

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду одржаној 27.05.2025. године именовани смо за чланове комисије за подношење Извештаја о испуњености услова за избор у научно истраживачко звање **НАУЧНИ САРАДНИК** кандидата др Тамаре Ђукић, а у складу са Законом о науци и истраживањима, Правилником о стицању истраживачких и научних звања, Правилником о поступку, начину вредновања и квалитативном исказивању научноистраживачких резултата и Статутом Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, а на основу прегледа и анализе достављеног материјала и увида у целокупан научноистраживачки и стручни рад кандидата Комисија подноси следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Тамара Н. Ђукић, магистар фармације, рођена је 27.06.1994. године у Крушевцу. Основну и средњу школу завршила је у Варварину са одличним успехом. Интегрисане академске студије фармације завршила је 2018. године, са просечном оценом 9,23 на Факултету медицинских наука Универзитета у Крагујевцу. Додатно, 2022. године завршила је мастер студије на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу (смер: Биоинжењеринг) са просечном оценом 9,86 и тиме стекла звање мастер инжењер биомедицинског инжењеринга.

Докторске академске студије уписала је школске 2019./2020. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Биохемијско инжењерство и биотехнологија. У марту 2025. године одбранила је докторску дисертацију под називом „Стандардизација фотон корелационе спектроскопије као методе за одређивање величине имунокомплекса у дијагностичке сврхе“ и тиме стекла научни назив Доктор наука - технолошко инжењерско-биотехнологија.

Од августа 2020. године запослена је у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета у Београду као истраживач приправник. У мају 2023. године на истом факултету изабрана је у звање истраживач сарадник.

Др Тамара Ђукић је аутор или коаутор више научних радова објављених у међународним часописима и часописима од националног значаја, као и више саопштења на конференцијама од међународног и националног значаја. Поред тога др Тамара Ђукић има учешћа у важним домаћим и билатералним пројектима:

- 2021. године – У оквиру Еразмус+ програм мобилности др Ђукић је боравила на Пољопривредном факултету Универзитета у Атини

(*Agricultural University of Athens, Greece*) у лабораторији за хемију (*Department of Food Science and Human Nutrition*).

- 2021-2024. године – др Ђукић је била учесница Програма развоја науке и технологије-заједничко финансирање развојних и истраживачких пројеката Републике Србије и Народне Републике Кине „Развој нових ферментисаних производа обogaђених екстрактима биљака и гљива/*Development of novel fermentation products enriched with plant and mushroom extracts*“, (451-031206/2021-09), финансиран од стране Министарства науке, технолошког развоја и иновација, Републике Србије.
- 2022-2025. године – др Ђукић је учествовала на пројекту *MultiPromis - Multifunctional leaf protein and assembled nanocarrier structures delivered by enzyme technology* (7751519) којим је руководила проф. др Зорица Кнежевић-Југовић у оквиру програма „Идеје“ финансираног од стране Фонда за науку Републике Србије.
- 2025-2026. године – др Ђукић је учесница COST акције CA21160 *Non-globular proteins in the era of Machine Learning* (ML4NGP)
- 2025-2026. године – др Ђукић је учесница билатералног пројекта Републике Србије и Републике Мађарске “*Tailoring nanoerythrocytes properties toward the development of biomimetic platforms for potential drug delivery*“ којим руководи др Биљана Ристић, научна сарадница из Института за медицинска истраживања, Универзитета у Београду.

2. НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКИ РАД

Истраживања др Тамаре Ђукић припадају научној области Биотехнологија и ужој области Биохемијско инжењерство и биотехнологија. Др Тамара Ђукић у свом научноистраживачком раду се фокусира на проучавање структурних и функционалних карактеристика имунокомплекса, са посебним освртом на промене ових карактеристика изазване аутоимуним болестима. Истраживања су превасходно усмерена на анализу молекулског састава и хидродинамичког пречника циркулишућих имунокомплекса,

Централно место у овим истраживањима заузима испитивање применљивости фотон корелационе спектроскопије за одређивање величине колоидних честица које улазе у састав циркулишућих имунокомплекса, као и испитивање потенцијалне примене ове методе у дијагностичке сврхе.

Имајући у виду ограничења традиционалних метода за анализу имунокомплекса (ултрацентрифугирање на градијенту сахарозе, гел-филтрација, електронска микроскопија), које захтевају дуготрајну и сложену припрему узорка и имају ограничену примену у рутинској дијагностици, неопходно је развити алтернативне методе које омогућавају брзу, репродуктивну и осетљиву анализу циркулишућих имунокомплекса. Познато је да фотон корелациона спектроскопија представља једну од метода која показује велики потенцијал за

одређивање величине честица које улазе у састав имунокомплекса, и да се већ користи у фармацеутској индустрији за детекцију протеинских агрегата, укључујући и терапеутске имуноглобулине (моноклонске и поликлонске антитела). Полазећи од овога, примена фотон корелационе спектроскопије као методе за карактеризацију имунокомплекса у патолошким и физиолошким условима је значајан корак за њихову примену у дијагностичке сврхе.

Као резултат ових истраживања проистекла је докторска дисертација под називом „Стандардизација фотон корелационе спектроскопије као методе за одређивање величине имунокомплекса у дијагностичке сврхе“. Резултати добијени током истраживања потврдили су да фотон корелациона спектроскопија може да се примени за одређивање величине колоидних честица које улазе у састав циркулишућих имунокомплекса код здравих особа (особа без потврђених системских болести) и пацијената са реуматоидним артритисом (болест посредована имунокомплексима). Дефинисан је и референтни систем дистрибуције величине честица које улазе у састав циркулишућих имунокомплекса, што може представљати основу за даљи развој дијагностичких и терапијских алгоритама. Након верификације резултата у студијама већег обима, овај приступ може бити значајан у дијагностици и праћењу прогресије болести, као и у процени ефикасности терапије код обољења у чијој је патогенези имунокомплекси имају значајну улогу.

Поред тематике из које су произашли резултати који су у основи докторске дисертације, др Тамара Ђукић је кроз учешће у пројекту *MultiPromis – „Multifunctional leaf protein and assembled nanocarrier structures delivered by enzyme technology“* (7751519) дала велики допринос у области која се бавила истраживањем изоловања и пречишћавања протеина из отпадне зелене биомасе, као и микроинкапсулацијом биолошки активних једињења. Фокус ових истраживања је био на изолацији протеина RuBisCO из листова бундеве, најзаступљенијег биљног протеина и кључног ензима у фотосинтези, који се користи за развој функционалних биоматеријала. Изоловани протеин коришћен је као основа за развој функционалних биоматеријала путем формирања комплексних коацервата са полисахаридима. Посебан значај ових истраживања огледа се у потенцијалу биљних протеина као одрживих и економичних носача биоактивних супстанци, чиме се подстиче примена зелених биоматеријала у прехранбеној индустрији и доприноси унапређењу циркуларне економије и смањењу количине отпада.

Др Тамара Ђукић је била и учесник Програма развоја науке и технологије-заједничко финансирање развојних и истраживачких пројеката Републике Србије и Народне Републике Кине „Развој нових ферментисаних производа обогаћених екстрактима биљака и гљива/*Development of novel fermentation products enriched with plant and mushroom extracts*“, евиденциони број 451-031206/2021-09, финансиран од стране Министарства науке, технолошког развоја и иновација (2022.-2025.), као и учесник *Erasmus +* пројекта између Републике Србије и Грчке, у оквиру сарадње са Пољопривредним Универзитетом у Атини (*Higher Education – KA107 International Mobility*), од 01.06. до 01.09.2021. године.

Тренутно је учесник билатералног пројекта Републике Србије и Републике Мађарске „*Tailoring nanoerythrocytes properties toward the development of biomimetic platforms for*

potential drug delivery“ (2025-2026) и COST акција CA21160 „*Non-globular proteins in the era of Machine Learning*“ (ML4NGP).

Спровodeћи иновативна истраживања у току свог рада, др Тамара Ђукић, показала је висок степен стручности и самосталности у извођењу експеримената кроз модификацију и оптимизацију постојећих техника и метода и увођењу нових. Посебан допринос др Тамаре Ђукић је и тај што је кроз примену нових техника поставила нове алате за анализу и обраду добијених резултата.

Резултати које је др Тамара Ђукић остварила значајно су допринели реализацији и квалитету научно-истраживачких пројеката у којима је учествовала, чиме је она и потврдила велику истраживачку компетентност. Тамара Ђукић је резултате свог истраживања потврдила објављивањем 17 библиографских јединица поред докторске дисертације. Као аутор или коаутор објавила је 5 (пет) радова у међународним часописима (три M21, један M22 и један M23); 11 (једанаест) саопштења са домаћих и међународних скупова (седам M34, један M62 и три M64) и реализовала једну ауторску изложбу са каталогом уз научну рецензију (M99).

3. НАУЧНА КОМПЕТЕНТНОСТ ОБЈАВЉЕНИ И САОПШТЕНИ НАУЧНИ РАДОВИ И ДРУГИ ВИДОВИ АНГАЖОВАЊА У НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКОМ И СТРУЧНОМ РАДУ

У даљем тексту класификовани су научноистраживачки резултати према Правилнику о стицању истраживачких и научних звања ("Службени гласник РС", бр. 159/2020 и 14/2023)

3.1. Радови објављени у научним часописима међународног значаја; научна критика; уређивање часописа (M20)

3.1.1. Радови у врхунским међународним часописима (M21)

- 3.1.1.1. **Djukić T**, Drvenica I, Kovačić M, Milanović S, Majerić D, Šefik-Bukilica M, Miletić M, Bugarski B, Ilić V. Exploring the Link between Hydrodynamic Size and Immunoglobulins of Circulating Immune Complexes in Rheumatoid Arthritis Patients. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024, 25(6), 3138. IF(2023)=4,9, ISSN: 1422-0067, <https://doi.org/10.3390/ijms25063138>.
- 3.1.1.2. Petrović P, Balanč B, Mijalković J, **Đukić T**, Bošković S, Đorđević V, Bugarski B, Nedović V, Knežević-Jugović Z. Complexation with Alginate in Pumpkin Leaf Protein Solutions for the Encapsulation of Folic Acid: The Effect of Extraction Protocols. *Foods*. 2024, 13(22), 3695. IF(2023)=4,7, ISSN: 2304-8158, <https://doi.org/10.3390/foods13223695>
- 3.1.1.3. Ristić B, Trpkov Đ, Dojčilović R, **Đukić T**, Božanić DK, Stefanović R, Vasić B, Drvenica I. Nitrogen-doped carbon dots as biocompatible fluorescent agents for labelling human red

blood cells. Biomaterials Advances. 2025, 214296. IF (2024)=5,5 , ISSN: 2772-9516, <https://doi.org/10.1016/j.bioadv.2025.214296>

3.1.2. Радови у истакнутим међународним часописима (M22)

3.1.2.1. **Djukić T**, Drvenica I, Kovačić M, Minić R, Vučetić D, Majerić D, Šefik-Bukilica M, Savić O, Bugarski B, Ilić V. Dynamic Light Scattering Analysis of Immune Complexes in Sera of Rheumatoid Arthritis Patients. Analytical Biochemistry 2023, 674, 115194. IF(2022)=2,9, ISSN 0003-2697, <https://doi.org/10.1016/j.ab.2023.115194>.

3.1.3. Радови у међународним часописима (M23)

3.1.3.1. Nikodijević S, Blagojević V, Ćuruvija I, Kosanović D, **Đukić T**, Đorđević B, Ilić V, Minić R. Selectivity of Polyclonal Repertoire of Anti-Microbial IgA and Its Subclasses in Saliva and Serum in Humans. Scandinavian Journal of Immunology. 2022. e13223. IF(2021)=3,9, ISSN: 1365-3083, <https://doi.org/10.1111/sji.13223>.

3.2. Зборници међународних научних скупова (M30)

3.2.1. Саопштења са међународних скупова штампана у изводу (M34)

3.2.1.1. **Tamara Djukić**, Marijana Kovačić, Biljana Ristić, Tamara Matić, Borislav Vasić, Branko Bugarski, Vesna Ilić, Ivana Drvenica. Comprehensive analysis of size and morphology of immunocomplexes isolated from patients with rheumatoid arthritis using scanning electron microscopy, atomic force microscopy and dynamic light scattering. ELMINA, Beograd, September 2024.

3.2.1.2. Marijana Kovačić, Dunja Miljković, Mirjana Šefik-Bukilica, Irina Maslovarić, Biljana Ristić, Dragana Marković, Ivana Drvenica, **Tamara Đukić**, Dejana Kosanović, Radoš Stefanović, Vesna Ilić. The expression of terminal monosaccharides on immune complexes IgG glycans in rheumatoid arthritis. Serbian Biochemical Society Thirteenth Conference, International Scientific Meeting, September 19-20, 2024, Kragujevac, Serbia.

3.2.1.3. Kosanovic D, **Djukic T**, Ristic B, Maslovaric I, Kovacic M, Mojsilovic S, Drvenica I, Savić O, Markovic D, Ilic V. Galactose expression on monomeric and dimeric forms of IgA paraprotein from serum of patients with monoclonal gammopathy (EACR2024-0025). 2024 Annual Congress of the European Association for Cancer Research (EACR 2024), Rotterdam, The Netherlands, 10-13 June 2024, Rotterdam Molecular Oncology 18 (Suppl. 1) (2024), page 445.

3.2.1.4. Ristić B, Trpkov Đ, Drvenica I, Dojčilović R, **Đukić T**, Tošić D, Pajović J, Božanić DK, Trivanović D, Matić T, Sredojević D, Ilić V, Đoković V. Hemocompatibility evaluation of N-doped carbon quantum dots. 17th Photonics Workshop, March 10-14, 2024, Kopaonik, Serbia.

3.2.1.5. **Djukić T**, Drvenica I, Maslovarić I, Marković D, Kovačić M, Minić R, Milanović S, Bugarski B, Ilić V, Dynamic Light Scattering analysis of in vitro formed immune complexes, 1st meeting on Machine Learning and non-globular proteins (CA 21160), Bratislava, 5-7 July 2023., Abstract Book, pp.71.

3.2.1.6. Bojana Balanč, Predrag Petrović, **Tamara Đukić**, Verica Đorđević, Aleksandra Jovanović, Branko Bugarski, Zorica Knežević-Jugović. FTIR analysis in assessment of complex coacervation of pumpkin leaf proteins and natural polysaccharides, VIII International Congress "Engineering, Environment and Materials in Process Industry ", Book of abstracts, ENG-52, 20-23.03.2023. Jahorina, Bosnia and Herzegovina, ISBN: 978-99955-81-44-2.

3.2.1.7. **Djukić T**, Drvenica I, Majerić D, Maslovarić I, Šefik-Bukilica M, Marković D, Kovačić M, Miletić M, Ilić V. Photon correlation spectroscopy analysis of circulating immune complexes in rheumatoid arthritis, 6th European Congress of Immunology, Virtual meeting, 1-4 September 2021., Abstract Book, P-0530, pp. 389 (ISSN: 0014-2980).

3.3. Зборници скупова националног значаја (M60)

3.3.1. Предавање по позиву са скупа националног значаја штампано у изводу (M62)

3.3.1.1. **Ђукић Т**, Ковачић М, Дрвеница И, Масловарић И, Мојсиловић С, Шефик Букилица М, Минић Р, Марковић Д, Мајерич Д, Милетић М, Илић В. Нова метода анализе величине имунокомплекса код болесника са реуматоидним артритисом. Трећи конгрес биолога Србије, 2022, Златибор, Србија 21–25. септембар 2022. Књига сажетака, страна 349, www.serbiosoc.org.rs.

3.3.2. Саопштења са домаћег скупа штампано у изводу (M64)

3.3.2.1. Balanč Bojana, Petrović Predrag, **Đukić Tamara**, Đorđević Verica, Mijalković Jelena, Šekuljica Nataša, Nedović Viktor, Bugarski Branko, Knežević-Jugović Zorica. Rubisco protein from agricultural waste with enhanced solubility for complexation with gum arabic. In Book of Abstracts/IX International Congress" Engineering, Environment and Materials in Process Industry", Bijeljina, April 02-04, 2025 (p. 15). Zvornik: Faculty of Technology.

3.3.2.2. **Ђукић Т**, Дрвеница И, Ковачић М, Милановић С, Мојсиловић С, Шефик-Букилица М, Милетић М, Бугарски Б, Илић В. Веза између величине честица и садржаја

имуноглобулина у имунокомплексима у реуматоидном артритису. Научни скуп “Светски дан имунологије 2024“, 24. април 2024, Београд, Србија. ISBN 978-86-6184-033-3.

3.3.2.3. Илић В, Мајерич Д, Марковић Д, Масловарић И, Минић Р, Дрвеница И, Ђукић Т, Брајовић Г, Хаџи-Михајловић М, Милетић М, Шефик Букилица М, Ковачић. Хуморални имунски одговор у локалним и системским болестима коштаног ткива. Трећи конгрес биолога Србије, 2022, Златибор, Србија 21-25. септембар 2022. Књига сажетака, страна 337, www.serbiosoc.org.rs.

3.4. Одбрањена докторска дисертација (М70)

3.4.1. Тамара Н. Ђукић: „Стандардизација фотон корелационе спектроскопије као методе за одређивање величине имунокомплекса у дијагностичке сврхе“, Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду, 05. 03. 2025. године.

3.5. Ауторска изложба са каталогом уз научну рецензију (М99)

3.5.1. Пешић М, Милинчић Д, Милошевић Т, Левић С, Салевић-Јелић А, Недовић В, Обрадовић Н, Баланч Б, Ђорђевић В, Ђукић Т, Бугарски Б. Каталог изложбене поставке „Играј за човечанство! Наука за све“ Владе Републике Србије, 66. Међународног сајма технике и техничких достигнућа уз научну рецензију (2024), за експонат који је добио Признање за развој технике: „Функционално пиво обогаћено фенолним једињењима из семеники грожђа“, п.85, (ISBN:9788688767-50-7), Центар за промоцију науке, Београд.

4. НАУЧНА САРАДЊА И САРАДЊА СА ПРИВРЕДОМ

4.1. Учесће у међународним пројектима

4.1.1. Програм развоја науке и технологије-заједничко финансирање развојних и истраживачких пројеката Републике Србије и Народне Републике Кине „Развој нових ферментисаних производа обогаћених екстрактима биљака и гљива/*Development of novel fermentation products enriched with plant and mushroom extracts*“, евиденциони број 451-031206/2021-09, финансиран од стране Министарства науке, технолошког развоја и иновација (2021-2024).

4.1.2. Блатерални пројекат Републике Србије и Републике Мађарске “*Tailoring nanoerythrosomes properties toward the development of biomimetic platforms for potential drug delivery*“ (2025-2026).

4.1.3. *Erasmus +* пројекат између Републике Србије и Грчке, сарадња са Пољопривредним Универзитетом у Атини (*Higher Education – KA107 International Mobility*), од 01.06. до 01.09.2021. године.

4.1.4. *COST* акција CA21160 *Non-globular proteins in the era of Machine Learning* (ML4NGP)

4.2. Учесће у пројектима финансираним од стране надлежног Министарства

4.2.1. *MultiPromis - Multifunctional leaf protein and assembled nanocarrier structures delivered by enzyme technology* (евиденциони број 7751519) под руководством проф. др Зорице Кнежевић-Југовић у оквиру програма „Идеје“ Фонда за науку Републике Србије (2022.-2025.).

5. АНАЛИЗА ПУБЛИКОВАНИХ РАДОВА

Радови и саопштења која је др Тамара Ђукић објавила највише се односе на истраживања молекулског састава и величине имунокомплекса у аутоимуним болестима.

У овим истраживањима отворен је нови правац у примени фотон корелационе спектроскопије, за анализу расподеле величине колоидних честица које улазе у састав имунокомплекса, а који представљају *in vivo* формиране агрегате антитела (имуноглобулина) и њихових специфичних антигена. Методе које су коришћене у досадашњим истраживањима показале су важност циркулишућих имунокомплекса у патогенези аутоимунских болести, али су имале методолошкаограничења због дужине извођења и комплексне процедуре припреме и анализе узорка. Из тог разлога су ова истраживања усмерена на анализу величине честица које улазе у састав циркулишућих имунокомплекса фотон корелационом спектроскопијом.

Др Тамара Ђукић се најпре бавила формирањем *in vitro* аналога имунокомплекса и одређивања њихове величине фотон корелационом спектроскопијом, а добијени резултати су дали основу да се испитивања наставе и на одређивање величине честица које улазе у састав *in vivo* формираних имунокомплекса. Имуноглобулини, који су основни „градивни елементи“ имунокомплекса, су изузетно хетерогена група макромолекула (у циркулацији се налази 1×10^6 - 1×10^9 различитих молекулских форми антитела) што, заједно са великом хетерогеношћу и осталих молекулских конституената имунокомплекса, резултује у великим индивидуалним варијацијама у саставу циркулишућих имунокомплекса. Да би се смањио ефекат ове природне хетерогености, пре анализе индивидуалних циркулишућих имунокомплекса, анализирани су збирни узорци циркулишућих имунокомплекса здравих особа и особа са реуматоидним артритисом. Резултати ових истраживања представљени су у првом делу докторске дисертације, као и у публикацији 3.1.2.1. и у саопштењима 3.2.1.5. и 3.2.1.7. Применом фотон корелационе спектроскопије потврђено је да је могуће прецизно анализирати величину колоидних честица у саставу *in vitro* аналога имунокомплекса (IgG агрегираних), као и да је могуће пратити динамичку промену величине ових

имунокомплекса до које долази због промене односа антигена и антитела. Дистрибуција величине збирних узорака *in vivo* формираних имунокомплекса и у контролној (здраве особе без документованих системских болести) и у експерименталној групи (особе са реуматоидним артритисом) показује да су у обе групе честице груписане око два добро дефинисана пика. У контролном збирном узорку честице које су формирале први пик су имале хидродинамички радијус од $36,1 \pm 6,8$ nm, а у збирном узорку особа са реуматоидним артритисом први пик су формирале честице радијуса $30,8 \pm 4,2$ nm. Честице које су формирале други пик су у збирном контролном узорку имале радијус од $251,7 \pm 41,2$ nm, док је збирни узорак особа са реуматоидним артритисом садржао веће честице радијуса од $359,9 \pm 50,5$ nm. Зета потенцијал циркулишућих имунокомплекса код особа са реуматоидним артритисом је био нижи у поређењу са контролом, што указује да су циркулишући имунокомплекси особа са реуматоидним артритисом праћени и смањењем њихове колоидне стабилности. Добијени резултати су показали да постоји специфична дистрибуција величине колоидних честица које формирају циркулишући имунокомплекси особа са реуматоидним артритисом.

У наставку истраживања у публикацији 3.1.1.1 и саопштењима 3.3.1.1, 3.3.2.2, и 3.3.2.3 фотон корелационом спектроскопијом је испитивана веза између величине колоидних честица и нивоа IgA, IgG и IgM у циркулишућим имунокомплексима изолованим из серума пацијената са реуматоидним артритисом и из серума здравих испитаника. Семи-квантитативном дотблот анализом потврђено је присуство IgA, IgG и IgM у свим анализираним узорцима и показано је да је релативни садржај IgA и IgG већи у узорцима експерименталне у односу на контролну групу, за разлику од IgM чија је концентрација непромењена. Фотон корелационом спектроскопијом анализирано је по 30 индивидуалних узорака циркулишућих имунокомплекса здравих особа и 30 особа са реуматоидним артритисом. Овом методом је и у контролним и у експерименталним узорцима детектовано 50 честица различитог полупречника. Највећи број честица је груписан у два скупа: први са честицама од 7,5 nm до 164 nm и други са честицама од 342 nm до 1718 nm. Повећан ниво IgA у CIC особа са РА, у односу на контролне CIC, био је повезан са присуством више од 50% идентификованих честица, док се повећан ниво IgG и IgM повезивао са присуством осам и пет типова честица. У узорцима особа са реуматоидним артритисом детектовано је веће присуство честица од 28,2 nm, 531 nm, 712 nm и 1718 nm и мањи број честица а од 78,8 nm, у односу на контролу. Овај образац расподеле честица није корелирао са нивоом имуноглобулина у циркулишућим имунокомплексима. Код особа са реуматоидним артритисом повећан ниво IgA је регистрован у узорцима у којима су детектоване све наведене величине честица (осим честице од 1718 nm), повећање нивоа IgM је повезано са присуством честица од 43,8 nm и 712 nm, док је повећан ниво IgG повезан са честицом величине 712 nm. По нашим сазнањима ово је прва студија која повезује величину циркулишућих имунокомплекса и нивоа IgA, IgG и IgM у њима, код особа са реуматоидним артритисом.

Поредећи дистрибуцију величине честица које улазе у састав циркулишућих имунокомплекса особа са реуматоидним артритисом са дистрибуцијом величине честица које улазе у састав циркулишућих имунокомплекса здравих особа, дефинисале су се величине честица које се накупљају у циркулишућим имунокомплексима особа са реуматодним артритисом. Показана је повезаност између величина тих честица и концентрације одређених класа имуноглобулина (IgG, IgA и IgM), као главних молекулских конституената циркулишућих имунокомплекса. Ова корелација је од значаја за испитивање патогенезе и дијагностику реуматоидног артритиса, али и других болести посредованих имунокомплексима. Добијени резултати су показали да се фотон корелационом спектроскопијом може одредити величина колоидних честица у циркулишућим имунокомплексима у физиолошким и патолошким стањима и ти подаци би се, након потврде у студијама већег обима, могли користити за дијагнозу, праћење прогресије болести и тестирање ефикасности терапијских протокола болести у чију патогенезу су укључени имунокомплекси. Такође, показано је и да фотон корелациона спектроскопија превазилази ограничења других метода у анализи величине честица које улазе у састав циркулишућих имунокомплекса, пре свега дуго време извођења анализе, денатурацију и разблаживање узорка (саопштење 3.2.1.1).

Како је део истраживања у оквиру своје докторске дисертације др Тамара Ђукић радила на Институту за Медицинска истраживања Универзитета у Београду, учествовала је у истраживањима која се нису директно односила на њену докторску дисертацију, али су се спроводила у Групи за имунологију. У студији 3.1.3.1. испитивана је селективност поликлонског IgA и његових подкласа у пљувачки и серуму здравих испитаника у вези са везивањем за различите микроорганизме и њихове компоненте. Анализом проточном цитометријом показано је да саливарни IgA показује широку, али неселективну реактивност, што указује на присуство полиреактивних антитела са урођеном специфичношћу. ELISA тестови су показали високу корелацију у везивању саливарног IgA за различите бактеријске врсте, при чему је IgA2 био доминантна подкласа. Насупрот томе, серумски IgA показао је знатно већу специфичност према антигенским структурама као што су липополисахарид и пептидогликан. Такође је уочено да одговор серумског IgA зависи од типа антигена, при чему доминира или IgA1 или IgA 2. Закључено је да IgA у пљувачки претежно функционише као део урођене имуности, док серумски IgA има развијенију способност селективног препознавања микроба.

У сарадњи са Институтом за Медицинска истраживања Универзитета у Београду и Института за нуклеарне науке „Винча“ др Тамара Ђукић се бавила испитивањем биокомпатибилности азотом допираних угљеничних тачака (енглески: *N-carbon dots*; N-CD) са еритроцитима, како би се проценила њихова безбедност за примену у наномедицини (студија 3.1.1.3. и саопштење 3.2.1.4). Негативно наелектрисани, зелено флуоресцентни N-CD синтетисани су хидротермалним путем из еколошки прихватљивих прекурсора и тестирани у различитим концентрацијама (25–200 µg/mL) на здравим људским еритроцитима *in vitro*. Резултати добијени микроскопским методама (SEM и AFM) показали

су да N-CD не нарушавају морфологију еритроцита чак ни при највишој испитиваној концентрацији. Анализе флуоресценције потврдиле су интеракцију између N-CD и површине еритроцита, али без изазивања оксидативног стреса или повећања концентрације реактивних кисеоничних и азотних радикала. Осим тога, N-CD нису утицале на осмотску фрагилност еритроцита, благо су повећали њихову деформабилност и показале изражен протективни ефекат на хемолизу еритроцита након 24 часа од третмана. Резултати овог истраживања указују да су N-CD биокompatibilне, погодне за флуоресцентно обележавање еритроцита, као и за развој система за испоруку лекова.

Др Тамара Ђукић је била и учесник пројекта MultiPromis – „*Multifunctional leaf protein and assembled nanocarrier structures delivered by enzyme technology*“ (7751519) под руководством проф. др Зорица Кнежевић-Југовић у оквиру програма „Идеје“ Фонда за науку Републике Србије (2022.-2025.) из којег су проистекли значајни резултати објављени у студији 3.1.1.2. и саопштењима 3.2.1.6. и 3.3.2.1. Студија 3.1.1.2. имала је за циљ да испита употреба листова бундеве као извора протеина и да утврди могућност формирања комплекса тих протеина са алгинатом у сврху инкапсулације фолне киселине. Упоређена су три различита протокола за изолацију протеина: два заснована на изоелектричној преципитацији (један са топлотним предтретманом, а други са алкалном пре-екстракцијом) и један заснован на постепеној преципитацији амонијум-сулфатом, при чему су анализирани принос и структурна својства добијених протеинских концентрата из листова (енглески: *leaf protein concentrates*) (LPC). Највећа чистоћа протеина постигнута је употребом топлотно-киселинског протокола и методом „*salting-out*“ при 40% zasiћења. Присуство RuBisCO протеина потврђено је SDS-PAGE анализом у свим LPC узорцима, осим у фракцијама добијеним при $\geq 60\%$ zasiћења „*salting-out*“ поступком. Формирање комплекса између LPC раствора (1 mg/mL) и раствора натријум-алгината (10 mg/mL) праћено је мерењем зета-потенцијала у зависности од односа LPC:алгинат (2:1, 5:1 и 10:1) и pH вредности (2–8), а потврђено је и FT-IR анализом. Резултати су показали да су најјаче интеракције између LPC и алгината остварене при pH између 2,20 и 2,80 и односу LPC:алгинат 10:1. Комплексација је резултирала приносом честица од 42–71% и ефикасношћу инкапсулације фолне киселине од 46–92%. Интеракције LPC и фолне киселине, испитане помоћу рачунарског моделирања везивања протеина и лиганда, указале су на велики потенцијал RuBisCO протеина као био-носача фолне киселине. Испитивање *in vitro* ослобађања у симулираним гастроинтестиналним течностима показало је да су комплекси стабилни у условима желуца, док се фолна киселина постепено ослобађа у цревним течностима.

6. ЦИТИРАНОСТ РАДОВА КАНДИДАТА

У протеклом периоду цитирано је 2 рада Тамаре Ђукић (без аутоцитата и цитата коаутора). Цитираност је дата према бази Scopus износи 2 (без аутоцитата и цитата коаутора) и (са аутоцитатима) 4, док је Хиршов индекс (h индекс) 1 на дан 16.06.2025. године.

Djukić T, Drvenica I, Kovačić M, Milanović S, Majerić D, Šefik-Bukilica M, Miletić M, Bugarski B, Ilić V. Exploring the Link between Hydrodynamic Size and Immunoglobulins of Circulating Immune Complexes in Rheumatoid Arthritis Patients. International Journal of Molecular Sciences. 2024, 25(6), 3138. IF(2023)=4,9, ISSN: 1422-0067.

1. Huang, Chao, and Fang Li. "Effectiveness of platelet-rich plasma gel alongside tacrolimus ointment in managing erosive oral lichen planus and its effect on oral immune microenvironment." *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 2024, 37.6.

Djukić T, Drvenica I, Kovačić M, Minić R, Vučetić D, Majerić D, Šefik-Bukilica M, Savić O, Bugarski B, Ilić V. Dynamic Light Scattering Analysis of Immune Complexes in Sera of Rheumatoid Arthritis Patients. Analytical Biochemistry 2023, 674, 115194.

1. Ding, Yijie, et al. "Detection and analysis technologies for single biological nanoparticles." *Sheng wu Gong Cheng xue bao= Chinese Journal of Biotechnology* 2024, 40.5: 1352-1364.

7. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА И МИНИМАЛНИ КВАНТИТАТИВНИ УСЛОВИ ЗА ИЗБОР

7.1. Показатељи успеха у научном раду

Показатељи успеха у научном раду који квалификују кандидата за предложено научно звање су:

- Др Тамара Ђукић је аутор или коаутор укупно 5 научних радова и 7 саопштења на међународном нивоу.
- Др Тамара Ђукић је до сада учествовала или учествује у истраживањима у оквиру 5 научноистраживачких пројекта: 4 међународна пројекта и 1 националног пројекат.
- Др Тамара Ђукић је одбранила докторску дисертацију.
- У току израде докторске дисертације др Тамара Ђукић је показала изузетну самосталност у осмишљавању и креирању научних експеримената, у обради резултата и у писању научних радова.

7.2. Развој услова за научни рад, образовање и формирање научних кадрова

Током израде докторске дисертације, др Тамара Ђукић је сарађивала и даље сарађује са Институтом за медицинска истраживања Универзитета у Београду. Поред тога, Тамара Ђукић је активно учествовала у реализацији научне сарадње Технолошко-металуршког

факултета са Пољопривредним Универзитетом у Атини, Институтот за нуклеарне науке „Винча“, Институтот за физику Универзитета у Београду и Пољопривредног факултета Универзитета у Београду. Кандидаткиња је учествовала и у организацији и представљању Технолошко- металуршког факултета на Сајму технике и техничких достигнућа 2024. године. Учествовала је у истраживањима везаним за један дипломски рад, један мастер рад, као и помоћи у изради једне докторске дисертације (Захвалнице у прилогу) и одржала је једно предавање по позиву на Трећем конгресу биолога Србије (септембар, 2022., Златибор).

7.3. Квалитет научних резултата

7.3.1. Утицајност, позитивна цитираност, углед и утицајност публикација у којима су кандидатови радови објављени

У свом досадашњем научноистраживачком раду др Тамара Ђукић је, као аутор и коаутор, објавила три рада у врхунским међународним часописима (M21), један рад у истакнутом међународном часопису (M22), један рад у часописима међународног значаја (M23), седам саопштења са међународних скупова штампана у изводу (M34) и четири рада са домаћег скупа штампана у изводу (један M62 и три M64), као и једну ауторску изложбу са каталогом уз научну рецензију (M99).

Др Тамара Ђукић је, као први аутор, публиковала два научна рада у часописима међународног значаја са SCI листе, три саопштења са међународних скупова штампана у изводу (M34) и два саопштења домаћег скупа штампана у изводу (M62 и M64).

Међународни часописи из категорије M20 у којима су објављени радови др Тамаре Ђукић као првог аутора су: *International Journal of Molecular Sciences* и *Analytical Biochemistry*.

7.3.2. Ефективан број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора, укупан број кандидатових радова, удео самосталних и коауторских радова у њему, кандидатов допринос у коауторским радовима

Др Тамара Ђукић је као аутор и коаутор у свом досадашњем раду публиковала 17 библиографских јединица и то: 5 научних радова; 7 саопштења међународног значаја; 4 саопштења националног значаја и једну ауторску изложбу са каталогом уз научну рецензију (M99). Просечан број аутора по раду за укупно наведену библиографију износи 9,6 и то:

- | | |
|----------------------------------|--------------------|
| • M20 - аутор 2 и коаутор 3 рада | просек аутора 8,8 |
| • M30 - аутор 3 и коаутор 5 рада | просек аутора 9,6 |
| • M60 - аутор 2 и коаутор 1 рада | просек аутора 10,2 |
| • M90 - коаутор 1 рада | просек аутора 11 |

7.3.3. Степен самосталности у научноистраживачком раду и улога у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Др Тамара Ђукић је у досадашњем научноистраживачком раду показала висок степен самосталности у креирању и реализацији експеримената, обради резултата и у писању научних радова. Резултате истраживања је систематски анализирао и публиковао у часописима међународног значаја.

Сумарни приказ досадашње научноистраживачке активности

Категорија рада	Коефицијент категорије	Број радова у категорији	Збир
Радови у врхунским међународним часописима (M21)	5,7-5,7-6,7*	3	18,1
Радови у истакнутим међународним часописима (M22)	3,1**	1	3,1
Радови у часописима међународног значаја (M23)	2,5***	1	2,5
Радови саопштени на скуповима међународног значаја штампани у изводу (M34)	0,5	7	3,5
Предавање по позиву са скупа националног значаја штампано у изводу (M62)	1	1	1
Саопштење националног скупа штампано у изводу (M64)	0,2	3	0,6
Одбрањена докторска дисертација (M70)	6	1	6
Ауторска изложба са каталогом уз научну рецензију (M99)	1,1****	1	1,1
УКУПАН КОЕФИЦИЈЕНТ			35,9

*Услед нормирања научних радова по броју коаутора по формули $K/(1+0,2(n-7))$, коефицијенти (K) за радове у категорији M21 (коефицијент категорије је 8) др Тамаре Ђукић су редом: 5,7; 5,7; 6,7 дајући збир од 18,1.

** Услед нормирања научних радова по броју коаутора по формули $K/(1+0,2(n-7))$, коефицијенти (K) за радове у категорији M22 (коефицијент категорије је 5) др Тамаре Ђукић је: 3,1 дајући збир од 3,1.

*** Услед нормирања научних радова по броју коаутора по формули $K/(1+0,2(n-7))$, коефицијенти (K) за радове у категорији M23 (коефицијент категорије је 3) др Тамаре Ђукић је: 2,5 дајући збир од 2,5.

**** Услед нормирања научних радова по броју коаутора по формули $K/(1+0,2(n-7))$, коефицијенти (K) за радове у категорији M99 (коефицијент категорије је 2) др Тамаре Ђукић је: 1,1 дајући збир од 1,1.

Услов за избор у звање научни сарадник за техничко-технолошке и биотехничке науке, које прописује Правилник о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Сл. гласник РС“, бр. 24/2016 и 21/2017), је да кандидат има најмање 16 поена који треба да припадају категоријама:

Минимални квантитативни захтеви за стицање звања научни сарадник	Минимално потребно	Остварено
Укупно	16	35,9
$M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51+M80+M90+M100 \geq$	9	24,8
$M21+M22+M23 \geq$	5	23,7

ЗАКЉУЧАК

На основу прегледане документације, као и процењеног досадашњег рада др Тамаре Ђукић, мишљења смо да кандидаткиња испуњава услове за избор у звање научни сарадник.

Током досадашњег научно-истраживачког рада др Тамара Ђукић се добро уклопила у рад мултидисциплинарних истраживачких тимова, успешно је обављала све научне задатке и показала да поседује научну радозналост и спремност да прошири своја знања и способности. Показала се као савесна, марљива и одговорна особа, која је добро организована, која је изузетно добар експериментатор и способна да добијене резултате протумачи у светлу савремене научне литературе. Овим особинама др Тамара Ђукић је дала значајан допринос у раду научних тимова чији је члан, а резултати њених истраживања су публиковани у значајним међународним часописима.

На основу детаљне анализе досадашњег научноистраживачког рада и остварених резултата др Тамаре Ђукић, Комисија сматра да кандидаткиња испуњава све потребне услове за избор у звање научни сарадник и предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да овај извештај прихвати и исти проследи одговарајућем Матичном одбору на коначно усвајање.

Београд, 18. 06. 2025. године

Чланови Комисије:

др Зорица Кнежевић-Југовић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет
Ужа научна област: Биохемијско инжењерство и биотехнологија

др Верица Ђорђевић, доцент
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет
Ужа научна област: Хемијско инжењерство

др Маријана Ковачић, виши научни сарадник
Универзитет у Београду, Институт за медицинска истраживања,
Институт од Националног значаја за Републику Србију
Ужа научна област: Имунологија