

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ – ХЕМИЈСКОГ ФАКУЛТЕТА

Предмет: Извештај о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата **Снежана Г. Селаковић**, мастер хемичара, студента докторских студија Универзитета у Београду - Хемијског факултета.

На редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Хемијског факултета, одржаној 10. септембра 2026. године (одлука бр. 618), изабрани смо за чланове Комисије за подношење извештаја о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата **Снежана Г. Селаковић**, мастер хемичара, студента докторских студија Универзитета у Београду - Хемијског факултета пријављене под називом:

„Синтеза, карактеризација и испитивање биолошке активности комплекса Cu(II), Zn(II) и Cd(II) са метил-3-формил-4-хидроксibenзоатом и α -дниминима“

На основу поднете документације и увида у досадашњи рад кандидата подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

А. Биографски подаци о кандидату

Снежана Селаковић је рођена 6. јануара 1995. године у Ужицу, где је завршила основну школу и гимназију природно-математичког смера. Студијски програм Хемија на Универзитету у Београду – Хемијском факултету уписала је школске 2013/14. године, а завршила 2017. године са просечном оценом 9,03. Завршни рад под називом „Изоловање и карактеризација тритерпенске киселине из гљиве *Piptoporus betulinus*“ одбранила је на Одељењу за инструменталну анализу при Катедри за органску хемију са

оценом 10. Мастер академске студије је завршила 2018. године са просечном оценом 10,00, а дипломски рад на тему „Синтеза, карактеризација и испитивање антибактеријске активности комплекса бакра(II) са метил 3-формил-4-хидроксибензоатом и α -дииминима“ одбранила је на Катедри за општу и неорганску хемију. Докторске академске студије уписала је 2018. године на Катедри за општу и неорганску хемију Универзитета у Београду – Хемијског факултета, под менторством др Маје Шумар Ристовић. На Универзитету у Београду – Хемијском факултету била је ангажована за извођење вежби на предметима: Практикум из неорганске хемије (102S2), током школске 2019/20. и 2020/21. године, Механизми неорганских реакција (133X1), током школске 2020/21. године, као и на предмету Хемија за студенте Универзитета у Београду – Биолошког факултета током школске 2020/21. године. У звање асистента за ужу научну област Општа и неорганска хемија на Универзитету у Београду – Фармацеутском факултету изабрана је 2021. године. Од школске 2021/22. године до данас учествује у извођењу вежби на предметима Општа и неорганска хемија (Ф1О3 и Б1О3) и Хемија биоелемената (Ф1И5).

Снежана Селаковић се бави научно-истраживачким радом из области неорганске (координационе) хемије. Њен научно-истраживачки рад обухвата синтезу и структурну карактеризацију комплекса прелазних метала са дериватима салицилалдехида и α -дииминима, као и испитивање потенцијалне биолошке примене координационих једињења.

Б. Објављени научни радови и саопштења

Снежана Селаковић је учествовала на скуповима међународног и националног значаја и има укупно 13 саопштења са ових скупова (4 саопштења у облику кратког извода из категорије М34, као и 9 саопштења у облику кратког извода из категорије М64). Коаутор је помоћног уџбеника за студенте Универзитета у Београду – Хемијског факултета (практикум за предмет Механизми неорганских реакција (133А2)).

Уџбеници, збирке задатака, практикуми

1. Маја Шумар-Ристовић, Милош Селаковић, **Снежана Селаковић**, Механизми неорганских реакција – практикум, Универзитет у Београду - Хемијски факултет, 2023, ISBN: 978-86-7220-118-5

Саопштења на међународним скуповима штампана у изводу (M34):

1. **S. Selaković**, M. Savić, M. Jevtović, M. Zlatar, I. Matić, M. Šumar Ristović, *Biological evaluation and computational analysis of a zinc(II) complexes*, 7th European Inorganic Chemistry Conference, 7-11 September 2025, Belgrade, Book of Abstracts, p. 130.
2. N. Stevanović, **S. Selaković**, T. Adejumo, M. Šumar Ristović, B. Čobeljić, K. Andjelković *Synthesis and characterization of Zn(II) and Bi(III) complexes with N -substituted glycine hydrazones*. 22. annual conference YUCOMAT 2021, Herceg Novi, August 30th – September 3rd, 2021. p. 125.
3. **S. Selaković**, I. Matić, D. Mitić, M. Šumar Ristović, B. Čobeljić, K. Anđelković, *Synthesis, characterization and cytotoxicity of Mn(II) and Cu(II) complexes with N-substituted glycine hydrazine*, The 6th International Electronic Conference on Medicinal Chemistry, 1–30 November 2020, MDPI: Basel, Switzerland, DOI:10.3390/ECMC2020-07449
4. **S. Selaković**, N. Pantelić, B. Zmejkovski, B. Dojčinović, N. Banjac, B. Božić, T. Sabo, G. Kaluđerović, *Mechanism of action assessment of highly cytotoxic organotin(IV) complexes with 2-(2-arylidene-2,4-dioxotiazolidine-3-yl)propanoic acid derivatives*, The 4th Congress of the Serbian Association for Cancer Research, 03.10.2019. Belgrade, Book of Abstracts, p. 51.

Саопштења са скупова националног значаја штампана у изводу (M64):

1. **S. Selaković**, M. Savić, M. Gruden, M. Šumar Ristović, *Formation of mononuclear nickel(II) complex with 2-acetylthiazole semicarbazone*, 30th Conference of the Serbian Crystallographic Society, 2026, Belgrade, Book of Abstracts, p. 103.
2. **S. Selaković**, M. V. Rodić, M. Šumar-Ristović, *Synthesis and characterization of Cu(II) complexes with salicylaldehyde derivate and α -diimines*, 29th Conference of the Serbian Crystallographic Society, 2024, Ruma, Book of Abstracts, p. 103.
3. M. Savić, N. Stevanović, M. Jevtović, **S. Selaković**, M. Pavlović, B. Čobeljić, *Biological activity of Zn(II) hydrazone complexes*, 10th Conference of Young Chemists of Serbia, 26th October, 2024, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, p. 52.
4. **S. Selaković**, M. Savić, M. Jevtović, N. Stevanović, M. Pavlović, M. Šumar-Ristović, *Synthesis, characterization, antimicrobial activity of Zn(II) complex with a salicylaldehyde*

derivate 10th Conference of Young Chemists of Serbia, 26th October, 2024, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, p. 63.

5. M. Pavlović, N. Stevanović, M. Jevtović, **S. Selaković**, M. Savić, M. Šumar-Ristović, *Synthesis, characterization, antimicrobial activity of Cd(II) complex with a salicylaldehyde derivate* 10th Conference of Young Chemists of Serbia, 26th October, 2024, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, p. 57.

6. **S. Selaković**, I. Z. Matić, T. Stanojković, M. Šumar-Ristović, *Synthesis and cytotoxicity of Cu(II) complexes with salicylaldehyde derivatives and α -diimines*, 8th Conference of Young Chemists of Serbia, 29th October 2022, Belgrade, Book of Abstracts, p. 103.

7. T. Dimitrijević, **S. Selaković**, I. Novaković, M. Šumar Ristović, *Antioxidant activity of copper(II) complexes with salicylaldehyde derivatives and α -diimines*, 7th Conference of the young chemists of Serbia, 02.11.2019. Belgrade, Book of Abstracts, p. 122.

8. T. Dimitrijević, **S. Selaković**, M. Rodić, M. Šumar Ristović, *Synthesis and characterization of copper(II) complex with 4-(diethylamino)salicylaldehyde and 2,2-bipyridine*, 6th Conference of the young chemists of Serbia, 27.10.2018. Belgrade, Book of Abstracts, p. 51.

9. **S. Selaković**, T. Dimitrijević, I. Novaković, M. Šumar Ristović, *Antimicrobial activities of two copper(II) complexes with 4-(diethylamino)salicylaldehyde and α -diimine*, 6th Conference of the young chemists of Serbia, 27.10.2018. Belgrade, Book of Abstracts, p. 88.

B. Образложење теме

1. Научна област: Хемија

Ужа научна област: Општа и неорганска хемија

2. Предмет рада

У оквиру ове докторске дисертације проучаваће се координациона својства комплексних једињења бакра(II), цинка(II) и кадмијума(II) са метил-3-формил-4-хидроксибензоатом и дииминским лигандима (2,2'-бипиридином, 1,10-фенантролином, 4-метилфенантролином и 5-метилфенантролином), кроз њихову синтезу, структурну карактеризацију и испитивање потенцијалне биолошке активности. Истраживање ће

најпре обухватити оптимизацију услова синтезе наведених комплекса, а затим њихову детаљну структурну карактеризацију. Антимикробна активност синтетисаних једињења биће испитана микродилуционом методом на сојевима грам-негативних бактерија: *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027), *Proteus hauseri* (ATCC 13315) и *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 10031); грам-позитивних бактерија: *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Bacillus spizizenii* (ATCC 6633) и *Clostridium sporogenes* (ATCC 19404); гљивица: *Candida albicans* (ATCC 10231) и *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404); као и на соју квасца *Saccharomyces cerevisiae* (ATCC 9763). Цитотоксична активност биће испитана МТТ тестом на пет хуманих малигних ћелијских линија: аденокарцинома грлића материце (HeLa), мијелоидне леукемије (K562), аденокарцинома дојке (MDA-MB-231), аденокарцинома дебелог црева (LS 174Т) и карцинома плућа (A549), као и на ћелијама нормалних хуманих фибробласта (MRC-5).

3. Научни циљ истраживања

Научни циљ истраживања ове докторске дисертације обухвата:

- а) Проналажење оптималних услова за синтезу комплексних једињења бакра(II), цинка(II) и кадмијума(II) са метил-3-формил-4-хидроксибензоатом и дииминским лигандима (2,2'-бипиридином, 1,10-фенантролином, 4-метилфенантролином и 5-метилфенантролином);
- б) Структурна карактеризација синтетисаних једињења;
- в) Испитивање антимикробне активности синтетисаних једињења на сојевима грам-негативних бактерија, грам-позитивних бактерија, гљивица и квасца;
- г) Испитивање цитотоксичне активности синтетисаних једињења на малигним ћелијским линијама и здравој ћелијској линији.

4. Методе истраживања

У оквиру израде докторске дисертације биће коришћени следећи експериментални поступци, методе и технике:

- 1) Оптимизација експерименталних услова синтезе координационих једињења бакра(II), цинка(II) и кадмијума(II) обухватиће промене реакционих услова (тип

- растварача, температура, молски однос реактаната, реакционо време) у циљу повећања приноса производа и формирања монокристала комплексних једињења;
- 2) Елементална анализа за одређивање састава и чистоће добијених производа;
 - 3) Инструменталне методе за карактеризацију добијених координационих једињења:
 - NMR спектроскопија (лиганд и комплекси Zn(II) и Cd(II)),
 - IR (лиганди и комплекси Cu(II), Zn(II) и Cd(II)) и UV-Vis спектроскопија (комплекси Cu(II), Zn(II) и Cd(II)),
 - Испитивање стабилности комплекса у раствору праћењем промена у UV-Vis спектрима непосредно након припреме раствора и током временског периода.
 - Рендгенска структурна анализа монокристала (комплекси);
 - 4) Експерименталне методе за одређивање биолошке активности:
 - Микродилуциона метода за одређивање антимикуробне активности на сојевима грам-негативних бактерија: *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027), *Proteus hauseri* (ATCC 13315) и *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 10031); грам-позитивних бактерија: *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Bacillus spizizenii* (ATCC 6633) и *Clostridium sporogenes* (ATCC 19404); гљивица: *Candida albicans* (ATCC 10231) и *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404); као и на соју квасца *Saccharomyces cerevisiae* (ATCC 9763);
 - МТТ тест за испитивање цитотоксичне активности на хуманим малигним ћелијским линијама: аденокарцинома грлића материце (HeLa), мијелоидне леукемије (K562), аденокарцинома дојке (MDA-MB-231), аденокарцинома дебелог црева (LS 174T) и карцинома плућа (A549), као и на ћелијама нормалних хуманих фибробласта (MRC-5).

5. Актуелност проблематике

Координациона једињења прелазних метала са дериватима салицилалдехида [1] и дииминским лигандима [2] предмет су бројних истраживања захваљујући својим разноврсним структурним и биолошким својствима. Са аспекта координационе хемије, салицилалдехид и његови деривати представљају добре лиганде због везивања за прелазне метале као бидентатни хелатни лиганди. Најчешће се координују преко карбонилног и депротонованог фенолатног атома кисеоника, при чему настају стабилни хелатни прстенови и комплекси различитих геометрија [3]. За поједине деривате салицилалдехида потврђена је антибактеријска активност [4], док је код одређених

природних деривата утврђено антиоксидативно дејство [5]. Познато је да комплекси метала показују мању токсичност и већи биолошки потенцијал у односу на слободан лиганд [6]. Додатком дииминског лиганда могуће је додатно изменити структуру, стабилност и биолошка својства насталих комплекса [7]. Досадашња истраживања деривата салицилалдехида, диимина и њихових комплекса показују да ова једињења испољавају значајну антимикуробну [8], антитуморску [9] и антипролиферативну [10] активност.

6. Очекивани резултати

Очекивани резултати предложеног истраживања укључују експерименталну оптимизацију услова за синтезу координационих једињења бакра(II), цинка(II) и кадмијума(II) са метил-3-формил-4-хидроксибензоатом и дииминским лигандима. Добијена једињења била би потпуно структурно окарактерисана у чврстом агрегатном стању и одговарајућим растворима. Биолошка активност синтетисаних једињења била би проучавана са антимикуробног и цитотоксичног аспекта. Антимикуробна активност била би испитана микродилуционом методом на сојевима грам-негативних бактерија, сојевима грам-позитивних бактерија, сојевима гљивица и једном соју квасца. Цитотоксична активност била би испитана МТТ тестом на пет хуманих малигних ћелијских линија и на ћелијама нормалних хуманих фибробласта.

Резултати добијени израдом ове докторске дисертације даће допринос координационој хемији у смислу разумевања геометрије и координационих својстава комплексних једињења бакра(II), цинка(II) и кадмијума(II), и процени потенцијалне примене ових једињења као биолошки активних супстанци.

7. Литература

- [1] E.L. de Araujo, H.F.G. Barbosa, E.R. Dockal, E.T.G. Cavaleiro, *International Journal of Biological Macromolecules* **95** (2017) 168–176.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.10.109>
- [2] V. S. Bollu, T. Bathini, A. K. Barui, A. Roy, N. C. Ragi, S. Maloth, P. Sripadi, B. Sreedhar, P. Nagababu, C. R. Patra, *Materials Science and Engineering: C*, **105** (2019) 110079. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.110079>

- [3] T. Dimitrijević, I. Novaković, D. Radanović, S. B. Novaković, M. V. Rodić, K. Anđelković, M. Šumar-Ristović, *Journal of Coordination Chemistry*, **73**(4) (2020) 702–716. <https://doi.org/10.1080/00958972.2020.1740212>
- [4] H. Elo, M. Kuure, E. Peltari, *European Journal of Medicinal Chemistry*, **92** (2015) 750–753 <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2015.01.041>
- [5] O. G. Bountagkidou, S. A. Ordoudi, M.Z. Tsimidou, *Food Research International*, **43** (2010) 2014–2019 <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.021>
- [6] A. Zianna, G. Geromichalos, E. Psoma, S. Kalogiannis, A. G. Hatzidimitriou, G. Psomas, *Journal of Inorganic Biochemistry*, **229** (2022) 111727. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2022.111727>.
- [7] Vitomirov, F. Dimiza, I. Z. Matić, T. Stanojković, A. Pirković, L. Živković, B. Spremo-Potparević, I. Novaković, K. Anđelković, M. Milčić, G. Psomas, M. Šumar Ristović, *Journal of Inorganic Biochemistry*, **235** (2022) 111942. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2022.111942>
- [8] R. M. Gandra, P. Mc Carron, M.F. Fernandes, L.S. Ramos, T.P. Mello, A.C. Aor, M.H. Branquinho, M. McCann, M. Devereux, A.L.S. Santos, *Frontiers in Microbiology*, **8** (2017) 1257. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01257>
- [9] M.K. Koley, N. Duraipandy, M.S. Kiran, B. Varghese, P.T. Manoharan, A.P. Koley, *Inorganica Chimica Acta*, **466** (2017) 538–550. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2017.06.068>
- [10] N. Kordestani, H. A. Rudbari, A. R. Fernandes, L. R. Raposo, P. V. Baptista, D. Ferreira, G. Bruno, G. Bella, R. Scopelliti, J. D. Braun, D. E. Herbert, O. Blacque. *ACS Combinatorial Science*, **22** (2020) 89–99. <https://doi.org/10.1021/acscombsci.9b00202>

Г. Закључак

На основу свега изложеног сматрамо да предложена тема одговара савременим трендовима из области координационе хемије. Предложена тема докторске дисертације научно је утемељена и оправдана. Планираним начином реализације истраживања могу се остварити дефинисани циљеви докторске дисертације.

У складу са Законом о високом образовању и Статутом Универзитета у Београду - Хемијског факултета, сматрамо да кандидат испуњава све предвиђене услове за одобрење израде докторске тезе. На основу свега изложеног Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Хемијског факултета да одобри израду докторске тезе Снежане Г. Селаковић, мастер хемичара, студента докторских студија Универзитета у Београду-Хемијског факултета, под називом:

„Синтеза, карактеризација и испитивање биолошке активности комплекса Cu(II), Zn(II) и Cd(II) са метил-3-формил-4-хидроксibenзоатом и α -дииминима“

За ментора се предлаже др Маја Шумар Ристовић, ванредни професор Универзитета у Београду - Хемијског факултета.

Списак радова предложеног ментора из којих се може видети да испуњава услове из Стандарда за акредитацију студијских програма дат је у Прилогу.

У Београду,

КОМИСИЈА:

25. септембар 2026.

др Маја Шумар - Ристовић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Хемијски факултет,

др Божидар Чобелић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Хемијски факултет,

др Слађана Танасковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Фармацеутски факултет

Прилог: Изабрани radovi predlozenog mentora dr Maје Шумар - Ристовић

- [1] T. Vitomirov, B. Čobeljić, A. Pevec, D. Radanović, I. Novaković, M. Savić, K. Anđelković, **M. Šumar-Ristović**, *J. Serb. Chem. Soc.*, **88** (9) (2023) 877–888. <https://doi.org/10.2298/JSC230623044V>
- [2] T. Vitomirov, F. Dimiza, I. Z. Matić, T. Stanojković, A. Pirković, L. Živković, B. Spremo Potparević, I. Novaković, K. Anđelković, M. Milčić, G. Psomas, **M. Šumar Ristović**, *J. Inorg. Biochem.*, **235** (2022) 111942. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2022.111942>
- [3] N. Stevanović, P. P. Mazzeo, A. Bacchi, I. Z. Matić, M. Đorđić Crnogorac, T. Stanojković, M. Vujčić, I. Novaković, D. Radanović, **M. Šumar-Ristović**, D. Sladić, B. Čobeljić, K. Anđelković, *JBIC Journal of Biological Inorganic Chemistry* **26** (2021) 863–880. <https://doi.org/10.1007/s00775-021-01893-5>
- [4] T. Dimitrijević, I. Novaković, D. Radanović, S.B. Novaković, M.V. Rodić, K. Anđelković, **M. Šumar-Ristović**, *J. Coord. Chem.*, **73** (2020) 702–716. <https://doi.org/10.1080/00958972.2020.1740212>
- [5] D. A. Jeremić, Lj. D. Andjelković, M. R. Milenković, M. R. Šuljagić, **M. T. Šumar-Ristović**, S. B. Ostojić, A. S. Nikolić, P. J. Vulić, I. D. Brčeski, V. B. Pavlović. *Sci. Sinter.* **52** (2020) 481-490. <https://doi.org/10.2298/SOS2004481J>