

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ  
ФАКУЛТЕТ  
35/653  
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
(Назив већа научне области и коме се захтев упућује)

09.01.2017.  
(Датум)

## ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

**„Фракциона хидродестилација и ректификација етарског уља плода клеке (*Juniperus communis L.*)“**  
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

**МИЉАНА (Светомир) МАРКОВИЋ, мастер инж. технологије**

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао основно образовање: **Универзитет у Приштини, Факултет техничких наука.**

3. Година дипломирања: 2010.

4. Назив и седиште факултета на коме је стекао мастер образовање: **Универзитет у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, Факултет техничких наука у Косовској Митровици.**

5. Година одбране мастер рада: 2011.

Обавештавамо Вас да је **Наставно-научно веће**, на седници одржаној **29.12.2016. године** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

---

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације
3. Подаци о ментору.

## ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Миљану Марковић

Име и презиме ментора: Др Невенка Бошковић Враголовић

Звање: Редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Bošković–Vragolović N.**, Garić–Grulović R., Grbavčić Ž., Wall-to-liquid mass transfer in fluidized beds and vertical transport of inert particles, J.Serb.Chem.Soc., 72 (11), 2007, 1103–1113. ISSN 0352-5139, IF 2007= 0.536
2. Garić-Grulović R. V., Grbavčić Ž. B., **Bošković-Vragolović N.**, Arsenijević Z. Lj., Mass transfer in vertical liquid–solids flow of coarse particles, Powder Technology, 189 (1), 2009, pp. 130–136. ISSN 0032-5910, IF 2009= 1.745
3. **Bošković-Vragolović N.**, Garić-Grulović R, Pjanović R, Grbavčić Ž, Mass transfer and fluid flow visualization for single cylinder by the adsorption method, International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 59, April 2013, pp. 155–160. ISSN 0017-9310, IF 2013= 2.522
4. Jaćimovski D, Garić-Grulović R, Grbavčić Ž, **Bošković Vragolović N**, Analogy between momentum and heat transfer in liquid–solid fluidized beds, Powder Technology, 274, 2015, pp. 213–216. ISSN 0032-5910, IF 2014= 2.349
5. Jaćimovski, D., Garić-Grulović, R., Vučetić, N., Pjanović, R., **Bošković-Vragolović, N.**, Mass transfer and concentration boundary layer in a particulate fluidized bed. Powder Technology, 303, 2016, pp. 68-75. ISSN: 0032-5910 IF 2015 = 2.759

### Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

- А)** У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничкотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.
- Б)** У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)
- В)** У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.
- Г)** У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 19.12.2016.

М.П.

---

Проф. др Ђорђе Јанаковић

ДП

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 40. Статута ТМФ-а и чл. 32. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 29.12.2016. године, донета је

### О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата  
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације МИЉАНИ МАРКОВИЋ, мастер инж. технологије, под називом: „Фракциона хидродестилација и ректификација етарског уља плода клеке (*Juniperus communis* L.)“.

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

За ментора се одређује др Невенка Бошковић Враголовић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

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

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

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

**Predmet:** Podobnost teme i kandidata Miljane Marković, master inž. tehnologije, za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta broj 35/468 od 29.09.2016. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Miljane Marković, za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme pod nazivom „FRAKCIONA HIDRODESTILACIJA I REKTIFIKACIJA ETARSKOG ULJA PLODA KLEKE (*Juniperus communis* L.)“.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

**REFERAT**

**1. Podaci o kandidatu**

**1.1 Biografski podaci**

Miljana Marković je rođena 12.03.1986. godine u Beogradu. Osnovne akademske studije, kao i Diplomatske akademske studije je završila na Fakultetu tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici Univerziteta u Prištini, smer Inženjerstvo zaštite životne sredine, sa prosečnom ocenom 7,42 odnosno 8,90 respektivno. Doktorske akademske studije je upisala na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu na studijskom programu hemijsko inženjerstvo 2011. godine i ispite položila sa prosečnom ocenom 9,17.

Od marta 2012. je angažovana kao asistent na Fakultetu tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici, Univerzitet u Prištini, na sledećim predmetima: Mehaničke operacije, Operacije prenosa toplote i mase, Uvod u hemijsko inženjerstvo, Osnovi reaktorskog inženjerstva, Projektovanje procesa u hemijskoj industriji, Osnovi bioprocenog inženjerstva.

**1.2 Stečeno naučno istraživačko iskustvo**

Miljana Marković je položila sve ispite predviđene planom i programom na doktorskim studijama i to:

| Predmet                                                                 | Ocena | ESPB |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| 1. Analogije fenomena prenosa                                           | 9     | 5    |
| 2. Hemijska kinetika                                                    | 7     | 5    |
| 3. Odabrana poglavlja matematičke analize                               | 8     | 5    |
| 4. Visi kurs termodinamike                                              | 10    | 5    |
| 5. Specijalna poglavlja prenosa mase                                    | 10    | 4    |
| 6. Specijalna poglavlja prenosa toplote                                 | 10    | 4    |
| 7. Višefazni sistemi                                                    | 10    | 5    |
| 8. Odabrana poglavlja instrumentalne analize                            | 8     | 7    |
| 9. Odabrana poglavlja projektovanja procesa u biohemijskom inženjerstvu | 10    | 5    |
| 10. Fazne ravnoteže u višekomponentnim sistemima                        | 8     | 4    |
| 11. Zelena hemija                                                       | 10    | 4    |
| 12. Engleski jezik                                                      | 10    | -    |

Završni ispit pod naslovom "Izdvajanje čistih komponenata iz etarskog ulja kleke (*Juniperus communis* L.) tehnikom frakcione hidrodestilacije i rektifikacije" odbranila je sa ocnom 10 pred komisijom u sastavu dr Nevenka Bošković Vragolović, dr Srđan Pejanović i dr Rada Pjanović.

Objavljeni naučni radovi i saopštenja kandidata:

**M21 Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu**

1. V. Pavićević, **M. Marković**, S. Milojević, M. Ristić, D. Povrenović, V. Veljković, *Microwave-assisted hydrodistillation of juniper berry essential oil: kinetic modeling and chemical composition*, Journal of Chemical Technology and Biotechnology, Accepted manuscript online: 23 jan. 2015, DOI: 10.1002/jctb.4653

**M23 Rad u međunarodnom časopisu**

1. D. Minić, M. Kolarević, D. Manasijević, V. Ćosović, D. Živković, N. Talijan and **M. Marković**, *Characterization of alloys and liquidus projections of ternary Bi–Sb–Sn system*, High Temperature Materials and Processes, (IF(2010)=0,333) M23, Materials Science, Multidisciplinary (199/225)ISSN0334-6455, DOI 10.1515/HTMP.2011.124
2. V. Pavicević, M. Radović, S. Milojević, **M. Marković**, M. Ristić, D. Povrenović, *Influence of hydrodistillation rate and hydromodule on chemical composition of Juniperus communis L. essential oil*, Hemijska industrija, january 2016, DOI: 10.2298/HEMIND151119011P

**M33 Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini**

1. S. Milojević, B. Đorđević, **M. Marković**, M. Ristić, D. Pilčević, M. Radović, V. Pavićević, *Characterization of juniper berry (Juniperus Communis L.) essential oil from Siarinskazupa region*, 13th International Conference "Research and development in mechanical industry" RaDMI 2013, Vol.2, pp 875-881, 12-15 septemer, Kopaonik, Serbia, M33
3. V. Pavićević, J. Radovanović, **M. Marković**, S. Milojević, M. Ristić, M. Mitić, D. Pilčević, *Characterization of of juniper berry (Juniperus Communis L.) essential oil from Rogozna mountain*, 14th International Conference "Research and development in mechanical industry" RaDMI 2014, Vol 2, pp 904-912, 18-21 septemer, Topola, Serbia, M33
4. M. Premović, D. Minić, **M. Marković**, *Microstructure, hardness and electric conductivity alloy of ternary Ag-Sb-Zn system*, The 43rd International October Conferenc on Mining and Metallurgy, October 2011, Kladovo (Serbia), 726-729. ISBN 978-86-80987-87-3
5. D. Minić, Z. Petrović, M. Premović, **M. Marković**, *Alloy characterization and liquidus surface definition of ternary Bi-Cu-In system*, The Seventh Triennial International Conference – Heavy machinery HM 2011, Vrnjačka Banja (Serbia), (2011) pp 23-28. ISBN 978-86-82631-58-3
6. D. Minić, M. Kolarević, M. Premović, **M. Marković**, *Thermodynamic calculation of the Bi-In-Sb phase diagram*, The Seventh Triennial International Conference – Heavy machinery HM 2011, Vrnjačka Banja (Serbia), 43-47. ISBN 978-86-82631-58-3

### 1.3 Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i rezultata tokom doktorskih studija Miljana Marković je pokazala izuzetnu posvećenost i posebno izraženu sklonost ka eksperimentalnom radu. Posедуje potrebnu zrelost u donošenju zaključaka pri rešavanju konkretnih problema i pitanja, a time pokazuje veliku sposobnost za bavljenje naučno istraživačkim radom. Do sada je kao koautor objavila tri rada u međunarodnim časopisima od kojih su dva vezana za temu doktorske disertacije i više saopštenja na naučnim skupovima što ukazuje da kandidat ispunjava uslove za rad na predloženoj temi.

## 2. Predmet i cilj istraživanja

Danas se različite industrije okreću alternativnim, prirodnim i ekološki prihvatljivijim resursima u potrazi za novim antibioticima, antioksidantima i ostalim zaštitnim agensima. Mogućnosti korišćenja etarskih ulja u te svrhe, kao i njihova biološka aktivnost poznata je od davnina, dok sam način dejstva nije u potpunosti razjašnjen. Biološka aktivnost ulja se može porediti sa dejstvom sintetičkih farmaceutskih preparata i trebalo bi je ispitati na isti način [1,2]. Varijabilnost u sastavu etarskih ulja je uticala da se farmaceutska industrija radije opredeljuje za sintetičke ili polusintetičke preparate. Njihov interes je usmeren, uglavnom, na izolovanje aktivnih supstanci iz biljnog materijala, kako bi se one kasnije sintetisale i napravili sintetički analozi [3].

Pri proizvodnji etarskih ulja najbitnije je ostvariti što veći prinos i što bolji kvalitet proizvoda. Na prinos i sastav ulja kleke, pored porekla kleke utiču i faktori kao što su zemljište i klima u kojoj su biljke uzgajane [4,5], proces mlevenja [6,7] i upotrebljene tehnike dobijanja ulja [7-9].

Ulje kleke je u bobicama prisutno obično u malim količinama i neophodno je primeniti posebne tehnike radi dobijanja visokih prinosa ulja, a neke od primenjivanih su: hidrodestilacija [4,6], ekstrakcija nadkritičnim CO<sub>2</sub> [7,8,10,11] ekstrakcija organskim rastvaračima [8], istovremena destilacija i ekstrakcija [6]. Ipak etarsko ulje kleke najčešće se dobija hidrodestilacijom (HD). Hidrodestilacija kleke ne samo da daje ulje visokog kvaliteta, već je i relativno jednostavna i bezbedna tehnika u poređenju sa ostalim tehnikama ekstrakcije.

Alternativne metode, koje koriste mikrotalase, razvijene su kako bi se skratilo vremene trajanja procesa, smanjila potrošnja rastvarača i poboljšao kvalitet izolovanog ulja [12-14]. Mikrotalasno zagrevanje nudi efikasnije zagrevanje, brži prenos energije efikasniju kontrolu procesa [13]. Otkriveno je takođe da se primenom mikrotalasa kao načina zagrevanja dobijaju etarska ulja sa većim udelima oksigenovanih jedinjenja [13,14] u poređenju sa upotrebom konvecionalnog grejanja.

Mikrotalasna hidrodestilacija (MHD) je široko korišćena tehnika za izdvajanje etarskog ulja iz raznih biljnih materijala [15-22] Ova tehnika za izdvajanje se veoma retko primenjuje za izdvajanje etarskog ulja kleke, a u literaturi postoji samo jedan rad [9].

Etarska ulja predstavljaju smeše velikog broja komponenata sa različitim fizičko-hemijskim osobinama, temperaturama ključanja i farmakološkim dejstvom. Ipak u toj smeši postoje grupe komponenata slične po nekim osobinama, npr. polarnosti, na osnovu kojih se mogu kao frakcije razdvojiti od ostalog dela smeše ili od drugih grupa komponenata (frakcija), npr. monoterpeni od seskviterpena i sl. Čiste komponente ili frakcije etarskih ulja imaju daleko veću komercijalnu vrednost, a često i jače farmakološko dejstvo nego celokupna etarska ulja [23]. Kao rezultat toga, postoji težnja istraživača da ispituju kako najefikasnije obaviti separaciju etarskog ulja do čistih komponenata ili njihovih frakcija [6, 24].

## Literatura

- [1] S.M. Colgate, R.J. Molyneux, Bioactive natural products – detection, isolation, and structural determination, CRC Press, 1993.
- [2] K.P. Svoboda, S.G. Deans, Biological activities of essential oils from selected aromatic plants, *Acta Hort.*, Vol. 390, pp. 203-209, 1995.
- [3] D. Kitić, Divlji bosiljak, hemijsko i mikrobiološko ispitivanje, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2006.
- [4] R. Butkienė, O. Nivinskienė, D. Mockutė, Chemical composition of unripe and ripe berry essential oils of *Juniperus communis* L. growing wild in Vilnius district, *Chemija*, Vol.15, Iss.4, pp. 57-63, 2004.
- [5] S. Tasić, N. Kovačević, N. Menković, Z. Samardžić, M. Ristić, Comparative Studies of Juniper berry Oils from Different Regions of Central Balkan, *Acta horticulturae*, Vol.344, pp. 574-577, 1993.
- [6] P.S. Chatzopoulou, S.T. Katsiotis, Procedures influencing the yield and the quality of the essential oil from *juniperus communis* L. berries, *Pharmaceutica Acta Helvetiae* Vol.70, Iss.3, pp. 247-253, 1995.
- [7] B. Damjanović-Vratnica, D. Skala, J. Baras, D. Petrović-Đakov, Isolation of essential oil and supercritical carbon dioxide extract of *Juniperus communis* L. fruits from Montenegro, *Flavour and Fragrance Journal*, Vol. 21, Iss. 6, pp. 875-880, 2006.
- [8] B. Damjanović-Vratnica, D. Skala, J. Baras, D. Petrović-Đakov, A comparison Between the Oil, Hexane Extract and Supercritical Carbon Dioxide Extract of *Juniperus communis* L., *Journal of Essential oil Research*, Vol. 15, pp. 90-92, 2003.
- [9] Pavicević VP, Marković MS, Milojević SŽ, Ristić MS, Povrenović DS and Veljković VB, Microwave-assisted hydrodistillation of juniper berry essential oil: kinetic modeling and chemical composition, *J Chem Technol Biotechnol* **91**:883-891 (2016).
- [10] B. Barjaktarević, M. Sovilj, Z. Knez, Chemical composition of *Juniperus communis* L. fruits supercritical CO<sub>2</sub> extracts: dependence on pressure and extraction time, *J Agric. Food Chem.*, Vol.53, Iss.7, pp.2630-2636, 2005.
- [11] B. Marongiu, S. Porcedda, A. Piras, G. Sanna, M. Murreddu, R. Loddo, Extraction of *Juniperus communis* L. ssp. *Nana* Willd essential oil by supercritical carbon dioxide, *Flavour and Fragrance Journal*, Vol. 21, Iss. 1, pp. 148-154, 2006.
- [12] Bendahou M., Muselli A., Grignon-Dubois M., Benyoucef M., Desjobert J.M., Bernardini A.F., Costa J. Antimicrobial activity and chemical composition of *Origanum glandulosum* Desf. essential oils and extract obtained by microwave extraction: Comparison with hydrodistillation. *Food Chem.* 2008;106:132–139.
- [13] Lucchesi ME, Chemat F, Smadja J (2004). Solvent- free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: comparison with conventional hydro-distillation. *J. Chromatogr. A* 1043:323- 327.
- [14] Ferhat MA, Meklati BY, Smadja J, Chemat F (2006). An improved microwave Clevenger apparatus for distillation of essential oils from orange peel. *J. Chromatogr. A* 1112:121-126.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.

- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] Golmakani M., Razaei 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.
- [22] 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.
- [23] S.B. Glišić, S.Ž. Milojević, S.I. Dimitrijević, A.M. Orlović, D.U. Skala, Antimicrobial activity of the essential oil and different fractions of *Juniperus communis* L. and a comparison with some commercial antibiotics, *Journal of the Serbian Chemical Society*, Vol. 72, Iss. 4, pp. 311-320, 2007.
- [24] M.Z. Stanković, V.B. Veljković, M.L. Lazić, *Bioaktivni proizvodi iz ploda kleke (*Juniperus communis* L.)*, monografija, Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet u Leskovcu, Leskovac, 1994

Naučni ciljevi ove disertacije su:

- Da se utvrdi uticaj pripreme ploda kleke na brzinu izdvajanja i sastav izdvojenog etarskog ulja poređenjem prinosa etarskog ulja dobijenog iz materijala mlevenog osušenog ploda kleke (suvi postupak) i ploda koji je bubreo pod vodom različito vreme (vlažan postupak) za različito vreme mlevenja;
- Razvoj optimalnog postupka dobijanja etarskog ulja. Optimizacija će biti urađena na osnovu ukupnog i frakcionog prinosa etarskog ulja, kao i sastava dobijenih frakcija. Za postizanje ovog cilja etarsko ulje će biti dobijeno različitim postupcima:
  - Hidrodestilacijom;
  - Mikrotalasnom hidrodestilacijom;
  - Hidrodestilacijom sa rektifikacijom;
  - Mikrotalasnom hidrodestilacijom sa rektifikacijom.
- Da se frakcionom destilacijom u različitim sitemima dobiju što čistije frakcije komponenata etarskog ulja kleke u cilju njihove dalje primene;
- Postavljanje modela za praćenje kinetike izdvajanja etarskog ulja dobijenog različitim postupcima.
- Upoređivanje dobijenih rezultata sa postojećim literaturnim modelima.

### 3. Polazne hipoteze

Pregledom postojeće literature pokazalo se da je najveći broj istraživanja u oblasti dobijanja etarskih ulja sprovedeno klasičnim postupkom hidrodestilacije. Prva hipoteza ovog rada je da će se sprovođenjem frakcione destilacija tj. frakcionisanjem dobijenog proizvoda direktno u postupku hidrodestilacije dobiti proizvodi sa čistijim komponentama spremni za dalju upotrebu. U cilju optimizacije postupka dobijanja etarskog ulja postavljene su dve hipoteze:

dodatkom mikrotalasnog polja utić će se na brzinu izdvajanja etarskog ulja i dodavanjem rektifikacione kolone u sistem trebalo bi da se dobiju čistije frakcije.

Pretpostavka je da se rezultati u svakom od korišćenih sistema mogu modelovati odgovarajućim jednačinama koje prate kinetiku dobijanja etarskog ulja ploda kleke.

#### **4. Naučne metode istraživanja**

##### **HD i MHD, SHDR i SMHDR**

Svi eksperimenti hiodrodestilacije sa različitim modifikacijama i u različitim sredinama biće obavljeni pri odnosu masa materijala i vode (hidromodulu) 1:4 na atmosferskom pritisku korišćenjem Clevenger aparature. Kod postupaka koji će biti sprovedeni sa mikrotalasima, Clevenger aparatura će biti postavljena u mikrotalasno polje. Za izvođenje istovremene HD i rektifikacije, kao i istovremene MHD i rektifikacije koristiće se kolona napunjena pakovanjem NORMAG tip A kao dodatak na destilacioni balon korišćen i u postupcima bez rektifikacije. Intenzitet zagrevanja u sva četiri procesa će obezbediti brzinu destilacije od  $8,5 \pm 0,5 \text{ cm}^3/\text{min}$ . Zapremina izdvojenog etarskog ulja biće merena tokom destilacije u odabranim vremenskim intervalima što će omogućiti određivanje prinosa i podataka potrebnih za kinetiku. Hemijski sastav sakupljenog etarskog ulja će, posle sušenja i dehidratacije anhidrovanim natrijum-sulfatom biti analiziran gasnom hromatografijom i masenom spektrometrijom.

##### **GC/FID i GC/MS**

Za određivanje sastava etarskog ulja gasnom hromatografijom biće korišćen Agilent Technologies gasni hromatograf, model 7890A za GC/FID. Izveštaji o udelima komponenta pojedinih frakcija, dobijeni kao rezultat standardne obrade hromatograma, koristiće se kao osnova za kvantifikaciju. Kvantifikacija će se raditi 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), porediće se sa onima iz dostupne literature i biće korišćene kao dodatno sredstvo da se potvrde MS nalaze.

#### **5. Očekivani naučni doprinos**

- Poređenje obične HD i MHD, kao i u kombinaciji sa rektifikacijom, po prinosu, brzini izdvajanja i hemijskom sastavu etarskog ulja ploda kleke.
- Određen uticaj načina pripreme ploda kleka na prinos, brzinu izdvajanja i hemijski sastav izdvojenog etarskog ulja.
- Poređenje sastava i količina pojedinih frakcija dobijenih običnom HD i MHD, kao i u kombinaciji sa rektifikacijom.

Do sada dobijeni rezultati su objavljivani u međunarodnim časopisima i na naučnim skupovima.

#### **6. Plan istraživanja i struktura rada**

Na osnovu detaljno pregledane literature i do sada urađenih eksperimentalnih ispitivanja postavljen je cilj ove doktorske disertacije. U planu su opsežna eksperimentalna ispitivanja na četiri pomenuta sistema za dobijanje etarskog ulja kleke. Akcenat istraživanja je

na frakcionaciji etarskog ulja dobijenog direktno u postupku hidrodestilacije u cilju dobijanja što čistijih frakcija i njihova karakterizacija. Po izradi eksperimenata izvršiće se obrada dobijenih rezultata.

Predviđa se da će u doktorskoj disertaciji biti obrađena sledeća poglavlja: *Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak, Literatura*

U poglavlju *Uvod* biće opisan predmet istraživanja, naučni značaj problema koji se istražuje, kao i značaja za praktičnu primenu utvrđivanja optimalnog postupaka dobijanja etarskog ulja.

*Teorijski deo* će obuhvatiti prikaz dosadašnjih ispitivanja hidrodestilacije i njihovih modifikacija u cilju dobijanja različitih etarskih ulja.

U *Eksperimentalnom delu* biće dati opisi korišćenih aparatura i eksperimentalnih tehnika.

U delu rada *Rezultati i diskusija* biće data analiza dobijenih rezultata i poređenje sa rezultatima iz literature.

*Zaključak* rada će sadržati najvažnije rezultate ispitivanih i analiziranih sistema.

U *Literaturi* će biti data detaljna lista relevantne literature za tematiku ovog rada.

## **7. Zaključak i predlog**

Na osnovu izloženog, Komisija smatra da kandidat Miljana Marković, master inž. tehnologije ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Takođe, na osnovu iznetih podataka, Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije pod naslovom "FRAKCIONA HIDRODESTILACIJA I REKTIFIKACIJA ETARSKOG ULJA PLODA KLEKE (*Juniperus communis L.*)" naučno utemeljena i da će rezultati ovog rada predstavljati značajan naučni doprinos naučnoj oblasti Tehnološkog inženjerstva, za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, da kandidatu Miljani Marković odobri izradu doktorske disertacije pod pomenutim nazivom. Za mentora se predlaže dr Nevenka Bošković Vragolović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 29.11.2016.

Članovi Komisije:

1. Dr Nevenka Bošković Vragolović, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet
2. Dr Rada Pjanović, vanredni profesor  
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet
3. Dr Vlada Veljković, redovni profesor  
Univerzitet u Nišu, Tehnološko fakultet u Leskovcu
4. Dr Svetomir Milojević, docent  
Univerzitet u Prištini, Tehnički fakultet u Kosovskoj Mitrovici