

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 Дајане Јањушевић, мастер хемичара.

На редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Хемијског факултета, одржаној 12. фебруара 2026. године, изабрани смо за чланове Комисије за подношење извештаја о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата Дајане Јањушевић, мастер хемичара, студента докторских академских студија пријављене под измењеним насловом:

„Развој, припрема и карактеризација одрживих биокомпозитних материјала на бази агроиндустријских остатака“.

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

ИЗВЕШТАЈ

А. Биографски подаци о кандидату

Дајана Јањушевић рођена је 12. јула 1995. године у Лозници, Република Србија. Основно образовање стекла је у Малом Зворнику, а средње у Зворнику.

Основне академске студије на Хемијском факултету Универзитета у Београду уписала је 2014. године, а дипломирала 2019. године са просечном оценом 9,21. Дипломски рад под називом „*Испитивање каталитичких особина џером допираног титан-диоксида*“ одбранила је под менторством др Горана Роглића, док је члан комисије био др Драган Манојловић.

Мастер академске студије на Хемијском факултету Универзитета у Београду завршила је 2020. године са просечном оценом 9,75. Мастер рад под називом

„Катализатори у копиролизи биомасе и полимера“ одбранила је под менторством др Весне Антић и др Бранимира Јованчићевића, док је члан комисије био др Горан Роглић.

Докторске академске студије на студијском програму Хемија на Хемијском факултету Универзитета у Београду уписала је 2020. године. Њен научно-истраживачки рад усмерен је на развој, припрему и карактеризацију одрживих биокомпозитних материјала на бази био-полимерних матрица и агроиндустријских остатака.

Након завршетка основних студија, у периоду од 2019. до 2020. године радила је као аналитичар у хемијској лабораторији Института МОЛ д.о.о. у Старој Пазови, где је била ангажована на развоју и оптимизацији *LC-MS* аналитичких метода. Затим је од 2020. године ангажована је као асистент у настави на Катедри за хемију и биохемију Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, где активно учествује у реализацији наставе из опште и органске хемије.

Б. Научноистраживачки рад кандидата

Дајана Јањушевић је коаутор једног научног рада објављеног у научном часопису међународног значаја, једног саопштења са међународног скупа штампаног у изводу и једне наставне публикације. Целокупна библиографија докторанда, категорисана према Правилнику о стицању истраживачких и научних звања (Сл. гласник РС, бр. 159/2020-82), дата је у Прилогу 1 овог извештаја.

В. Образложење теме

1. Научна област

Предложена тема докторске дисертације припада научној области **примењене хемије**, са значајним ослонцем на науку о материјалима и одрживе полимерне материјале.

2. Предмет истраживања

Предмет истраживања предвиђен овом докторском дисертацијом обухвата развој, припрему и карактеризацију одрживих биокомпозитних материјала заснованих на биоразградивим полимерним матрицама, ојачаним агроиндустријским остацима.

У оквиру дисертације, полимљечна киселина (PLA) разматра се као један од репрезентативних биоразградивих полимера погодних за примену у одрживим биокомпозитним системима. Експериментални део истраживања биће фокусиран на пивски

троп, као значајан нуспроизвод пиварске индустрије, који ће бити коришћен као репрезентативни агроиндустријски остатак и потенцијални пуниоца у PLA матрици.

Истраживање ће обухватити детаљно испитивање утицаја величине честица и масеног удела пивског тропа на структуру, морфологију, механичка, термичка и физичко-хемијска својства добијених PLA биокompозита. Посебна пажња биће посвећена анализи међуповршинских интеракција између полимерне матрице и пуниоца, као и утврђивању корелација између карактеристика улазних компоненти (PLA и пивског тропа) и крајњих својстава композитних материјала.

Поред експерименталне карактеризације материјала, предмет истраживања обухватиће и процену њиховог утицаја на животну средину применом методологије процене животног циклуса (енгл. *Life Cycle Assessment*, LCA). Анализа животног циклуса биће спроведена кроз релевантне фазе производње полимлечне киселине, припреме и обраде пивског тропа, процеса израде биокompозита, као и потенцијалних сценарија краја животног века, са циљем свеобухватног сагледавања еколошког аспекта развијених материјала.

На овај начин, предмет истраживања обједињује експериментални и аналитички приступ, са циљем бољег разумевања могућности примене агроиндустријских остатака у развоју одрживих полимерних композитних материјала.

3. Актуелност и значај теме

Комисија констатује да је предложена тема изузетно актуелна и научно оправдана. Савремени развој полимерних материјала усмерен је ка замени конвенционалних полимера биоразградивим и одрживим алтернативама.

Полимлечна киселина представља један од најзначајнијих биоразградивих полимера, али је њена примена ограничена механичким и функционалним својствима. Са друге стране, агроиндустријски остаци, попут пивског тропа, представљају значајан и недовољно искоришћен ресурс.

Њиховом применом у биокompозитима омогућава се истовремено унапређење својстава материјала и валоризација отпада, у складу са принципима циркуларне економије и одрживог развоја.

4. Циљ истраживања

Основни циљ предложеног истраживања јесте развој и оптимизација биокompозитних материјала на бази полимлечне киселине (PLA), ојачаних пивским тропом као репрезентативним агроиндустријским остатком, уз систематско испитивање утицаја структурних параметара минимално третираног ојачивача на својства добијених материјала.

У оквиру истраживања посебна пажња биће посвећена испитивању утицаја величине честица и масеног удела пивског тропа на морфологију, међуповршинске интеракције и расподелу пуниоца у полимерној матрици, као и на термичка и динамичко-механичка својства биокомпозита. Циљ је да се утврде корелације између структуре улазних компоненти и коначних својстава материјала, као и да се дефинишу оптимални услови припреме и састава система.

Посебан сегмент истраживања обухватиће процену утицаја развијених материјала на животну средину применом методологије процене животног циклуса (LCA), са циљем свеобухватног сагледавања њиховог еколошког профила у односу на конвенционалне полимерне материјале.

5. Очекивани резултати и научни допринос

Очекује се да резултати овог истраживања допринесу бољем разумевању утицаја агроиндустријских остатака, као што је пивски троп, на структуру и својства биокомпозитних материјала на бази полимлечне киселине.

Научни допринос огледаће се у:

- утврђивању зависности између величине честица и удела ојачивача у полимерној матрици и морфологије и својстава резултујућих биокомпозита
- разјашњењу улоге међуповршинских интеракција између полимерне матрице и лигноцелулозног ојачивача
- оптимизацији састава и услова припреме биокомпозита
- процени хидрофилности/хидрофобности материјала и њиховог утицаја на потенцијалну примену
- свеобухватној процени еколошког утицаја применом LCA методологије

Очекује се да добијени резултати омогуће развој одрживих материјала са потенцијалном применом у индустрији амбалаже и допринесу ширем разумевању могућности валоризације агроиндустријских остатака у складу са принципима циркуларне економије.

6. Методе истраживања

С обзиром на дефинисане циљеве истраживања, у току израде ове докторске дисертације биће примењене следеће експерименталне и аналитичке методе:

- **Припрема пивског тропа као биопуниоца:** сушење, млевење и фракционисање пивског тропа ради добијања честица дефинисане величине, уз контролу параметара који могу утицати на структуру и својства пуниоца.
- **Припрема PLA биокompозита:** израда биокompозитних материјала са различитим масеним уделитема пивског тропа и различитим величинама честица, применом компресионог пресовања, уз оптимизацију параметара припреме.
- **Морфолошка анализа:** испитивање структуре и расподеле пуниоца у полимерној матрици применом скенирајуће електронске микроскопије (SEM), са циљем анализе међуповршинских интеракција и хомогености система.
- **Термичка анализа:** испитивање термичке стабилности и понашања материјала применом термогравиметријске анализе (TG) и диференцијалне скенирајуће калориметрије (DSC).
- **Спектроскопска анализа:** идентификација хемијских група и могућих интеракција између компоненти применом инфрацрвене спектроскопије (FTIR).
- **Одређивање површинских својстава:** мерење контактног угла воде ради процене хидрофилности/хидрофобности добијених биокompозита.
- **Динамичко-механичка анализа:** испитивање вискоеластичних својстава материјала применом динамичко-механичке анализе (DMA), у циљу одређивања утицаја пуниоца на механичко понашање система.
- **Анализа животног циклуса (LCA):** процена утицаја биокompозита на животну средину кроз релевантне фазе животног циклуса, укључујући производњу полимера, припрему пуниоца, израду материјала и потенцијалне сценарије краја животног века.
- **Обрада и интерпретација резултата:** примена одговарајућих аналитичких и компаративних приступа у циљу утврђивања зависности између структуре, састава и својстава биокompозита.

7. Литература

Arnaud, S. P. (in press). Valorisation of brewer's spent grain: Lignocellulosic fractionation and its potential for polymer and composite material applications. *Chemistry Africa*. <https://hal.science/hal-04437457>

Lopes, A. C., Klosowski, A. B., Carvalho, B. M., & Olivato, J. B. (2022). Application and characterisation of industrial brewing by-products in biodegradable starch-based expanded composites. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(8), 5523–5531. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15893>

- Mitri, S., Salameh, S.-J., Khelfa, A., Leonard, E., Maroun, R. G., Louka, N., & Koubaa, M. (2022). Valorization of Brewers' Spent Grains: Pretreatments and Fermentation, a Review. *Fermentation*, 8(2), 50. <https://doi.org/10.3390/fermentation8020050>
- Mohanty, A. K., Misra, M., & Hinrichsen, G. (2000). Biofibres, biodegradable polymers and biocomposites: An overview. *Macromolecular Materials and Engineering*, 276–277(1), 1–24. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1439-2054\(20000301\)276:1<1::AID-MAME1>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1439-2054(20000301)276:1<1::AID-MAME1>3.0.CO;2-W)
- Moldovan, A., Sarosi, I., Cuc, S., Prodan, D., Taut, A. C., Petean, I., Bombos, D., Doukeh, R., Nemes, O., & Man, S. C. (2025). Development and characterization of PLA food packaging composite. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 150(4), 2469–2481. <https://doi.org/10.1007/s10973-024-13841-x>
- Mustățea, G., Ungureanu, E. L., & Belc, N. (2019). Polylactic acid (PLA) for food packaging applications: A short overview. *Annals of Food Science and Technology*, 20(1).
- Olonisakin, K., Fan, M., Xin-Xiang, Z., Ran, L., Lin, W., Zhang, W., & Wenbin, Y. (2022). Key Improvements in Interfacial Adhesion and Dispersion of Fibers/Fillers in Polymer Matrix Composites; Focus on PLA Matrix Composites. *Composite Interfaces*, 29(10), 1071–1120. <https://doi.org/10.1080/09276440.2021.1878441>
- Ranakoti, L., Gangil, B., Mishra, S. K., Singh, T., Sharma, S., Ilyas, R. A., & El-Khatib, S. (2022). Critical Review on Polylactic Acid: Properties, Structure, Processing, Biocomposites, and Nanocomposites. *Materials*, 15(12), 4312. <https://doi.org/10.3390/ma15124312>
- Shekhar, N., & Mondal, A. (2024). Synthesis, properties, environmental degradation, processing, and applications of polylactic acid (PLA): An overview. *Polymer Bulletin*, 81, 1–37. <https://doi.org/10.1007/s00289-024-05252-7>
- Trivedi, A. K., Gupta, M. K., & Singh, H. (2023). PLA based biocomposites for sustainable products: A review. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 6(4), 382–395. <https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2023.02.002>

Г. Закључак

На основу анализе поднете документације, као и увида у образложење теме, Комисија констатује да је тема докторске дисертације научно заснована, актуелна и у складу са савременим истраживачким правцима у области примењене хемије. Предложено истраживање обухвата развој одрживих биокомпозитних материјала на бази полимлечне киселине и агроиндустријских остатака, са посебним освртом на валоризацију пивског тропа као биопуниоца, што представља значајан научни и практични допринос у контексту циркуларне економије и одрживог развоја. Комисија сматра да су циљеви истраживања јасно дефинисани, методолошки приступ адекватан, а очекивани резултати релевантни и научно оправдани. У складу са Законом о високом образовању и Статутом Универзитета у Београду – Хемијског факултета, Комисија сматра да кандидат Дајана Јањушевић, мастер хемичар, испуњава све услове за одобравање израде докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Хемијског факултета Универзитета у Београду да кандидату Дајани Јањушевић одобри израду докторске дисертације под предложеним насловом: „Развој, припрема и карактеризација одрживих биокомпозитних материјала на бази агроиндустријских остатака“.

За ментора се предлажу др Бранимир Јованчићевић, редовни професор Универзитета у Београду - Хемијског факултета и др Весна Антић, редовни професор Универзитета у Београду – Пољопривредног факултета. Списак радова предложених ментора из којих се може видети да испуњавају услове из Стандарда за акредитацију студијских програма дати су у Прилогу 2.

У Београду, _____ 2026. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Бранимир Јованчићевић, редовни професор (председајући комисије),
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

др Весна Антић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет

др Горан Роглић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

др Владимир Бешкоски, редовни професор,
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

др Милица Балабан, редовни професор,
Универзитет у Бањој Луци – Природно математички факултет

Прилог 1: Библиографија докторанда, категорисана према Правилнику о стицању истраживачких и научних звања (Сл. гласник РС, бр. 159/2020-82)

M23 - Рад објављен у научном часопису међународног значаја

1. **Savić, D.**, Balaban, M., Pantelić, N., Savić, D., Antić, M., Dekić, R., & Antić, V. (2022). Determination of bisphenol A traces in water samples from the Vrbas River and its tributaries, Bosnia and Herzegovina. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 87(1), 109–119. <https://doi.org/10.2298/JSC211001098S>

M34- Саопштење са међународног скупа штампано у изводу

1. **Savić, D.**, Isailović, J., Vukićević, E., Jovančićević, I., Gajica, G., Antić, M., Jovančićević, B., Schwarzbauer, J., Antić, V. (2022). *GC-MS analysis of liquid fraction obtained by off-line pyrolysis of reference synthetic and natural polymers*. 22nd European Meeting on Environmental Chemistry, Ljubljana, Slovenia, 5–8 December 2022, poster presentation, Book of Abstracts, p. 107, ISBN 978-961-297-035-2.

Наставна литература

1. Antić, V., Antić, M., **Savić, D.**, Pantelić, N. (2022). *Praktikum iz organske hemije za studente prehrambene tehnologije*. Београд: Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.

Прилог 2а: Изабрани радови предложеног ментора проф. др Бранимира Јованчићевића (Категорија М21а)

1. Antić, N., Kašanin-Grubin, M., Bertalan, L., Gajić, V., Kaluđerović, L., Mijatović, N., & Jovančićević, B. (2024). Are volcanoclastics bad enough to make badlands? *CATENA*, 246, 108448. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2024.108448>
2. Burazer, N., Šajnović, A., Veselinović, G., Šunta, U., Dabić, P., & Jovančićević, B. (2025). Geochemical perspective on the impact of clays and microalgae on changes in the molecular distribution of the Bujanovac peloid: A comparative study of natural versus laboratory-designed systems. *Applied Clay Science*, 276, 107933. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2025.107933>
3. Šajnović, A., Burazer, N., Veselinović, G., Stojadinović, S., Gajica, G., Trebše, P., Glavaš, N., & Jovančićević, B. (2023). Changes in hydrocarbons and elemental distribution in peloids during maturation processes (Sečovelje Salina Nature Park Slovenia). *Science of The Total Environment*, 897, 165424. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165424>
4. Šajnović, A., Veselinović, G., Burazer, N., Gajica, G., Stojadinović, S., Trebše, P., & Jovančićević, B. (2025). Depositional settings as an influencing factor on lipid biomarker distribution in pre-peloids from Serbia and Slovenia: Initial step in determining the biotechnological potential. *CATENA*, 258, 109247. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2025.109247>
5. Stefanović, M., Jovančićević, B., Tosti, T., Dojčinović, B., Moreno-de-las-Heras, M., Gallart, F., & Kašanin-Grubin, M. (2026). Humid badlands weathering patterns governed by gypsum and smectite presence. *CATENA*, 268, 110015. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2026.110015>

Прилог 26: Изабрани радови предложеног ментора проф. др Весне Антић (Категорије М21а и М21)

1. Isailović, J., Vukićević, E., Schwarzbauer, J., Lević, S., Antić, M., Brčeski, I., Jovančićević, B., & Antić, V. (2025). Solvent-Assisted Vapor Condensation: A Strategy to Enhance Bio-Oil Yield and Quality from the Pyrolysis of Agro-Industrial Waste. *Molecules*, 30(19), 3945. <https://doi.org/10.3390/molecules30193945>
2. Mitrevski, J., Pantelić, N. Đ., Laličić-Petronijević, J., Kojić, J. S., Zlatanović, S., Gorjanović, S., Avramov, S., Dodevska, M. S., & Antić, V. V. (2025). Low Glycemic Index Biscuits Enriched with Beetroot Powder as a Source of Betaine and Mineral Nutrients. *Foods*, 14(5), 814. <https://doi.org/10.3390/foods14050814>
3. Vidović, N., Antić, V., & Schwarzbauer, J. (2023). Determination of the water-soluble polymer poly(ethyleneimine) (PEI) in wastewater by continuous-flow off-line pyrolysis GC/MS. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 172, 106001. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2023.106001>
4. Vidović, N., Antić, V., & Schwarzbauer, J. (2024). Simultaneous identification and quantification of three water-soluble polymers (PVP, PNVCL and PEI) in wastewater samples by continuous-flow off-line pyrolysis GC/MS. *Science of The Total Environment*, 916, 170320. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170320>
5. Vukićević, E., Gajica, G., Isailović, J., Jakšić, S., Antić, V., Schwarzbauer, J., & Jovančićević, B. (2026). Co-pyrolysis of plastics and agricultural waste: A strategy for designing biochars with fuel and adsorption potential. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 0734242X251405969. <https://doi.org/10.1177/0734242X251405969>