

- Универзитет у Београду - Хемијски факултет

Наставно-научном већу

Предмет: Молба за оцену испуњености услова за пријаву докторске дисертације

Дајане Јањушевић, мастер хемичара

МОЛБА

Молим Наставно-научно веће да одобри израду докторске дисертације из области примењене хемије на Хемијском факултету Универзитета у Београду под радним насловом:

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

Предлажем да Комисију за оцену научне заснованости теме чине:

1. др Бранимир Јованчићевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Хемијски факултет
2. др Весна Антић, редовни професор, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет
3. др Горан Роглић, редовни професор, Универзитет у Београду – Хемијски факултет
4. др Владимир Бешкоски, редовни професор, Универзитет у Београду – Хемијски факултет
5. др Милица Балабан, редовни професор, Универзитет у Бањој Луци – Природно-математички факултет

У прилогу достављам:

1. образложење теме
2. биографију
3. библиографију
4. изјаву да предложену тему нисам пријављивала на другој високошколској установи у земљи или иностранству.

У Београду,
23. 1. 2026.

Дајана Јањушевић, мастер хемичар
студент докторских студија
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

Биографија

Дајана Јањушевић, рођена је 12. јула 1995. године у Лозници, Република Србија. Основну школу завршила је у Малом Зворнику, Република Србија, а средњу школу у Зворнику, Босна и Херцеговина.

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 цером 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 копиризацији 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. Докторску дисертацију израђује под менторством др Бранимира Јованчићевића, редовног професора Хемијског факултета Универзитета у Београду, и др Весне Антић, редовног професора Пољопривредног факултета Универзитета у Београду. Њен научно-истраживачки рад усмерен је на развој, припрему и карактеризацију одрживих биокompatibilних материјала на бази биополимерних 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, припреми узорака, обради и интерпретацији резултата, као и контроли квалитета у складу са принципима добре лабораторијске праксе.

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. Њен ангажман обухвата припрему и извођење лабораторијских вежби, непосредан рад са студентима, менторску подршку током израде лабораторијских задатака и континуирано праћење њиховог напретка. Један је од аутора наставног материјала „Практикум из органске хемије за студенте прехранбене технологије“, који се користи као званични практични приручник у настави, чиме је дала значајан допринос унапређењу квалитета лабораторијске наставе и савременог педагошког приступа.

Библиографија

Дајана М. Јањушевић (девојачко: Савић)

ORCID ID: [0000-0001-6064-9192](https://orcid.org/0000-0001-6064-9192)

Научни радови

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>

Наставна литература

2. Antić, V., Antić, M., Savić, D., Pantelić, N. (2022). *Praktikum iz organske hemije za studente prehrambene tehnologije*. Beograd: Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet. ISBN 978-86-7834-395-7.

ИЗЈАВА

Изјављујем да докторска дисертација под називом:

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

није пријављена на другим високошколским установама у земљи или иностранству.

У Београду,
23. 1. 2026.

Дајана Јањушевић, мастер хемичар
студент докторских студија
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ

Образложење теме докторске дисертације

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

1. **Научна област:** Примењена хемија
2. **Предмет научног истраживања**

Предмет истраживања предвиђен овом докторском дисертацијом јесте развој, припрема и карактеризација одрживих биокомпозитних материјала заснованих на био-базираним и биоразградивим полимерним матрицама, ојачаних агроиндустријским остацима. У оквиру дисертације, полимљечна киселина (PLA) разматра се као један од репрезентативних био-полимера погодних за примену у одрживим биокомпозитним системима. Експериментални део рада фокусиран је на пивски троп, одабран као репрезентативни пример агроиндустријског остатка, кроз детаљно испитивање његове примене у PLA-биокомпозитима и утицаја на структурна, механичка, термичка и баријерна својства материјала.

Полазну основу за ово истраживање представљаће свеобухватна анализа релевантне научне литературе, којом ће бити систематично сагледани досадашњи резултати у области одрживих полимерних композита ојачаних пуниоцима на бази агроиндустријских остатака, као и савремени трендови и истраживачки правци у овој области. Пивски троп представља значајан нуспроизвод пиварске индустрије, који се генерише у великим количинама и у већини случајева недовољно искоришћава, те се често одлаже као отпадни материјал. Захваљујући високом садржају влакана, протеина и других функционалних компоненти, пивски троп представља перспективну сировину за валоризацију у прехранбеној, фармацеутској и козметичкој индустрији. у складу са принципима одрживог развоја и циркуларне економије. Такође, пивски троп се у последње време интензивно разматра као потенцијални пунилац за развој нових композитних материјала, посебно у комбинацији са биоразградивим полимерима као што је полимљечна киселина. Његова примена у изради биокомпозитних материјала

омогућава истовремено смањење количине агроиндустријског отпада и развој еколошки прихватљивих материјала са додатом вредношћу.

У оквиру овог истраживања биће испитан утицај величине честица и масеног удела пивског тропа у полимерној матрици, на структуру и својства добијених PLA биокомпозита. Полазећи од чињенице да величина и расподела честица пуниоца, као и њихова концентрација у матрици, значајно утичу на међуповршинске интеракције, морфологију, као и на механичка, термичка и физичко-хемијска својства композитних материјала, у оквиру овог рада ће бити испитане корелације између физичко-хемијских параметара улазних компоненти (пивског тропа и PLA-хомополимера), и структуре и крајњих својстава биокомпозита. Поред карактеризације биокомпозитних материјала, предмет истраживања обухватиће и процену њиховог утицаја на животну средину применом методологије процене животног циклуса (*Life Cycle Assessment, LCA*). Анализа животног циклуса биће спроведена кроз фазе производње полимлечне киселине, припреме и обраде пивског тропа, процес израде биокомпозита, као и потенцијалне фазе краја животног века биокомпозитних материјала, са циљем свеобухватног сагледавања њиховог еколошког аспекта и поређења са конвенционалним полимерним материјалима. Комбиновањем резултата прегледа релевантне литературе, експерименталних испитивања и процене животног циклуса, ово истраживање има за циљ да пружи целовит научни допринос разумевању могућности примене пивског тропа као одрживог биопуниоца за полимлечну киселину, као и да допринесе развоју полимерних композитних материјала са унапређеним функционалним и еколошким карактеристикама.

3. Основне хипотезе

Савремени развој полимерних материјала усмерен је ка примени биоразградивих полимера и валоризацији агроиндустријских остатака у циљу смањења негативног утицаја на животну средину. Полимлечна киселина представља један од најзначајнијих биоразградивих полимера, али је њена примена често ограничена релативно високим трошковима производње и одређеним неповољним својствима, као што су кртост и смањена ударна чврстоћа. Са друге стране, пивски троп настаје у великим количинама као нуспроизвод пиварске индустрије и у значајној мери остаје недовољно искоришћен.

На основу састава и структуре пивског тропа, као и резултата прегледа релевантне научне литературе, претпоставља се да троп може успешно служити као биопунилац у PLA матрици. Укључивањем пивског тропа у биокомпозите истовремено

се смањује потреба за полимерном сировином, што представља ефикасну валоризацију агроиндустријског отпада. На основу теоријских сазнања, познато је да параметри као што су величина честица и масени удео пуниоца имају значајан утицај на међуповршинске интеракције, морфологију, као и на механичка и термичка својства биокомпозита. Претпоставка је да ће се оптимизацијом ових параметара добити биокомпозитни материјали на бази PLA и пивског тропа са задовољавајућим употребним карактеристикама.“

4. Циљ истраживања и очекивани резултати

Планирана истраживања у оквиру ове докторске дисертације имају више међусобно повезаних циљева. Примарни циљ је развој и карактеризација PLA биокомпозита ојачаних пивским тропом, уз испитивање утицаја величине честица и масеног удела пуниоца на структуру, физичко-хемијска, механичка и термичка својства добијених материјала. На тај начин биће дефинисани оптимални састав и параметри припреме биокомпозита са задовољавајућим употребним карактеристикама. Други циљ истраживања је смањење количине неискоришћеног пивског тропа кроз његову валоризацију у облику биокомпозитних материјала, чиме се истовремено смањује укупни отпад и доприноси заштити животне средине. Инкорпорирањем пивског тропа као биопуниоца у PLA матрицу смањује се потреба за полимерном сировином, што омогућава развој одрживијих полимерних система. Истраживање обухвата и процену еколошког утицаја развијених биокомпозита применом методологије процене животног циклуса. Очекује се да ће добијени резултати показати потенцијал PLA биокомпозита са пивским тропом као еколошки прихватљиве алтернативе конвенционалним полимерним материјалима, чиме се проширују могућности њихове примене у складу са принципима одрживог развоја.

5. Методе истраживања

Истраживање ће бити спроведено применом комбинације теоријских, експерименталних и аналитичких метода ради испитивања структуре, својстава и еколошког утицаја PLA биокомпозита ојачаних пивским тропом. У почетној фази биће извршена анализа релевантне научне литературе, на основу које ће бити дефинисани експериментални план и параметри припреме материјала. Пивски троп ће бити подвргнут поступцима сушења и млевења. Фракције различитих величина честица биће раздвојене просејавањем на гранулометријским ситима. Класичним хемијским методама одређиваће се садржај лигнина, целулозе и хемицелулозе. Сагоревањем и

устаљивањем масе остатка одређиваће се садржај пепела, а на 105 °C садржај воде. Инструменталне технике микроанализе користиће се за одређивање елементарног састава пивског тропа (угљеник, водоник, азот, сумпор и кисеоник). ICP-OAS анализом ће бити одређен садржај токсичних и потенцијално токсичних елемената. Пивски троп ће такође бити окарактерисан инфрацрвеном спектроскопијом (IR), термогравиметријском анализом (TG) и диференцијалном скенирајућом калориметријом (DSC).

Након карактеризације пивског тропа, PLA биокompозити ће бити припремљени компресионом методом, на температури од око 180 °C. Биће припремљене две серије узорака, и то једна уз употребу одабране фракције пуниоца, са дефинисаном величином честица, и уз варирање његовог удела, док ће се у другој серији варирати величина честица пуниоца, при константном масеном уделу. Структурна и морфолошка карактеризација биокompозита биће спроведена применом електронске микроскопије (SEM), док ће термичка својства бити одређена применом TG и DSC метода. Реолошка својства добијених материјала биће одређена динамичко-механичком анализом (DMA). Добијени резултати биће статистички обрађени. Методологија процене животног циклуса (LCA) биће примењена ради процене утицаја развијених биокompозита на животну средину и поређења са конвенционалним полимерним материјалима.

6. 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>

Mustăţea, 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>