a), четири саопштења на скуповима међународног и националног значаја и једну патентну пријаву.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни допринос огледа се у:

1. новим сазнањима у области синтезе и структуре арилазо пиридонских боја;
2. синтетисаним и развијеним новим бојама на бази 6-хидрокси-4-метил-2-оксо-1,2-дихидропиридин-3-карбоксамида;
3. дефинисаној термичкој стабилности боја и претпостављеном механизму деградације на повишеним температурама, по први пут на арилазо пиридонским бојама;
4. одређеним кинетичким и термодинамичким параметарима термички активираних процеса деградације, по први пут на арилазо пиридонским бојама;
5. приказаној детаљној анализи утицаја супституената и ефеката растварача на апсорпционе и флуоресцентне максимуме, и интрамолекулски пренос наелектрисања у испитиваним једњењима;
6. новим сазнањима о утицају структуре и растварача на положај азо-хидразон таутомерије код испитиваних арилазо пиридонских боја;
7. даљем повезивању експерименталних и квантно-хемијских података ради бољег разумевања структурних и солватохромних својстава арилазо пиридонских боја;
8. добијеним новим дозиметријским системима за детекцију гама зрачења.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Остварени научни доприноси наведени у тачки 4.1 представљају унапређење научних знања у поређењу са постојећим сазнањима јер су синтетисана нова једињења, први пут дефинисана термичка стабилност арилазо пиридонских боја и први пут урађена кинетика термичке деградације арилазо пиридонских боја. Поред тога синтетисани су нови потенцијални дозиметријски системи за детекцију гама зрачења којима ће у наставку свог научног рада кандидат посветити значајну пажњу.

4.3. Верификација научних доприноса

Категорија M21a:

1. **Porobić, S.J.**, Krstić, A.D., Jovanović, D.J., Lađarević, J.M., Katnić, Đ.B., Mijin, D.Ž., Marinović-Cincović, M.: “Synthesis and thermal properties of arylazo pyridone dyes”, *Dyes and Pigments* vol. 170, 107602, 2019 (IF₂₀₁₉=4,613) (ISSN:0143-7208) <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2019.107602>
2. **Porobić, S.J.**, Božić, B.Đ., Dramićanin, M.D., Vitnik, V., Vitnik, Ž., Marinović-Cincović, M., Mijin, D.Ž.: “Absorption and fluorescence spectral properties of azo dyes based on 3-amido-6-hydroxy-4-methyl-2-pyridone: Solvent and substituent effects”, *Dyes and Pigments* vol. 175, 108139, 2020 (IF₂₀₁₉=4,613) (ISSN:0143-7208) <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2019.108139>

Категорија M34:

1. Marinović-Cincović, M., **Porobić, S.**, Mijin D., Jugović S., Đorđević V., Dramićanin M.: “Optical and thermal properties of arylazo dyes based on 6-hydroxy-4-methyl-2-oxo-1,2-dihydropyridine-3-carboxamide”, *Book of Abstracts, -The 5th International Conference on the Physics of Optical Materials and Devices*, Igalo 2018. p. 263.
2. **Porobić, S.J.**, Janković, B.Ž., Janković, M.M., Jovanović D.J., Katnić Đ.B., Mijin D.Ž., Marinović-Cincović M.T.: “Thermal degradation kinetics of newly synthesized arylazo pyridone dyes”, *Book of Abstracts, -JTACC, Budapest 2019*. p. 512.
3. **Porobić, S.**, Marinović-Cincović M., Jovanović D., Mijin, D.: “Radiation, thermal and optical properties of PVA films containing arylazo pyridone dyes”, *Book of Abstracts, -Seventh International Conference on Radiation in Various Fields of Research (RAD)*, Herceg Novi 2019. p. 198.

Категорија M64:

1. **Porobić, S.J.**, Đorđević, V.R., Dramićanin, M.D., Lađarević, J.M., Božić, B.Đ., Ušćumlić, G.S., Mijin, D.Ž.: “Solvatochromic properties of 5-(4-substitutedphenylazo)-3-amido-6-hydroxy-4-methyl-2-pyridones”, *Book of Abstracts, - 5th Conference of Young Chemists of Serbia, Belgrade 2017*. p. 83.

Категорија M94:

1. Mijin, D., **Porobić, S.**, Mirković, J., Božić, B., Ušćumlić, G.: “Novel azo dyes from 3-amido-6-hydroxy-4-methyl-2-pyridone”, *Patentna prijava P-2016/0746 (2018)*.

5. ПРОВЕРА ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Оригиналност ове докторске дисертације је проверена 16.07.2020. године на начин прописан Правилником о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр. 204/22.06.2018). Помоћу програма iThenticate, утврђено је да подударање текста износи 15 %. Овај степен подударности последица је општих места, цитата, односно употребе стручних термина и података који се тичу обрађене теме, као и навођења дефиниција различитих појмова и објашњења параметара који се налазе у релацијама наведеним у тези. Део подударности се односи на претходно публиковане резултате докторандових истраживања, који су проистекли из његове дисертације, што је у складу са чланом 9. Правилника.

Стога сматрамо да је докторска дисертација Славице Поробић у потпуности оригинална, као и да су у потпуности поштована академска правила цитирања.

6. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Хемијске науке за коју је Технолошко-металуршки факултет, Универзитета у Београду, матична установа. Ментори ове докторске дисертације су: др Душан Мијин, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Милена Мариновић-Џинцовић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију.

На основу изнетих података Комисија сматра да су предмет, циљеви, методе, актуелност и значај докторске дисертације кандидата Славице Поробић, мастер инжењера технологије, јасно дефинисани и научно засновани. Ова дисертација даје значајан горе наведен научни допринос научној области Хемијских наука.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом „СИНТЕЗА, СТРУКТУРА И СВОЈСТВА НОВИХ АЗО БОЈА НА БАЗИ 6-ХИДРОКСИ-4-МЕТИЛ-2-ОКСО-1,2-ДИХИДРОПИРИДИН-3-КАРБОКСАМИДА”, кандидата Славице Поробић прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области природних наука Универзитета у Београду.

У Београду, 24.07.2020.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Наташа Валентић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
Др Слободан Петровић, професор емеритус
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
Др Драгана Јовановић, научни саветник
Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке
„Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију

.....
Др Жељко Витник, виши научни сарадник
Универзитета у Београду, Институт за хемију,
технологију и металургију, Центар за хемију

.....
Др Јелена Лађаревић, научни сарадник
Универзитета у Београду, Технолошко-
металуршки факултет