

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Predmet: Podobnost teme i kandidata Marije Pavlović, dipl. inž. tehnologije za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta br. 35/177 od 26.06.2014. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Marije Pavlović za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme pod nazivom „**Izolovanje bioaktivnih jedinjenja iz otpadne kafe i njeno potpuno iskorišćenje kao adsorbenta**”

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

REFERAT

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Kandidatkinja Marija Pavlović, master inženjer tehnologije je rođena 19. jula 1987. godine u Surdulici, Republika Srbija. Osnovnu školu i gimnaziju je završila u Surdulici, kao nosilac Vukove diplome.

Školske 2006/2007. godine upisala se na Tehnološko-metalurški fakultet, Univerziteta u Beogradu, na studijski program: Biohemijско inženjerstvo i biotehnologija. Diplomirala je septembra 2010. godine, sa prosečnom ocenom 8.86.

Oktobra 2010. godine je upisala Master studije na istom fakultetu, u okviru studijskog programa: Biohemijско inženjerstvo i biotehnologija, smer: Tehnologija hrane. Master studije je završila sa prosečnom ocenom 9.75 i 22. jula 2011. godine odbranila Završni master rad pod nazivom: „Antioksidativna aktivnost kafe“ pod rukovodstvom prof.dr Slavice Šiler- Marinković. Školske 2011/2012. godine upisala je doktorske akademske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, u Beogradu, na odseku za Biohemijско inženjerstvo i biotehnologiju.

1.2. Stečeno naučno-istraživačko iskustvo

Ispite na doktorskim studijama položila je sa prosečnom ocenom 10.0, a 10. oktobra 2013. godine odbranila je sa ocenom 10 i Završni ispit pod nazivom: „Iskorišćenje nus-proizvoda od prerade kafe za pripremu aktivnog uglja u adsorpcionim procesima“ pred komisijom u sastavu: Dr Slavica Šiler-Marinković, Dr Suzana Dimitrijević-Branković, Dr Dušan Antonović.

Spisak položenih ispita na doktorskim studijama:

Naziv predmeta	ESPB	Oцена
Hemijska kinetika	5	10
Odabrana poglavlja biohemije - vitamini	5	10
Biohemijaska kinetika	5	10
Odabrana poglavlja matematičke analize	5	10
Sanitarna mikrobiologija	4	10
Bioaktivne materije u kozmetičkim proizvodima	4	10

Strukturna analiza organskih molekula	6	10
Imobilisani biokatalizatori: tehnike imobilizacije, bioreaktori i primena	6	10
Industrijska mikrobiologija	5	10
Hemija fiziološki aktivnih jedinjenja	5	10
Engleski jezik		10
Završni ispit	30	10
Zbir ESPB 80		Prosečna ocena 10,00

U toku 2011. boravila je tri meseca na radnoj praksi na Univerzitetu „Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, UNESP, Araraquara – Sao Paulo“, u Brazilu.

Od 27. marta 2012. godine angažovana je kao stipendista Ministarstva Prosvete i nauke Republike Srbije, pri naučnoistraživačkoj organizaciji Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, na projektu: Primena biotehnoloških metoda u održivom iskorišćenju nus-proizvoda agroindustrije (TR 31035) kojim rukovodi prof. Dr Suzana Dimitrijević- Branković.

Spisak objavljenih naučnih radova i saopštenja Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21)

1. **Pavlović M. D.**, Buntić A. V., Mihajlovski K. R., Šiler-Marinković S. S., Antonović D. G., Radovanović Ž., Dimitrijević-Branković S. I. (2014): Rapid cationic dye adsorption on polyphenol-extracted coffee grounds—A response surface methodology approach., *Journal of the Taiwan institute of chemical engineers*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtice.2013.12.018>, ISSN: 1876-1070, IF (2012) = 2,084
2. **Pavlović M. D.**, Buntić A. V., Šiler-Marinković S. S., Dimitrijević-Branković S. I. (2013): Ethanol Influenced Fast Microwave-Assisted Extraction for Natural Antioxidants Obtaining from Spent Filter Coffee. *Separation and purification technology*, 118, 503–510, ISSN: 1383-5866, IF (2012) = 2,894

Rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22)

1. Buntić A., **Pavlović M.**, Mihajlovski K., Randjelović M., Rajić N., Antonović D., Šiler-Marinković S., Dimitrijević-Branković S. (2014): Removal of a Cationic Dye from Aqueous Solution by Microwave Activated Clinoptilolite—Response Surface Methodology Approach, *Water, air and soil pollution*, 225, 1816-1828, ISSN: 0049-6979, IF (2012) = 1,748

Rad u međunarodnom časopisu (M23)

1. Milutinović M. D., Šiler Marinković S. S., Antonović D. G., Mihajlovski K. R., **Pavlović M. D.**, Dimitrijević Branković S. I. (2013): Antioksidativna svojstva sušenih ekstrakata iz otpadne espresso kafe. *Hemijaska industrija*, 67 (2), 261-267, ISSN: 1451-9372, IF (2012) = 0.533

Rad u časopisu nacionalnog značaja (M52)

1. Šiler-Marinković S., Dimitrijević- Branković S., Đorđević T., **Pavlović M.** (2012): Antioksidativni kapacitet fermentisanog crvenog pasulja i njegovih proteinskih hidrolizata. *Hrana i ishrana*, 53 (2), 69-74. UDK: 635.652:577.122 ; 577.334:546.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)

1. Mihajlovski K., **Pavlović M.**, Milutinović M., Šiler-Marinković S., Dimitrijević-Branković S. (2012): Effect of fermentation by *Streptomyces* sp. on atioxidant properties of spent coffee extracts. CEFOOD, Novi Sad, Srbija, 23 - 26 maj, 2012, Institute of food technology, Novi Sad, 2012., 424, ISBN: 978-7994-028-5

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34)

1. Ranić M. R., **Pavlović M. D.**, Šiler-Marinković S. S., Dimitrijević-Branković S. I. (2013): A Study on Total Polyphenols Content in Spent Coffee Extracts (Black, Espresso and Filter Coffee). Meeting Abstract: Annals of nutrition and metabolism, 63, 1655-1656.
2. Buntić A. V., **Pavlović M. D.**, Šiler-Marinković S. S., Antonović D. G., Dimitrijević-Branković S. I. (2013): Adsorption of green tea polyphenols onto spent coffee grounds, 8TH Interantional conference of the shemical societies of the south-east european countries- - ICOSECS 8, Belgrade, Serbia, 27-29 June 2013., 265. ISBN 978-86-7132-053-5
3. Milutinović M. D., **Pavlović M. D.**, Šiler-Marinković S. S., Stojanović-Rajilić M. D., Dimitrijević-Branković S. I. (2013): Fermentation of spent espresso coffee by *Hymenobacter psychrotolerans*, 8TH Interantional conference of the shemical societies of the south-east european countries- - ICOSECS 8, Belgrade, Serbia, 27-29 June 2013., 245. ISBN 978-86-7132-053-5
4. Šiler-Marinković S., Dimitrijević-Branković S., **Pavlović M.** (2012): Proteinski hidrolizati pasulja kao antioksidanti, 12. Kongres o ishrani, Beograd, Srbija, 31. oktobar – 3. novembar 2012, Društvo za ishranu Srbije, 2012., 246-247. ISBN: 978-86-909633-2-4
5. Šiler-Marinković S., Dimitrijević-Branković S., **Pavlović M.** (2012): Proteinski hidrolizati graška kao antioksidanti, 12. Kongres o ishrani, Beograd, Srbija, 31. oktobar – 3. novembar 2012, Društvo za ishranu Srbije, 2012., 248-249. ISBN: 978-86-909633-2-4
6. **Pavlović M.**, Dimitrijević-Branković S., Šiler-Marinković S. (2011): Mogućnosti proizvodnje suplemenata sa antioksidativnom aktivnošću od otpadne kafe, Program i zbornik apstrakata: Treći kongres o dijetetskim suplementima, Beograd, Srbija, 25-26. novembar 2011., 35-36.

Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M63)

1. Dimitrijević Branković S., **Pavlović M.**, Buntić A., Randelović M., Mihajlovski K., Rajić N., Antonović D., Šiler-Marinković S. (2012): Determination of the natural zeolite capacity for the adsorptive removal of crystal violet dye from aqueous solution using response surface method, 50. Savetovanje srpskog hemijskog društva, Beograd, Srbija, 14. i 15. juni 2012, Serbian Chemical Society, 2012, p. 132-136. ISBN 978-86-7132-049-8

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i pokazanih rezultata tokom doktorskih studija i u okviru

naučno-istraživačkog rada na projektu Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, Primena biotehnoloških metoda u održivom iskorišćenju nus-proizvoda agroindustrije (TR 31035) , kandidatkinja je pokazala izrazitu sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. Takođe, iz same predložene teme disertacije, do sada je objavila kao prvi autor, dva rada u vrhunskim međunarodnim časopisima, dok je iz oblasti doktorske disertacije bila koautor dva rada u međunarodnim i jednog u nacionalnim časopisima, kao i 8 saopštenja na međunarodnim i domaćim skupovima, što ukazuje na njen veoma kvalitetan rad, pa tako ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Predmet ove doktorske disertacije je valorizacija otpadne kafe, koja zaostaje nakon pripreme napitaka u industrijskim uslovima. Cilj je da se iz nje izoluju bioaktivne komponente i iskoriste kao aditivi hrani, a ostatak upotrebi kao adsorbent za toksične komponente iz otpadnih voda prehrambene industrije.

Kafa je napitak koji je deo naše svakodnevnice. Nivo svetske proizvodnje i izvoza kafe na naše prostore poslednjih decenija beleži stalan rast [1, 2]. Povećana proizvodnja i industrijska prerada kafe rezultuje i nastankom velikih količina nus-proizvoda. To su, sa jedne strane, nus-proizvodi koji nastaju u zemljama proizvođačima, a sa druge strane, velike količine ostataka nastaju i u zemljama potrošačima [3, 4]. Proizvodnja rastvorljive kafe čini gotovo 50% svetske proizvodnje kafe i za sobom ostavlja oko 6 miliona tona otpadne kafe [1, 2, 3]. Od jedne tone zelene kafe zaostaje oko 650 kg taloga. Iako se uglavnom odlaže na deponijama, otpadna kafa sadrži velike količine organskih materija, poput lipida, kofeina, tanina i polifenola. Nus-proizvodi kafe smatraju se veoma zagađujućim i eko-toksičnim zbog sadržaja teško razgradivih organskih materija [1, 3, 5]. Efektivnim iskorišćenjem otpadaka od kafe, može se postići ostvarivanje višestruke dobiti. U tom smislu, pristupa se valorizaciji otpada i njegovoj modifikaciji u vredne materijale, po preporuci održivog industrijskog razvoja. Ekonomski gledano, materijal koji se eksploatiše ima nisku cenu koštanja.

Već godinama unazad, ostaci kafe se smatraju i nutritivno bogatim, jer sadrže zaostale količine lipida i jedinjenja sa izrazitim antioksidativnim potencijalom [6-12]. Izolovanjem ovih jedinjenja, otvara se nova mogućnost zamene sintetičkih aditiva u hrani sastojcima prirodnog porekla. Dobijeni ekstrakti se mogu inkorporirati u hranu i/ili farmaceutske proizvode sa ciljem povećanja njihove nutritivne vrednosti i stabilnosti. Mogu takođe biti i sastojci nove funkcionalne hrane.

Kafa zaostala nakon ekstrakcije bioaktivnih sastojaka se može koristiti kao adsorbent, o čemu postoje brojni dokazi u literaturi [13-27]. Otpaci od kafe se koriste u nativnom stanju, što je ekonomski isplativije, ali je kapacitet adsorbenta relativno mali. Da bi se povećala adsorptivnost, otpadna kafa se aktivira termički ili korišćenjem oksidacionih sredstava [19-27]. Novija tehnika aktiviranja je korišćenjem mikrotalasa [22, 23]. U okviru ovih istraživanja, ispitaće se i različite tehnike aktivacije otpadne kafe. Otpadna kafa kao adsorbent može naći svoju primenu u brojnim procesima, pre svega u prečišćavanju otpadnih voda, posebno onih nastalih u prehrambenoj industriji.

Na kafu se sa manje ili više uspeha mogu adsorbovati boje, teški metali, pesticidi, fenoli i drugi zagađivači i na taj način prečistiti industrijske otpadne vode. Zbog toga je

potrebno definisati karakteristike otpadne kafe kao adsorbenta i odrediti kinetiku adsorpcije nekoliko grupa model supstanci, što će biti predmet istraživanja u ovoj tezi.

Literatura:

1. S. I. Mussatto, E. M. S. Machado, S. Martins, J. A. Teixeira, Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues, *Food Bioprocess Technol* 4 (2011) 661–672.
2. ICO, International Coffee Organization (2013.). Dostupno na: <http://www.ico.org>
3. P. Esquivel, V. M. Jiménez, Functional properties of coffee and coffee by-products, *Food Research International* 46 (2012) 488–495.
4. R. Cruz, M. M. Cardoso, L. Fernandes, M. Oliveira, E. Mendes, P. Baptista, S. Morais, S. Casal, Espresso Coffee Residues: A Valuable Source of Unextracted Compounds, *J. Agric. Food Chem.* 60 (2012) 7777–7784.
5. P. S. Murthy, M. M. Naidu, Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review, *Resources, Conservation and Recycling* 66 (2012) 45–58.
6. P. S. Murthy, M. M. Naidu, Recovery of Phenolic Antioxidants and Functional Compounds from Coffee Industry By-Products, *Food and Bioprocess Technology* 5 (2012) 897–903.
7. W. J. Yen, B. S. Wang, L. W. Chang, P. D. Duh, Antioxidant Properties of Roasted Coffee Residues, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53 (2005) 2658–2663.
8. J. Bravo, C. Monente, I. Juárez, M. P. De Peña, C. Cid, Influence of extraction process on antioxidant capacity of spent coffee, *Food Research International* 50 (2013) 610–616.
9. A. Zuorro, R. Lavecchia, Spent coffee grounds as a valuable source of phenolic compounds and bioenergy, *Journal of Cleaner Production* (2012), doi:10.1016/j.jclepro.2011.12.003
10. S. I. Mussatto, L. F. Ballesteros, S. Martins, J. A. Teixeira, Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds, *Separation and Purification Technology* 83 (2011) 173–179.
11. K. Yanagimoto, H. Ochi, K. G. Lee, T. Shibamoto, Antioxidative Activities of Fractions Obtained from Brewed Coffee, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52 (2004) 592–596.
12. J. Bravo, I. Juárez, C. Monente, B. Caemmerer, L. W. Kroh, M. Paz De Peña, C. Cid, Evaluation of Spent Coffee Obtained from the Most Common Coffeemakers as a Source of Hydrophilic Bioactive Compounds, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60 (2012) 12565–12573.
13. L. S. Oliveira, A. S. Franca, T. M. Alves, S. D.F. Rocha, Evaluation of untreated coffee husks as potential biosorbents for treatment of dye contaminated waters, *Journal of Hazardous Materials* 155 (2008) 507–512.
14. G. Z. Kyzas, N. K. Lazaridis, A. C. Mitropoulos, Removal of dyes from aqueous solutions with untreated coffee residues as potential low-cost adsorbents: Equilibrium, reuse and thermodynamic approach, *Chemical Engineering Journal* 189–190 (2012) 148–159.
15. K. Kaikake, K. Hoaki, H. Sunada, R. P. Dhakal, Y. Baba, Removal characteristics of metal ions using degreased coffee beans: Adsorption equilibrium of cadmium(II), *Bioresource Technology* 98 (2007) 2787–2791.

16. M. H. Baek, C. O. Ijagbemi, S. J. O, D. S. Kim, Removal of Malachite Green from aqueous solution using degreased coffee bean, *Journal of Hazardous Materials* 176 (2010) 820–828.
17. J. Roh, H. N. Umh, C. M. Yoo, S. Rengaraj, B. Lee, Y. Kim, Waste coffee-grounds as potential biosorbents for removal of acid dye 44 from aqueous solution, *Korean Journal of Chemical Engineering* 29: 7 (2012) 903-907.
18. F. Boudrahem, A. Soualah, F. Aissani-Benissad, Pb(II) and Cd(II) Removal from Aqueous Solutions Using Activated Carbon Developed from Coffee Residue Activated with Phosphoric Acid and Zinc Chloride, *Journal of Chemical Engineering Data* 56 (2011) 1946–1955.
19. S. L. Ching, M. S. Yusoff, H. A. Aziz, M. Umar, Influence of impregnation ratio on coffee ground activated carbon as landfill leachate adsorbent for removal of total iron and orthophosphate, *Desalination* 279 (2011) 225–234.
20. L. Khenniche and F. Benissad-Aissani, Adsorptive Removal of Phenol by Coffee Residue Activated Carbon and Commercial Activated Carbon: Equilibrium, Kinetics, and Thermodynamics, *Journal of Chemical Engineering Data* 55 (2010) 4677–4686.
21. M. Mahramanlioglu, I. O. Bicer, T. Misirli, A. Kilislioglu, Removal of uranium by the adsorbents produced from coffee residues, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 273:3 (2007) 621–624.
22. A. S. Franca, L. S. Oliveira, A. A. Nunes, C. C.O. Alves, Microwave assisted thermal treatment of defective coffee beans press cake for the production of adsorbents, *Bioresource Technology* 101 (2010) 1068–1074.
23. M. Hirata, N. Kawasaki, T. Nakamura, K. Matsumoto, M. Kabayama, T. Tamura, S. Tanada, Adsorption of Dyes onto Carbonaceous Materials Produced from Coffee Grounds by Microwave Treatment, *Journal of Colloid and Interface Science* 254 (2002) 17–22.
24. F. Boudrahem, F. Aissani-Benissad, H. Aït-Amar, Batch sorption dynamics and equilibrium for the removal of lead ions from aqueous phase using activated carbon developed from coffee residue activated with zinc chloride, *Journal of Environmental Management* 90 (2009) 3031–3039.
25. A. Reffas, V. Bernardet, B. David, L. Reinert, M. Bencheikh Lehocine, M. Dubois, N. Batisse, L. Duclaux, Carbons prepared from coffee grounds by H₃PO₄ activation: Characterization and adsorption of methylene blue and Nylosan Red N-2RBL, *Journal of Hazardous Materials* 175 (2010) 779–788.
26. M. A. Ahmad, N. K. Rahman, Equilibrium, kinetics and thermodynamic of Remazol Brilliant Orange 3R dye adsorption on coffee husk-based activated carbon, *Chemical Engineering Journal* 170 (2011) 154–161.
27. L. C.A. Oliveira, E. Pereira, I. R. Guimaraes, A. Vallone, M. Pereira, J. P. Mesquita, K. Sapag, Preparation of activated carbons from coffee husks utilizing FeCl₃ and ZnCl₂ as activating agents, *Journal of Hazardous Materials* 165 (2009) 87–94.

Polazne hipoteze:

Prva polazna hipoteza je da je kratkotrajna ekstrakcija toplom vodom, koja se koristi za proizvodnju rastvorljive kafe i napitaka, nedovoljna da bi se iz nje ekstrahovala celokupna količina prisutnih polifenola. Već na osnovu detaljnog literaturnog pregleda može se zaključiti da otpadna kafa sadrži značajne količine antioksidanasa, koji mogu biti izolovani i iskorišćeni kao aditivi. Potrebno je najpre odrediti njihov sadržaj u otpadnoj kafi, a zatim optimizovati uslove ekstrakcije, tako da se dobije ekonomski isplativa količina bioaktivnih komponenata. Pored klasične ekstrakcije metanolom, koji u ovom slučaju nije najpogodniji

rastvarač zbog mogućih toksičnih rezidua, potrebno je ispitati i ekstrakcioni potencijal etanola različitih koncentracija uz dodatnu primenu mikrotalasa. Takođe, potrebno je optimizovati proces ekstrakcije, ispitivanjem uticaja različitih parametara (ekstrakciono sredstvo, temperatura, dužina ekstrakcije, odnos droga:rastvarač, uticaj mikrotalasa i sl.).

Druga polazna hipoteza je da dobijeni ekstrakt poseduje antioksidativna svojstva dovoljna da se može koristiti kao aditiv hrani i/ili farmaceutskim proizvodima. Ovu hipotezu je potrebno proveriti određivanjem antioksidativnog potencijala ekstrakta, po više metoda, jer je poznato da rezultati dobijeni po samo jednoj metodi često nisu validni.

Treća polazna hipoteza je da se talog kafe, zaostao nakon ekstrakcije polifenola, može iskoristiti kao adsorbent. Za to je potrebno definisati njegovi adsorbtivni potencijal i karakteristike površine i testirati adsorpciju nekoliko čestih zagađivača, koji se mogu naći u otpadnim vodama prehrambene industrije. Ukoliko nativni adsorbent od otpadne kafe ne pokaže dovoljno dobre sposobnosti adsorpcije, potrebno je razraditi metode aktivacije adsorbenta, tretiranjem jakim oksidacionim sredstvima ili termičkom transformacijom u aktivni ugalj. U literaturi postoje podaci o njegovoj primeni za adsorpciju jona: Cd, Pb, Fe, i drugih teških metala kao i boja: metilensko plavo i malahit zeleno. Pošto otpadne vode prehrambene industrije mogu da sadrže i ostatke pesticida, polifenola i prirodnih boja, potrebno je ispitati mogućnost adsorpcije ovih jedinjenja na otpadnu kafu.

4. Naučne metode istraživanja

Istraživanja u ovom radu se mogu podeliti na dva dela. U prvom delu rada će se ispitati sastav otpadne kafe i optimizovati uslovi za ekstrakciju polifenola iz nje. U otpadnoj kafi će se određivati sadržaj: suve materije, masti, polifenola, holorogenske kiseline i kofeina. Za ekstrakciju polifenola koristiće se metoda klasične ekstrakcije, različitim sistemima polarnih rastvarača. U cilju poboljšanja prinosa, koristiće se i ekstrakcija potpomognuta delovanjem mikrotalasa. Pratiće se prinos i sastav dobijenih ekstrakata (određivanjem sadržaja ukupnih polifenola i merenjem antioksidativne aktivnosti DPPH i FRAP metodom). Proces ekstrakcije će se optimizovati metodom odzivne površine.

U drugom delu, analiziraće se kafa zaostala nakon ekstrakcije polifenola, kao adsorbent. Određivaće se sadržaj površinskih funkcionalnih grupa FTIR tehnikom, površinskog naelektrisanja pomoću tačke pH_{pzc} i vizualizovati površinska struktura SEM tehnikom. Na ovako definisan adsorbent će se u šaržnom i kontinualnom sistemu adsorbovati: katjonska boja- kristal violet, pesticid- parakvat i polifenol- epigalocatehingalat. Pratiće se tok reakcija i postizanje ravnoteže, adsorpciona kinetika, odrediti adsorpcione izoterme i pretpostaviti mehanizam adsorpcije.

5. Očekivani naučni doprinos

Kao rezultat istraživanja očekuje se optimizovan proces proizvodnje ekstrakta otpadne kafe sa definisanim sadržajem i antioksidativnim svojstvima, kao i predlog za njegovu primenu.

Kao rezultat drugog dela rada, očekuje se da budu određene karakteristike nativnog i aktiviranog taloga od kafe kao adsorbenta i predlog za njegovu primenu za adsorpciju boja, i/ili pesticida i/ili polifenola.

Naučni doprinos će biti verifikovan objavljivanjem većeg broja naučnih radova u relevantnim časopisima.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Plan istraživanja će obuhvatiti rad na ekstrakciji bioaktivnih komponenata iz otpadne kafe i rad na definisanju karakteristika otpadne kafe kao adsorbenta i kinetici adsorpcije tri grupe model supstanci.

Očekuje se da će doktorska disertacija imati sledeća poglavlja: Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Zaključak, Literatura.

U poglavlju Uvod biće definisani glavni ciljevi disertacije, predmet istraživanja i doprinos disertacije.

Teorijski deo doktorske disertacije obuhvatiće analizu prethodnih istraživanja koja se odnose na mogućnosti valorizacije otpadne kafe.

Struktura eksperimentalnog dela rada uključuje sledeća poglavlja:

1. MATERIJAL I OPREMA

2. METODE

2.1. METODE ZA PRIPREMU UZORAKA

2.1.1. Priprema kafe za ekstrakciju antioksidanasa

2.1.2. Priprema adsorbenta

2.1.3. Priprema vodenih rastvora adsorbata

2.1.3.1. Boja kristal violet

2.1.3.2. Pesticid parakvat

2.1.3.3. Polifenol epigalokatehingalat

2.2. ANALITIČKE METODE

2.2.1. Određivanje hemijskog sastava otpadne kafe

2.2.1.1. Suva materija

2.2.1.2. Masti

2.2.1.3. Kofein

2.2.1.4. Ukuni polifenoli

2.2.1.5. Hlorogenska kiselina

2.2.2. Ekstrakcija antioksidanasa iz otpadne kafe

2.2.2.1. Klasična ekstrakcija polarnim rastvaračem

2.2.2.2. Mikrotalasna ekstrakcija

2.2.3. Karakterizacija etanolnih ekstrakata otpadne kafe

2.2.3.1. Prinos ekstrakata

2.2.3.2. Određivanje antioksidativne aktivnosti

2.2.3.2.1. Ispitivanje sposobnosti neutralizacije DPPH radikala

2.2.3.2.2. FRAP metoda

2.2.4. Korišćenje aktivirane kafe kao adsorbenta

2.2.4.1. Određivanje fizičko-hemijskih karakteristika adsorbenta

2.2.4.1.1. Određivanje površinskih funkcionalnih grupa korišćenjem FTIR tehnike

2.2.4.1.2. Određivanje površinskog naelektrisanja pomoću tačke pH_{pzc}

2.2.4.1.3. Posmatranje površinske strukture korišćenjem tehnike SEM

2.2.5. Postupak procesa adsorpcije

2.2.5.1. Adsorpcija u šaržnom režimu

2.2.5.2. Adsorpcija u kontinualnom režimu

2.2.5.2.1. Desorpcija adsorbovane supstance

2.2.6. Kinetika i mehanizam procesa adsorpcije

2.2.7. Adsorpciona ravnoteža i izoterme

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. HEMIJSKI SASTAV OTPADNE KAFE

3.2. KARAKTERISTIKE EKSTRAKATA ANTIOKSIDANASA IZ OTPADNE KAFE

3.2.1. Prinos ekstrakcije

3.2.2. Antioksidativna aktivnost ekstrakata

3.3. OPTIMIZACIJA POSTUPKA MIKROTALASNE EKSTRAKCIJE ANTIOKSIDANASA IZ OTPADNE KAFE KORIŠĆENJEM METODOLOGIJE ODZIVNE POVRŠINE

3.3.1. Postavljanje modela eksperimenta

3.3.2. Fitovanje procesnih promenljivih

3.3.3. Uticaj procesnih promenljivih na prinos ekstrakcije

3.3.4. Uticaj procesnih promenljivih na sadržaj ukupnih polifenola

3.3.5. Antioksidativna aktivnost dobijenih ekstrakata otpadne kafe

3.4. FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE ADSORBENTA

3.4.1. Karakteristike površinskih funkcionalnih grupa

3.4.2. Naelektrisanje površine

3.4.3. Karakteristike izgleda i strukture površine

3.5. ADSORPCIJA KATJONSKE BOJE KRISTAL VIOLET

3.5.1. Tok reakcije i postizanje ravnoteže

3.5.2. Adsorpciona kinetika

3.5.3. Mehanizam procesa adsorpcije

3.5.4. Adsorpcione izoteme

3.5.5. Optimizacija procesa adsorpcije korišćenjem metodologije odzivne površine

3.5.5.1. Postavljanje modela eksperimenta

3.5.5.2. Fitovanje procesnih promenljivih

3.5.5.3. Uticaj procesnih promenljivih na količinu uklonjene boje iz rastvora Uticaj procesnih promenljivih na adsorpcioni kapacitet

3.6. ADSORPCIJA PESTICIDA PARAKVATA

3.6.1. Tok reakcije i postizanje ravnoteže

3.6.2. Adsorpciona kinetika

3.6.3. Mehanizam procesa adsorpcije

3.6.4. Adsorpcione izoteme

3.6.5. Optimizacija procesa adsorpcije korišćenjem metodologije odzivne površine

3.6.5.1. Postavljanje modela eksperimenta

3.6.5.2. Fitovanje procesnih promenljivih

3.6.5.3. Uticaj procesnih promenljivih na količinu uklanjanja pesticida

3.6.5.4. Uticaj procesnih promenljivih na adsorpcioni kapacitet

3.7. ADSORPCIJA POLIFENOLA EPIGALAKATEHINGALATA

3.7.1. Tok reakcije i postizanje ravnoteže

3.7.2. Adsorpciona kinetika

3.7.3. Mehanizam procesa adsorpcije

3.7.4. Adsorpcione izoteme

3.7.5. Optimizacija procesa adsorpcije korišćenjem metodologije odzivne površine

3.7.5.1. Postavljanje modela eksperimenta

3.7.5.2. Fitovanje procesnih promenljivih

3.7.5.3. Uticaj procesnih promenljivih na uklanjanje polifenola iz rastvora

3.7.6. Desorpcija polifenola sa nosača i ispitivanje njihove antioksidativne aktivnosti

3.7.7. Ispitivanje svojstva selektivnosti

4. ZAKLJUČAK

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetog, Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije kandidata Marije Pavlović pod nazivom „Izolovanje bioaktivnih jedinjenja iz otpadne kafe i njeno potpuno iskorišćenje kao adsorbenta” naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću da je prihvati. Komisija takođe smatra, da je kandidat podoban za realizaciju ove teze. Za mentora se predlaže prof. dr Slavica Šiler-Marinković, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

U Beogradu 26.08.2014.

Komisija:

1. Dr Slavica Šiler-Marinković, red prof. TMF
2. Dr Suzana Dimitrijević –Branković, vanr. Prof.TMF
3. Dr Dušan Antonović, red. prof. TMF
4. Dr Jovan Nedeljković, dipl. fiz.hem. naučni savetnik,
Institut za nuklearne nauke „Vinča“