

Образац 3.

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

2026 - 35/287

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

9. 7. 2026.

(Датум)

ЗАХТЕВ

**за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације
и о одређивању ментора**

Молимо да, сходно чл. 48 ст. 5 тач. 3) Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020, 217/2020, 230/21, 232/22, 233/22 и 236/22), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

**Пољопривредни отпад као адсорбент за уклањање катјонских органских боја из водених
раствора (Agro-industrial waste as an adsorbent for the removal of cationic organic dye
residues from aqueous solutions**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Инжењерство заштите животне средине

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Naji (Geuma F.) Agilee

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет
Сингидунум,

Факултет за примењену екологију - Футура, Заштите животне средине, мастер аналитичар
заштите животне средине

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2018.

4. Година уписа на докторске студије: 2021.
-

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Инжењерство заштите животне средине

6. Датум подношења пријаве
теме докторске дисертације:

11. 6. 2026.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

за кандидата **Naji Agilee**

Име и презиме ментора: **др Маја Ђолић**

Звање: доцент Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Spasojević, Tijana; Ćujić, Mirjana; Marjanović, Vesna; Veličković, Zlate; Kokunešoski, Maja; Perić-Grujić, Aleksandra; **Ђолић, Маја**. Mineral Heterostructures for Simultaneous Removal of Lead and Arsenic Ions, Separations, 2024, Vol. 11, broj 11, str. 324, IF(2023)=2,5. ISSN: 2297-8739. <https://doi.org/10.3390/separations11110324>
2. Deborah C. Andrade, **Маја В. Ђолић**, Carlos A. Martínez-Huitl, Elisama V. dos Santos, Tânia F.C.V. Silva, Vítor J.P. Vilar. Coupling electrokinetic with a cork-based permeable reactive barrier to prevent groundwater pollution: A case study on hexavalent chromium-contaminated soil, Electrochimica Acta, Volume 429, 10 October 2022, 140936. IF(2022)=6,6 ISSN: 0013-4686. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2022.140936>
3. Nataša Karić, Alexandra S. Maia, Ana Teodorović, Nataša Atanasova, Guenter Langergraber, Grégorio Crini, Ana R.L. Ribeiro, **Маја Ђолић**, Bio-waste valorisation: Agricultural wastes as biosorbents for removal of (in)organic pollutants in wastewater treatment, Chemical Engineering Journal Advances, Elsevier, 2022, Volume 9, 15 March 2022, 100239. IF(2023)=5,5, ISSN: 2666-8211. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.100239>
4. Vesna Marjanović, Radmila Marković, Mirjana Steharnik, Silvana Dimitrijević, Aleksandar D. Marinković, Aleksandra Perić-Grujić, **Маја Ђолић**. Lignin Microspheres Modified with Magnetite Nanoparticles as a Selenate Highly Porous Adsorbent, International Journal of Molecular Science, 2022, 23(22), 13872; IF(2022)=5,6, ISSN: 1661-6596. <https://doi.org/10.3390/ijms232213872>
5. Ana L. Popović, Zlate Velicković, Zeljko Radovanović, **Маја Ђолић**, Vladimir Pavlović, Aleksandar D. Marinković, Jelena D. Gržetić, Hybrid amino-terminated lignin microspheres loaded with magnetite and manganese oxide nanoparticles: An effective hazardous oxyanions adsorbent, Journal of Environmental Chemical Engineering, Volume 10, Issue 3, June 2022, 108009, IF(2022)=7,7, ISSN: 2213-2929 <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.108009>

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ 2:

за кандидата **Naji Agilee**

Име и презиме ментора: **др Невена Прлаиновић**

Звање: ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Šekuljica, N. Ž., **Prlainović, N. Ž.**, Knežević-Jugović, Z. D., Mijin, D. Ž. (2019). Removal of synthetic dyes from wastewaters using horseradish peroxidase. *Horseradish Peroxidase: Structure, Functions and Applications*, 111, 112–168. Nova Science Publishers, New York. ISBN: 978-1-53615-912-7
2. Tomašević, A., Mijin, D., Radišić, M., **Prlainović, N.**, Cvijetić, I., Kovačević, D. V., Marinković, A. (2020). Photolysis of insecticide methomyl in various solvents: An experimental and theoretical study. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 391, 112366, ISSN: 1010-6030, <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2020.112366>
3. Veličić, Z., Rusmirović, J., **Prlainović, N.**, Tomić, N., Veličković, Z., Taleb, K., Marinković, A. D. (2020). The optimization of glycidyl methacrylate based terpolymer monolith synthesis: an effective *Candida rugosa* lipase immobilization support. *Journal of Polymer Research*, 27, 127, ISSN: 1022-9760 <https://doi.org/10.1007/s10965-020-02127-z>
4. Milentijević, G., Marinković, A. D., Rančić, M., Bogdanović, A., **Prlainović, N.**, Marković, S., Milosavljević, M. (2021). New facile one-pot synthesis of isobutyl thiocarbamate in recycling solvent mixture. *Minerals*, 11, 1346, ISSN: 2075-163X, <https://doi.org/10.3390/min11121346>
5. Tomašević, A., Marinković, A., Mijin, D., Radišić, M., Porobić, S., **Prlainović, N.**, Gašić, S. (2020). A study of photocatalytic degradation of methomyl and its commercial product Lannate-90. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 26, 237–247, ISSN: 1451-9372, <https://doi.org/10.2298/CICEQ190424002T>

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 9. 7. 2026. године размотрило предложену тему и закључило да је

тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

- Прилог 1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

ДП

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 33. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 9. 7. 2026. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Извештаја Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације и одређивању ментора

Прихвата се Извештај Комисије о научној заснованости теме за израду докторске дисертације кандидата **Naji (Geuma F.) Agilee**, број индекса 2021/4042, под називом: **„Пољопривредни отпад као адсорбент за уклањање катјонских органских боја из водених раствора (Agro-industrial waste as an adsorbent for the removal of cationic organic dye residues from aqueous solutions)”**.

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За менторе се одређују др Маја Ђолић, доцент Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Невена Прлаиновић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, менторима, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н К А

Проф. др Мирјана Кијевчанин

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о оцени научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Najj (Geuma F.) Agilee

Одлуком бр. 2026-35/212 од 11. јуна 2026. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Najj (Geuma F.) Agilee под насловом "Пољопривредни отпад као адсорбент за уклањање катјонских органских боја из водених раствора (Agro-industrial waste as an adsorbent for the removal of cationic organic dye residues from aqueous solutions)".

На основу материјала приложеног уз пријаву теме кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Najj (Geuma F.) Agilee рођен је 17. фебруара 1984. године у месту Ал Азизија, Либија. Држављанин је Либије. Средње образовање завршио је у школи Al-Azizyah у Либији, у периоду од 1999. до 2002. године. Након тога је, у периоду од 2003. до 2007. године, похађао Виши институт за науку и технологију у Азизији, где је стекао вишу диплому из области хемијског инжењерства. У циљу даљег академског усавршавања, кандидат је школске 2015/2016. године завршио основне академске студије из области заштите животне средине на Универзитету Сингидунум, а потом је у периоду од 2017. до 2018. године завршио и мастер академске студије из исте области. Докторске академске студије уписао је школске 2021/2022 на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, на студијском профилу Инжењерство заштите животне средине.

Кандидат поседује добро познавање рада на рачунару, као и развијене комуникационе вештине. Течно говори арапски језик, који му је матерњи, као и енглески језик. У слободно време бави се пливањем, јахањем и читањем, што доприноси његовом активном и уравнотеженом начину живота.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Najj (Geuma F.) Agilee је професионално искуство стицао у Вишем институту за науку и технологију у Азизији, где је радио у периоду од 2007. до 2014. године. У том периоду обављао је послове асистента у настави и лабораторијског техничара. Наведени послови омогућили су му да повеже теоријска знања са практичним лабораторијским радом, као и да учествује у подршци наставним и експерименталним активностима студената и наставника.

Кандидат поседује академско образовање и професионално искуство у области хемијског инжењерства, заштите животне средине и хемијских наука. Током досадашњег образовања и рада развио је знања и вештине у наставном процесу, лабораторијском раду, као и у области истраживања усмерених ка заштити животне средине и одрживом управљању ресурсима.

Током досадашњег стручног усавршавања кандидат је учествовао у више програма обуке из области управљања пољопривредним отпадом, процене утицаја на животну средину и одрживог управљања ресурсима. Међу значајним обукама издвајају се курс из управљања пољопривредним отпадом, реализован 2010. године, курс из процене утицаја на животну средину, реализован 2011. године, као и курс из области одрживог управљања ресурсима, реализован 2013. године. Поред тога, учествовао је

и на више радионица посвећених актуелним питањима заштите животне средине, укључујући управљање пољопривредним отпадом, очување биодиверзитета, обновљиве изворе енергије и утицаје климатских промена.

Naji (Geuma F.) Agilee је школске 2021/22 године уписао докторске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Инжењерство заштите животне средине. Положио је све испите предвиђене планом и програмом докторских академских студија са процешном оценом 9,27, као и завршни испит са темом „Површинска модификација и функционализација агроиндустријског отпада у циљу уклањања органских загађујућих супстанци из отпадних вода (Surface modification and functionalization of agro-industrial waste material for removal of wastewater organic residues)”.

	Шифра предмета	Назив предмета	ЕСПБ	Оцена
1.	14Д178	Хемија метал-органских једињења	5	10 (десет)
2.	Д103ИЗ	Економија животне средине и одрживи развој	4	10 (десет)
3.	ДЗМ2	Одабрана поглавља нумеричке анализе	5	10 (десет)
4.	Д102ИЗ	Индустријска екологија	5	7 (седам)
5.	Д101	Хемијска кинетика	5	8 (осам)
6.	ДТЗ	Термодинамика чврстог стања	5	10 (десет)
7.	Д138	Катализа у органској хемији	5	10 (десет)
8.	14Д136	Зелена хемија	5	10 (десет)
9.	Д170	Структурна анализа органских молекула	6	10 (десет)
10.	14Д179	Хемија пестицида	5	10 (десет)
11.	ДЗИ	Завршни испит	30	7 (седам)
			80	9,27

Кандидат је 2025. године објавио научни рад под насловом „Hazelnut Shells as a Tenable Biosorbent for Basic Red 18 Azo Dye Removal” (у часопису Separations, категорије M22). Овај рад одражава његово истраживачко интересовање за примену отпадних биомаса и одрживих материјала у процесима уклањања загађујућих супстанци из водених раствора.

На Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета, одржаном 11. јуна 2026. године, пријављена је тема докторске дисертације под насловом „Пољопривредни отпад као адсорбент за уклањање катјонских органских боја из водених раствора (Agro-industrial waste as an adsorbent for the removal of cationic organic dye residues from aqueous solutions)”.

Категорија M22:

1. **Agilee, N.**, Spasojević, T., Delić, M., Ogrizović, Đ., Gria, I., Prlainović, N., Đolić, M. (2024). Hazelnut shells as a tenable biosorbent for Basic Red 18 azo dye removal. Separations, 11, 343. (IF=2.5) (ISSN: 2297-8739) (<https://doi.org/10.3390/separations11120343>)

Категорија M33

1. Ogrizović, Đ., Delić, M., Spasojević, T., **Agilee, N.**, Pavićević, V., Prlainović, N., Đolić, M. (2025). Modification of agricultural wastes for improved phosphate removal from wastewater. In Proceedings/6th Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe, MME SEE 2025, Vol. 6, No. 1. (Published 26.05.2025). (<https://doi.org/10.30544/MMESEE63>)

Категорија M34

1. **Agilee, N.**, Delić, M., Ogrizović, Đ., Spasojević, T., Prlainović, N., Đolić, M. (2026). From nut shell waste to dye adsorbents: The effect of cationic dye structure on removal efficacy. In Book of Abstracts/1st Congress of Chemists of Montenegro, CHEMCONMNE 2026, Budva, Montenegro, May 26–29, 2026, PO2-16, p. 92. (ISBN: 978-9940-633-09-7)

2. **Agilee, N.**, Spasojević, T., Delić, M., Ogrizović, Đ., Gria, I., Prlainović, N., Đolić, M. (2024). The utilization of hazelnut shells for efficient removal of BR18 azo dye: A comparative study of raw and modified adsorbents. In Program and the Book of Abstracts/Twenty-Second Young Researchers' Conference

1.3. Оцена оспособљености кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и показаних резултата истраживања у области инжењерства заштите животне средине, а нарочито у области хемијске функционализације и валоризације био-отпада, као и броја и квалитета објављених радова, Комисија оцењује да је Naji (Geuma F.) Agilee, мастер аналитичар животне средине, показао висок степен самосталности и способност за обављање научноистраживачког рада, те да је подобан за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Ова докторска дисертација истражује потенцијал употребе лигноцелулозних материјала пореклом из пољопривредног отпада – конкретно љуске лешника и ораха – као економски и еколошки прихватљивих адсорбената за уклањање катјонских органских боја из водених раствора [1, 2]. Иако се дуго посматрао превасходно као отпад, данас се све више препознаје као вредан, обновљив, јефтин и широко доступан ресурс [3]. У ери интензивног развоја софистицираних и хемијски модификованих адсорбената, све је израженије становиште да одржива решења не морају нужно бити технолошки сложена, већ промишљено одабрана, локално доступна и практично применљива.

Истовремено, загађење вода органским бојама представља један од значајних еколошких проблема савременог друштва [4]. Органске боје се широко примењују у текстилној, кожарској, папирној, прехрамбеној, козметичкој и другим прерађивачким индустријама. Њихово присуство у воденим системима је непожељно чак и при ниским концентрацијама, јер доводи до обојености воде, смањује продор светлости, нарушава фотосинтетичке процесе у воденим системима. Органске боје могу имати токсичне, мутагене или канцерогене ефекте у зависности од хемијске структуре и продуката њихове разградње [5]. Због сложене ароматичне структуре и високе стабилности, многе органске боје су тешко биоразградиве, што додатно отежава њихово уклањање применом класичних поступака пречишћавања отпадних вода.

У Републици Србији лешник и орах представљају значајне пољопривредне културе, са производњом од око 8.700 тона лешника и 9.000 тона ораха у 2023. години [6]. Имајући у виду да значајан део масе плода чини љуска, јасно је да се сваке године генеришу велике количине овог отпадног материјала, што отвара простор за њихову даљу валоризацију [7,8]. Љуске лешника и ораха, као лигноцелулозни материјали, поседују сложену структуру богату целулозом, хемицелулозом, лигнином и различитим површинским функционалним групама као што су хидроксилне, карбоксилне, фенолне и друге реактивне групе, које могу учествовати у интеракцијама са молекулима органских боја [7]. Због тога представљају перспективне природне сорбенте за уклањање катјонских боја из водених раствора.

Полазећи од наведеног, предмет ове докторске дисертације усмерен је на испитивање адсорпционих својстава одабраних сирових пољопривредних лигноцелулозних материјала, са конкретном применом љуске лешника и ораха, у процесу уклањања катјонских органских боја из водених раствора [9, 10]. Истраживање ће обухватити процену ефикасности уклањања боја, анализу утицаја релевантних процесних параметара, испитивање кинетике и равнотеже адсорпције, као и тумачење могућих механизма интеракције између површине адсорбента и молекула боје. На тај начин, истраживање повезује локално доступне отпадне биомасе за третман отпадних вода, у складу са принципима зелених технолошких решења и циркуларне економије [11, 12].

Имајући у виду да значајан део пољопривредног отпада и даље остаје недовољно искоришћен, један од основних циљева ове докторске дисертације јесте испитивање могућности његове валоризације кроз примену у процесима уклањања катјонских органских боја из водених раствора. Уместо да се ова врста отпадног материјала посматра искључиво као еколошко оптерећење, истраживање је усмерено ка његовом коришћењу као секундарне сировине за добијање економски и еколошки прихватљивих адсорбената.

Посебан циљ истраживања односи се на процену адсорпционог потенцијала одабраних лигноцелулозних материјала пореклом из пољопривредне производње за уклањање катјонских органских боја из модел-водених раствора [9, 13]. У оквиру истраживања биће испитана ефикасност уклањања боја, утицај релевантних процесних параметара на адсорпциони процес, као и могућност примене ових материјала као алтернативе комерцијалним адсорбентима.

Циљ дисертације је и да се кроз анализу кинетике и равнотеже адсорпције добије детаљнији увид у понашање испитиваних система, као и у могуће механизме интеракције између површине адсорбента и молекула катјонских боја. На тај начин, истраживање треба да допринесе разумевању односа између структуре и површинских својстава агроиндустријских лигноцелулозних материјала и њихове способности да везују органске загађујуће супстанце из водене средине.

Поред научног аспекта, циљ истраживања је и развој концепта одрживог управљања агроиндустријским отпадом, у складу са принципима циркуларне економије. Применом оваквих материјала у процесима адсорпције истовремено се омогућава смањење количине отпада и уклањање загађујућих супстанци из воде, чиме се повезују заштита животне средине, рационално коришћење локално доступних ресурса и развој једноставних и економски прихватљивих технологија пречишћавања вода.

Релевантни библиографски извори повезани са предметом истраживања ове докторске дисертације, који уједно представљају основу за даљи ток истраживања су следећи:

1. Gupta, V. K., Suhas. (2009). Application of low-cost adsorbents for dye removal — A review. *Journal of Environmental Management*, 90, 2313–2342. (<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.11.017>)
2. Crini, G. (2006). Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: A review. *Bioresource Technology*, 97, 1061–1085. (<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.05.001>)
3. Tkaczyk, A., Mitrowska, K., Posyniak, A. (2020). Synthetic organic dyes as contaminants of the aquatic environment and their implications for ecosystems: A review. *Science of the Total Environment*, 717, 137222. (<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137222>)
4. Al-Tohamy, R., Ali, S. S., Li, F., Okasha, K. M., Mahmoud, Y. A.-G., Elsamahy, T., Jiao, H., Fu, Y., Sun, J. (2022). A critical review on the treatment of dye-containing wastewater: Ecotoxicological and health concerns of textile dyes and possible remediation approaches for environmental safety. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 231, 113160. (<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.113160>)
5. Lellis, B., Fávoro-Polonio, C. Z., Pamphile, J. A., Polonio, J. C. (2019). Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. *Biotechnology Research and Innovation*, 3, 275–290. (<https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.09.001>)
6. Републички завод за статистику Републике Србије. (2025/2026). Дисеминациона база података: Пољопривреда – биљна производња / производња воћа, лешник и орах, 2024. Београд: Републички завод за статистику Републике Србије. <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/1300020205?languageCode=sr-Cyrl>
7. Manterola-Barroso, C., Padilla Contreras, D., Ondrasek, G., Horvatinec, J., Gavilán CuiCui, G., Meriño-Gergichevich, C. (2024). Hazelnut and Walnut Nutshell Features as Emerging Added-Value Byproducts of the Nut Industry: A Review. *Plants*, 13(7), 1034. (<https://doi.org/10.3390/plants13071034>)
8. Morales, A., Gullón, B., Dávila, I., et al. (2022). Integral valorisation of walnut shells based on a three-step sequential delignification. *Journal of Environmental Management*, 310, 114785. (<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114785>)
9. Uddin, M. K., Nasar, A. (2020). Walnut shell powder as a low-cost adsorbent for methylene blue dye: Isotherm, kinetics, thermodynamic, desorption and response surface methodology examinations. *Scientific Reports*, 10, 7983. (<https://doi.org/10.1038/s41598-020-64745-3>)
10. Farch, S., et al. (2023). Application of Walnut Shell Biowaste as an Inexpensive Adsorbent for Methylene Blue Dye: Isotherms, Kinetics, Thermodynamics and Modeling. *Separations*, 10(1), 60. (<https://doi.org/10.3390/separations10010060>)
11. Salleh, M. A. M., Mahmoud, D. K., Karim, W. A. W. A., Idris, A. (2011). Cationic and anionic dye adsorption by agricultural solid wastes: A comprehensive review. *Desalination*, 280, 1–13. (<https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.07.019>)

12. Crini, G., Lichtfouse, E., Wilson, L. D., Morin-Crini, N. (2019). Conventional and non-conventional adsorbents for wastewater treatment. *Environmental Chemistry Letters*, 17, 195–213. (<https://doi.org/10.1007/s10311-018-0786-8>)
13. Ferrero, F. (2007). Dye removal by low cost adsorbents: Hazelnut shells in comparison with wood sawdust. *Journal of Hazardous Materials*, 142, 144–152. (<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.07.072>)

3. Полазне хипотезе

Полазне хипотезе овог истраживања заснивају се на следећим претпоставкама:

1. Биоотпад као одржива сировина: Отпадне љуске лешника и ораха поседују лигноцелулозни састав погодан за адсорпцију различитих органских молекула из водених раствора. Претпоставља се да се њиховом употребом као адсорбената могу добити материјали који представљају еколошки прихватљиву, економичну и локално доступну алтернативу комерцијалним хемијски синтетисаним адсорбентима.
2. Еколошки допринос и усклађеност са принципима циркуларне економије: Коришћење биоотпада за добијање адсорбента допринеће смањењу количине отпада који завршава на депонијама, као и редукацији емисије гасова са ефектом стаклене баште. Истраживање је усклађено са концептима циркуларне економије и одрживог развоја, који промовишу поновну употребу ресурса и смањење еколошког губитка.
3. Применљивост у реалним условима и економска оправданост: Претпоставља се да ће коришћени адсорбенти бити технолошки прилагодљиви и економски оправдани за примену у реалним условима третмана загађених вода, како у лабораторијским, тако и у индустријским и комуналним системима. Њихова примена може допринети развоју приступачних технологија заштите животне средине у срединама са ограниченим ресурсима.

4. Научне методе истраживања

Истраживање ће бити спроведено кроз низ методолошких корака који обухватају припрему материјала, њихову физичко-хемијску карактеризацију, адсорпционе експерименте и анализу добијених резултата. Циљ је да се испита могућност примене одабраних пољопривредних отпадних материјала као функционалних адсорбената и процени њихове ефикасности у уклањању катјонских органских боја, *Basic Red 18* (BR18) и малахит зелене, из водених раствора.

Методе истраживања обухватају:

1. Припрема адсорбената

Полазна сировина биће пољопривредни отпад – љуске лешника и ораха. Након прикупљања отпада са локалног газдинства у Јагодини, Република Србија, биће примењени следећи поступци за њихову употребу као сировог адсорбента:

- Замрзавање ради лакше обраде, а затим механичко уситњавање
- Сушење уситњеног материјала на 105 °C током 1 h
- Просејавање уситњеног и осушеног материјала кроз серију сита и одабир жељене фракције
- Испирање изабране фракције дејонизованом водом у циљу уклањања присутних нечистоћа и лабаво везаних површинских компоненти
- Поновно сушење материјала на температури од 105 °C током 24 h, до добијања стабилног сувог адсорбента
- Хемијска модификација лешника лимунском киселином (након претходно описаног процеса добијања адсорбената, сирове отпадне љуске ће бити модификоване 0.5M раствором лимунске киселине у циљу побољшања адсорпционог капацитета)

2. Физичко-хемијска карактеризација

Употребљени материјали пре и након адсорпције катјонских боја биће детаљно окарактерисани применом савремених аналитичких и физичко-хемијских метода и техника и то:

- Одређивање тачке нултог наелектрисања
- Рендгенска дифракциона анализа (XRD) – за испитивање кристалне структуре добијених материјала

- Инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом (FTIR) – за идентификацију функционалних група и испитивање структуралних особина материјала
- Рендгенска флуоресцентна анализа (XRF) – за одређивање елементалног састава
- Оптичка микроскопија – за визуелизацију морфологије површине и испитивања површинског састава (EDS)
- BET анализа – за мерење специфичне површине и расподеле пора.

3. Адсорпциони експерименти

Ефикасност уклањања две катјонске боје – основне црвене (BR18) и малахит зелене – биће испитана у лабораторијским условима. Биће анализиран утицај следећих параметара на ефикасност уклањања боја:

- Почетна концентрација боја
- рН вредност раствора
- Време контакта
- Утицај температуре
- Могућност поновне употребе

4. Кинетичке и изотермске анализе:

- Експериментални подаци биће обрађени применом:
- Кинетичких модела: псеудо-првог реда, псеудо-другог реда, и други.
- Изотермских модела: Лангмиров, Фројндлихов, Темкинов модел, и други.
- Модела за одређивање механизма адсорпције (Вебер-Морисов и Бојдов модел)
- Дефинисање термодинамичких параметара адсорпције
- Испитивање механизма адсорпције и дефинисање механизма уклањања боја применом отпадних љуски

Подаци добијени у адсорпционим испитивањима, као и резултати проистекли из примене одговарајућих кинетичких и равнотежних модела, биће анализирани у односу на структурна, морфолошка и површинска својства испитиваних материјала. Ова својства ће бити утврђена применом релевантних инструменталних метода карактеризације. На тај начин омогућиће се свеобухватније тумачење адсорпционог процеса, идентификација доминантних интеракција између површине лигноцелулозног адсорбента и молекула катјонских боја, као и одређивање услова под којима се постиже њихово најефикасније уклањање из водених раствора.

После утврђивања најповољнијих параметара процеса, адсорпциона ефикасност испитиваних материјала биће додатно проверена у контролисаним лабораторијским условима. Ова фаза представља важан корак ка процени њихове применљивости, као и основу за даљу оптимизацију материјала и процеса у правцу могуће примене у реалним системима за третман контаминираних вода.

5. Очекивани научни допринос

У оквиру овог истраживања очекује се остваривање више међусобно повезаних научних доприноса, који се односе на следеће аспекте:

- *Валоризација пољопривредног отпада кроз развој економски оправданих адсорбената*

Истраживање ће допринети сагледавању могућности примене љуски лешника и ораха, као широко доступних лигноцелулозних отпадних материјала, за уклањање катјонских органских боја из водених раствора. На тај начин отпад који настаје прерадом језграстог воћа добија нову употребну вредност у области заштите животне средине.

- *Унапређење приступа припреме и примене природних адсорбената*

Систематским испитивањем љуски лешника и ораха као сирових агроиндустријских адсорбената биће омогућена процена њихове применљивости без сложених поступака хемијске модификације или енергетски захтевне обраде. Овим приступом биће дефинисани услови под којима ови материјали показују најповољнија адсорпциона својства.

- *Нова сазнања о структури, површинским својствима и адсорпционом потенцијалу љуски лешника и ораха*

Истраживање ће омогућити добијање детаљних података о морфологији, хемијском саставу, површинским функционалним групама и другим карактеристикама ових лигноцелулозних материјала. Посебан значај имаће повезивање наведених својстава са способношћу везивања молекула катјонских органских боја из водене средине.

- *Допринос разумевању механизма адсорпције катјонских органских боја*

Применом кинетичких, равнотежних и термодинамичких модела биће омогућено тумачење процеса уклањања катјонских боја, као и идентификација доминантних интеракција између површине адсорбента и молекула боје. На основу добијених резултата биће дефинисани оптимални услови адсорпције и процењена ефикасност испитиваних материјала у модел-воденим растворима.

- *Допринос примени принципа циркуларне економије у третману загађених вода*

Научни и практични значај истраживања огледа се у повезивању одрживог управљања агроиндустријским отпадом са развојем једноставних и економски прихватљивих решења за уклањање органских загађујућих супстанци из воде. Применом љуски лешника и ораха као адсорбената доприноси се смањењу количине отпада, рационалном коришћењу локално доступних ресурса и развоју еколошки прихватљивих технологија пречишћавања вода.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање у оквиру докторске дисертације под називом „Пољопривредни отпад као адсорбент за уклањање катјонских органских боја из водених раствора (Agro-industrial waste as an adsorbent for the removal of cationic organic dye residues from aqueous solutions)” биће подељено у четири основне фазе:

1. Припрема и карактеризација пољопривредног отпада као потенцијалног адсорбента

У првој фази истраживања биће извршена припрема одабраних пољопривредних отпадних материјала, пре свега љуски лешника и ораха, као потенцијалних адсорбената за уклањање катјонских органских боја из водених раствора. Материјали ће бити сакупљени, очишћени, сушени, уситњени и просејани до одговарајуће гранулације. Један део материјала биће хемијски модификован лимунском киселином. Након припреме материјала биће коришћени у адсорпционим експериментима.

Почетни материјали биће детаљно карактерисани применом одговарајућих инструменталних и физичко-хемијских метода, са циљем одређивања њиховог хемијског састава, морфолошких карактеристика, површинских функционалних група, кристалне/аморфне структуре, текстуалних својстава и површинског наелектрисања. Карактеризација материјала ће обухватити, FTIR, SEM/оптичку микроскопију, XRD, BET анализу, одређивање рН вредности тачке нултог наелектрисања (pH_{pzc}), као и друге релевантне методе. На основу добијених резултата биће процењена погодност испитиваних материјала за примену у процесима адсорпционог уклањања катјонских боја.

2. Испитивање адсорпције катјонских органских боја на одабраним адсорбентима

У другој фази биће испитана ефикасност љуски лешника и ораха у уклањању одабраних катјонских органских боја из водених раствора. Као модел-загађујуће супстанце користиће се представници катјонских боја различите хемијске структуре, као што су Basic Red 18 и малахит зелена, како би се испитао утицај структуре молекула боје на ефикасност адсорпционог процеса.

Адсорпциони експерименти биће извођени у шаржном систему, при чему ће се испитивати утицај релевантних процесних параметара, укључујући време контакта, почетну концентрацију боје, рН вредност раствора и температуру. Концентрација боје у раствору пре и након адсорпције биће одређивана UV-Vis спектрофотометријски, на основу претходно дефинисаних калибрационих кривих. На основу добијених података биће израчунати адсорпциони капацитет и ефикасност уклањања боје, а затим ће бити дефинисани оптимални услови процеса.

3. Кинетичка, равнотежна и термодинамичка анализа адсорпционог процеса

У трећој фази истраживања биће спроведена анализа кинетике, равнотеже и термодинамике адсорпције катјонских органских боја на испитиваним адсорбентима. Кинетички подаци биће анализирани применом одговарајућих кинетичких модела, као што су модел псеудо-првог реда,

модел псеудо-другог реда, Weber–Morris модел интрачестичне дифузије и Boyd модел, са циљем утврђивања брзине процеса, могућих дифузионих ограничења и контролишућих корака адсорпције.

Равнотежни подаци биће обрађени применом изотермних модела, укључујући Langmuir, Freundlich и Temkin модел, ради утврђивања максималног адсорпционог капацитета, хетерогености површине адсорбента и природе интеракција између молекула боје и површине адсорбента. Термодинамичка анализа биће спроведена на основу резултата добијених при различитим температурама, а обухватиће одређивање стандардне промене Гибсове енергије, енталпије и ентропије адсорпције. На овај начин биће процењена спонтаност, ендотермни или екзотермни карактер процеса, као и природа везивања испитиваних боја.

4. Разјашњење механизма адсорпције и процена применљивости испитиваних материјала

У четвртој фази биће извршено повезивање резултата карактеризације адсорбената са резултатима кинетичких, равнотежних и термодинамичких испитивања, са циљем разјашњења механизма уклањања катјонских органских боја из водених раствора. Посебна пажња биће посвећена улози површинских функционалних група, морфологије, порозности, површинског наелектрисања и хемијске структуре молекула боје у процесу адсорпције.

На основу добијених резултата биће идентификоване доминантне интеракције које доприносе везивању боја на површину адсорбента, укључујући електростатичке интеракције, водоничне везе, π – π интеракције, хидрофобне интеракције и могући допринос дифузионих процеса. Такође ће бити процењена практична применљивост испитиваних пољопривредних отпадних материјала као јефтиних, доступних и еколошки прихватљивих адсорбената за третман вода оптерећених катјонским органским бојама.

Докторска дисертација биће структурирана кроз следећа поглавља:

Увод

У уводном поглављу биће дефинисани предмет и значај истраживања, као и основни циљеви докторске дисертације. Биће указано на проблем загађења водених система синтетичким органским бојама, посебно катјонским бојама, као и на потребу за развојем ефикасних, економски прихватљивих и еколошки одрживих метода за њихово уклањање. Посебан акценат биће стављен на могућност примене пољопривредног отпада, пре свега љуски лешника и ораха, као природних адсорбената у складу са принципима циркуларне економије и одрживог управљања отпадом.

Теоријски део

Ово поглавље обухватиће преглед релевантне литературе из области:

- синтетичких органских боја као загађујућих супстанци у воденим системима;
- карактеристика и еколошког значаја катјонских органских боја;
- метода за уклањање боја из отпадних вода;
- адсорпције као једноставне и ефикасне методе третмана загађених вода;
- примене лигноцелулозних материјала и пољопривредног отпада као адсорбената;
- структуре, састава и површинских својстава љуски лешника и ораха;
- кинетичких, изотермних и термодинамичких модела који се користе за опис адсорпционих процеса;
- механизма интеракције између катјонских боја и површине природних адсорбената.

Експериментални део

У експерименталном делу биће приказани:

- Порекло, припрема и гранулометријска обрада пољопривредних отпадних материјала који ће бити коришћени као адсорбенти;
- Карактеристике коришћених хемикалија и модел-боја;
- Методе карактеризације почетних адсорбената и материјала након адсорпције;
- Поступак припреме водених раствора катјонских органских боја;
- Опис шаржних адсорпционих експеримената;
- Поступак одређивања концентрације боја применом UV-Vis спектрофотометрије;
- Методологија израчунавања адсорпционог капацитета и ефикасности уклањања;
- Опис примењених кинетичких, изотермних и термодинамичких модела.

Резултати и дискусија

У овом поглављу биће представљени и критички анализирани добијени резултати:

- карактеризације и модификације љуски лешника и ораха пре адсорпције;
- морфолошких, структурних и површинских својстава испитиваних адсорбената;
- утицаја времена контакта на ефикасност уклањања катјонских органских боја;
- утицаја почетне концентрације боје на адсорпциони капацитет и проценат уклањања;
- утицаја pH вредности раствора и температуре на процес адсорпције;
- поређења адсорпционог понашања љуски лешника и ораха;
- поређења адсорпције различитих катјонских боја у зависности од њихове хемијске структуре;
- кинетичке анализе адсорпционог процеса;
- анализе интрачестичне и филмске дифузије;
- равнотежне анализе применом изотермних модела;
- термодинамичке анализе адсорпције;
- карактеризације адсорбената након процеса адсорпције;
- разматрања могућих механизма везивања катјонских органских боја на површину испитиваних материјала;
- процене потенцијала примене испитиваних адсорбената у третману вода загађених органским бојама.

Закључак

У закључку ће бити сумирани најзначајнији резултати истраживања и истакнут научни допринос докторске дисертације. Биће приказано у којој мери љуске лешника и ораха могу да се примене као ефикасни природни адсорбенти за уклањање катјонских органских боја из водених раствора. Такође ће бити истакнут значај повезивања структуре и површинских својстава адсорбената са њиховим адсорпционим понашањем, као и значај хемијске структуре боје у процесу уклањања. Посебно ће бити размотрен потенцијал примене пољопривредног отпада у развоју јефтиних, доступних и еколошки прихватљивих технологија за пречишћавање вода.

Литература

Литературни преглед ће обухватити релевантне научне радове, прегледне радове, монографије и друге стручне изворе који се односе на загађење вода синтетичким органским бојама, адсорпционе процесе, примену лигноцелулозних материјала и пољопривредног отпада као адсорбената, као и кинетичко, равнотежно и термодинамичко моделовање адсорпције.

7. Закључак и предлог

На основу материјала приложеног уз пријаву теме докторске дисертације и изложеног запажања, Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације под насловом „Пољопривредни отпад као адсорбент за уклањање катјонских органских боја из водених раствора (Agro-industrial waste as an adsorbent for the removal of cationic organic dye residues from aqueous solutions)" кандидата Naji (Geuma F.) Agilee, мастер аналитичара животне средине, научно заснована и да представља значајан допринос научној области инжењерства заштите животне средине, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да кандидату Naji (Geuma F.) Agilee одобри израду докторске дисертације под наведеним насловом. За ментора докторске дисертације Комисија предлаже др Мају Ђолић, доцента Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду и др Невену Прлаиновић ванредног професора Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

У Београду,
1. јул 2026. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Маја Ђолић, доцент
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Невена Прлаиновић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Александра Перић-Грујић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Мирјана Ћујић, виши научни сарадник
Универзитет у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“,
Институт од националног значаја за Републику Србију

TO THE TEACHING AND SCIENTIFIC COUNCIL

Subject: Report on the Evaluation of the Scientific Justification of the Doctoral Dissertation Topic of the Candidate Naji (Geuma F.) Agilee

By Decision No. 2026-35/212 of June 11, 2026, we were appointed as members of the Committee for the Evaluation of the Scientific Justification of the Doctoral Dissertation Topic of the candidate Naji (Geuma F.) Agilee, entitled “Agro-industrial Waste as an Adsorbent for the Removal of Cationic Organic Dye Residues from Aqueous Solutions”.

Based on the materials submitted with the candidate’s doctoral dissertation topic application, the Committee hereby submits the following

R E P O R T

1. Candidate information

1.1. Bibliographical data

Naji (Geuma F.) Agilee was born on February 17, 1984, in Al-Aziziyah, Libya. He is a citizen of Libya. He completed his secondary education at Al-Aziziyah School in Libya between 1999 and 2002. Subsequently, from 2003 to 2007, he attended the Higher Institute of Science and Technology in Aziziyah, where he obtained a higher diploma in chemical engineering. With the aim of further academic development, the candidate completed undergraduate academic studies in the field of environmental protection at Singidunum University in the 2015/2016 academic year, and subsequently completed master’s academic studies in the same field between 2017 and 2018. He enrolled doctoral academic studies in the 2021/2022 academic year at the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, specializing in Environmental Protection Engineering.

The candidate has good computer skills, as well as well-developed communication skills. He is fluent in Arabic, which is his native language, and in English. In his free time, he enjoys swimming, horse riding and reading, which contributes to his active and balanced lifestyle.

1.2. Acquired Scientific Research Experience

The candidate Naji (Geuma F.) Agilee gained professional experience at the Higher Institute of Science and Technology in Aziziyah, where he worked from 2007 to 2014. During this period, he was engaged as a teaching assistant and laboratory technician. These positions enabled him to connect theoretical knowledge with practical laboratory work, as well as to participate in supporting the teaching and experimental activities of students and academic staff.

The candidate has academic education and professional experience in the fields of chemical engineering, environmental protection and chemical sciences. Throughout his education and professional work to date, he has developed knowledge and skills in the teaching process, laboratory work, and research activities focused on environmental protection and sustainable resource management.

During his professional development, the candidate participated in several training programmes in the fields of agricultural waste management, environmental impact assessment and sustainable resource management. Among the significant training activities are the course in agricultural waste management, completed in 2010, the course in environmental impact assessment, completed in 2011, and the course in sustainable resource management, completed in 2013. In addition, he participated in several workshops dedicated to current environmental protection issues, including agricultural waste management, biodiversity conservation, renewable energy sources and the impacts of climate change.

Naji (Geuma F.) Agilee enrolled in doctoral studies at the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, in the 2021/2022 academic year, within the Environmental Engineering study programme. He passed all examinations prescribed by the curriculum of the doctoral academic studies with an average grade of 9.27, as well as the final examination entitled “Surface Modification and Functionalization of Agro-industrial Waste Material for the Removal of Wastewater Organic Residues”.

No.	Course Code	Course Title	ECTS	Grade
1.	14D178	Chemistry of Organometallic Compounds	5	10 (ten)
2.	D103IZ	Environmental Economics and Sustainable Development	4	10 (ten)
3.	DZM2	Selected Topics in Numerical Analysis	5	10 (ten)
4.	D102IZ	Industrial Ecology	5	7 (ten)
5.	D101	Chemical Kinetics	5	8 (eight)
6.	DT3	Solid State Thermodynamics	5	10 (ten)
7.	D138	Catalysis in Organic Chemistry	5	10 (ten)
8.	14D136	Green Chemistry	5	10 (ten)
9.	D170	Structural Analysis of Organic Molecules	6	10 (ten)
10.	14D179	Chemistry of Pesticides	5	10 (ten)
11.	DZI	Final Examination	30	7 (seven)
Total			80	

In 2025, the candidate published a scientific paper entitled “Hazelnut Shells as a Tenable Biosorbent for Basic Red 18 Azo Dye Removal” (journal Separations, Q2/Q3). This paper reflects his research interest in the application of waste biomass and sustainable materials in processes for the removal of pollutants from aqueous solutions.

On June 11, 2026, the doctoral dissertation topic entitled “Agro-industrial Waste as an Adsorbent for the Removal of Cationic Organic Dye Residues from Aqueous Solutions” was submitted to the Teaching and Scientific Council of the Faculty of Technology and Metallurgy.

Category M22:

1. **Agilee, N.**, Spasojević, T., Delić, M., Ogrizović, Đ., Gria, I., Prlainović, N., Đolić, M. (2024). Hazelnut shells as a tenable biosorbent for Basic Red 18 azo dye removal. Separations, 11, 343. (IF=2.5) (ISSN: 2297-8739) (<https://doi.org/10.3390/separations11120343>)

Category M33

1. Ogrizović, Đ., Delić, M., Spasojević, T., **Agilee, N.**, Pavićević, V., Prlainović, N., Đolić, M. (2025). Modification of agricultural wastes for improved phosphate removal from wastewater. In Proceedings/6th Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe, MME SEE 2025, Vol. 6, No. 1. (Published 26.05.2025). (<https://doi.org/10.30544/MMESEE63>)

Category M34

1. **Agilee, N.**, Delić, M., Ogrizović, Đ., Spasojević, T., Prlainović, N., Đolić, M. (2026). From nut shell waste to dye adsorbents: The effect of cationic dye structure on removal efficacy. In Book of Abstracts/1st Congress of Chemists of Montenegro, CHEMCONMNE 2026, Budva, Montenegro, May 26–29, 2026, PO2-16, p. 92. (ISBN: 978-9940-633-09-7)

2. **Agilee, N.**, Spasojević, T., Delić, M., Ogrizović, Đ., Gria, I., Prlainović, N., Đolić, M. (2024). The utilization of hazelnut shells for efficient removal of BR18 azo dye: A comparative study of raw and modified adsorbents. In Program and the Book of Abstracts/Twenty-Second Young Researchers' Conference – Materials Sciences and Engineering, Belgrade, Serbia, 2024, p. 29. Belgrade: Institute of Technical Sciences of the Serbian Academy of Sciences and Arts. (ISBN: 978-86-80321-39-4).

1.3. Assessment of the Candidate's Competence to Work on the Proposed Topic

Based on his previous work and the research results achieved in the field of environmental engineering, particularly in the area of chemical functionalization and biowaste valorization, as well as on the number and quality of his published papers, the Committee concludes that Naji (Geuma F.) Agilee, Master Environmental Analyst, has demonstrated a high degree of independence and competence for conducting scientific research. Therefore, the Committee considers him qualified to work on the proposed doctoral dissertation topic.

2. Subject and Aim of the Research

This doctoral dissertation investigates the potential use of lignocellulosic materials derived from agricultural waste, specifically hazelnut and walnut shells, as economically and environmentally acceptable adsorbents for the removal of cationic organic dyes from aqueous solutions [1,2]. Although agricultural waste was for a long time regarded primarily as waste material, it is now increasingly recognized as a valuable, renewable, low-cost and widely available resource [3]. In an era of intensive development of sophisticated and chemically modified adsorbents, there is a growing awareness that sustainable solutions do not necessarily have to be technologically complex, but rather carefully selected, locally available and practically applicable.

At the same time, water pollution by organic dyes represents one of the significant environmental problems of modern society [4]. Organic dyes are widely used in the textile, leather, paper, food, cosmetic and other processing industries. Their presence in aquatic systems is undesirable even at low concentrations, as it causes coloration of water, reduces light penetration and disrupts photosynthetic processes in aquatic environments. Organic dyes may exhibit toxic, mutagenic or carcinogenic effects, depending on their chemical structure and degradation products [5]. Due to their complex aromatic structure and high stability, many organic dyes are difficult to biodegrade, which further complicates their removal using conventional wastewater treatment methods.

In the Republic of Serbia, hazelnut and walnut are important agricultural crops, with a production of approximately 8,700 tons of hazelnuts and 9,000 tons of walnuts in 2023 [6]. Considering that shells account for a significant portion of the fruit mass, it is evident that large quantities of this waste material are generated annually, opening up opportunities for their further valorization [7, 8]. Hazelnut and walnut shells, as lignocellulosic materials, possess a complex structure rich in cellulose, hemicellulose, lignin and various surface functional groups, such as hydroxyl, carboxyl, phenolic and other reactive groups, which may participate in interactions with organic dye molecules [7]. Therefore, they represent promising natural sorbents for the removal of cationic dyes from aqueous solutions.

Based on the above, the subject of this doctoral dissertation is focused on the investigation of the adsorption properties of selected raw agricultural lignocellulosic materials, specifically hazelnut and walnut shells, in the process of removing cationic organic dyes from aqueous solutions [9, 10]. The research will include the evaluation of dye removal efficiency, analysis of the influence of relevant process parameters, investigation of adsorption kinetics and equilibrium, as well as interpretation of possible interaction mechanisms between the adsorbent surface and dye molecules. In this way, the research links locally available waste biomass with wastewater treatment, in accordance with the principles of green technological solutions and the circular economy [11, 12].

Considering that a significant portion of agricultural waste still remains insufficiently utilized, one of the main aims of this doctoral dissertation is to examine the possibility of its valorization through application in processes for the removal of cationic organic dyes from aqueous solutions. Instead of regarding this type of waste material solely as an environmental burden, the research is directed towards its use as a secondary raw material for obtaining economically and environmentally acceptable adsorbents.

A specific aim of the research is to assess the adsorption potential of selected lignocellulosic materials derived from agricultural production for the removal of cationic organic dyes from model aqueous solutions [9, 13]. Within the research, dye removal efficiency, the influence of relevant process parameters on the adsorption process, and the possibility of applying these materials as alternatives to commercial adsorbents will be investigated.

The aim of the dissertation is also to obtain a more detailed insight into the behaviour of the investigated systems through the analysis of adsorption kinetics and equilibrium, as well as into the possible mechanisms of interaction between the adsorbent surface and cationic dye molecules. In this way, the research should contribute to understanding the relationship between the structure and surface properties of agro-industrial lignocellulosic materials and their ability to bind organic pollutants from aqueous media.

In addition to the scientific aspect, the aim of the research is to develop the concept of sustainable management of agro-industrial waste, in accordance with the principles of the circular economy. The application of such materials in adsorption processes simultaneously enables the reduction of waste quantities and the removal of pollutants from water, thereby linking environmental protection, rational use of locally available resources, and the development of simple and economically acceptable water treatment technologies.

1. Gupta, V. K., Suhas. (2009). Application of low-cost adsorbents for dye removal — A review. *Journal of Environmental Management*, 90, 2313–2342. (<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.11.017>)
2. Crini, G. (2006). Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: A review. *Bioresource Technology*, 97, 1061–1085. (<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.05.001>)
3. Tkaczyk, A., Mitrowska, K., Posyniak, A. (2020). Synthetic organic dyes as contaminants of the aquatic environment and their implications for ecosystems: A review. *Science of the Total Environment*, 717, 137222. (<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137222>)
4. Al-Tohamy, R., Ali, S. S., Li, F., Okasha, K. M., Mahmoud, Y. A.-G., Elsamahy, T., Jiao, H., Fu, Y., Sun, J. (2022). A critical review on the treatment of dye-containing wastewater: Ecotoxicological and health concerns of textile dyes and possible remediation approaches for environmental safety. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 231, 113160. (<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.113160>)
5. Lellis, B., Fávoro-Polonio, C. Z., Pamphile, J. A., Polonio, J. C. (2019). Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. *Biotechnology Research and Innovation*, 3, 275–290. (<https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.09.001>)
6. Републички завод за статистику Републике Србије. (2025/2026). Дисеминациона база података: Пољопривреда – биљна производња / производња воћа, лешник и орах, 2024. Београд: Републички завод за статистику Републике Србије. <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/1300020205?languageCode=sr-Cyrl>
7. Manterola-Barroso, C., Padilla Contreras, D., Ondrasek, G., Horvatinec, J., Gavilán CuiCui, G., Meriño-Gergichevich, C. (2024). Hazelnut and Walnut Nutshell Features as Emerging Added-Value Byproducts of the Nut Industry: A Review. *Plants*, 13(7), 1034. (<https://doi.org/10.3390/plants13071034>)
8. Morales, A., Gullón, B., Dávila, I., et al. (2022). Integral valorisation of walnut shells based on a three-step sequential delignification. *Journal of Environmental Management*, 310, 114785. (<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114785>)
9. Uddin, M. K., Nasar, A. (2020). Walnut shell powder as a low-cost adsorbent for methylene blue dye: Isotherm, kinetics, thermodynamic, desorption and response surface methodology examinations. *Scientific Reports*, 10, 7983. (<https://doi.org/10.1038/s41598-020-64745-3>)
10. Farch, S., et al. (2023). Application of Walnut Shell Biowaste as an Inexpensive Adsorbent for Methylene Blue Dye: Isotherms, Kinetics, Thermodynamics and Modeling. *Separations*, 10(1), 60. (<https://doi.org/10.3390/separations10010060>)
11. Salleh, M. A. M., Mahmoud, D. K., Karim, W. A. W. A., Idris, A. (2011). Cationic and anionic dye adsorption by agricultural solid wastes: A comprehensive review. *Desalination*, 280, 1–13. (<https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.07.019>)
12. Crini, G., Lichtfouse, E., Wilson, L. D., Morin-Crini, N. (2019). Conventional and non-conventional adsorbents for wastewater treatment. *Environmental Chemistry Letters*, 17, 195–213. (<https://doi.org/10.1007/s10311-018-0786-8>)
13. Ferrero, F. (2007). Dye removal by low cost adsorbents: Hazelnut shells in comparison with wood sawdust. *Journal of Hazardous Materials*, 142, 144–152. (<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.07.072>)

3. Initial Hypotheses

The initial hypotheses of this research are based on the following assumptions:

1. **Biowaste as a sustainable raw material:** Waste hazelnut and walnut shells possess a lignocellulosic composition suitable for the adsorption of various organic molecules from aqueous solutions. It is assumed that their use as adsorbents may result in materials that represent an environmentally friendly, economical and locally available alternative to commercially used chemically synthesized adsorbents.
2. **Environmental contribution and compliance with the principles of the circular economy:** The use of biowaste for the preparation of adsorbents will contribute to reducing the amount of waste disposed of in landfills, as well as to reducing greenhouse gas emissions. The research is aligned with the concepts of the circular economy and sustainable development, which promote resource reuse and the reduction of environmental burden.
3. **Applicability under real conditions and economic feasibility:** It is assumed that the investigated adsorbents will be technologically adaptable and economically justified for application under real conditions of polluted water treatment, both in laboratory systems and in industrial and municipal systems. Their application may contribute to the development of accessible environmental protection technologies in resource-limited environments.

4. Scientific Research Methods

The research will be conducted through a series of methodological steps, including the preparation of materials, their physicochemical characterization, adsorption experiments and analysis of the obtained results. The aim is to investigate the possibility of applying selected agricultural waste materials as functional adsorbents and to evaluate their efficiency in the removal of cationic organic dyes, Basic Red 18 (BR18) and malachite green, from aqueous solutions. The research methods will include the following:

1. Preparation of the Adsorbents

The starting raw material will be agricultural waste, namely hazelnut and walnut shells. After collecting the waste from a local farm in Jagodina, Republic of Serbia, the following procedures will be applied to prepare the materials for use as raw adsorbents:

- freezing to facilitate further processing, followed by mechanical grinding;
- drying of the ground material at 105 °C for 1 h;
- sieving of the ground and dried material through a series of sieves and selection of the desired fraction;
- washing of the selected fraction with deionized water in order to remove impurities and loosely bound surface components;
- repeated drying of the material at 105 °C for 24 h, until a stable dry adsorbent is obtained;
- chemical modification of hazelnut shells with citric acid. After the previously described procedure for obtaining the adsorbents, the raw waste shells will be modified using a 0.5 M citric acid solution in order to improve their adsorption capacity.

2. Physicochemical characterization

The materials used before and after the adsorption of cationic dyes will be thoroughly characterized using modern analytical and physicochemical methods and techniques, including:

- determination of the point of zero charge;
- X-ray diffraction analysis (XRD), for examining the crystalline structure of the obtained materials;
- Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), for the identification of functional groups and investigation of the structural properties of the materials;
- X-ray fluorescence analysis (XRF), for determining the elemental composition;
- optical microscopy, for visualization of surface morphology, and energy-dispersive spectroscopy (EDS), for surface composition analysis;
- BET analysis, for measuring the specific surface area and pore size distribution.

3. Adsorption Experiments

The removal efficiency of two cationic dyes, Basic Red 18 (BR18) and malachite green, will be investigated under laboratory conditions. The influence of the following parameters on dye removal efficiency will be analyzed:

- initial dye concentration;
- pH value of the solution;
- contact time;
- temperature;
- possibility of adsorbent reuse.

4. Kinetic and Isotherm Analyses

The experimental data will be processed using:

- kinetic models: pseudo-first-order, pseudo-second-order and other relevant models;
- isotherm models: Langmuir, Freundlich, Temkin and other relevant models;
- models for determining the adsorption mechanism, including the Weber–Morris and Boyd models;
- determination of thermodynamic adsorption parameters;
- investigation of the adsorption mechanism and definition of the mechanism of dye removal using waste shells.

The data obtained in the adsorption experiments, as well as the results derived from the application of appropriate kinetic and equilibrium models, will be analyzed in relation to the structural, morphological and surface properties of the investigated materials. These properties will be determined using relevant instrumental characterization methods. In this way, a more comprehensive interpretation of the adsorption process will be enabled, including the identification of dominant interactions between the surface of the lignocellulosic adsorbent and cationic dye molecules, as well as the determination of the conditions under which their most efficient removal from aqueous solutions is achieved.

After determining the most favorable process parameters, the adsorption efficiency of the investigated materials will be further verified under controlled laboratory conditions. This phase represents an important step towards assessing their applicability, as well as a basis for further optimization of the materials and processes with regard to their potential application in real systems for the treatment of contaminated waters.

5. Expected Scientific Contribution

Within this research, several interrelated scientific contributions are expected, referring to the following aspects:

- *Valorization of agricultural waste through the development of economically justified adsorbents*

The research will contribute to assessing the possibility of applying hazelnut and walnut shells, as widely available lignocellulosic waste materials, for the removal of cationic organic dyes from aqueous solutions. In this way, waste generated during the processing of nut crops gains new added value in the field of environmental protection.

- *Improvement of the approach to the preparation and application of natural adsorbents*

Through the systematic investigation of hazelnut and walnut shells as raw agro-industrial adsorbents, it will be possible to evaluate their applicability without complex chemical modification procedures or energy-intensive treatment. This approach will enable the definition of conditions under which these materials exhibit the most favorable adsorption properties.

- *New knowledge on the structure, surface properties and adsorption potential of hazelnut and walnut shells*

The research will provide detailed data on the morphology, chemical composition, surface functional groups and other characteristics of these lignocellulosic materials. Particular importance will be given to correlating these properties with the ability of the materials to bind cationic organic dye molecules from aqueous media.

- *Contribution to the understanding of the adsorption mechanism of cationic organic dyes*

The application of kinetic, equilibrium and thermodynamic models will enable the interpretation of the cationic dye removal process, as well as the identification of dominant interactions between the adsorbent surface and dye molecules. Based on the obtained results, optimal adsorption conditions will be defined and the efficiency of the investigated materials in model aqueous solutions will be evaluated.

- *Contribution to the application of circular economy principles in the treatment of polluted waters*

The scientific and practical significance of the research is reflected in linking sustainable agro-industrial waste management with the development of simple and economically acceptable solutions for the removal of organic pollutants from water. The application of hazelnut and walnut shells as adsorbents contributes to waste reduction, rational use of locally available resources and the development of environmentally friendly water treatment technologies.

6. Research Plan and Structure of the Dissertation

The research within the doctoral dissertation entitled “Agro-industrial Waste as an Adsorbent for the Removal of Cationic Organic Dye Residues from Aqueous Solutions” will be divided into four main phases:

1. Preparation and Characterization of Agricultural Waste as a Potential Adsorbent

In the first phase of the research, selected agricultural waste materials, primarily hazelnut and walnut shells, will be prepared as potential adsorbents for the removal of cationic organic dyes from aqueous solutions. The materials will be collected, cleaned, dried, ground and sieved to obtain the appropriate particle size fraction. One portion of the materials will be chemically modified with citric acid. After preparation, the materials will be used in adsorption experiments.

The initial materials will be thoroughly characterized using appropriate instrumental and physicochemical methods, with the aim of determining their chemical composition, morphological characteristics, surface functional groups, crystalline/amorphous structure, textural properties and surface charge. Characterization of materials will include FTIR, SEM/optical microscopy, XRD, BET analysis, determination of the pH value of the point of zero charge (pHpzc), as well as other relevant methods. Based on the obtained results, the suitability of the investigated materials for application in adsorption processes for the removal of cationic dyes will be evaluated..

2. Investigation of the Adsorption of Cationic Organic Dyes on Selected Adsorbents

In the second phase, the efficiency of hazelnut and walnut shells in the removal of selected cationic organic dyes from aqueous solutions will be investigated. Representatives of cationic dyes with different chemical structures, such as Basic Red 18 and malachite green, will be used as model pollutants in order to examine the influence of dye molecular structure on the efficiency of the adsorption process.

Adsorption experiments will be performed in a batch system, during which the influence of relevant process parameters will be investigated, including contact time, initial dye concentration, pH value of the solution and temperature. The dye concentration in the solution before and after adsorption will be determined by UV-Vis spectrophotometry, based on previously established calibration curves. Based on the obtained data, the adsorption capacity and dye removal efficiency will be calculated, and the optimal process conditions will subsequently be defined.

3. Kinetic, Equilibrium and Thermodynamic Analysis of the Adsorption Process

In the third phase of the research, the kinetics, equilibrium and thermodynamics of cationic organic dye adsorption on the investigated adsorbents will be analyzed. Kinetic data will be analyzed using appropriate kinetic models, such as the pseudo-first-order model, pseudo-second-order model, Weber–Morris intraparticle diffusion model and Boyd model, with the aim of determining the process rate, possible diffusion limitations and the rate-controlling steps of adsorption.

Equilibrium data will be processed using isotherm models, including the Langmuir, Freundlich and Temkin models, in order to determine the maximum adsorption capacity, surface heterogeneity of the adsorbent and the nature of the interactions between dye molecules and the adsorbent surface. Thermodynamic analysis will be performed based on the results obtained at different temperatures and will include the determination of the standard changes in Gibbs free energy, enthalpy and entropy of adsorption. In this way, the spontaneity, endothermic or exothermic nature of the process, as well as the nature of dye binding, will be evaluated.

4. Elucidation of the Adsorption Mechanism and Assessment of the Applicability of the Investigated Materials

In the fourth phase, the results of adsorbent characterization will be correlated with the results of kinetic, equilibrium and thermodynamic studies, with the aim of elucidating the mechanism of cationic organic dye removal from aqueous solutions. Particular attention will be paid to the role of surface functional groups, morphology, porosity, surface charge and the chemical structure of dye molecules in the adsorption process.

Based on the obtained results, the dominant interactions contributing to dye binding onto the adsorbent surface will be identified, including electrostatic interactions, hydrogen bonding, π - π interactions, hydrophobic interactions and the possible contribution of diffusion processes. The practical applicability of the investigated agricultural waste materials as low-cost, available and environmentally friendly adsorbents for the treatment of water contaminated with cationic organic dyes will also be assessed.

The doctoral dissertation will be structured through the following chapters:

Introduction

The introductory chapter will define the subject and significance of the research, as well as the main objectives of the doctoral dissertation. It will address the problem of pollution of aquatic systems by synthetic organic dyes, particularly cationic dyes, as well as the need to develop efficient, economically acceptable and environmentally sustainable methods for their removal. Special emphasis will be placed on the possibility of applying agricultural waste, primarily hazelnut and walnut shells, as natural adsorbents in accordance with the principles of the circular economy and sustainable waste management.

Theoretical Background

- This chapter will include a review of relevant literature in the following areas:
- synthetic organic dyes as pollutants in aquatic systems;
- characteristics and environmental significance of cationic organic dyes;
- methods for dye removal from wastewater;
- adsorption as a simple and efficient method for the treatment of polluted waters;
- application of lignocellulosic materials and agricultural waste as adsorbents;
- structure, composition and surface properties of hazelnut and walnut shells;
- kinetic, isotherm and thermodynamic models used to describe adsorption processes;
- mechanisms of interaction between cationic dyes and the surface of natural adsorbents.

Experimental Part

- The experimental part will present:
- the origin, preparation and particle-size processing of agricultural waste materials to be used as adsorbents;
- the characteristics of the chemicals and model dyes used;
- the methods for characterization of the initial adsorbents and materials after adsorption;
- the procedure for preparing aqueous solutions of cationic organic dyes;
- the description of batch adsorption experiments;
- the procedure for determining dye concentration using UV-Vis spectrophotometry;
- the methodology for calculating adsorption capacity and removal efficiency;
- the description of the applied kinetic, isotherm and thermodynamic models.

Results and Discussion

This chapter will present and critically analyze the obtained results, including:

- characterization and modification of hazelnut and walnut shells before adsorption;
- morphological, structural and surface properties of the investigated adsorbents;
- the influence of contact time on the efficiency of cationic organic dye removal;
- the influence of initial dye concentration on adsorption capacity and removal percentage;
- the influence of solution pH and temperature on the adsorption process;
- comparison of the adsorption behaviour of hazelnut and walnut shells;
- comparison of the adsorption of different cationic dyes depending on their chemical structure;
- kinetic analysis of the adsorption process;
- analysis of intraparticle and film diffusion;
- equilibrium analysis using isotherm models;
- thermodynamic analysis of adsorption;
- characterization of the adsorbents after the adsorption process;
- consideration of possible mechanisms of cationic organic dye binding onto the surface of the investigated materials;

- assessment of the potential application of the investigated adsorbents in the treatment of waters polluted with organic dyes.

Conclusion

The conclusion will summarize the most important research results and highlight the scientific contribution of the doctoral dissertation. It will show to what extent hazelnut and walnut shells can be applied as efficient natural adsorbents for the removal of cationic organic dyes from aqueous solutions. The importance of correlating the structure and surface properties of the adsorbents with their adsorption behaviour will also be emphasized, as well as the significance of the chemical structure of the dye in the removal process. Particular attention will be given to the potential application of agricultural waste in the development of low-cost, available and environmentally acceptable technologies for water purification.

References

The literature review will include relevant scientific papers, review articles, monographs and other professional sources related to water pollution by synthetic organic dyes, adsorption processes, the application of lignocellulosic materials and agricultural waste as adsorbents, as well as kinetic, equilibrium and thermodynamic modelling of adsorption.

7. Conclusion and Suggestion

Based on the materials submitted with the application for the doctoral dissertation topic and the presented observations, the Committee considers that the topic of the proposed doctoral dissertation entitled “Agro-industrial Waste as an Adsorbent for the Removal of Cationic Organic Dye Residues from Aqueous Solutions” by the candidate Naji (Geuma F.) Agilee, Master Environmental Analyst, is scientifically justified and represents a significant contribution to the scientific field of Environmental Engineering, for which the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, is the competent institution. The Committee proposes to the Teaching and Scientific Council of the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, to approve the preparation of the doctoral dissertation by the candidate Naji (Geuma F.) Agilee under the stated title. As supervisors of the doctoral dissertation, the Committee proposes Dr. Maja Đolić, Assistant Professor at the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, and Dr. Nevena Prlainović, Associate Professor at the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade.

Belgrade,
July, 1, 2026

Committee Members

.....
Dr. Maja Đolić, Assistant Professor
University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy

.....
Dr. Nevena Prlainović, Associate Professor
University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy

.....
Dr. Aleksandra Perić-Grujić, Full Professor
University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy

.....
Dr. Mirjana Čujić, Senior Research Associate
University of Belgrade, Vinča Institute of Nuclear Sciences
National Institute of the Republic of Serbia