

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Светолика Максимовића мастер инж. технологије за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 35/104 од 14.04.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Светолика Максимовића мастер инж. технологије за израду докторске дисертације и научне заснованости теме ``ЕКСТРАКЦИЈА ИЗ СМИЉА (*Helichrysum italicum*) И ИМПРЕГНАЦИЈА ЧВРСТИХ НОСАЧА ЕКСТРАКТОМ ПРИМЕНОМ НАТКРИТИЧНОГ УГЉЕНИК(IV)-ОКСИДА``

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Светолик Максимовић је рођен 27.11.1987. године у Ужицу, где је завршио основну и средњу школу. Дипломирао је на Технолошко-металуршком факултету у Београду, студијска група Органска хемијска технологија и полимерно инжењерство, 2010. године са просечном оценом 9.53 и оценом 10 на завршном раду са темом „Хомогено катализована синтеза биодизела на повишеним притисцима и температурама”. Исте године похађао је курс LLL Intensive Course ”Supercritical Fluids – Green Solvents in Chemical Engineering” организован од стране Европске Федерације за Хемијско Инжењерство, који је завршио са оценом А.

Мастер студије на Технолошко-металуршком факултету у Београду, студијска група Хемијско инжењерство, завршио је 2011. године са просечном оценом 9.57 и оценом 10 на завршном-мастер раду са темом “Примена наткритичних флуида код добијања материјала специфичних својстава (микро- и наночестице)”.

Докторске студије, на смеру Хемијско инжењерство, уписао је 2011. године. Испите предвиђене планом и програмом докторских студија положио је са просечном оценом 9.92. Завршни испит на докторским студијама под називом ``Наткритична екстракција из смиља, жалфије и њихове смеше и могућности импрегнације добијених екстраката на различитим материјалима`` положио је 10.10.2013. године.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Светолик Максимовић је од 1.10.2011. године са 12 истраживачких месеци ангажован на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ИИИ45001 под називом ``Наноструктурни функционални и композитни материјали у каталитичким и сорпционим процесима`` на Катедри за органску хемијску технологију Технолошко-металуршког факултета. У звање истраживач приправник изабран је децембра 2012., а у звање истраживач сарадник децембра 2013. године.

Положени испити и остварени бодови у оквиру докторских студија

	Оцена	ЕСПБ
1. Аналогије феномена преноса	10	5
2. Математичка обрада експерименталних података	10	5
3. Виши курс термодинамике	10	5
4. Вишефазни системи	10	5
5. Полимерни биоматеријали	10	4
6. Хемијска кинетика	9	5
7. Зелена хемија	10	4
8. Биокмполитни материјали	10	4
9. Хетерогена катализа	10	4
10. Анализа рада и пројектовање вишефазних хемијских реактора	10	5
11. Неоргански адсорбенти – теоријски основи и примена	10	4
12. Завршни испит	10	30
средња оцена: 9.92		укупно: 80

Објављени научни радови и саопштења

Радови у врхунским међународним часописима M21:

1. **Maksimović S.**, Kesić Ž., Lukić I., Milovanović S., Ristić M., Skala D., Supercritical fluid extraction of curry flowers, sage leaves and their mixture, The Journal of Supercritical Fluids 84 (2013) 173-181 (IF=2.571) ISSN: 0896-8446
2. Lukić I., Kesić Ž., **Maksimović S.**, Zdujić M., Liu H., Krstić J., Skala D., Kinetics of sunflower and used vegetable oil methanolysis catalyzed by CaO·ZnO, Fuel 113 (2013) 367-378 (IF=3.406) ISSN:0016-2361

Радови у међународним часописима M23:

1. Lukić I., Kesić Ž., **Maksimović S.**, Zdujić M., Krstić J., Skala D., Kinetics of heterogeneous methanolysis of sunflower oil with CaO·ZnO catalyst: Influence of different hydrodynamic conditions, Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly, 20 (3) (2014) 425-439 (IF=0.659) ISSN: 2217-7434

Саопштења са међународних скупова штампана у целини М33:

1. **Maksimović S.**, Ivanović J., Skala D., Supercritical Extraction of Essential Oil from Mentha and Mathematical Modelling – the Influence of Plant Particle Size, *Procedia Engineering*, 42 (2012) 1767-1777
2. **Maksimović S.**, Kesić Ž., Lukić I., Ristić M., Skala D., SFE of curry flowers, sage leaves and their mixture, *Proceedings of the Sixth International Symposium on High Pressure Process Technology*, Belgrade, 2013, pp. 298-309

Саопштења са међународних скупова штампана у изводу М34:

1. Lukić I., Kesić Ž., **Maksimović S.**, Zdujić M., Liu H., Skala D., Kinetics of sunflower oil methanolysis catalyzed by CaO·ZnO, *International Symposium on "Catalysis for Clean Energy and Sustainable Chemistry"*, CCESC 2012, Madrid, Spain, June 27-29 2012, abstract USB
2. **Maksimović S.**, Ivanović J., Skala D., Supercritical Extraction of Essential Oil from Mentha and Mathematical Modelling– the Influence of Plant Particle Size, *CHISA 2012*, Prague August 2012
3. **Maksimović S.**, Kesić Ž., Lukić I., Ristić M., Skala D., SFE of curry flowers, sage leaves and their mixture, *Sixth International Symposium on High Pressure Process Technology*, Belgrade September 2013

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу приказа резултата досадашњег рада кандидата и оствареног искуства у оквиру научно-истраживачког рада на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије закључујемо да је Светолик Максимовић, мастер инж. Технологије, показао склоност и способност за бављење научно-истраживачким радом. Такође, из саме предложене теме дисертације, кандидат је до сада објавио један рад у врхунском међународном часопису. На основу свега до сада изложеног Комисија закључује да кандидат испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Флуиди у наткритичном стању сматрају се изузетним растварачима не само због могућности финог подешавања њихове растворне моћи, која је знатно већа у односу на растворну моћ обичних гасова и упоредива са вредностима за течности, него и због специфичних вредности транспортних величина, нижих вредности коефицијената вискозности и виших вредности коефицијената дифузије у поређењу са одговарајућим величинама за класичне, течне раствараче. Такође, у близини критичне тачке, површински напон флуида у наткритичном стању је једнак нули, што додатно чини овакве флуиде идеалним екстрагентом. Густина наткритичних флуида се може мењати малим променама притиска и температуре у наткритичној области.

Екстракција са наткритичним флуидима изузетно је популаран процес, захваљујући својим многобројним предностима у односу на класичне поступке екстракције органским растварачима, дестилацију и пресовање најчешће биљног материјала, у циљу добијања етеричних или масних уља. Овим поступком се добијају екстракти високог квалитета, ослобођени заосталог растварача и деградационих продуката. Међу групама једињења која се на овај начин могу изоловати из биљног материјала доминирају терпени (моно-, сескви-, ди- и тритерпени) и воскови, уколико се екстракција изводи при нижим вредностима притиска (до 20 МПа) и температуре (до 60 °C), док се при њиховим вишим вредностима (данас и до 150 МПа и 120 °C) могу изоловати и друга природна органска једињења попут

флавоноида, алкалоида, полифенола итд. Због ниских вредности критичних температуре и притиска, угљеник(IV)-оксид ($T_c=31.06^\circ\text{C}$, $p_c=7.386\text{ MPa}$) је један од најчешће примењиваних флуида.

Наткритичном угљеник(IV)-оксиду широку примену омогућавају његове повољне карактеристике. Он је чист и применљив за разне процесе и обећавајућа је алтернатива за штетне органске раствараче. Нетоксичан је, незапаљив, хемијски инертан и јефтин. Поред тога што се налази у изобиљу у атмосфери и као такав је лако доступан, угљеник(IV)-оксид се јавља и као нуспроизвод у добијању амонијака, водоника, етанола итд. Обзиром на релативно ниске вредности критичне температуре и критичног притиска, угљеник(IV)-оксид се лако преводи у наткритично стање, а из система се уклања простом декомпресијом. Најзад, употреба наткритичног угљеник(IV)-оксида не мора имати допринос ефекту стаклене баште, јер се током процеса може рецикловати.

Наткритична екстракција етеричних уља из биљних материјала се обично изводи на умереним притиску (9-10 MPa) и температури (40-50 °C). На вишим притисцима се изолују једињења већих молекулских маса. Такође, процес наткритичне екстракције може бити оптимизован додавањем одређене количине косолвента како би се побољшали растварачка моћ и/или селективност наткритичног угљеник(IV)-оксида. Косолвенти који се често користе у ове сврхе су углавном стандардни органски растварачи, као што су етанол и метанол. Међутим, у литератури постоје и подаци који указују на могућност косолвентског дејства секундарних биљних метаболита једне биљне врсте када се наткритична екстракција изводи из смеше две биљне врсте. Дејство косолвента често резултује повећаним приносом екстракције, повећаним садржајем појединачних или група једињења, као и појавом нових компонената које се не могу изоловати помоћу чистог угљеник(IV)-оксида.

Производња импрегнираних материјала, превасходно у фармацеутској индустрији, јавила се услед потребе за стабилизацијом активних компоненти, повећањем њихове растворљивости, њиховом дистрибуцијом до жељеног места у организму као и њиховим контролисаним отпуштањем. Захваљујући претходно наведеним својствима наткритичног угљеник(IV)-оксида, импрегнација у наткритичним условима је у последњих 10 година због својих бројних предности потискује конвенционалне методе. Основне предности импрегнације наткритичним угљеник(IV)-оксидом огледају се у следећем: изводи се на ниским температурама, могуће је импрегнирати чврсту фазу целом запремином, време контакта је знатно краће, употреба токсичних растварача је избегнута, непотребно је додатно сушење импрегнираног материјала, избегнуто је загађење услед предозирања импрегната, потрошња енергије је доста нижа. Употребом наткритичног угљеник(IV)-оксида могуће је успешно импрегнирати разне врсте дрвета биоцидима ради заштите производа од дрвета, односно многе фармацеутски, медицински или козметички активне супстанце је могуће наносити на различите носаче, међу којима предњаче полимери, како природни тако и синтетски. Материјали, као што су кожа, текстил, полимери и др. могу се успешно бојити процесом наткритичне импрегнације. Такође, у многе прехранбене производе је могуће увести супстанце чије дејство изазива продужетак рока трајања. Наткритичном импрегнацијом се успешно производе катализатори наношењем активних састојака на носаче, међу којима предњаче силика гелови, зеолити, молекулска сита и неки полимери.

Смиље (*Helichrysum italicum*) је биљна врста са разноврсним биолошким дејствима, а расте на сувом, стеновитом и песковитом тлу у пределу Медитерана. Позната је употреба смиља за заустављање крвављења из носа и уста, као и за зарастање рана. Одличан је лек против бронхитиса и кашља, делује као седатив, снижава крвни притисак, ниво холестерола у крви, спречава настанак угрушака, ублажава болове и јача цео организам. Због свог регенеративног дејства, користи се и у козметици, нарочито за негу дехидриране и уморне коже. Такође, смиље је веома корисно за уклањање ожиљака, стрија и модрица. У летњим месецима је одлично средство за ублажавање црвенила и опекотина коже оштећене сунчевим зрацима. Смиље је одлично средство за ублажавање грчева, стимулисање и олакшавање лучења жучи, олакшање варења и ублажавање тегоба код упале жучне кесе. Користи се и као

антисептик и инсектицид. У појединим студијама је доказано да и изолати смиља поседују антиоксидативно, антиуапално, антивирусно, антимикробно и антигљивично својство.

У литератури је до сада објављено само неколико научних радова у којима је испитивана екстракција из смиља у наткритичним условима. Показано је да су у наткритичном екстракту смиља најзаступљенији монотерпен α -пинен и сесквитерпени нерол, нерил ацетат, нерил пропаноат и изомери куркумена, селинена и кариофилена. Са друге стране бројни су научни радови у којима су примењивани други поступци екстракције из смиља (*Helichrysum italicum*), као што су хидродестилација и екстракција органским растварачима, међу којима предњаче етанол, метанол и ацетон. Резултати ових истраживања показала су могућност да се поступком хидродестилације добију етерична уља у којима доминирају сесквитерпени, док се екстракцијом органским растварачима могу изоловати једињења из групе флавоноида, флороглуцинола, ацетофенона, пирона, треметона итд., међу којима су најпознатији флороглуцинални α -пиронски арзанол, флавоноиди гнафалин, пиноцембрин и тилрозид и 12-ацетокситреметон.

Имајући у виду да су до данас објављени подаци о наткритичној екстракцији из смиља на нижим притисцима и температурама, као и да нема података о утицају косолвената на процес екстракције из смиља, предмет ове дисертације биће анализа утицаја, пре свега притиска, на састав екстракта смиља, као и анализа утицаја косолвента на кинетику екстракције и састав екстракта. Биће дефинисани оптимални услови за постизање највећих приноса и добијење најквалитетнијих екстраката у погледу садржаја терпена (нижи притисци и температуре) и флавоноида, полифенола и др. (виши притисци и температуре). Такође, биће испитана могућност косолвентског дејства монотерпенима богатог етеричног уља жалфије (*Salvia officinalis*), која се у природи често може наћи у близини смиља, а у циљу изоловања монотерпена из смиља, који се не могу издвојити употребом чистог наткритичног угљеник(IV)-оксида. Са друге стране, као најчешће употребљавани органски растварач за екстракцију из смиља, биће испитан етанол у погледу његовог косолвентског дејства при издвајању флавоноида, полифенола и других нетерпена из смиља.

У научној литератури до данас нема података о импрегнацији чврстих материјала екстрактом смиља у наткритичним условима. У оквиру истраживања која се предлажу овом тезом, као чврсти носачи у процесу импрегнације биће испитани памучна газа и текстил на бази поли(пропилена) у циљу добијања материјала за топикалну примену, као и ксерогелови и филмови полисахарида (кукурузни скроб, хитозан и пектин) и сојин лецитин, а у циљу добијања материјала за примену у фармацеутским формулацијама и дијететским суплементима. Полисахариди са својим активним дејствима у цревном тракту (скроб продужава осећај ситости, хитозан поспешује варење и онемогућава настајање рака дебелог црева, пектин везује холестерол и смањује његов ниво у крви) представљају сјајну подлогу за комбиновање са дејствима екстракта смиља у систему органа за варење. Сојин лецитин, као и пектин, утиче на смањење холестерола у крви, а као ефикасан емулгатор може да послужи и као прекурсор за добијање течних формулација за примену у фармацеутској индустрији.

На основу наведеног, предлажу се следећи циљеви истраживања:

- Оптимизација процеса екстракције из смиља (*Helichrysum italicum*) помоћу наткритичног угљеник(IV)-оксида при нижим вредностима притиска и температуре, најпре без косолвента, а затим уз косолвентско дејство етеричног уља жалфије (*Salvia officinalis*) у циљу добијања екстраката богатих значајним моно- и сесквитерпенима
- Оптимизација процеса екстракције из смиља помоћу наткритичног угљеник(IV)-оксида при вишим вредностима притиска и температуре, најпре без косолвента, а затим уз косолвентско дејство етанола у циљу добијања екстраката богатих значајним флавоноидима и другим природним органским једињењима нетерпенске природе

- Одређивање растворљивости екстракта смиља у наткритичном угљеник(IV)-оксиду у статичким и динамичким условима, при различитим вредностима притиска и температуре
- Синтеза и карактеризација ксерогелова и филмова кукурузног скроба, хитозана и пектина
- Оптимизација процеса импрегнације памучне газе и текстила на бази поли(пропилена) у циљу добијања медицинских материјала за третман рана
- Оптимизација процеса импрегнације полисахардиних ксерогелова и филмова екстрактом смиља у циљу добијања формулација за оралну употребу
- Оптимизација процеса импрегнације сојиног лецитина екстрактом смиља у циљу добијања формулација за оралну употребу
- Развој интегрисаног процеса наткритичне екстракције и импрегнације за импрегнацију екстракта смиља на чврсте носаче.

Литература

- Alessi P., I. Kikic, A. Cortesi, A. Fogar, M. Moneghini, Polydimethylsiloxanes in supercritical solvent impregnation (SSI) of polymers, *Journal of Supercritical Fluids* 27 (2003) 309-315
- Appendino G., M. Ottino, N. Marquez, F. Bianchi, A. Giana, M. Ballero, O. Sterner, B. L. Fiebich, E. Munoz, Arzanol, an Anti-inflammatory and Anti-Hiv-1 Phloroglucinol α -Pyrone from *Helichrysum italicum* ssp. *microphyllum*, *Journal of Natural Products* 70 (2007) 608-612
- Braga M. E. M., M. T. V. Pato, H. S. R. C. Silva, E. I. Ferreira, M. H. Gil, C. M. M. Duarte, H. C. de Sousa, Supercritical solvent impregnation of ophthalmic drugs on chitosan derivatives, *Journal of Supercritical Fluids* 44 (2008) 245–257
- Comin L. M., F. Temelli, M. D. A. Saldaña, Impregnation of flax oil in pregelatinized corn starch using supercritical CO₂, *Journal of Supercritical Fluids* 61 (2012) 221–228
- Dias A. M. A., M. E. M. Braga, I. J. Seabra, P. Ferreira, M. H. Gil, H. C. de Sousa, Development of natural-based wound dressings impregnated with bioactive compounds and using supercritical carbon dioxide, *International Journal of Pharmaceutics* 408 (2011) 9–19
- Gong K., J. A. Darr, I. U. Rehman, Supercritical fluid assisted impregnation of indomethacin into chitosan thermosets for controlled release applications, *International Journal of Pharmaceutics* 315 (2006) 93–98
- Guinoiseau E., V. Lorenzi, A. Luciani, A. Muselli, J. Costa, J. Casanova, L. Berti, Biological properties and resistance reversal effect of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don, *Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education* Vol. 2, Formatex (2013) 1073-1080
- Hussain Y. A., C. S. Grant, Ibuprofen impregnation into submicron polymeric films in supercritical carbon dioxide, *Journal of Supercritical Fluids* 71 (2012) 127–135
- Ivanovic J., M. Ristic, D. Skala, Supercritical CO₂ extraction of *Helichrysum italicum*: Influence of CO₂ density and moisture content of plant material, *Journal of Supercritical Fluids* 57 (2011) 129-136
- Kikic I., F. Vecchione, Supercritical impregnation of polymers, *Current Opinion in Solid State and Materials Science* 7 (2003) 399–405
- Labuschagne P. W., S. G. Kazarian, R. E. Sadiku, Supercritical CO₂ assisted preparation of ibuprofen-loaded PEG–PVP complexes, *J. of Supercritical Fluids* 57 (2011) 190–197
- López-Periago A., A. Argemí, J.M. Andanson, V. Fernández, C.A. García-González, S.G. Kazarian, J. Saurina, C. Domingo, Impregnation of a biocompatible polymer aided by supercritical CO₂: Evaluation of drug stability and drug–matrix interactions, *Journal of Supercritical Fluids* 48 (2009) 56–63
- Lourens A. C. U., A. M. Viljoen, F. R. van Heerden, South African *Helichrysum* species: A review of the traditional uses, biological activity and phytochemistry, *Journal of Ethnopharmacology* 119 (2008) 630-652

- Maksimovic S., Z. Kesic, I. Lukic, S. Milovanovic, M. Ristic, D. Skala, Supercritical fluid extraction of curry flowers, sage leaves and their mixture, *Journal of Supercritical Fluids* 84 (2013) 1-12
- Manna L., M. Banchemo, D. Sola, A. Ferri, S. Ronchetti, S. Sicardi, Impregnation of PVP microparticles with ketoprofen in the presence of supercritical CO₂, *Journal of Supercritical Fluids* 42 (2007) 378–384
- Marongiu B., A. Piras, E. Desogus, S. Porcedda, Analysis of the Volatile Concentrate of the Leaves and Flowers of *Helichrysum italicum* G. Don subsp. *microphyllum* (Willd.) Nyman (*Asteraceae*) by Supercritical Fluid Extraction and Their Essential Oils, *Journal of Essential Oil Research* 15 (2003) 120-126
- Micic V., M. Jotanovic, Z. Lepojevic, V. Aleksic, B. Pejovic, Pressure Influence to Extraction System *Helichrysum italicum* – Supercritical Carbon Dioxide, *Journal of Engineering and Processing Management* 1 (2) (2009) 26-31
- Milovanovic S., J. Ivanovic, M. Pantic, F. Petrovic, I. Zizovic, Supercritical CO₂ Impregnation of Different Polysaccharide-based Polymers with Thymol, *Proceedings of The 6th International Symposium on High Pressure Process Technology*, Belgrade, 2013, 280-284
- Poli F., M. Muzzoli, G. Sacchetti, G. Tassinato, R. Lazzarin, A. Bruni, Antioxidant Activity of Supercritical CO₂ Extracts of *Helichrysum italicum*, *Pharmaceutical Biology* 41 (5) (2003) 379-383
- Rigano D., C. Formisano, F. Senatore, S. Piacente, E. Pagano, R. Capasso, F. Borelli, A. A. Izzo, Intestinal antispasmodic effects of *Helichrysum italicum* (Roth) Don ssp. *italicum* and chemical identification of the active ingredients, *Journal of Ethnopharmacology* 150 (3) (2013) 901-906
- Schinella G. R., H. A. Tournier, S. Manez, P. M. de Buschiazzi, M. Carmen Recio, J. L. Rios, Tiliroside and gnapthaliin inhibit human low density lipoprotein oxidation, *Fitoterapia* 78 (2007) 1-6
- Temtem M., D. Pompeu, G. Jaraquemada, E.J. Cabrita, T. Casimiro, A. Aguiar-Ricardo, Development of PMMA membranes functionalized with hydroxypropyl- β -cyclodextrins for controlled drug delivery using a supercritical CO₂-assisted technology, *International Journal of Pharmaceutics* 376 (2009) 110–115
- Varona S., S. Rodríguez-Rojo, Á. Martín, M. J. Cocero, C. M. M. Duarte, Supercritical impregnation of lavandin (*Lavandula hybrida*) essential oil in modified starch, *Journal of Supercritical Fluids* 58 (2011) 313–319
- Verreck G., A. Decorte, K. Heymans, J. Adriaensen, D. Liu, D. L. Tomasko, A. Arien, J. Peeters, P. Rombaut, G. Van den Mooter, M. E. Brewster, The effect of supercritical CO₂ as a reversible plasticizer and foaming agent on the hot stage extrusion of itraconazole with EC 20 cps, *Journal of Supercritical Fluids* 40 (2007) 153–162
- Viegas D. A., A. Palmeira-de-Oliveira, L. Salgueiro, J. Martinez-de-Oliveira, R. Palmeira-de-Oliveira, *Helichrysum italicum*: From traditional use to scientific data, *Journal of Ethnopharmacology* 151 (2014) 54-65

3. Полазне хипотезе

Планирано је да се у току истраживања докажу следеће полазне хипотезе:

- Постоје услови (притисак и температура) на којима је принос наткритичне екстракције из смиља (*Helichrysum italicum*) највећи и најквалитетнији у погледу садржаја терпена
- Дејством етеричног уља жалфије (*Salvia officinalis*) као косолвента, могуће је из смиља изоловати монотерпене које је немогуће изоловати употребом чистог наткритичног угљеник(IV)-оксида или их је могуће изоловати у мањој мери
- Постоји оптимална количина етеричног уља жалфије (*Salvia officinalis*) као косолвента, при којој је могуће постићи највећи и најквалитетнији принос, у погледу садржаја значајних моно- и сесквитерпена у екстракту

- Применом виших вредности притиска и температуре, могуће је из смиља изоловати једињења из групе флавоноида, полифенола итд. употребом наткритичног угљеник(IV)-оксида
- Постоје услови (притисак и температура) као и оптимална количина етанола као косолвента, при којима је принос екстракције из смиља (*Helichrysum italicum*) највећи и најбогатији у погледу садржаја флавоноида, полифенола и других значајних природних органских једињења нетерпенске природе
- Постоје услови (притисак и температура) на којима је растворљивост екстракта смиља у наткритичном угљеник(IV)-оксиду највећа и на којима је могуће успешно реализовати импрегнацију чврстих носача у статичким и динамичким условима
- Могуће је импрегнисати памучну газу и текстил на бази поли(пропилена) екстрактом смиља у наткритичним условима у циљу добијања медицинских средстава за третман рана
- Могуће је импрегнисати ксерогелове и филмове одређених полисахарида екстрактом смиља у наткритичним условима
- Могуће је импрегнисати сојин лецитин екстрактом смиља у наткритичним условима.

4. Научне методе истраживања

Наткритична екстракција из смиља биће реализована на лабораторијском постројењу за наткритичну екстракцију. Одређивање растворљивости екстракта смиља у наткритичном угљеник(IV)-оксиду и импрегнација чврстих носача екстрактом ће бити реализовани статичком и динамичком методом на следећој опреми: ћелија за рад под високим притисцима са прозорима и камером, и лабораторијско постројење за купловане наткритичну екстракцију и адсорпцију. Импрегнација чврстих носача екстрактом смиља статичком методом биће извршена у ћелији за рад под високим притисцима. Импрегнација чврстих носача екстрактом смиља динамичком методом биће извршена у постројењу за екстракцију и адсорпцију под високим притисцима.

Карактеризација чврстих носача ће бити извршена SEM и BET методама. Хемијски састав наткритичних екстраката смиља биће одређен GC/FID, GC/MS и HPLC методама.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће резултати истраживања у оквиру ове докторске дисертације омогућити:

- Оптимизацију поступка наткритичне екстракције из смиља при нижим притисцима и температурама и при оптималној количини етеричног уља жалфије као косолвента, у циљу постизања највећег и најквалитетнијег приноса у погледу садржаја терпена
- Оптимизацију поступка наткритичне екстракције из смиља при вишим притисцима и температурама и при оптималној количини етанола као косолвента, у циљу постизања највећег и најквалитетнијег приноса у погледу садржаја флавоноида, полифенола и других нетерпена
- Добијање информација о вредностима растворљивости екстракта смиља у наткритичном угљеник(IV)-оксиду у статичким и динамичким условима, при различитим вредностима притиска и температуре
- Оптимизацију поступка импрегнације памучне газе и текстила на бази поли(пропилена) екстрактом смиља у наткритичним условима у циљу добијања медицинских средстава за третман рана, статичким и динамичким путем
- Оптимизацију поступка импрегнације полисахаридних ксерогелова и филмова екстрактом смиља у наткритичним условима

- Оптимизацију поступка импрегнације сојиног лецитина екстрактом смиља у наткритичним условима

6. План истраживања и структура рада

Први део истраживања ће бити посвећен оптимизацији поступака наткритичне екстракције из смиља при нижим и вишим вредностима притиска и температуре, са и без додатка косолвента (етарског уља жалфије и етанола).

Други део истраживања ће бити посвећен одређивању растворљивости екстракта смиља применом статичке и динамичке методе, обзиром на то да успешна импрегнација чврстих носача екстрактом смиља подразумева познавање растворљивости екстракта смиља у наткритичном угљеник(IV)-оксиду.

Након тога следе истраживања у области импрегнације памучне газе и текстила на бази поли(пропилена) екстрактом смиља у наткритичним условима у циљу добијања медицинских средстава за топикалну примену у статичким и динамичким условима са оптимизацијом процесних параметара.

Затим следе истраживања у области синтезе и карактеризације ксерогелова и филмова полисахарида и њихове импрегнације екстрактом смиља у статичким и динамичким условима са оптимизацијом процесних параметара.

На крају следе истраживања у области импрегнације сојиног лецитина екстрактом смиља у наткритичним условима у статичким и динамичким условима са оптимизацијом процесних параметара.

Предвиђено је да се докторска дисертација састоји из следећих поглавља: *Увод*, *Теоријски део*, *Експериментални део*, *Резултати и дискусија*, *Закључак* и *Литература*.

У *уводном делу* ће бити дат осврт на иновативност коју са собом носи употреба наткритичних флуида за екстракцију и импрегнацију са навођењем предности у односу на конвенционалне методе. Укратко ће бити речи о биолошким активностима секундарних метаболита смиља. Биће наведени и циљеви истраживања докторске дисертације. *Теоријски део* ће садржати детаљне описе процеса под високим притисцима који ће се примењивати у истраживањима (наткритична екстракција, одређивање растворљивости екстракта смиља у наткритичном угљеник(IV)-оксиду, екстракција и импрегнација у статичким и динамичким условима). Биће речи и о материјалима који ће се користити као чврсти носачи за импрегнацију екстрактом смиља. Такође, биће приказани и литературни прегледи који се односе на наткритичну екстракцију из смиља и импрегнације у којима фигуришу носачи који ће се користити у овој дисертацији. *Експериментални део* ће се састојати из детаљних описа свих метода и опреме које ће се користити у истраживањима. У поглављу *Резултати и дискусија* ће бити дат приказ добијених резултата наткритичне екстракције при нижим и вишим вредностима притиска и температуре, са и без додатка косолвената, података о растворљивости екстракта смиља у наткритичном угљеник(IV)-оксиду при различитим условима, резултата наткритичне импрегнације памучне газе и поли(пропилена) екстрактом смиља, резултата синтезе, карактеризације и импрегнације полисахаридних ксерогелова и филмова, као и резултата импрегнације сојиног лецитина. *Закључак* ће представљати сумирање добијених резултата уз осврт на њихову иновативност, потенцијалну практичну примену, као и на даље планове. *Литература* ће садржати пописане све радове цитиране у дисертацији, као и радове проистекле из саме дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације кандидата Светолика Максимовића мастер инж., „ЕКСТРАКЦИЈА ИЗ СМИЉА (*Helichrysum*

italicum) И ИМПРЕГНАЦИЈА ЧВРСТИХ НОСАЧА ЕКСТРАКТОМ ПРИМЕНОМ НАТКРИТИЧНОГ УГЉЕНИК(IV)-ОКСИДА“, научно заснована и предлаже Наставно-научном већу да је прихвати. За ментора се предлаже Др Ирена Жижовић, ванредни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа.

У Београду, 25.05.2015.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Ирена Жижовић, ван. проф.
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
Проф. др Слобода Петровић, ред. проф.
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
Др Вања Тадић, Научни саветник
Институт за проучавање лековитог биља „Др
Јосиф Панчић“