

Универзитет у Београду – Хемијски факултет

Студентски трг 12-16

11000 Београд, Србија

Наставно-научном већу Хемијског факултета у Београду

Предмет: Извештај о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата Јелене Јовановић, мастер хемичара.

На редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Хемијског факултета, одржаној 12. јуна 2025. године, изабрани смо за чланове Комисије за подношење извештаја о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата Јелене Јовановић, мастер хемичара, студента докторских академских студија пријављене под насловом:

„Екстракција биолошки активних једињења и пигмената из биљних и микробиолошких извора применом јонских течности и природних еутектичких смеша“

На основу увида у поднету документацију и досадашњи рад Јелене Јовановић, подносимо Наставно-научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

А. Биографски подаци о кандидату

Јелена Н. Јовановић рођена је 11. 7. 1998. године у Ужицу, Република Србија. Основну школу „Нада Матић“, као и средњу Медицинску школу у Ужицу, фармацеутски одсек, завршила је са одличним успехом.

Основне академске студије на студијском програму Хемија, на Универзитету у Београду – Хемијском факултету уписала је школске 2017/18. године. Одбраном завршног рада под насловом „Одређивање токсичних и есенцијалних елемената у узорцима серума пацијената са улцерозним колитисом“ при Катедри за аналитичку хемију дипломирала је 2021. године и стекла звање дипломирани хемичар. Основне академске студије завршила је са просечном оценом 8,23 (осам и 23/100) и оценом 10 на завршном раду.

Мастер академске студије на студијском програму Хемија на Универзитету у Београду – Хемијском факултету уписала је школске 2021/22. године. Одбраном завршног рада под насловом „Квантификација токсичних елемената у ткивима плаценте, плазми пупчаника и плазми мајке“ при Катедри за аналитичку хемију, дипломирала је 2022. године и стекла звање мастер хемичар. Мастер академске студије завршила је са просечном оценом 10 (десет) и оценом 10 на завршном раду.

Докторске академске студије на студијском програму Хемија на Универзитету у Београду – Хемијском факултету уписала је школске 2022/23. године, при Катедри за аналитичку хемију под менторством доц. др Петра Ристивојевића. До сада је положила четири испита са просечном оценом 10 (десет).

Од 2023. године запослена је у Институту за нуклеарне науке „Винча“ у Београду као истраживач-приправник. Ангажована је на више научно-истраживачких пројеката: ВИВЕНДИ пројекат Фонда

за науку Републике Србије (назив пројекта: Green Innovation: Unlocking the Bioactive Potential of Biomass for Enhanced Pharmaceuticals and Foods through Eco-Friendly Sustainable Technologies, позив Дијаспора 2023) и међународни пројекат FREECOVER (Eco-Friendly Hydrometallurgy for Rare Earths Recycling, позив MSCA Staff Exchanges).

Током школске 2024/25. године била је ангажована као сарадник у настави на Универзитету у Београду – Фармацеутском факултету, при Катедри за аналитичку хемију, где је учествовала у извођењу наставе на предметима: Аналитичка хемија 1, Аналитичка хемија 2, Увод у лабораторијски рад и Одабрана поглавља аналитичке хемије са модулом Зелена хемија.

Учествовала је на више домаћих и међународних научних конференција, скупова и семинара. Поред тога, активно је укључена у волонтерски рад на различитим научним манифестацијама, као и у стручна усавршавања кроз научне семинаре и обуке.

Б. Објављени научни радови и саопштења

Јелена Јовановић је аутор и коаутор пет саопштења на скуповима од интернационалног значаја штампана у изводу (М34) и једног саопштења на скуповима од националног значаја штампаних у изводу (М64):

Саопштења са међународног скупа штампана у изводу (М34):

1. Jovanović, J., Trtić-Petrović, T., Ristivojević, P. (2024, February 27–28). *Dissolution and extraction of phycocyanins from Spirulina using the ABS system*. 4th European NECTAR Conference and Final Action Meeting, Milazzo, Italy. [Paper presentation]
2. Lazarević, D., Jovanović, J., Šaraba, V., Trtić-Petrović, T., Kurtanović, E., Marković, I., Harbinja, M. (2024, June 27–30). *Desorption of Metals from Pyrophyllite and use as a Sustainable Construction Material*. 5th International Congress of Chemists and Chemical Engineers of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. [Paper presentation]
3. Jovanović, J., Ristivojević, P., Lazarević, D., Minić, S., Trtić-Petrović, T. (2024, September 9–13). *Optimizing solubility of Spirulina pigments using Natural Deep Eutectic Solvent*. 21st IUPAC International Symposium on Solubility Phenomena and Related Equilibrium Processes (ISSP21), Novi Sad, Serbia. [Paper presentation]
4. Jovanović, J., Ristivojević, P., Minić, S., Lazarević, D., Trtić-Petrović, T. (2024, November 20–22). *Optimising solubility of Spirulina pigments using Natural Deep Eutectic Solvent*. 7th Edition of the Iberoamerican Meeting on Ionic Liquids, Coimbra, Portugal. [Poster presentation]
5. Lazarević, D., Jovanović, J., Charcosset, C., Trtić-Petrović, T. (2024, December 4–6). *Nanoencapsulation of parthenolide based on bio-ionic liquids and polymer for advanced drug delivery systems*. Twenty-Second Young Researchers Conference – Materials Science and Engineering, Belgrade, Serbia. [Paper presentation]

Саопштења са скупа националног значаја штампана у изводу (М64):

6. Jovanović, J., Ristivojević, P., Minić, S., Lazarević, D., Trtić-Petrović, T. (2024, June 8–9). *Green extraction of bioactive pigments from Spirulina using Natural Deep Eutectic Solvents*. 60th Meeting of the Serbian Chemical Society, Niš, Serbia. [Poster presentation]

В. Образложење теме

1. Научна област: Хемијске науке

Ужа научна област: Аналитичка хемија

2. Предмет научног истраживања

Предмет научног истраживања предложене докторске дисертације је развој иновативних, одрживих и еколошки прихватљивих метода за екстракцију биолошки активних једињења из различитих природних извора, уз примену основних принципа зелене хемије. У фокусу предложених истраживања су екстракције које се заснивају на употреби биоразградивих јонских течности (Bio-IL) и природних еутектичких растварача (NADES), као еколошки прихватљивих алтернатива конвенционалним органским растварачима. Истраживање је усмерено ка екстракцији, идентификацији и очувању биолошке активности три специфична природна биоактивна једињења: елагинске киселине из комине малине (*Rubus idaeus* L., Rosaceae), С-фикоцијанина из цијанобактерије *Arthrospira platensis* (спирулина), и куркумина из куркуме (*Curcuma longa* L., Zingiberaceae).

Модерна нутриционистичка и биомедицинска истраживања потврђују снажан утицај биолошки активних једињења и пигмената из природних извора у модулацији оксидативног стреса, имунолошког одговора и регулацији ћелијске пролиферације. Предложена истраживања произилазе из потребе за одрживим и безбедним поступцима екстракције биолошки активних једињења која доприносе повећању вредности фармацеутских, прехранбених и козметичких производа. Ипак, њихова примена у производњи функционалне хране, фармацеутских формулација и козметичких производа често је ограничена због слабе растворљивости у води, хемијске нестабилности, ниске концентрације у природним изворима, као и због штетног утицаја токсичних органских растварача који се традиционално користе у поступцима екстракције. Предложена истраживања ће обухватити неколико интегрисаних сегмената. Прво, биће извршена припрема, оптимизација састава, и карактеризација еколошки прихватљивих растварача (Bio-IL и NADES) прилагођених за екстракцију циљаних једињења. Различити параметри који имају утицај на процес екстракције (време, температура, однос фаза, типови екстракције: примена ултразвука и мембранска дисперзија), биће оптимизовани у циљу постизања високе ефикасности и селективности екстракције, уз очување биолошких активности добијених екстраката. Хемијска карактеризација изолованих једињења обухватаће примену савремених аналитичких техника као што су течна хроматографија високих перформанси са диодним низом детектора (*High-Performance Liquid Chromatography with Diode-Array Detection* – HPLC-DAD), ултраљубичаста и видљива спектрофотометрија (*Ultraviolet-Visible Spectrophotometry* – UV-Vis), инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом (*Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* – FTIR), нуклеарна магнетна резонанца (*Nuclear Magnetic Resonance* – NMR), док ће се биолошка вредност добијених екстраката процењивати кроз испитивање различитих биолошких активности (антимикробне, антидијабетска и депигментационе).

Значајан сегмент предложених истраживања представља валоризација комине малине као нуспроизвода добијеног након прераде овог, како за Србију тако и на глобалном нивоу, стратешки важног воћа у прехранбеној индустрији. Након екстракције елагинске киселине из отпада након примарне прераде воћа, остаци семенки ће додатно бити коришћени за синтезу угљеничних материјала методом јонотермалне синтезе, који ће се даље испитивати као потенцијални адсорбенти за уклањање органских загађивача из воде. На тај начин, у истраживање је укључен и еколошки значајан сегмент циркуларне економије, који обухвата не само екстракцију биолошки активних једињења, већ и потпуно искоришћење отпадног и недовољно искоришћеног продукта воћа, али и

остатака поменуте биомасе, постижући пун потенцијал природних ресурса уз минималан еколошки отпад.

Научни значај истраживања огледа се у развоју нових процеса екстракције који у потпуности одговарају принципима зелене хемије, док практична вредност лежи у могућој примени резултата у прехранбеној, фармацеутској и козметичкој индустрији. Ефикасна екстракција биоактивних једињења из обновљивих извора, уз истовремено очување њихових биолошких својстава и смањење негативних утицаја на животну средину, допринеће развоју нових функционалних производа, као и унапређењу одрживог управљања природним ресурсима.

3. Циљ научног истраживања

Циљ научног истраживања који је предложен у пријави теме докторске дисертације је развој и оптимизација еколошки прихватљивих метода за екстракцију биолошки активних једињења из различитих типова биомасе, уз примену зелених растварача (NADES и Bio-IL) и напредних техника екстракције. Истраживање је фокусирано на екстракцију елагинске киселине из комине малине, протеина С-РС из цијанобактерије *Arthrospira platensis* и куркумина из *Curcuma longa*, с циљем постизања веће селективности, ефикасности и одрживости процеса, уз очување квалитета, стабилности и активности добијених екстраката у односу на конвенционалне методе.

У оквиру овог општег циља, конкретни циљеви истраживања обухватају:

- **Припрему и карактеризацију зелених растварача (NADES и Bio-IL)** у функцији примене у екстракцији циљаних биолошки активних једињења;
- **Развој и оптимизацију метода екстракције селектованих биолошки активних једињења** – елагинске киселине, протеина С-РС и природног пигмента куркумина – уз примену одабраних зелених растварача са циљем побољшања селективности, ефикасности, стабилности и одрживости у односу на конвенционалне методе;
- **Испитивање утицаја кључних параметара** екстракције (као што су однос фаза, време екстракције, температура, примена ултразвука и мембранске дисперзије) на принос једињења;
- **Квалитативну и квантитативну анализу добијених екстраката**, применом UV-VIS и FTIR спектроскопије, као и HPLC методе, ради процене чистоће, структурних карактеристика и стабилности биолошки активних компоненти;
- **У оквиру испитивања биолошке активности**, биће спроведена свеобухватна евалуација добијених екстраката са циљем процене њиховог функционалног потенцијала и могуће примене у области функционалне хране, фармацеутских и козметичких производа. Антиоксидативна активност екстраката елагинске киселине, С-фикоцијанина и куркумина биће одређена применом стандардизованих DPPH и ABTS тестова, заснованих на способности неутралисања слободних радикала. Поред тога, за екстракте добијене из *Curcuma longa L.*, биће спроведене и додатне биолошке анализе: процена антимикробне активности према одабраним микроорганизмима, испитивање антидијабетског потенцијала применом теста инхибиције α -амилазе, анализа инхибиторне активности на ензим тирозиназу као и индикатора депигментационог ефекта.
- **Валоризацију комине малине** у складу са принципима зелене хемије.

Остваривање наведених циљева допринеће развоју алтернативних, одрживих и еколошки прихватљивих екстракционих метода биолошки активних зелених екстраката која би нашла примену у различитим гранама индустрије. Примена зелених растварача омогућиће добијање

екстракта побољшане биорасположивости и стабилности, уз елиминацију токсичних органских растварача који ограничавају њихову безбедну употребу. На овај начин, истраживање ће омогућити ефикаснију примену природних биолошки активних супстанци у развоју функционалне хране, нутрацеутика, козметике и фармацеутских производа. Истовремено, биће подржан концепт циркуларне економије кроз валоризацију биомасе као обновљивог извора вредних једињења, чиме се обезбеђује значајан допринос одрживом развоју.

4. Методе истраживања

Планирана истраживања заснована су на савременим приступима у области зелене, сепарационе и аналитичке хемије, уз примену иновативних и еколошки прихватљивих растварача. Истраживање је концептуално добро утемељено, са јасно дефинисаним фазама и методама које обезбеђују репродуктивност и валидност резултата.

Као материјали за екстракцију биолошки активних једињења користиће се три различита типа узорка:

- Комина малине, као нуспроизвод прераде малине, биће додатно лиофилизована у циљу смањења садржаја воде и потпуног очувања стабилности биоактивних једињења. Упоредо ће се користити и лиофилизован плод малине као референтни материјал за процену ефикасности екстракције елагинске киселине;
- Цијанобактерија *Arthrospira platensis* биће испитивана у облику осушене биомасе и као комерцијални производ (таблете), у циљу изоловања протеина С-фикоцијанина;
- Куркума (*C. longa*) ће бити испитивана у облику праха, са фокусом на екстракцију куркумина као главног биолошки активног састојка и природног пигмента.

Један од централних делова истраживања је избор, припрема и карактеризација зелених растварача: NADES-а припреманих комбинацијом холин-хлорида или бетаина као акцептора водоника са различитим органским донорима водоника (угљени хидрати, органске киселине, полиоли) у различитим молским односима; Bio-IL на бази холинијум катјона у комбинацији са анјонима природног порекла као што су лактат, тартарат и аскорбат синтетисаних киселинско-базном титрацијом. Одабир и оптимизација формулација ових растварача биће спроведена на основу њихових физичко-хемијских особина, стабилности, вискозности и способности да растварају циљана биолошки активна једињења. FTIR спектроскопија ће бити примењена за карактеризацију NADES-а, док ће NMR и IR спектроскопија бити коришћене за анализу структуре и одређивање чистоће Bio-IL.

Оптимизација екстракционих процеса за сва три биолошка узорка обухватиће:

- Испитивање утицаја различитих растварача (NADES и Bio-IL) на принос изолованих једињења;
- Оптимизацију параметара екстракције: температура, време екстракције, однос чврсте и течне фазе, интензитет мешања;
- Примену екстракције потпомогнуте ултразвуком (Ultrasound-Assisted Extraction, UAE) у циљу повећања ефикасности екстракције и смањења потрошње енергије; и
- Испитивање и оптимизацију услова применом мембранске дисперзије (утицај брзине мешања, односа чврсте и течне фазе, врсте и количине екстрагенса) на степен екстракције елагинске киселине из комине малине.

Карактеризација добијених екстраката обухватиће:

- UV-VIS спектрофотометрију за одређивање садржаја протеина С-фикоцијанина, укупних фенола (TPC) и флавоноида (TFC);
- FTIR анализу у циљу идентификације карактеристичних функционалних група и процене интеракција између компонената растварача и биолошки активних једињења;
- HPLC-DAD анализу за квантитативно одређивање елагинске киселине и куркумина;
- Одређивање биолошке активности добијених екстраката спроведено кроз низ *in vitro* тестова, са фокусом на следеће аспекте:
 1. Антиоксидативна активност биће одређена применом спектрофотометријских тестова базираних на способности екстраката да неутралишу слободне радикале, укључујући DPPH и ABTS методе. Ови тестови ће се примењивати на све одабране екстракте: елагинску киселину, С-фикоцијанин и куркумин;
 2. Инхибиторна активност према ензиму тирозинази, као кључном ензиму у биосинтези меланина, биће испитивана са циљем процене депигментационог потенцијала одабраног екстракта;
 3. Инхибиција ензима α -амилазе, у циљу испитивања потенцијалног антидијабетског дејства екстраката;
 4. Антимикробна активност биће одређена применом диск дифузионе методе или микроразређивања у течной подлози, према протоколима, на одабраним бактеријским и гљивичним сојевима;
- *In vitro* испитивање ослобађања биоактивних једињења из екстракта у различитим медијумима и брзинама мешања, при прецизно дефинисаним временским интервалима.

Као део интегралног приступа искоришћењу биомасе, остатак после екстракције комине малине биће употребљен као прекурсор за синтезу угљеничног материјала методом јонотермалне синтезе, уз коришћење комерцијалних јонских течности на бази пиридинијум катјона. Синтетисани материјал биће окарактерисан:

- Скенирајућом електронском микроскопијом (*Scanning Electron Microscopy*–SEM) – ради испитивања морфологије добијеног материјала;
- FTIR спектроскопијом – за процену функционалних група присутних у добијеним материјалима;
- Термогравиметријском анализом (*Thermogravimetric Analysis*–TGA) – за испитивање термичке стабилности добијених материјала.

Добијени материјал биће тестиран у функцији адсорбенса за уклањање текстилних боја из водених раствора, чиме се истраживању додаје елемент еколошке примене и унапређења концепта циркуларне економије.

5. Актуелност проблематике у свету

У светлу глобалних демографских промена и продужетка животног века, све већи број људи се током живота суочава са хроничним, упалним и дегенеративним болестима, као што су кардиоваскуларне болести, метаболички поремећаји и неуродегенеративна обољења [1,2]. Истовремено, савремени стил живота, укључујући исхрану са високим уделом индустријски обрађене хране, доводи до недостатка есенцијалних нутријената и природних биолошки активних једињења, што представља значајан ризик за јавно здравље. У том контексту, природна биолошки активна једињења (као што су полифеноли, каротеноиди, фикобилипротеини, и куркуминоиди) све више привлаче пажњу научне јавности због својих повољних ефеката на здравље. Бројна истраживања указују да адекватан унос ових једињења може имати значајну улогу у превенцији и

подршци лечењу хроничних болести. Међутим, њихову ширу примену у функцији јавног здравља ограничавају фактори као што су слаба растворљивост, хемијска нестабилност и недовољна концентрација у природним изворима [3].

Истовремено, све већа потреба за одрживим и безбедним технологијама довела је до убрзаног развоја алтернативних, такозваних „зелених“ метода екстракције. Примена природних еутектичких растварача (NADES) и биоразградивих јонских течности (Bio-IL) представља иновативан и еколошки прихватљив приступ за изоловање биолошки активних компоненти из биомасе [4, 5]. Ова стратегија усклађена је са глобалним трендовима развоја циркуларне економије, смањења индустријског отпада и оптималног коришћења природних ресурса, као и смањења емисије гасова са ефектом стаклене баште, чиме се директно доприноси очувању животне средине и климатској одрживости.

Истраживање усмерено на изоловање и примену биоактивних једињења из нуспроизвода прехранбене индустрије (комаина малине) [6], као и из природних извора као што су алге (*Spirulina platensis*) [7,8], и куркума (*Curcuma longa*) [9,10], не само да је актуелно у научном и технолошком смислу, већ има и висок друштвени значај. Његов допринос огледа се у подршци развоју нових фармацеутских производа и функционалне хране, као и у подстицању увођења зелених процеса у производне праксе.

Све ово указује да предложена тематика докторске дисертације у потпуности одговара савременим научним приоритетима и глобалним потребама у области здравља, хране, заштите животне средине и одрживог развоја, чиме се оправдава њена изразита актуелност на домаћем и светском нивоу.

6. Очекивани резултати

Очекивани резултати предложене докторске дисертације обухватају развој и катактеризацију иновативних, еколошки прихватљивих метода за изоловање биолошки активних једињења из различитих материјала, при чему се посебна пажња посвећује ефикасности, селективности и очувању биолошке активности екстрахованих једињења.

Очекује се да ће истраживања довести до:

- успешне синтезе и карактеризације природних еутектичких растварача (NADES) и биоразградивих јонских течности (Bio-IL), који ће се показати као ефикасне и нетоксичне алтернативе органским растварачима у процесима екстракције;
- оптимизације процеса екстракције елагинске киселине, С-фикоцијанина и куркумина, уз примену зелених растварача и напредних техника као што су ултразвучна екстракција и мембранска дисперзија, што ће резултирати повећаним приносом и чистоћом екстраката;
- добијања детаљних аналитичких података о саставу, структури и стабилности екстрахованих једињења путем UV-VIS и FTIR спектроскопије, као и применом HPLC анализе;
- потврде антиоксидативног потенцијала екстраката применом DPPH и ABTS метода, што ће пружити основу за процену њихове применљивости у области функционалне хране, и фармацеутских производа. Инхибиторни ефекат на ензим тирозиназу има потенцијал за примену у средствима за депигментацију коже, што ће подржати њихову даљу примену у козметичким и нутрацеутским производима.

- развоја ефикасног модела валоризације комине малине као отпадне биомасе, што ће допринети унапређењу одрживих производних процеса и имплементацији принципа зелене хемије и циркуларне економије.

Свеукупно, очекује се да ће резултати истраживања обезбедити нова сазнања у области зелене екстракције биолошки активних једињења, као и применљиве технологије за индустријски релевантне процесе у секторима здраве хране, фармације и козметике.

7. Литература

- [1] C. Sanjai, S. L. Gaonkar, and S. S. Hakkimane, “Harnessing Nature’s Toolbox: Naturally Derived Bioactive Compounds in Nanotechnology Enhanced Formulations,” *ACS Omega*, vol. 9, no. 43, pp. 43302–43318, Oct. 2024, doi: 10.1021/acsomega.4c07756.
- [2] A. L. Demain and P. Vaishnav, “Natural products for cancer chemotherapy,” *Microb. Biotechnol.*, vol. 4, no. 6, pp. 687–699, Nov. 2011, doi: 10.1111/j.1751-7915.2010.00221.x.
- [3] A. M. Awad, P. Kumar, M. R. Ismail-Fitry, S. Jusoh, M. F. Ab Aziz, and A. Q. Sazili, “Green Extraction of Bioactive Compounds from Plant Biomass and Their Application in Meat as Natural Antioxidant,” *Antioxidants*, vol. 10, no. 9, 2021, doi: 10.3390/antiox10091465.
- [4] L. M. de Souza Mesquita *et al.*, “Valorization of pomegranate waste through green solvent extraction and biochar production: a zero-waste biorefinery approach,” *Green Chem.*, vol. 26, no. 23, pp. 11695–11712, 2024, doi: 10.1039/D4GC03707C.
- [5] L. Benvenutti, A. A. F. Zielinski, and S. R. S. Ferreira, “Which is the best food emerging solvent: IL, DES or NADES?,” *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 90, pp. 133–146, Aug. 2019, doi: 10.1016/j.tifs.2019.06.003.
- [6] S. Krivokapić, M. Vlaović, B. Damjanović Vratnica, A. Perović, and S. Perović, “Biowaste as a Potential Source of Bioactive Compounds—A Case Study of Raspberry Fruit Pomace,” *Foods*, vol. 10, no. 4, 2021, doi: 10.3390/foods10040706.
- [7] R. Martins, C. Mouro, R. Pontes, J. Nunes, and I. Gouveia, “Natural Deep Eutectic Solvent Extraction of Bioactive Pigments from *Spirulina platensis* and Electrospinning Ability Assessment,” *Polymers*, vol. 15, no. 6, 2023, doi: 10.3390/polym15061574.
- [8] R. Fernandes *et al.*, “Exploring the Benefits of Phycocyanin: From *Spirulina* Cultivation to Its Widespread Applications,” *Pharmaceuticals*, vol. 16, no. 4, 2023, doi: 10.3390/ph16040592.
- [9] A. A. Zaporozhchenko and M. A. Subotyalov, “The Biological Activity and Therapeutic Potential of *Curcuma longa*: Literature Review,” *Cell Tissue Biol.*, vol. 18, no. 3, pp. 265–272, Jun. 2024, doi: 10.1134/S1990519X24700202.
- [10] P. Basnet and N. Skalko-Basnet, “Curcumin: An Anti-Inflammatory Molecule from a Curry Spice on the Path to Cancer Treatment,” *Mol. Basel Switz.*, vol. 16, pp. 4567–98, Dec. 2011, doi: 10.3390/molecules16064567.

Г. Закључак

На основу свих елемената изложених у овом Извештају, Комисија сматра да је предложена тема научно заснована и актуелна, као и да ће очекивани резултати допринети напретку у области зелених екстракција и развоју природних формулација које би нашле примену у прехранбеној, фармацеутској и козметичкој хемији. У складу са Законом о високом образовању и Статутом Хемијског факултета Универзитета у Београду, сматрамо да кандидат испуњава све предвиђене

услове за одобрење израде докторске дисертације. Комисија зато предлаже Наставно-научном већу Хемијског факултета Универзитета у Београду да кандидату Јелени Н. Јовановић, мастер хемичару, одобри израду докторске дисертације под насловом: „Екстракција биолошки активних једињења и пигмената из биљних и микробиолошких извора применом јонских течности и природних еутектичких смеша“. Комисија предлаже за менторе др Петра Ристивојевића, доцента Универзитета у Београду– Хемијског факултета и др Татјану Тртић–Петровић, научног сарадника на Институту за нуклеарне науке Винча, Универзитет у Београду. Списак радова предложених ментора из којих се може видети да испуњавају услове из Стандарда за акредитацију студијских програма дати су у Прилогу 2 и Прилогу 3.

У Београду,

30. 6. 2025.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Петар Ристивојевић, доцент,

Универзитет у Београду – Хемијски факултет



др Татјана Тртић–Петровић, научни саветник,

Институт за нуклеарне науке „Винча у Београду



др Јелена Трифковић, редовни професор,

Универзитет у Београду – Хемијски факултет



др Симеон Минић, доцент,

Универзитет у Београду – Хемијски факултет



др Нада Ђујић Николић, виши научни сарадник,

Институт за проучавање лековитог биља „Др Јосиф Панчић“

Прилог 2. Изабрани радови предложеног ментора, др Петра Ристивојевића

1. M. Č. Lazović, M. D. Jović, M. Petrović, I. Z. Dimkić, U. M. Gašić, D. M. Milojković Opsenica, **P. M. Ristivojević**, J. Đ. Trifković, Potential application of green extracts rich in phenolics for innovative functional foods: natural deep eutectic solvents as media for isolation of biocompounds from berries, *Food & Function* 15 (2024) 4122–4139. <https://doi.org/10.1039/D3FO05292C>
2. M. Č. Lazović, I. Cvijetić, J. Trifković, S. Agatonović-Kuštrin, D. W. Morton, **P. Ristivojević**, Green analytical profiling of *Teucrium chamaedrys* L. using natural deep eutectic solvents and planar chromatography: a greenness assessment by the National Environmental Methods Index and analytical eco-scale, *JPC – Journal of Planar Chromatography – Modern TLC* 36 (2023) 351–358. <https://doi.org/10.1007/s00764-023-00250-3>
3. M. Lazović, I. Cvijetić, M. Jankov, D. Milojković-Opsenica, J. Trifković, **P. Ristivojević**, COSMO-RS in prescreening of Natural Eutectic Solvents for phenolic extraction from *Teucrium chamaedrys*, *Journal of Molecular Liquids* 386 (2023) 122649. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2023.122649>
4. M. Lazović, I. Cvijetić, M. Jankov, D. Milojković-Opsenica, J. Trifković, **P. Ristivojević**, Efficiency of Natural Deep Eutectic Solvents to Extract Phenolic Compounds from *Agrimonia eupatoria*: Experimental Study and In Silico Modelling, *Plants* 11 (2022) 2346. <https://doi.org/10.3390/plants11182346>
5. Đ. Ivković, I. Cvijetić, A. Radoičić, J. Stojković-Filipović, J. Trifković, M. Krstić Ristivojević, **P. Ristivojević**, NADES-Based Extracts of Selected Medicinal Herbs as Promising Formulations for Cosmetic Usage, *Processes* 12 (2024) 992. <https://doi.org/10.3390/pr12050992>

Прилог 3. Изабрани радови предложеног ментора, **др Татјана Тртић-Петровић**

1. D. Lazarević, J. Mušović, **T. Trtić-Petrović**, S. Gadžurić, Partition of parthenolide in ternary {block copolymer + biocompatible ionic liquid or natural deep eutectic solvent + water} systems, Separation and Purification Technology 314 (2023) 123653, doi: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2023.123653>
2. Ražić, S., Gadžurić, S. & **Trtić-Petrović, T.** Ionic liquids in green analytical chemistry—are they that good and green enough?, Anal Bioanal Chem 416 (2023) 2023-2029. <https://doi.org/10.1007/s00216-023-05045-3>
3. Aleksandra Dimitrijević, Ana P. M. Tavares, Mafalda R. Almeida, Milan Vraneš, Ana C. A. Sousa, Ana C. Cristóvão, **Tatjana Trtić-Petrović**, Slobodan Gadžurić, Mara G. Freire, Valorization of Expired Energy Drinks by Designed and Integrated Ionic Liquid-Based Aqueous Biphasic Systems, ACS Sustainable Chemistry & Engineering 8 (2020) 5683. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c00429>
4. Aleksandra Dimitrijević, Ana Paula M. Tavares, Ana Jocić, Slađana Marić, **Tatjana Trtić-Petrović**, Slobodan Gadžurić, Mara G. Freire, Aqueous biphasic systems comprising copolymers and cholinium-based salts or ionic liquids: Insights on the mechanisms responsible for their creation, Separation and Purification Technology 248 (2020) 117050. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117050> (Engineering Chemical (16/143), IF 7.312)
5. Ana Jocić, Slađana Marić, Aleksandra Dimitrijević, Aleksandar Tot, Snežana Papović, Milan Vraneš, **Tatjana Trtić-Petrović**, Protic ionic liquids as adjuvants to enhance extraction and separation performance of diverse polarity compounds in PEG-salt based aqueous biphasic system, Journal of Molecular Liquids, 303 (2020) 112484. doi.org/10.1016/j.molliq.2020.112484