

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ- ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

Предмет: Пријава теме докторске дисертације Жељка В. Трифковића, мастер хемичара, докторанда и асистента на Хемијском факултету -Универзитета у Београду.

Молим Наставно-научно веће Универзитета у Београду – Хемијског факултета да одобри израду докторске дисертације из области Органске хемије на Универзитету у Београду – Хемијском факултету (Катедра за Органску хемију) под радним насловом:

„Конјугати 4-аминобензоеве киселине и фулерена C₆₀ у заштити од УВ зрачења“

За оцену научне заснованости приложене теме докторске дисертације предлажем Комисију у саставу:

1. др Драгана Милић, редовни професор Универзитета у Београду – Хемијског факултета – ментор,
2. др Игор Опсеница, редовни професор Универзитета у београду – Хемијског факултета,
3. др Татјана Коп, научни сарадник Универзитета у Београду – Института за хемију, технологију и металургију, института од националног значаја Републике Србије – ментор

Уз молбу прилажем:

1. биографију;
2. библиографију;
3. изјаву да предложена тема није пријављена на другој високошколској установи у земљи или иностранству;
4. образложење теме.

У Београду,
26. март 2026. год.

Жељко Трифковић
Асистент
Хемијски факултет

Биографски подаци кандидата

Жељко Трифковић рођен је 6. септембра 1999. године у Бијељини, Република Српска, Босна и Херцеговина. Основну школу завршио је у Угљевику 2014. године са одличним успехом. Средњу медицинску школу завршио је 2018. године у Бијељини, смер Медицински техничар, са одличним успехом. Основне академске студије Хемијског факултета Универзитета у Београду завршио је 2022. године са просечном оценом 8,80 (осам и 80/100) и оценом 10 (десет) на завршном раду под називом „Синтеза и одређивање антиоксидативних вриједности деривата фулеропиролидина”. Исте године уписао је мастер академске студије студијског програма Хемија на Универзитету у Београду – Хемијском факултету, а завршио 2023. године са просечном оценом 10,00 (десет и 100/100) и оценом 10 (десет) на завршном раду под називом „Синтеза фулеропиролидина са фенолном подјединицом и одређивање њихове биолошке активности”. Током основних студија, 2022. године учествовао је на семинару „Symbiosis” посвећеном контролисаном дизајну ефикасних ензим-MOF композита за биокатализу. Такође, у оквиру организације „Отворене лабораторије“ био је један од предавача и реализатора хемијских радионица. Похађао је „GrInShield“ летњу школу посвећену хемији угљеничних наноматријала 2023. и 2024. године. За сарадника у настави на Катедри за Органску хемију Хемијском факултету изабран је 2022. године. Докторске академске студије уписао је 2023. године, а 2024. године стиче звање асистент на Катедри за органску хемију Хемијског факултета. Служи се енглеским језиком (напредни ниво) и руским језиком (почетни ниво).

Кандидат Жељо Трифковић, бави се научно-истраживачким радом из области органске хемије са фокусом на хемију фулерена. Његов научно-истраживачки рад обухвата синтезу, структурну карактеризацију и нековалентне модификације фулеропиролидина, као и испитивање биолошке активности.

Објављени научни радови и саопштења

Учешће на међународним конференцијама:

1. **Željko V. Trifković**, Katarina N. Kotlaja, Ćurić Ž. Ivan, Tatjana J. Kop, Dragana R. Milić, Stable aqueous dispersions of dually active fulleropyrrolidines containing aromatic subunit, 3rd International Conference on Noncovalent Interactions (ICNI2024), Belgrade, June 17-21th 2024., Serbia, PS36.

Учешће на националним конференцијама:

1. **Željko V. Trifković**, Katarina N. Kotlaja, Tatjana J. Kop, Dragana R. Milić, Synthesis and determination of in vitro biological activity of novel fulleropyrrolidines containing phenol subunit, 9th Conference of Young Chemists of Serbia, Novi Sad, November 4th 2023., Serbia, Book of abstracts p.76.

2. **Željko V. Trifković**, Katarina N. Kotlaja, Tatjana J. Kop, Dragana R. Milić, Synthesis and determination of in vitro antioxidant activity of novel fulleropyrrolidines containing aromatic subunit, 9th Conference of Young Chemists of Serbia, Novi Sad, November 4th 2023., Serbia, Book of abstracts p.77.

3. Katarina N. Kotlaja, **Željko V. Trifković**, Tatjana J. Kop, Dragana R. Milić, Synthesis and determination of in vitro biological activity of novel fulleropyrrolidines containing vanillin subunit, 9th Conference of Young Chemists of Serbia, Novi Sad, November 4th 2023., Serbia, Book of abstracts p.74.

4. Katarina N. Kotlaja, **Željko V. Trifković**, Tatjana J. Kop, Dragana R. Milić, Mono- and disubstituted fulleropyrrolidines: synthesis and optimization of reaction conditions, 9th Conference of Young Chemists of Serbia, Novi Sad, November 4th 2023., Serbia, Book of abstracts p.75.

ИЗЈАВА

Изјављујем да докторска дисертација под насловом:

„Конјугати 4-аминобензоеве киселине и фулерена C₆₀ у заштити од УВ зрачења“

Није пријављена на другим високошколским установама у земљи или иностранству.

У Београду,
26. март 2026.

Жељко Трифковић
Асистент
Хемијски факултет

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ – ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Пријава теме докторске дисертације Жељка Трифковића, мастер хемичара, студента докторских академских студија на Универзитету у Београду – Хемијском факултету, студијски програм Хемија.

„Конјугати 4-аминобензоеве киселине и фулерена C₆₀ у заштити од УВ зрачења“

1. Научна област: Хемија

Ужа научна област: Органска хемија

2. Предмет научног истраживања

Предмет научног истраживања ове докторске дисертације обухвата развој и синтезу конјугата фулерена и 4-аминобензоеве киселине. Истраживање ће обухватити проналажење оптималних услова за синтезу жељених једињења, њихову структурну карактеризацију и *in vitro* испитивање заштите од УВ зрачења у присуству ових једињења.

3. Основе хипотезе

Фулерен C₆₀ откривен је 1985. године и представља трећу алотропску модификацију угљеника.^[1] По откривању, закључено је да фулерени имају значајан антиоксидативни потенцијал и да су ефикасни УВ филтери.^[2] Због слабе растворљивости у поларним растварачима, и сама његова примена је ограничена. Функционализацијом фулерена C₆₀, као и удруживањем са погодним молекулским врстама формирају се ковалентни и нековалентни конјугати са побољшаном растворољивошћу у поларним растварачима. Један од начина ковалентног модификовања је Пратова реакција која подразумева генерисање азотетноског илида из алдехида и аминокиселине, који потом подлеже (3+2)-циклодицији на 6,6-двоструку везу фулерена у циљу грађења фулеропиролдина, конјугата фулерена - растворољивије врсте.^[3] Други начин, заснован на нековалентним интеракцијама, је изградња супрамолекулски уређених адуката фулерена.^[4]

4-аминобензоева киселина је један од основних органских УВ филтера, који се примењује у козметичкој индустрији. Једно од главних нежељених дејстава 4-аминобензоеве киселине на кожу је иритација (пецкање), али и контакти дерматитис. Стога се прибегава њеној ковалентној и нековалентној модификацији.^{[5][6]} Поред способности да апсорбује УВ-зрачење, поседује и антиоксидавна и антиинфламаторна својства, што је чини добрим кандидатом за конјугацију са фулереном грађење комплексних структура са унапређеним особинама и комбинованим дејством.

Сучева светлост се састоји од гама зрака, рендгенских зрака, видљиве светлости, УВ зрачења, ИЦ зрачења и радиоталаса. Штетни ефекти сунчевог зрачења проузроковани су УВ делом спектра, који се дели на УВА, УВБ и УВЦ. УВЦ и делимично УВБ зрачење је филтрирано озонским омотачем и изазива опекотине коже, док УВА продорне у дубље слојеве коже и узрокује оштећења. [7]

Будући да доступна литература указује на ограничен број фулеренских деривата који посједују УВ заштити ефекат, дериватизација фулерена са 4-аминобензоеном киселином представља погодан решење за добијање конјугата са оваквим дејством. [8]

4. Циљеви истраживања и очекивани резултати

Истраживања ове докторске дисертације обухватиће оптимизацију услова синтезе конјугата фулерена C_{60} и 4-аминобензоеном киселине и њихову потпуну структурну карактеризацију. Осим тога, пажња ће бити посвећена и развијању услова за формирање стабилних и уређених супрамолекулских агрегата фулерена и 4-аминобензоеном киселине, као и њихових деривата. Структуре свих синтетисаних једињења и формираних агрегата биће потврђене применом одговарајућих инструменталних метода. Истраживање ће обухватити и *in vitro* испитивање заштите од УВ зрачења у присуству ковалентних и нековалентних структура, као и *in vitro* испитивање двојне антиоксидативне и антиинфламаторне активности.

5. Методе истраживања

У току израде докторске дисертације главни циљ биће оптимизација реакционих услова синтезе (тип растварача, температура, молски односи реактаната, реакционо време, и сл.) у сврху добијања конјугата фулерена C_{60} и 4-аминобензоеном киселине. У области рада усмереној ка изградњи нековалентних структура, биће коришћене стандардне методе синтетичке супрамолекулске и органске хемије (варијација односа реактаната, рад у високом разблажењу). Потпуна структурна карактеризација синтетисаних једињења биће одређена применом нуклеарне магнетне резонанције (1D NMR (1H и ^{13}C) и 2D NMR), применом инфрацрвене и УВ/ВИС спектроскопије, као и масене спектрометрије. Заштита од УВ зрачења биће испитана применом соларног симулатора и УВ/ВИС спектроскопије, као и стандардних метода за процену дејства препарата на кожу, с тим што ће у истраживањима бити коришћена вештачка кожа.

6. Литература

1. Ernesto Castro; A. H. Garcia; G. Zavala; Luis Echegoyen *Fullerenes in Biology and Medicine*. Journal of Materials Chemistry B **2017**, 5 (32), 6523–6535. DOI: 10.1039/C7TB00855D.
2. S. Kato; H. Aoshima; Y. Saitoh; & N. Miwa *Fullerene-C60 Derivatives Prevent UV-Irradiation/TiO₂-Induced Cytotoxicity on Keratinocytes and 3D-Skin Tissues through Antioxidant Actions*. Journal of Nanoscience and Nanotechnology **2014**, 14 (5), 3285–3291. DOI: 10.1166/jnn.2014.8719.
3. Maurizio Prato [60]Fullerene Chemistry for Materials Science Applications. Journal of Materials Chemistry **1997**, 7, 1097–1109. DOI: 10.1039/A700080D.
4. T. J. Kop; D. M. Jakovljević; L. S. Živković; A. Žekić; V. P. Beškoski; D. R. Milić; ...; & M. S. Bjelaković *Polysaccharide-Fullerene Supramolecular Hybrids: Synthesis, Characterization and Antioxidant Activity*. European Polymer Journal **2020**, 123, 109461. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2019.109461.
5. M. L. Hu; Y. K. Chen; L. C. Chen; & M. Sano *Para-Aminobenzoic Acid Scavenges Reactive Oxygen Species and Protects DNA against UV and Free Radical Damage*. The Journal of Nutritional Biochemistry **1995**, 6 (9), 504–508. DOI: 10.1016/0955-2863(95)00082-B.
6. S. B. Levy *Sunscreens*. In *Comprehensive Dermatologic Drug Therapy* (pp. 551–561); WB Saunders, **2013**. DOI: 10.1016/B978-1-4377-2003-7.00046-7.
7. N. Abbas; Z. Mahmood; S. Manzoor; Z. Akhtar; & M. Tariq *Synthesis, Characterization and Sunscreen Protection Factor of Novel Synthesized Para Amino Benzoic Acid (PABA) Esters*. Journal of the Chemical Society of Pakistan **2019**, 41 (4). DOI: 10.52568/000767/jcsp/41.04.2019.
8. Q. Lin; R. H. J. Xu Xu; N. Yang; A. A. Karim; X. J. Loh; K. Zhang *UV Protection and Antioxidant Activity of Nanodiamonds and Fullerenes for Sunscreen Formulations*. ACS Applied Nano Materials **2019**, 2 (12), 7604–7616. DOI: 10.1021/acsanm.9b01698.