

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

Predmet: Podobnost teme i kandidata mr Vladimira Pavićevića, dipl. inž. tehnologije za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu br. 35/170 od 26.06.2014. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata mr Vladimira Pavićevića, dipl. inž. tehnologije za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „**Bezotpadna tehnologija prerade ploda kleke (*Juniperus communis* L.)**”.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći:

I Z V E Š T A J

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Vladimir Pavićević rođen je 20.6.1960. godine u Beogradu, gde je završio osnovnu školu i Devetu beogradsku gimnaziju. Studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu započeo je 1978. godine i diplomirao je maja 1983. godine, sa prosečnom ocenom u toku studija 9,53 i ocenom diplomskog rada 10. Na poslediplomske studije na Katedri za neorgansku hemijsku tehnologiju upisao se 1983. godine, ispite je položio sa prosečnom ocenom 9,86 i magistarski rad sa temom “Termodinamika sistema $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{--NaH}_2\text{PO}_4\text{--H}_2\text{O}$ ” odbranio je 1994. godine. Od 1984. godine radi kao asistent-pripravnik i asistent na Katedri za neorgansku hemijsku tehnologiju i Katedri za inženjerstvo zaštite životne sredine. Od 2010. je u zvanju stručnog saradnika na Katedri za inženjerstvo zaštite životne sredine. Na Visokoj školi strukovnih studija Beogradska politehnika (bivšoj Višoj politehničkoj školi u Beogradu) predavao je u zvanju višeg predavača od 1995. do 2009. godine.

U naučnom i stručnom radu bavi se inženjerstvom zaštite životne sredine (tehnologija pripreme vode, tehnologija prečišćavanja otpadnih voda, upravljanje komunalnim otpadom, upravljanje opasnim otpadom, remedijacija zagađenih sredina), bioprocenim inženjerstvom i hemijskom termodinamikom. Učestvovao je u projektima osnovnih istraživanja u hemiji, projektima tehnološkog razvoja i projektima iz oblasti zaštite životne sredine koje su finansirale Evropska agencija za rekonstrukciju (EAR), Program Ujedinjenih nacija za razvoj (UNDP), Švedska agencija za međunarodnu saradnju (SIDA), Kraljevina Norveška i Nemačka savezna agencija za zaštitu životne sredine (Umweltbundesamt), a realizovala resorna ministarstva tokom prethodnih godina. Član je Srpskog hemijskog društva (član Upravnog odbora u više mandata i Predsedništva u dva mandata), Udruženja za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo (član Programsko-redakcionog odbora zadužen za opasan otpad Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad od 2003. godine) i Asocijacije za upravljanje čvrstim otpadom Srbije. Stekao je zvanje odgovornog projektanta tehnoloških procesa Inženjerske komore Srbije.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko uputstvo

Objavljeni i saopšteni radovi

M20 – RADOVI OBJAVLJENI U NAUČNIM ČASOPISIMA MEĐUNARODNOG ZNAČAJA

M21 – Radovi u vrhunskom međunarodnom časopisu

1. **Pavićević V.**, Ninković R., Todorović M., Miladinović J.: *Osmotic and Activity Coefficients of $\{y\text{NaH}_2\text{PO}_4 + (1-y)\text{Na}_2\text{SO}_4\}(\text{aq})$ at the Temperature 298.15 K*, Fluid Phase Equilib., Vol 164, No 2, 1999, 275–284., ISSN 0378–381, IF 0,929
2. Marjanović V., Ninković R., Miladinović J., Todorović M., **Pavićević V.**: *Osmotic and Activity Soefficients of $\{y \text{Na}_2\text{SO}_4 + (1-y) \text{ZnSO}_4\}(\text{aq})$ at the Temperature $T = 298.15 \text{ K}$* , J. Chem. Thermodyn., Vol 37, No 2, 2005, 111–116., ISSN 0021–9614, IF 1,398
3. Lazarević S., Janković-Častvan I., D. Tanasković I., **Pavićević V.**, Janačković Đ., Petrović R.: *Sorption of Pb^{2+} , Cd^{2+} and Sr^{2+} Ions on Calcium Hydroxyapatite Powder Obtained by the Hydrothermal Method*, J. Env. Engin., Vol 134, 2008, 683–688., ISSN 0733–9372, IF 1,371

M23 – Radovi u međunarodnom časopisu

1. Putić S., Bajčeta B., Vitković D., Stamenović M., **Pavićević V.**: *The interlaminar strength of the glass fiber polyester composite*, CI&CEQ, Vol 15, No 1, 2009, 45–48., ISSN 1451–9372, IF 0,580
2. Milojević S., Radosavljević D., **Pavićević V.**, Pejanović S., Veljković V.: *Modeling the kinetics of essential oil hydrodistillation from plant materials*, Hem. Ind., Vol 67, No 5, 2013, 843–859., ISSN 0367–598X, IF 0,562

M30 – ZBORNICI MEĐUNARODNIH NAUČNIH SKUPOVA

M33 – Saopštenja sa međunarodnog skupa štampana u celini

1. **Pavićević V.**, Todorović M., Miladinović J., Ninković R.: *Osmotic coefficient of $\text{NaH}_2\text{PO}_4(\text{aq})$ at the temperature 298.15 K*, Proceedings of the V International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Belgrade 2000, 673–675.
2. **Pavićević V.**, Antonović D., Sovrlić M.: *Solvent Extraction Technology for PCB-Contaminated Soils*, Proceedings of the II Regional Symposium Chemistry and the Environment, Kruševac 2003, 325–326.
3. Milojević S., Radosavljević D., **Pavićević V.**: *Substitution of conventional fuels for heating with geothermal energy – contribution to cleaner production*, Proceedings of the 10th International Conference Research and Development in Mechanical Industry (RADMI), Donji Milanovac 2010, 1163–1167.
1. **Pavićević V.**, Stamenović M., Stojković I.: *Veliki bački kanal Project*, Proceedings of the XX international Scientific and Professional Meting "Ecological Truth", Zaječar 2012, 335–342.
5. Stamenović M., Brkić D., Jovanović O., Petrović J., **Pavićević V.**: *Suggestion of solution for remediation of the landfill in Kučevo*", Proceedings of the XX

- international Scientific and Professional Meeting "Ecological Truth", Zaječar 2012, 343–349.
6. Radosavljević D., Stojković I., **Pavićević V.**: *The role of the permanent education in the protection of the environment*, Proceedings of the XX international Scientific and Professional Meeting "Ecological Truth", Zaječar 2012, 535–539.
 7. Aćimović-Pavlović Z., Andrić Lj., Milošević V., Milićević S., **Pavićević V.**, Čarapić J.: *Wear-resistant basalt products for application in mining industry*, Proceedings of the IX Scientific/Research Symposium Metallic and Nonmetallic Materials, Zenica 2012, 355–359.
 8. Trivković N., **Pavićević V.**: *Remediation of the Veliki bački kanal (Grand Bačka Canal)*, Proceedings of the International Science Conference "Reporting for Sustainability", Bečići 2013, 381–385.
 9. Božić V., Jezdić B., Mehandžić D., Stanić O., Đekić T., **Pavićević V.**: *Environmental infrastructure improvement*, Proceedings of the International Science Conference "Reporting for Sustainability", Bečići 2013, 477–481.
 10. Drmanić S., Nikolić J., Stamenović M., Petrović J., **Pavićević V.**, Šekularac G., Putić S.: *Analysis and recycling of mixed plastic waste from household waste*, Proceedings of the XXI International Scientific and Professional Meeting "Ecological Truth", Bor Lake 2013, 205–210.
 11. Brkić D., M. Stamenović M., **Pavićević V.**, Petrović J., Putić S.: *Solution for remediation of the landfill in Žabari*, Proceedings of the XXI International Scientific and Professional Meeting "Ecological Truth", Bor Lake 2013, 331–337.
 12. Stamenović M., Petrović J., **Pavićević V.**, Jovanović O., Radosavljević D., Putić S.: *Hydropower potential of Serbia*, Proceedings of the XXI International Scientific and Professional Meeting "Ecological Truth"ć Bor Lake 2013, 378–385.
 13. **Pavićević V.**, Milojević S., Radosavljević D., Veljković V., Ristić M.: *Energy consumption optimization of essential oil hydrodistillation from juniper berries*, Proceedings of the VI International Conference on Sustainable Energy and Environmental Protection (SEEP), Maribor 2013, 601–607.
 14. Milojević S., Đorđević B., Marković M., Ristić M., Pilčević D., Radović M., **Pavićević V.**: *Characterization of juniper berry (Juniperus Communis L.) essential oil from Sijarinska župa region*, Proceedings of the XIII International Conference Research and Development in Mechanical Industry (RaDMI), Kopaonik 2013, 875–881.
 15. Drmanić S., Brkić D., Stamenović M., Nikolić J., **Pavićević V.**, Putić S.: *Acidic solution influence on the strain distribution in glass-polyester pipes subjected to internal pressure*, Proceedings of the XLV International October Conference on Mining and Metallurgy (IOC), , Bor Lake 2013, 745–752.
 16. Milojević S., Đurović B., Mijailović M., Trinović T., Vuković I., **Pavićević V.**, Nikolić J.: *Distillation products of Stanley plum obtaining*, Proceedings of the XIV International Conference Research and Development in Mechanical Industry (RADMI), Topola 2014, 887–892.
 17. **Pavićević V.**, Radovanović J., Marković M., Milojević S., Ristić M., Mitić M., Pilčević D.: *Characterization of juniper berry (Juniperus Communis L.) essential oil from Rogozna mountain*, Proceedings of the XIV International Conference Research and Development in Mechanical Industry (RADMI), Topola 2014, 904–912.

1. Sovrlić M., Mladenović A., **Pavićević V.**: *Development of National Waste Management Strategy and Environmental Impact Assessment – Case Study*, Book of Abstracts of the III International Conference of the South-Eastern European Countries, Bucarest 2002, 306.
2. **Pavićević V.**, Antonović D., Sovrlić M.: *Solidification/Stabilization and Vitrification Technology for PCB-Contaminated Waste*, Book of Abstracts of the IV International Conference of the Chemical Societies of South-Eastern European Countries, Belgrade 2004, 201.
3. Sovrlić M., **Pavićević V.**, Drobnyak K.: *Quality of Waste Streams at Uncontrolled Waste Dump Sites – Case Study*, Book of Abstracts of the IV International Conference of the Chemical Societies of South-Eastern European Countries, Belgrade 2004, 215.
4. Lazarević S., Janković- Častvan I., **Pavićević V.**, Janačković Đ., Petrović R.: *Adsorption of Pb^{2+} , Cd^{2+} and Sr^{2+} ions on HAP powder obtained by hydrothermal decomposition of urea and calcium-EDTA chelates*, Book of Abstracts of the VI European Meeting on Environmental Chemistry, Belgrade 2005, 120.
5. Jokić B., **Pavićević V.**, Stamenović M.: *Substitution of hidrazine by volatile oxygen scavengers and alkalizing agents in thermal cycles*, Book of Abstracts of the V International Conference of the Chemical Societies of South-Eastern European Countries, Ohrid 2006, 223.
6. **Pavićević V.**, Radosavljević D., Kluz I., Stamenović M., Milojević S.: *Challenges of waste management in sustainable development of Republic of Serbia*, Book of Abstracts of the X International Scientific Conference of Chemists, Technologists and Environmentalists of Republic of Srpska, Banja Luka 2013, 149.

M50 – ČASOPISI NACIONALNOG ZNAČAJA

M51 - Rad u vodećem časopisu nacionalnog značaja

1. Varagić M., **Pavićević V.** i dr.: *Istraživanje kvaliteta vode donjeg toka Save i Ibra*, Hem. Ind., Vol 39, No 9, 1985, 224–229.
2. **Pavićević V.**, Antonović D., Stamenović M.: *Remedijacione tehnologije bez spaljivanja za otpad zagađen polihlorovanim bifenilima (PCB)*, Glasnik hemičara i tehnologa Republike Srpske, Vol 44, Banja Luka 2003, 501–510.
3. Putić S., Krivokuća M., **Pavićević V.**, Aleksić R.: *Zatezna svojstva stakleno tkanje – epoksi kompozitnih materijala na povišenoj temperaturi*, Glasnik hemičara i tehnologa Republike Srpske, Vol 44, Banja Luka 2003, 314–322.
4. Putić S., Zrilić M., Stajčić P., **Pavićević V.**: *Primena mernih traka u kontroli ispravnosti fermentora*, Glasnik hemičara tehnologa i ekologa Republike Srpske, Vol 47, Banja Luka 2009, 71–77.
5. **Pavićević V.**, Stamenović M., Dugandžić I.: *Upravljanje otpadom*, Glasnik hemičara tehnologa i ekologa Republike Srpske, Vol 47, Banja Luka 2009, 195–200.

M60 – ZBORNICI SKUPOVA NACIONALNOG ZNAČAJA

M63 – Saopštenja sa skupa nacionalnog značaja štampana u celini

1. Petrović S., Laušević M., Ušćumlić G., **Pavićević V.**, Antonović D., Sajc L., Marić M., Rajaković Lj., Stevanović S., Đorđević A., Ćurčin A., Tucović A.: *Laboratorijsko prečišćavanje otpadnih voda iz proizvodnje oktogena*, Zbornik

- radova sa XVIII Simpozijuma o eksplozivnim materijama, Sekcija E, Kupari 1991, 156–162
2. Povrenović D., **Pavićević V.**: *Obrada analitičkih podataka o kvalitetu voda na PC računaru*, Zbornik radova sa Savetovanja Merenja, merni instrumenti, regulaciona tehnika i automatska obrada podataka u vodovodnim i kanalizacionim sistemima, Beograd 1996, 243–249.
 3. Stanojević V., **Pavićević V.**: *Sistem prečišćene vode u farmaceutskoj industriji Hemofarm*, Zbornik radova sa VIII Jugoslovenskog simpozijuma Hemija i zaštita životne sredine, Vrnjačka Banja 1998, 317–319.
 4. Stanojević V., **Pavićević V.**: *Linija vode za injekcije u farmaceutskoj industriji Hemofarm*, Zbornik radova sa VI Savetovanja hemičara i tehnologa Republike Srpske, Banja Luka 1998, 120–122.
 5. **Pavićević V.**, Povrenović D.: *Akcidenti u industriji plemenitih metala u severnoj Rumuniji*, Zbornik radova sa Prve konferencije o upravljanju zaštitom životne i radne sredine u crnoj i obojenoj metalurgiji i metaloprerađivačkoj industriji Metallum I - ISO 14000, Tara 2001
 6. **Pavićević V.**, Povrenović D.: *Cijanidi (CN⁻) u životnoj sredini*, Zbornik radova sa IV Jugoslovenskog simpozijuma Hemija i zaštita životne sredine, Zrenjanin 2001, 235–238.
 7. Kamberović Ž., **Pavićević V.**, Sinadinović D.: *Primena tiouree za dobijanje plemenitih metala*, Zbornik radova sa IV Jugoslovenskog simpozijuma Hemija i zaštita životne sredine, Zrenjanin 2001, 385–388.
 8. **Pavićević V.**, Antonović D., Sovrlić M.: *Sanacija izliva materija zagađenih PCB*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije ELECRTA II – ISO 14000 (Upravljanje zaštitom životne sredine u elektroprivredi), Tara 2002, 356–360.
 9. **Pavićević V.**, Antonović D., Sovrlić M.: *Bioremedijacija medija zagađenih PCB*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Tara 2002, 419–423.
 10. Kostadinović S., **Pavićević V.**: *Prečišćavanje industrijskih otpadnih voda u proizvodnji belih limova*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Budva 2003, 43–49.
 11. Nadeždić M., **Pavićević V.**: *Industrijski izvori zagađenja voda kao osnova za definisanje programa monitoringa opasnih i štetnih supstanci*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Budva 2003, 173–178.
 12. Sovrlić M., **Pavićević V.**, Zafirović S.: *Pregled zakonske regulative o upravljanju čvrstim otpadom u Evropskoj uniji*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Budva 2003, 255–260.
 13. Radišić M., Marjanović M., Avdalović D., Ristić M., **Pavićević V.**, *Ispitivanje procednih voda sanitarne deponije u Batajnic*", Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Budva 2003, 315–320.
 14. Antonović D., **Pavićević V.**: *PCB u životnoj sredini*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Budva 2003, 377–383.
 15. **Pavićević V.**, Antonović D., Sovrlić M.: *Hemijska dehlorinacija kao remedijaciona tehnologija za otpad zagađen polihlorovanim bifenilima (PCB)*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Budva 2003, 417–422.

16. **Pavićević V.**, Antonović D., Sovrlić M., *Solvent Extraction Technology for PCB-Contaminated Soils*, Proceedings of the II Regional Symposium Chemistry and the Environment, Kruševac 2003, 325–326.
17. **Pavićević V.**, Antonović D., Sovrlić M., Stamenović M., *Pranje zemljišta kao remedijaciona tehnologija za otpad zagađen polihlorovanim bifenilima (PCB)*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Zlatibor 2004, 264–268.
18. Dutina S., Ranković S., Golubović D., **Pavićević V.**: *Minimizacija opasnog otpada u HIP –Petrohemija Pančevo*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Zlatibor 2004, 293–297.
19. **Pavićević V.**, Antonović D., Stamenović M.: *Termička desorpcija kao remedijaciona tehnologija za otpad zagađen polihlorovanim bifenilima (PCB)*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Zlatibor 2005, 284–287.
20. **Pavićević V.**, Stamenović M.: *Unapređenje upravljanja otpadom u Srbiji*, Zbornik radova sa VI Simpozijuma Savremene tehnologije i privredni razvoj, Leskovac 2005, 597–607.
21. Nadeždić M., **Pavićević V.**: *Vanredni monitoring u slučaju havarijskog zagađenja voda*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Subotica 2006, 113–117.
22. **Pavićević V.**, Stamenović M.: *Nacionalni program zaštite životne sredine Srbije u oblasti upravljanja otpadom*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Subotica 2006, 354–357.
23. Mehandžić D., Perović G., **Pavićević V.**: *Ekspanzija u ambalažnoj industriji, otpadne PET boce – otpad ili resurs*, Zbornik radova sa XII Međunarodnog simpozijuma iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike, Zlatibor 2006, 177–179.
24. **Pavićević V.**, Ristić M., Stamenović M.: *" Niskotemperaturni tretman infektivnog medicinskog otpada vlažnom toplotom*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Kruševac 2007, 304–308.
25. **Pavićević V.**, Stamenović M.: *Nacionalni program zaštite životne sredine Srbije u oblasti kvaliteta voda i vodnih resursa*, Zbornik radova sa VII Simpozijuma sa međunarodnim učešćem Savremene tehnologije i privredni razvoj, Leskovac 2007, 130–139.
26. **Pavićević V.**, Ristić M., Stamenović M.: *Niskotemperaturni tretman infektivnog medicinskog otpada suvom toplotom*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Vršac 2008, 321–325.
27. **Pavićević V.**, Ristić M., Stamenović M.: *Upravljanje infektivnim medicinskim otpadom*, Zbornik radova sa V simpozijuma Hemija i zaštita životne sredine – Envirotara, Tara 2008, 260–261.
28. **Pavićević V.**, Ristić M., Stamenović M.: *Tretman infektivnog medicinskog otpada bez spaljivanja*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Zlatibor 2009, 356–360.
29. Nadeždić M., **Pavićević V.**: *Monitoring kvaliteta površinskih i podzemnih voda na demonstracionim farmama*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Subotica 2010, 37–41.
30. Šerović R., **Pavićević V.**: *Nova zakonska regulativa o upravljanju otpadom u Republici Srbiji*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Subotica 2010, 279–285.

31. **Pavićević V.**, Sovrlić M., Stamenović M.: *Unapređeno upravljanje čvrstim otpadom – regionalne sanitarne deponije*, Zbornik radova sa II Konferencije Održivi razvoj i klimatske promene (SustainNis), Niš 2010, 91–97.
32. Radosavljević D., **Pavićević V.**: *Obrazovanje za održivi razvo*", Zbornik radova sa II Konferencije Održivi razvoj i klimatske promene (SustainNis), Niš 2010, 123–127.
33. **Pavićević V.**, R. Šerović V., Sovrlić M.: *Regionalne sanitarne deponije u Srbiji*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Niška Banja 2011, 209–214.
34. Mehandžić D., Veljković Lj., Jezdić B., Božić V., **Pavićević V.**: *Infrastrukturni projekti u zaštiti životne sredine*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Niška Banja 2011, 236–240.
35. Milojević S., Milisavljević S., Marković M., **Pavićević V.**, Simić M., Ristić M.: *Uticaj lokaliteta, nadmorske visine i parametara procesa na prinos, sastav i kinetiku hisdrodestilacije etarskog ulja ploda kleke*, Zbornik radova sa IX Simpozijuma Savremene tehnologije i privredni razvoj sa međunarodnim učešćem, Leskovac 2011, 72.
36. Pokimica N., Jezdić B., Veljković Lj., Mehandžić D., Božić V., **Pavićević V.**: *Unapređenje infrastrukture u oblasti zaštite životne sredine*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Čačak 2012, 3–8.
37. Živković M., Popović A., **Pavićević V.**: *Uspostavljanje centra za upravljanje životnom sredinom (EMC) u Srbij*", Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Čačak 2012, 9–14.
38. Šerović R., Ljumović D., **Pavićević V.**, *Upravljanje posebnim tokovima opasnog otpada*, Međunarodna konferencija Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Čačak 2012, 255–261.
39. Radosavljević D., **Pavićević V.**, Čoporda Mastilović T.: *Uloga menadžmenta u celulozno–papiirnoj industriji*, Zbornik radova sa XVIII Međunarodnog simpozijuma iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike, Zlatibor 2012, 103–107.
40. Radosavljević D., **Pavićević V.**, Stamenović M., Stojković I.: *Finansiranje infrastrukturnih projekata upravljanja otpadom – uslov za održivi razvoj*, Zbornik radova sa VII Simpozijuma Reciklažne tehnologije i održivi razvoj, Soko Banja 2012, 146–152.
41. Dimić I., **Pavićević V.**, Petrović J., Jovanović O., Stamenović M.: *Mogućnost iskorišćenja čvrstog otpad kroz proces kompostiranja u Srbiji*, Zbornik radova sa VII Simpozijuma Reciklažne tehnologije i održivi razvoj, Soko Banja 2012, 236–243.
42. Stamenović M., Ljubić D., Brkić D., Stjelja Ž., **Pavićević V.**: *Studijski program Reciklažne tehnologije u Visokoj školi strukovnih studija Beogradska politehnika*, Zbornik radova sa VII Simpozijuma Reciklažne tehnologije i održivi razvoj, Soko Banja 2012, 520–525.
43. Milojević S., Radosavljević K., **Pavićević V.**: *Bezotpadna tehnologija prerade ploda kleke kao resurs ekoturizma*, Zbornik radova sa VII naučnog skupa sa međunarodnim učešćem Turizam: izazovi i mogućnosti, Beograd – Trebinje 2012, 550–557.
44. Povrenović D., Knežević M., **Pavićević V.**: *Karakteristike i tretman industrijskih otpadnih voda*", Zbornik radova sa Konferencije Kvalitet vode u sistemima vodovoda i vode u industriji, Beograd 2012, 109–114.

45. **Pavićević V.**, Milićević S., Knežević M., Povrenović D.: *Vrednovanje projekata prečišćavanja komunalnih i industrijskih otpadnih voda*, Zbornik radova sa Konferencije Kvalitet vode u sistemima vodovoda i vode u industriji, Beograd 2012, 115–124.
46. Knežević M., **Pavićević V.**, Povrenović D.: *Uklanjanje azotnih jedinjenja iz industrijskih otpadnih voda*, Zbornik radova sa Konferencije Kvalitet vode u sistemima vodovoda i vode u industriji, Beograd 2012, 125–132.
47. Milićević S., Milošević V., **Pavićević V.**, Povrenović D.: *Uticaj pH sredine na adsorpciju jona bakra iz rudničkih otpadnih voda*, Zbornik radova sa Konferencije Kvalitet vode u sistemima vodovoda i vode u industriji, Beograd 2012, 149–154.
48. Milićević S., Milošević V., **Pavićević V.**, Vučinić D., Povrenović D.: *Hidrofobizacija različitih tipova aluminosilikata za primenu u prečišćavanju industrijskih otpadnih voda*, Zbornik radova sa Konferencije Kvalitet vode u sistemima vodovoda i vode u industriji, Beograd 2012, 155–162.
49. Bogdanović G., Stanković V., Antić D., Milanović Z., **Pavićević V.**: *Rudničke vode iz rudnika RTB Bor*, Zbornik radova sa Konferencije Kvalitet vode u sistemima vodovoda i vode u industriji, Beograd 2012, 163–166.
50. Šerović R., **Pavićević V.**: *Načela upravljanja posebnim tokovima opasnog otpada*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Subotica 2013, 201–207.
51. Zgonjanin A., **Pavićević V.**: *Upravljanje posebnim tokom jestivih otpadnih ulja*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Subotica 2013, 243–246.
52. Milošević A., Stanković M., **Pavićević V.**: *Unapređeno primarno razdvajanje otpada u domaćinstvima*, Zbornik radova sa XIX Međunarodnog simpozijuma iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike, Univerzitet u Beogradu, Zlatibor 2013, 127–131.
53. Brkić D., Božić A., Stamenović M., Drmanić S., **Pavićević V.**: *Osnovne metode reciklaže PVC otpada*, Zbornik radova sa VIII Simpozijuma Reciklažne tehnologije i održivi razvoj, Borsko jezero 2013, 53–60.
54. Stamenović M., Brkić D., **Pavićević V.**, Petrović J., Putić S.: *Upravljanje otpadom u termoelektranama "Nikola Tesla" u Obrenovcu*, Zbornik radova sa VIII Simpozijuma Reciklažne tehnologije i održivi razvoj, Borsko jezero 2013, 89–94.
55. **Pavićević V.**, Radosavljević D., Stamenović M., Radović B., Kluz I.: *Izazovi upravljanja vodnim resursima u održivom razvoju Republike Srbije*, Zbornik radova sa X Simpozijuma Savremene tehnologije i razvoj, Leskovac 2013, 105–113.
56. **Pavićević V.**, Stamenović M., Radosavljević D., Radović B., Kluz I.: *Vrednovanje infrastrukturnih projekata upravljanja otpadom u Republici Srbiji*, Zbornik radova sa II Naučno–stručnog skupa Inženjerstvo i integracije u oblasti kvaliteta, bezbednosti i zdravlja na radu i zaštite životne sredine (Politehnika 2013), Beograd 2013, 527–533.
57. Laušević R., Popović A., **Pavićević V.**: *Monitoring tokova otpada u Srbiji*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Zlatibor 2014, 129–133.
58. Zgonjanin A., **Pavićević V.**: *Upravljanju čađu kao opasnim otpadom*, Zbornik radova sa Međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Zlatibor 2014, 129–133.
59. Žujović Z., Radosavljević D., **Pavićević V.**: *Potencijali kompostiranja u Srbiji*, Zbornik radova sa IX Simpozijuma Reciklažne tehnologije i održivi razvoj, Zaječar 2014, 224–229.

60. Maksić P., Radosavljević D., Brkić D., **Pavićević V.**, Putić S., Stamenović M.: *Zeleni dizajn – značaj primene eko–tehnoloških inovacija u dizajnerskoj praksi*, Zbornik radova sa IX Simpozijuma Reciklažne tehnologije i održivi razvoj, Zaječar 2014, 396–402.
61. Radosavljević D., **Pavićević V.**, Stamenović M., Đurović B.: *Kriterijumi zaštite životne sredine za infrastrukturne projekte –uslov održivog razvoja*, Zbornik radova sa IX Simpozijuma Reciklažne tehnologije i održivi razvoj, Zaječar 2014, 441–445.

M66 – Uređivanje zbornika saopštenja skupa nacionalnog značaja

1. Sekcija Opasan otpad, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Budva, (2003), ISBN 86-82931-07-9, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo (www.utvsi.com)
2. Sekcija Opasan otpad, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Zlatibor, (2004), ISBN 86-82931-10-9, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo (www.utvsi.com)
3. Sekcija Opasan otpad, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Zlatibor, (2005), ISBN 86-82931-12-5, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo (www.utvsi.com)
4. Sekcija Opasan otpad, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Subotica, (2006), ISBN 86-82931-17-6, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo (www.utvsi.com)
5. Sekcija Opasan otpad, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Kruševac, (2007), ISBN 978-82931-20-1, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo (www.utvsi.com)
6. Sekcija Opasan otpad, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Vršac, (2008), ISBN 978-82931-24-9, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo (www.utvsi.com)
7. Sekcija Opasan otpad, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Zlatibor, (2009), ISBN 978-86-82931-28-7, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo (www.utvsi.com)
8. Sekcija Opasan otpad, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Subotica, (2010), ISBN 978-86-82931-34-8, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo (www.utvsi.com)
9. Sekcija Opasan otpad, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Niška Banja, (2011), ISBN 978-86-82931-38-6, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo
10. Sekcija Opasan otpad, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Čačak, (2012), ISBN 978-86-82931-49-2, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo (www.utvsi.com)
11. Sekcija Opasan otpad, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Subotica, (2013), ISBN 978-86-82931-57-7, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo (www.utvsi.com)
12. Sekcija Opasan otpad, Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Zlatibor, (2014), ISBN 978-86-82931-61-4, druženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo (www.utvsi.com)

M70 – MAGISTARSKA I DOKTORSKE TEZE

“Termodinamika sistema $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-NaH}_2\text{PO}_4\text{-H}_2\text{O}$ ”, oblast hemijska termodinamika, mentor dr Rozalija Ninković, red.prof., Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 15.7.1994.

1.3 Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i navedenih rezultata u okviru naučno-istraživačke aktivnosti, mr Vladimir Pavićević, dipl. inž. tehnologije je pokazao sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom, što znači da je ispunio potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Kleka (*Juniperus communis* L.) iz roda Cupressaceae prirodno raste najviše u sledećim oblastima Srbije: na Kosovu i Metohiji (planine Šara, Mokra gora, Rogozna i Kopaonik), u okolini Užica, Bajine Bašte, Priboja i Prijepolja [1]. To je malo stubasto drvo ili četinarski zimzeleni žbun. Njeni plodovi su bobice, kojima treba dve godine da sazru. Zrele bobice se beru u jesen i suše u hladu (da se izbegne gubitak etarskog ulja) za dalje korišćenje. Plod kleke se koristi u tradicionalnoj medicini za ublažavanje bolova, upalu bešike i nadutost. Preradom zrelih plodova kleke (*Fructus Juniperi*) mogu se dobiti: etarsko ulje, ekstrakti, vodene smeše, alkoholne smeše, aromatizovani napici, prirodni alkoholni destilat karakterističnog mirisa i ukusa, đubrivo organskog porekla i/ili briketi. Etarsko ulje kleke je najvažniji bioaktivan sastojak, koji ima široku primenu i visoku komercijalnu vrednost zbog značajnog antibakterijskog i antivirusnog dejstva. Koristi se u medicini, prehrambenoj, kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji i veterini [1, 2].

Etarsko ulje iz ploda kleke obično se dobija hidrodestilacijom (HD) [3–9]. Ovaj metod je jednostavan, bezbedan za izvođenje, ne zagađuje životnu sredinu i njime se proizvodi etarsko ulje visokog kvaliteta, pa se najviše koristi i u laboratorijskim istraživanjima i u industrijskoj proizvodnji [3, 8, 9]. Radni uslovi utiču i na prinos i na sastav, kao i na brzinu procesa. Interesantno je da nema mnogo objavljenih radova o kinetici destilacije ulja kleke, kao ni o uticaju brzine hidrodestilacije na prinos, sastav i fizičke osobine ulja kleke. Ovo je verovatno posledica činjenice da proizvođači ulja kleke koriste tradicionalne tehnologije i pridaju malo ili nimalo značaja optimizaciji procesa. Sastav ulja kleke i fizičko-hemijske osobine određuju način njegove upotrebe, dok su saznanja o prinosu ulja i kinetičkom modelu ekstrakcije važni za tehnološku i ekonomsku analizu HD. Modelovanjem kinetike HD doprinosi se ne samo osnovnom razumevanju procesa, već i njegovoj boljoj kontroli i većoj efikasnosti.

Tokom poslednje decenije klasična HD je unapređena uvođenjem tehnike mikrotalasnog zračenja za zagrevanje vodene suspenzije biljnog materijala. Ovaj metod je zasnovan na kapacitetu jedinjenja da prime miktotalasnu energiju kada su izloženi mikrotalasnom zračenju. Hidrodestilacija pomoću mikrotalasa (MAHD) je široko korišćena za izdvajanje etarskog ulja iz raznih biljnih materijala [10–17]. Ipak, ova moderna tehnika izdvajanja još nije primenjena za izdvajanje etarskog ulja iz ploda kleke. Kinetika konvencionalne HD je ekstenzivno proučavana, a literatura na ovu temu je nedavno pregledno prikazana [9]. Na drugoj strani, kinetika za MAHD je retko proučavana [14–17]. Do sada su korišćeni samo model kinetike prvog reda kod izdvajanja etarskog ulja lista ruzmarina [14] i semena morača [15]. Takođe, još nema objavljenih istraživanja u kojima se poredе različiti

kinetički modeli za HD i MAHD, tako da je jedan od ciljeva ove disertacije ispitivanje kinetike izdvajanja etarskog ulja ploda kleke pomoću MAHD, tj. razvijanje kinetičkog modela za MAHD i njegovo poređenje sa modelima za HD, pre svega dvoparametarskim modelom Milojevića i sar. [8] i troparametarskim fenomenološkim modelom Sovove i Aleksovskog [18], koji su potvrđeni za plod kleke [8] i ostale biljne materijale [9, 19, 20]. Ova ispitivanja će se vršiti različitim brzinama zagrevanja (destilacije). Dodatno će se uporediti hemijski sastavi etarskog ulja ploda kleke dobijenog pomoću dve tehnike pri različitim brzinama destilacije.

Sledeći cilj rada je ispitivanje uticaja načina pripreme ploda kleke za HD, o čemu nema dostupne literature. Uporediće se mlevenje samo osušenog ploda kleke (suvi postupak) sa mlevenjem istog u vodi (mokri postupak) za različita vremena mlevenja. Utvrdiće se uticaj na prinos, kinetiku i sastav izdvojenog etarskog ulja .

Fizički model zasnovan na istovremenim (simultanim) procesima ispiranja i difuzije etarskog ulja iz biljnog materijala pokazao se najbolje za opisivanje kinetike konvencionalne HD. U početnom, kratkom periodu dominira sledeće: etarsko ulje koje se nalazi u ćelijama sa razorenim zidom se brzo izdvaja tj. ispira („brza” hidrodestilacija), dok etarsko ulje iz nerazorenih ćelija polako prolazi tj. difunduje prema spoljnoj površini biljnih čestica („spora” hidrodestilacija), odakle se izdvaja vodenom parom. Uočljivo je mnogo manje izdvajanje tokom „spore“ faze, što upućuje na zaključak da se u tom periodu mnogo energije troši za izdvajanje malo etarskog ulja, odnosno na potrebu detaljne diferencijalne analize utroška energije. Sa tehno-ekonomskog aspekta, neophodno je odrediti optimalno vreme do koga ima smisla voditi proces, odnosno posle koga se nepotrebno i neopravdano umanjuje do tada ostvaren prihod, trošeći više na zagrevanje nego što se dobija vrednošću izdvojenog etarskog ulja. Prema tome, naredni cilj je razvijanje matematičkog modela koji će na osnovu razmatranja tehno-ekonomskih pokazatelja (cena ploda kleke, energije, etarskog ulja, radne snage i sl.) brzo i pouzdano pomoću navedenih kinetičkih modela odrediti optimalno vreme trajanja HD.

Poznato je da je tečni ostatak prilikom HD odlična osnova za spravljanje bezalkoholnih i alkoholnih napitaka (klekin destilat koji nije „klekovača“ koja se dobije aromatizovanjem šljivovice ili vinskog detilata plodovima kleke) zbog velikog sadržaja šećera. Plod kleke ima veći sadržaj šećera od bilo kog voća, čak i preko 30 % masenih, što je maskirano drugim sastojcima koji mu daju opor i gorak ukus [1, 2, 21]. Nažalost, on se u Srbiji veoma malo koristi za komercijalnu proizvodnju. Otpadni tok iz proizvodnje klekinog destilata je džibra sa malo fino suspendovanih čestica koje su biorazgradive, pa ne predstavljaju zagađenje za životnu sredinu. Čvrsti ostatak pri HD (kome se može pridodati osušeni pomenuti otpadni tok destilacije tečnog ostatka) može se koristiti kao đubrivo, tj. dodatak za gajenje cveća i za organsku proizvodnju povrtarskih kultura, čak i kao dodatak stočnoj hrani. Njegovi briketi potpuno sagorevaju zbog visokog sadržaja smola, imaju visoku toplotnu vrednost, a gasovi i pare, nastali njihovim sagorevanjem imaju prijatan miris i deluju antibakterijski. Zbog toga, jedan od ciljeva disertacije je i određivanje antioksidativne i antimikrobne aktivnosti, kako tečnog, tako i čvrstog ostatka HD (o tome nema dostupnih literaturnih podataka) da bi se dokazalo da oni nisu otpad već vredne sirovine koje treba da imaju komercijalnu primenu (antioksidativna i antimikrobna aktivnost etarskog ulja ploda kleke su već dobro poznati [22]).

Na osnovu navedenog, očekuje se da će dobijeni rezultati istraživanja pokazati da je prerada ploda kleke, uz unapređenje procesa hidrodestilacije korišćenjem MAHD,

optimizaciju načina pripreme ploda kleke za hidrodestilaciju, optimizaciju utroška energije (vremena trajanja procesa) i komercijalno korišćenje tečnog i čvrstog ostatka, bezotpadna tehnologija, što je i istaknuto naslovom disertacije.

LITERATURA

- [1] Stanković M, Veljković V., Lazić M.: Bioactive products from juniper berries (*Juniperus communis* L.), University of Niš, Faculty of Technology, Leskovac, Serbia, 1994.
- [2] Veljković V., Stanković B.: The Encyclopedia of Food Science and Nutrition, 2nd ed. (Eds: B. Caballero, L. Trugo, P. Finglas), Academic Press. London, 2003, 3098–3107.
- [3] Flórez N., Conde E., Domínguez H.: *Microwave assisted water extraction of plant compounds*, J. Chem. Technol. Biotechnol., 2014, DOI: 10.1002/jctb.4519
- [4] Damjanović B., Skala D., Petrović Đakov D., Baras J.: *A comparison between the oil. hexane extract and supercritical carbon dioxide extract of Juniperus communis L.*, J. Essent. Oil Res., Vol 15, 2003, 91–93.
- [5] Damjanović B., Skala D., Baras J., Petrović Đakov D.: *Isolation of essential oil and supercritical carbon dioxide extract of Juniperus communis L. fruits from Montenegro*, Flavour Fragr. J., Vol 21, 2006, 875–880.
- [6] Butkienė R, Nivinskienė O., Mockutė D.: *Chemical composition of unripe and ripe berry essential oils of Juniper communis L. growing in Vilnius district*, Chemija, Vol 15, 2004, 57–63.
- [7] Chatzopoulou P., Katsiotis S.: *Procedures influencing the yield and the quality of the essential oil from Juniperus communis L. berries*, Pharm. Acta Helv., Vol 70, 1995, 247–253.
- [8] Milojević S., Stojanović T., Palić R., Lazić M., Veljković V.: *Kinetics of distillation of essential oil from comminuted ripe juniper (Juniperus communis L.) berries*, Biochem. Eng. J., Vol 39, 2008, 547–553.
- [9] Milojević S., Radosavljević D., Pavićević V., Pejanović S., Veljković V.: *Modeling the kinetics of essential oil hydrodistillation from plant materials*, Hem. Ind, Vol 67, 2013, 843–859.
- [10] Ferhat M., Meklati B., Chemat F.: *Comparison of different isolation methods of essential oil from Citrus fruits: cold pressing. hydrodistillation and microwave ‘dry’ distillation*, Flavour Fragr. J., Vol 22, 2007, 494–504.
- [11] Günes M., Alma M.: *The effects of microwave irradiation power on the chemical composition of essential oil from the leaves of Turkish bay laurel*, J. Electromagn. Waves Appl., Vol 22, 2008, 2205–2216.
- [12] Tigrine-Kordjani N., Meklatib B., Chemat F.: *Contribution of microwave accelerated distillation in the extraction of the essential oil of Zygophyllum album L.*, Phytochem. Anal., Vol 22, 2011, 1–9.
- [13] Wang H.W., Liu Y.Q., Wei S.L., Yan Z.J. and Lu K., *Comparison of microwave-assisted and conventional hydrodistillation in the extraction of essential oils from mango (Mangifera indica L.) flowers*, Molecules, Vol 15, 2010, 7715–7723.

- [14] Karakaya S., El S., Karagozlu N., Sahin S., Sumnu G., Bayramoglu B.: *Microwave-assisted hydrodistillation of essential oil from rosemary*, J. Food Sci. Technol., Vol 51, 2014, 1056–1065.
- [15] Kapás A., András C., Dobre T., Vass E., Székely G., Stroescu M., Lányi S., Ábrahám B. : *The kinetic of essential oil separation from fennel by microwave assisted hydrodistillation (MAHD)*, Univ. Polytech. Bucharest Sci. Bull. Ser. B, Vol 73, 2011, 113–120.
- [16] Golmakani M., Razaee K.: *Comparison of microwave-assisted hydrodistillation with the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oils from Thymus vulgaris L.*, Food Chem., Vol 109, 2008, 925–930.
- [17] Rezvanpanah S., Rezaei K., Razavi S., Moini S.: *Use of microwave-assisted hydrodistillation to extract the essential oils from Satureja hortensis and Satureja montana*, Food Sci. Technol. Res., Vol , 2008, 311–314.
- [18] Sovová H., Aleksovski S.: *Mathematical model for hydrodistillation of essential oils*, Flavour Fragr. J., Vol 21, 2006, 881–889.
- [19] Stanisavljević I., Stojičević S., Veličković D., Ristić M., Lazić M., Veljković V.: *Kinetics of hydrodistillation and chemical composition of essential oil from cherry laurel (Prunus laurocerasus var. serbica Pančić) leaves*, J. Essent. Oil Res., Vol 22, 2010, 564–567.
- [20] Pornpunyapat J., Chetpattananondh P., Tongurai C.: *Mathematical modeling for extraction of essential oil from Aquilaria crassna by hydrodistillation and quality of agarwood oil*, Bangladesh J. Pharmacol., Vol 6, 2011, 18–24.
- [21] Veljković V., Stanković M., Lazić M., Rutić D.: *Postupak dobijanja alkoholnog destilata iz vodenog ekstrakta ploda kleke*, Patent YU 46, 196, 1993.
- [22] Glišić S., Milojević S., Dimitrijević S., Orlović A., Skala D.: *Antimicrobial activity of the essential oil and different fractions of Juniperus communis L. and a comparison with some commercial antibiotics*, J. Serb. Chem. Soc., Vol 72, No 4, 2007, 311–320.

3. Polazne hipoteze

- HD I MAHD se razlikuju po prinosu, brzini izdvajanja i hemijskom sastavu etarskog ulja ploda kleke.
- Prinos, brzina izdvajanja i hemijski sastav etarskog ulja ploda kleke zavise od porekla ploda kleke i brzine destilacije tj. brzine zagrevanja koja se iskazuje zapreminskim protokom kondenzovane vode.
- Prinos i hemijski sastav etarskog ulja ploda kleke razlikovaće se od objavljenih za plod kleke ubrane na drugim staništima.
- Za istu brzinu destilacije (zagrevanja) proces MAHD će trajati kraće od HD do postizanje ravnoteže, što znači manji prinos, ali i manju utrošenu energiju.
- Pošto se izdvajanje etarskog ulja odigrava istim mehanizmom u obe tehnike, kinetički model za MAHD će biti sličan postojećim modelima razvijenim za HD zasnovanim

na istovremenim procesima ispiranja (brza faza) i difuziji (spora faza) sa različitim vrednostima parametara modela.

- Hemijski sastav etarskog ulja izdvojenog pomoću MAHD i HD neće se bitno razlikovati.
- Ipak, očekuje se nešto povećan relativan sadržaj lako isparljivih sastojaka etarskog ulja pri MAHD u odnosu na HD zbog kraćeg vremena izdvajanja, što može malo povećati komercijalnu vrednost etarskog ulja zato što su lako isparljivi sastojci vredniji.
- Moguće su primetne razlike u prinosu i kinetici kod suvog i mokrog načina pripreme ploda kleke za HD. Očekuje se brže izdvajanje i bolji prinos kod mokrog postupka.
- Moguće su male razlike u prinosu, kinetici i hemijskom sastavu ulja kleke u zavisnosti od dužine mlevenja kod oba načina pripreme.
- Moguće su male razlike u hemijskom sastavu kod suvog i mokrog načina pripreme ploda kleke za HD. Veći relativan sadržaj lako isparljivih sastojaka etarskog ulja očekuje se kod mokrog postupka.
- Kinetički modeli za HD etarskog ulja Milojevića i Sovove moći će da se primene za matematički model optimizacije potrošnje energije, tj. vremena trajanja HD.
- Matematički model optimizacije potrošnje energije tj. vremena trajanja HD će pokazati da je optimalno vreme značajno kraće od uobičajenog vremena trajanja HD od 6 sati (koliko – to, naravno, zavisi od tehno–ekonomskih pokazatelja tj. cena u svakom konkretnom slučaju).
- Etarsko ulje dobijeno za optimalno vremene izdvajanja tj. pri optimalnom utrošku energije za zagrevanje imaće, logično, manji prinos zbog kraćeg vremena izdvajanja, ali veću komercijalnu vrednost zbog većeg relativnog sadržaja vrednijih lako isparljivih sastojaka.
- Neizdvojeni deo etarskog ulja neće biti neiskorišćen, jer će povećati značaj i vrednost tečnog i čvrstog ostatka HD u kojima će ostati, tj. proizvoda koji se iz njih mogu dobiti.
- Ispitivanja će pokazati da tečni ostatak HD ima značajnu antioksidativnu i antimikrobnu aktivnost (polarne supstancije dobrim delom ne odlaze sa etarskim uljem već ostaju u vodenoj suspenziji tj. tečnom ostatku).
- Očekivano je da se i u čvrstom ostatku potvrdi antioksidativna i antimikrobna aktivnost.
- Potvrdiće se da je prerada ploda kleke najbolji primer bezotpadne tehnologije, čak i u doslovnom smislu tog pojma.

4. Naučne metode istraživanja

4.1. HD I MAHD

Kod HD plodovi kleke (300 g) će biti destilisani sa vodom (900 mL) na atmosferskom pritisku korišćenjem Clevenger aparature dok ne prestane izdvajanje etarskog ulja. Ovaj odnos (1 : 3) ploda kleke i vode je često primenjivan u industrijskoj proizvodnji etarskog ulja iz ploda kleke. Destilacioni balon je postavljen u električni grejač. Kod MAHD, Clevenger aparatura je postavljena u mikrotalasnu pećnicu (maksimalna snaga 900 W, učestanost 50 Hz). Intenzitet zagrevanja u oba procesa će obezbediti brzinu destilacije od 3, 6 ili 9 mL/min. Zapremina izdvojenog etarskog ulja biće merena tokom destilacije u odabranim vremenskim intervalima što će omogućiti određivanje prinosa i podataka potrebnih za kinetički model. Sakupljeno etarsko ulje će, posle sušenja i dehidratacije anhidrovanim natrijum-sulfatom, biti sipano u vijale i čuvano u frižideru na 4 °C do analize hemijskog sastava gasnom hromatografijom i masenom spektrometrijom.

1.1. GC/FID i GC/MS

Za određivanje sastava etarskog ulja gasnom hromatografijom biće korišćen Agilent Technologies gasni hromatograf, model 7890A za GC/FID. Procentni izveštaji, dobijeni kao rezultat standardne obrade hromatograma, koristiće se kao osnova za kvantifikaciju. Kvantifikacija se radi metodom normalizacije, prema preporuci iz standarda ISO 8897:2010. Takođe će se koristiti gasna hromatografija/masena spektrometrija (GC/MS). Sastojci će biti identifikovani poređenjem njihovih masenih spektara sa odgovarajućim bazama podataka, Wiley275 i NIST/NBS, korišćenjem različitih načina pretrage. Eksperimentalne vrednosti za retenciona vremena odrediće se korišćenjem kalibrisanog programa Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System software (AMDIS ver.2.64), poređiće se sa onima iz dostupne literature i biće korišćene su kao dodatno sredstvo da potvrde MS nalaze.

4.3. Kinetički model

Kinetički parametri biće određeni na osnovu jednačina kinetičkih modela za koje je dobijeno najbolje slaganje modela sa eksperimentalnim podacima, pomoću nelinearne regresije metodom najmanjih kvadrata. Računarski program koristi algoritam Levenberg-Marquardt, koji kombinuje metod Gauss-Newton i metod najbržeg opadanja (steepest descent method) za podešavanje vrednosti parametara u iterativnoj proceduri. Srednje relativno odstupanje u procentima između predviđenih i ostvarenih vrednosti biće kriterijum za procenu stepena slaganja svakog modela sa eksperimentalnim podacima.

4.4. Antioksidativna aktivnost

Za određivanje antioksidativnog kapaciteta koriste se enzimске i neenzimske metode. Od neenzimskih metoda koristiće se indirektnе metode DPPH, ABTS i „hvatanje OH radikala”.

2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH) je stabilan slobodni radikal koji ima jedan nespareni valentni elektron na jednom atomu azotovog mosta. "Gašenje" DPPH radikala je osnova vrlo popularne antioksidativne „DPPH metode”. Reakcioni mehanizam između antioksidanata i DPPH[•] zavisi od same strukturi antioksidanata. Neka jedinjenja vrlo brzo reaguju s DPPH[•] smanjujući broj radikala za količinu jednaku njihovom broju slobodnih hidroksilnih grupa, dok većina jedinjenja reaguje sporije i mehanizmi tih reakcija su znatno složeniji. Antioksidativna sposobnost je mera otpuštanja vodonika iz molekule antioksidanta, odnosno sposobnosti vezivanja radikala na nju. DPPH test se zasniva na

ispitivanju sposobnosti antioksidanata (obično biljnih ekstrakata) da neutrališu DPPH[•] radikale. Pri tome se prati transformacija ljubičasto obojenog, stabilnog, azot-centriranog DPPH[•] radikala (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) u redukovanu, žuto obojenu formu DPPH-H. Antiradikalska aktivnost (IC₅₀), definisana kao neophodna količina antioksidanta da redukuje početnu koncentraciju DPPH[•] za 50 %. Na osnovu dobijenih rezultata za postotak inhibicije DPPH radikala crta se dijagram procenat inhibicije DPPH radikala u funkciji koncentracije antioksidanta iz kojeg se grafičkim putem određuje IC₅₀.

ABTS test zasniva se na oksidaciji ABTS-a (2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonil) diamonijumova so) pomoću kalijum-persulfata pri čemu nastaje zeleno-plavi ABTS radikal katjon (ABTS^{•+}). Ovaj radikal katjon će se redukovati pomoću antioksidanata koji će dati H atom ABTS katjon radikalu. Redukcijom ABTS^{•+} vratiće se u bezbojni ABTS oblik. Kao i kod DPPH metode i kod ovog postupka se na identičan način crtaju dijagrami zavisnosti procenta inhibicije od koncentracije antioksidansa i grafičkim putem se određuje vrijednost IC₅₀ koji se porede sa referentnim supstancama. Antioksidativna aktivnost se vrlo često opisuje TEAC vrijednošću (trolox ekvivalent antioksidativne aktivnosti od eng. Trolox equivalent antioxidant activity). Ova vrednost je definisana kao koncentracija rastvora, u vodi rastvorljivog analoga vitamina E, (Troloxa, 6-hidroksi-2,5,6,7,8-tetrametilkroman-2 karbonska kiselina) izražena u mmol/L, koji ima ekvivalentnu antioksidativnu aktivnosti kao i 1 mmol/L rastvora ispitivanog antioksidanta. Da bi se odredio ovaj ekvivalent, crta se baždarni pravac: apsorpcija u funkciji koncentracije troloxa. Koristeći baždarni pravac očitava se koncentracija troloxa koja odgovara apsorpciji ispitivanog antioksidanta (uzorka). Nakon toga se preračuna antioksidativni kapacitet na početnu masu uzorka. Rezultati se predstavljaju kao mmol TE (trolox)/g uzorka (što predstavlja trolox ekvivalent).

Princip metode „hvatanja OH radikala” zasniva se na kvantitativnoj degradaciji 2-deoksiriboze u malondialdehid, koji se pri zagrevanju kondenzuje sa tiobarbiturnom kiselinom stvarajući ružičasti kompleks. Merenja se vrše na spektrofotometru pri talasnoj dužini od 532 nm. Rezultati se izražavaju kao navedeni trolox ekvivalenti.

4.5. Antimikrobna aktivnost

Mikrodilucionom metodom kvantitativno se određuje antimikrobna aktivnost hemijskih agenasa i proizvoda. Izvodi se u mikrotitarskim pločama (sa 96 bunarčića) u kojima se serijskim razblaženjima ispitivanog uzorka dodaje ista zapremina mikrobnih suspenzija, koje su podešene na isti stepen gustine („colony forming units”). Kao indikator bakterijskog rasta dodaje se trifeniltetrazolijumhlorid (tako da u bazenima bude najviše 0,17 %), koji se u prisustvu bakterijskih reduktaza prevodi u obojeni oblik. Rast gljivica detektuje se stvaranjem kolonija na dnu bunarčića. Rezultati se očitavaju nakon inkubacije – 24 sata za bakterije na 37°C i 48 do 72 sata za gljivice na 32 °C. Najmanja koncentracija ispitivanog uzorka pri kojoj ne dolazi do promene boje medijuma (bakterije) odnosno stvaranja kolonija na dnu bunarčića (gljivice) označava se kao minimalna inhibitorna koncentracija. Presejavanjem sadržaja iz bunarčića u kojima nema vidljivog rasta mikroba može se utvrditi i minimalna mikrobicidna aktivnost. Presejavanje se vrši u čiste, odgovarajuće hranljive podloge (sa eventualnim dodatkom indikatora rasta) i ponovo inkubira – inhibitorna i mikrobicidna aktivnost mogu, ali ne moraju biti identične. Za ova određivanja upotrebljavaće se sledeće bakterije i gljivice:

Staphylococcus aureus (G+) – 2 soja, *Enterococcus faecalis* (G+) – 2 soja, *Bacillus cereus* (G+), *Lysteria monocytogenes* (G+), *Salmonella enteritidis* (G-), *Shigella sonnei* (G-), *Yersinia enterocolitica* (G-), *Proteus hauseri*(G-), *Pseudomonas aeruginosa*(G-), *Escherichia*

coli (G-), *Escherichia coli* H7O157 (enterohemoragična), *Candida albicans* – 2 soja, *Cryptococcus neoformans*.

5. Očekivani naučni doprinos

- Razvijen kinetički model za MAHD etarskog ulja ploda kleke
- Poređenje HD i MAHD po prinosu, brzini izdvajanja i hemijskom sastavu etarskog ulja ploda kleke
- Određen uticaj načina pripreme ploda kleka kod HD na prinos, brzinu izdvajanja i hemijski sastav izdvojenog etarskog ulja
- Razvijen matematički model za optimizaciju potrošnje energije tj. vremena trajanja HD i MAHD (očekuje se značajno povećana energetska efikasnost procesa, što je u skladu sa načelom održivog razvoja)
- Potvrđena antioksidativna i antimikrobna aktivnost tečnog i čvrstog ostatka kod HD i MAHD etarskog ulja ploda kleke

Na osnovu navedenog, moguće je značajno tehnološko i ekonomsko unapređenje komercijalnih industrijskih procesa izdvajanja etarskog ulja ploda kleke i njihovo tehnološko i ekonomsko zaokruživanje preradom tečnog i čvrstog ostatka, kao odličan primer bezotpadne tehnologije. Naravno, ova unapređenja su primenjiva i za preradu mnogih drugih biljnih materijala kojima Srbija obiluje.

4. Plan istraživanja i struktura rada

- Priprema ploda kleke biće urađena suvim i mokrim postupkom sa tri vremena mlevenja.
- Obaviće se niz planiranih eksperimenata HD i MAHD etarskog ulja iz ploda kleke sa različitih lokacija i za tri brzine destilacije (zagrevanja).
- Biće određeni prinosi i kinetički podaci na osnovu eksperimentalnih podataka.
- GC/FID i GC/MS analizom biće određen hemijski sastav izdvojenog etarskog ulja.
- Biće određena antioksidativna i antimikrobna aktivnost tečnog i čvrstog ostatka HD.
- Biće razvijen kinetički model za MAHD.
- Biće upoređeni prinosi, kinetika izdvajanja i hemijski sastavi etarskog ulja za HD i MAHD.
- Biće upoređeni prinosi, kinetika izdvajanja i hemijski sastav etarskog ulja za HD u zavisnosti od načina i dužine pripreme ploda kleke.
- Biće razvijen matematički model optimizacije potrošnje energije tj. vremena trajanja HD i MAHD.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetih podataka Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije mr Vladimira Pavićevića „Bezotpadna tehnologija prerade ploda kleke (*Juniperus communis* L.)“ naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da je prihvati. Za mentora se predlaže dr Dragan Povrenović, vanredni profesor ovog fakulteta. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Hemija i hemijska tehnologija (uža naučna oblast Inženejerstvo zaštite životne sredine) za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

Beograd, 17.10.2014.

ČLANOVI KOMISIJE

Dr Dragan Povrenović, van. prof.
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Slobodan Petrović, red. prof.
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Mirjana Ristić, red. prof.
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Vlada Veljković, red. prof.
Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet u Leskovcu