

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију:</p> <p>24.03.2017. године, Наставно-научно веће Технолошког факултета Нови Сад, Универзитет у Новом Саду</p> <p>2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>др Зоран Зековић, редовни професор, Фармацеутске технологије, 19.02.2009. године, Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, ментор</p> <p>др Сенка Видовић, доцент, Фармацеутско инжењерство, 05.09.2012. године, Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, председник</p> <p>др Стела Јокић, ванредни професор, Процесно инжењерство, 24.02.2016. године, Прехрамбено-технолошки факултет у Осијеку, члан</p> <p>др Душан Ракић, доцент, Анализа и вероватноћа, 01.10.2012. године, Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, члан</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:</p> <p>Бранимир, Марио, Павлић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава:</p> <p>10.11.1989. године, Нови Сад, Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив</p> <p>Технолошки факултет Нови Сад, Фармацеутско инжењерство, Мастер инжењер технологије</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија</p>

2013. година, Фармацеутско инжењерство

5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:

-

6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:

-

III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Валоризација споредног производа жалфије (*Salvia officinalis* L.) у циљу добијања биоактивних једињења савременим техникама екстракције

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација садржи Кључну документацијску информацију са изводом на српском и енглеском језику. Након тога је проблематика дисертације изложена на 173 стране А4 формата са 42 слике, 32 табеле и 36 прилога систематизованих у 7 целина:

1. Увод (стр. 1-2)
2. Општи део (стр. 3-50, 28 слика, 7 табела)
3. Експериментални део (стр. 51-69, 2 слике, 2 табеле)
4. Резултати и дискусија (стр. 70-129, 12 слика, 27 табела)
5. Закључци (стр. 130-132)
6. Литература (стр. 133-148)
7. Прилози (стр. 149-172, 34 слике, 2 табеле)

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У **Уводном делу** ове докторске дисертације је објашњена потреба за истраживањем изоловања биоактивних једињења из природних извора. Међутим, с обзиром на неадекватно и непотпуно искоришћење природних ресурса који се користе као полазни материјал у производњи, неопходно је пронаћи одрживе и лако обновљиве сировине са великим биоактивним потенцијалом. С тим у вези, предложен је концепт валоризације биљне прашине жалфије која се генерише као споредни производ у фабрикама филтер чаја. Поред необновљивих сировина, указано је и на недостатке постојећих екстракционих технологија у погледу потрошње енергије, времена и ресурса. Објашњена је потреба за применом савремених екстракционих техника које ће смањити потрошњу ресурса у самом процесу производње и истовремено повећати принос и побољшати квалитет финалног производа уз испуњење услова које постављају савремени концепти „зелене“ технологије. У овом делу је такође постављен главни циљ ове дисертације који обухвата валоризацију споредног производа жалфије као сировине за добијање биоактивних једињења савременим техникама екстракције.

У **Општем делу** су приказани публиковани резултати од значаја за област истраживања и размотрене су теоријске основе проблема истраживања у пет потпоглавља. У првом потпоглављу је објашњена таксономија и распрострањеност жалфије, као и преглед биоактивних једињења присутних у жалфији (полифенола и етарског уља), што указује на актуелност истраживања екстраката и производа на бази ове биљне врсте. У следећој целини је указано на повећано пласирање лековитог биља на тржиште у облику филтер чаја, као и на генерисање биљне прашине која настаје као споредни производ током прераде биљног материјала. С обзиром на задржавање биоактивних једињења у биљној прашини и смањења ограничења везаних за пренос масе услед величине честица овог материјала, указано је на могућност његове примене као полазног материјала за екстракцију. Услед свог јединственог и високо-вредног хемијског састава је претпостављено да споредни производ жалфије може да се користи као добра сировина за добијање, како полифенолних, тако и терпеноидних биоактивних једињења. У трећем потпоглављу су објашњени недостаци конвенционалних екстракционих техника и потреба за иновацијама и развојем савремених техника које могу да одговоре на услове и изазове и услове које поставља „зелена“ технологија. Детаљно су описани главни принципи савремених екстракционих техника које су коришћене у експерименталном раду ове дисертације (ултразвучна екстракција, микроталасна екстракција, екстракција водом у субкритичном стању и екстракција суперкритичним угљендиоксидом). Акцент је стављен на објашњење главних феномена и механизма убрзавања екстракције, параметара процеса и описа процесне опреме. Посебна пажња је посвећена потенцијалној примени наведених техника за изоловање различитих класа биоактивних једињења из природних ресурса и добијању екстраката жељеног садржаја подешавањем процесних параметара и оптимизацијом процеса. У четвртном потпоглављу је објашњена потреба за превођење течних екстраката у суве с обзиром на извесне недостатке у погледу стабилности и примене течних форми. С тим у вези је описана техника сушења распршивањем (*spray drying*) која је коришћена за добијање сувих екстраката. Детаљно је описан принцип и апаратура неопходна за сушење, као и главне предности и недостаци ове технике. Поред тога, објашњена је могућност модификације особина сувих екстраката коришћењем атомизера различитих типова (ротациони дискови и дизне под притиском) и подешавањем главних процесних параметара. Дефинисан је и проблем лепљивости као и могућност примене носача у циљу превазилажење овог проблема и унапређења физичко-хемијских особина сувих екстраката. Општи део садржи и потпоглавље које се односи на примену експерименталног дизајна у циљу математичког моделовања и оптимизације процеса. Наглашене су предности примене методе одзивне површине (RSM) у односу на класичне анализе утицаја процесних параметара (један по један фактор) и наведени су најчешће коришћени дизајни експеримената и полиноми који се користе за математичко моделовање.

Шема и ток активности експерименталног плана докторске дисертације су детаљно приказани у **Експерименталном делу**. У овом делу су прецизно објашњени експериментални поступци и јасно су дефинисане, како аналитичке, тако и рачунске методе коришћене за обраду експерименталних података. Поред карактеризације сировине, детаљно су објашњени поступци екстракције (конвенционална, Soxhlet, дестилација воденом паром, мацерација, ултразвучна, микроталасна,

субкритична и суперкритична екстракција) примењени за изоловање полифенолних и терпеноидних једињења. Поред тога, описане су спектрофотометријске и хроматографске технике примењене за хемијску карактеризацију добијених екстраката. У овом делу је објашњена и примена методе одзивне површине у циљу оптимизације екстракционих поступака у циљу добијања течних екстраката најбољих карактеристика. Затим су објашњени поступци добијања течних екстраката на претходно дефинисаним оптималним условима и њихово превођење у суве екстракте применом *spray drying* технике. На крају су објашњене примењене методе за физичку (садржај влаге, хигроскопност, моћ рехидратације, WAI и WSI) и хемијску (садржај полифенола) карактеризацију сувих екстраката, као и одређивање њихове биолошке активности (*in vitro* антиоксидативна и антимикробна активност).

Резултати и дискусија су подељени у пет потпоглавља и прате план истраживања наведен у Пријави теме. Резултате приказане прегледно у табелама и на сликама прати добро организована дискусија која је написана на разумљив начин.

- У потпоглављу **Карактеризација сировине и Ч/Т екстракција** је најпре окарактерисан споредни производ жалфије у погледу садржаја влаге, пепела и етарског уља. Затим је извршена конвенционална екстракција полифенолних једињења варирањем концентрације етанола (0-96%) у екстрагенсу, при осталим константним параметрима екстракције. Оптимална концентрација етанола је одређена на основу највећег приноса екстракције, приноса полифенолних једињења и антиоксидативне активности.

- У потпоглављу **Ултразвучна екстракција** је применом Vox-Behnken експерименталног дизајна испитан утицај температуре (40, 60 и 80°C), времена екстракције (40, 60 и 80 min) и снаге ултразвука (24, 42 и 60 W/L) на принос екстракције укупних фенола и флавоноида. Поред тога урађена је провера адекватности полиномних модела, анализа утицаја процесних параметара и оптимизација процеса применом методе одзивне површине.

- У потпоглављу **Микроталасна екстракција** је примењен исти експериментални дизајн, али је у овом случају испитиван утицај концентрације етанола (40, 60 и 80%), времена екстракције (10, 20 и 30 min) и односа растварач-дрога (20, 30 и 40 mL/g) на принос укупних фенола и флавоноида. И у овом случају су генерисани модели проверени и извршена је оптимизација процеса. Одређена је *in vitro* антиоксидативна активност (способност неутрализације DPPH и O₂⁻ радикала и способност редукције Fe³⁺ јона) у течним екстрактима жалфије добијеним ултразвучном и микроталасном екстракцијом. Поред тога, HPLC методом је одређен садржај главних фенолних киселина у екстрактима добијеним на оптималним условима.

- У потпоглављу **Екстракција субкритичном водом** је примењен Vox-Behnken експериментални дизајн за анализу утицаја температуре (120, 170 и 220°C), времена екстракције (10, 20 и 30 min) и концентрације HCl у екстрагенсу (0, 0,75 и 1,5%) на принос укупних фенола и флавоноида, али и на антиоксидативну активност одређену DPPH, ABTS и тестом редукционе моћи. Добијене регресионе једначине које предвиђају вредности ових одзива у испитиваном експерименталном домену су проверене применом анализе варијансе. Поред тога је извршена и анализа утицаја процесних параметара и оптимизација процеса у циљу добијања максималног приноса полифенолних једињења и повећане антиоксидативне активности.

- У потпоглављу **Екстракција суперкритичним угљендиоксидом** је испитан утицај притиска (100, 200 и 300 bar), температуре (40, 50 и 60°C) и протока CO₂ (0,2, 0,3 и 0,4 kg/h) на укупан принос екстракције. Применом Vox-Behnken експерименталног дизајна је извршена анализа утицаја параметара суперкритичне екстракције на принос екстракције и кинетику процеса. Метода одзивне површине је примењена за оптимизацију процеса. Принос екстракције добијен овом техником је упоређен са приносом добијеним применом конвенционалних техника (дестилација воденом паром и Soxhlet екстракција). Поред тога, извршена је хемијска карактеризација и упоређен је састав суперкритичних и Soxhlet екстраката, као и етарског уља добијеног дестилацијом воденом паром, применом GC-MS и GC-FID методе. Такође, испитан је и утицај параметара суперкритичне екстракције на принос појединачних монотерпена (еукалиптол, камфор, α-тујон, лимонен, α-терпинен и карвакрол) присутних у етарском уљу и липофилним екстрактима споредног производа жалфије.

- У потпоглављу **Spray drying** је извршено добијање сувих екстраката из напојних смеша добијени конвенционалним (мацерација и дестилација воденом паром) и савременим (ултразвучна, микроталасна и екстракција субкритичном водом) екстракционим техникама на претходно

дефинисаним оптималним условима. Прво је извршена карактеризација напојних смеша у погледу приноса екстракције, укупних растворних материја, садржаја укупних фенола и укупних флавоноида. Затим је извршено сушење распршивањем свих екстраката без и са додатком носача (малтодекстрин) при истим условима сушења. Хемијска карактеризација сувих екстраката је извршена у погледу одређивања садржаја укупних фенола, флавоноида и розмаринске киселине, а одређен је и степен презервације ових једињења након сушења. Биолошка активност сувих екстраката је одређена *in vitro* анализом антиоксидативне (DPPH, ABTS и FRAP тестови) и антимикробне активности. Скрининг антимикробне активности је извршен диск-дифузионом методом, док је за одређивање минималне инхибиторне концентрације према одабраним Грампозитивним сојевима примењена микродилуциона метода. У циљу потпуне карактеризације сувих екстраката одређене су следеће физичке особине: садржај влаге, хигроскопност, време рехидратације, WAI и WSI вредности.

Закључци изведени у истоименом поглављу су изведени анализом и дискусијом добијених експерименталних резултата. Главна запажања се односе на анализу утицаја екстракционих параметара на испитиване одзиве, као и на валоризацију споредног производа жалфије за добијање високо-вредних екстраката који могу бити коришћени у фармацеутској, козметичкој и прехранбеној индустрији.

Литература обухвата 158 литературних навода сложених по абecedном реду. Избор литературе је извршен на основу актуелности и значаја за област истраживања којом се бави ова докторска дисертација.

У **Прилогу** су слике и табеле са експерименталним вредностима добијеним током истраживања, а служе као допуна резултатима приказаним у поглављу Резултати и дискусија.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

M21 – рад у врхунском међународном часопису

1. **Pavlić, B.**, Vidović, S., Vladić, J., Radosavljević, R., Cindrić, M., Zeković, Z. (2016). Subcritical water extraction of sage (*Salvia officinalis* L.) by-products – process optimization by response surface methodology. *The Journal of Supercritical Fluids, The Journal of Supercritical fluids*, 116, 36-45.
2. Zeković, Z., Pintać, D., Majkić, T., Vidović, S., Mimica-Dukić, N., Teslić, N., Versari, A., **Pavlić, B.** (2017). Utilization of sage by-products as raw material for antioxidants recovery – Ultrasound versus microwave-assisted extraction. *Industrial Crops and Products*, 99, 49-59.

M34 – саопштење са међународног скупа штампано у изводу

1. **Pavlić, B.**, Vidović, S., Vladić, J., Radosavljević, R., Zeković, Z. Subcritical water extraction of antioxidants from *Salvia officinalis* by-products. 8th International Conference and Exhibition on Nutraceuticals and Functional Foods, Book of Abstract, pp. 174, Wuxi, China, September, 2015.
2. **Pavlić, B.**, Vidović, S., Radosavljević, R., Zeković, Z. (2016). Experimental design in subcritical water extraction – Application and pitfalls, 15th European Meeting on Supercritical Fluids, Book of Abstracts, pp. 127, Essen, Germany, May, 2016.
3. **Pavlić, B.**, Vidović, S., Radosavljević, R., Vladić, J., Zeković, Z. (2016). Traditional versus green extractions in isolation of sage (*Salvia officinalis* L.) essential oil, 15th European Meeting on Supercritical Fluids, Book of Abstracts, pp. 158, Essen, Germany, May, 2016.

4. Pavlić, B., Vidović, S., Radosavljević, R., Zeković, Z. (2016). Sub-critical water extraction – Emerging techniques for natural products processing, International conference on science and technique based on applied and fundamental research, Book of Abstracts, pp. 36, Szeged, Hungary, May, 2016.

5. Pavlić, B., Vidović, S., Vladić, J., Gavarić, A., Lukić, D., Zeković, Z. (2016). Utilization of sage (*Salvia officinalis* L.) herbal dust from filter tea factory for production of spray dried extracts, 4th International ISEKI_Food Conference, Book of Abstracts, pp. 314, Vienna, Austria, July, 2016.

M64 – саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу

1. Pavlić, B., Vidović, S., Vladić, J., Radosavljević, R., Zeković, Z. (2015): Antioksidativna aktivnost ekstrakata žalfije (*Salvia officinalis* L.) dobijenih subkritičnom vodom. 22. Naučno-stručni skup „Proizvodnja i plasman lekovitog, začinskog i aromatičnog bilja“. Bački Petrovac, 09.10.2015. Izvodi radova, 20.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Изоловање биоактивних једињења из природних извора и добијање високо-вредних екстраката захтева примену оптимизованих екстракционих поступака и примену савремених техника. Према томе, главни циљ истраживања ове дисертације био је оптимизација екстракционих поступака за изоловање полифенолних и терпеноидних једињења из споредног производа жалфије. Оптимизација поступака је извршена методом одзивне површине и *spray drying* техником су добијени суви екстракти којима су одређене физичко-хемијске особине и биолошка активност. На основу почетне хипотезе и разматрањем добијених експерименталних података изведени су следећи закључци:

- Екстракција полифенола споредног производа жалфије (SPŽ) је извршена конвенционалном (мацерацијом) и савременим (ултразвучна, микроталасна и екстракција субкритичном водом) екстракционим техникама и закључено је да савремене технике обезбеђују значајно већи принос укупних фенола (UF) и флавоноида (UF1), као и већу антиоксидативну активност.
- Код конвенционалне екстракције је оптимизована концентрација етанола у циљу добијања максималног приноса екстракције (Y), UF и UF1, и установљено је да се коришћењем 60% етанола добија екстракт најбољих карактеристика.
- Ултразвучна (UAE), микроталасна (MAE), екстракција водом у субкритичном стању (SWE) и екстракција суперкритичним CO₂ (SFE) су оптимизоване коришћењем Vox-Behnken експерименталног дизајна и методе одзивне површине. На основу параметара дескриптивне статистике (R^2 и CV) и анализе варијансе (ANOVA) може се закључити да су примењени квадратни полиноми у свим случајевима представљали добру апроксимацију експерименталних резултата.
- Оптимални услови ултразвучне екстракције су били температура од 75,4°C, време екстракције 80 min и снага ултразвука од 42,54 W/L, док су предвиђене вредности UF и UF1 биле 9,876 ± 0,584 g GAE/100 g дроге и 7,052 ± 0,209 g CE/100 g дроге.
- Оптимални услови микроталасне екстракције су били концентрација етанола од 46,2%, време екстракције 18,7 min и однос растварач-дрога 40 mL/g, док су предвиђене вредности UF и UF1 биле 10,105 ± 0,685 g GAE/100 g дроге и 7,802 ± 0,338 g CE/100 g дроге.
- Течни екстракти добијени ултразвучном и микроталасном екстракцијом су показали изузетно високу антиоксидативну активност одређену „хватањем“ DPPH и O₂⁻ радикала и капацитетом редукције Fe³⁺ јона.
- Анализом утицаја параметара на процес екстракције закључено је да температура представља главни параметар у ултразвучној екстракцији, док су концентрација етанола и време екстракције били параметри са главним утицајем у микроталасној екстракцији.
- Оптимални услови екстракције водом у субкритичном стању који предвиђају највећи принос полифенола и највећу антиоксидативну активност су били температура од 201,5°C, време 15,8 min, без додатка HCl у екстрагенс. Предвиђене вредности испитиваних одзива на

овим условима су биле 7,98 g GAE/100 g дроге, 4,93 g CE/100 g дроге, 13,38 µg/mL, 38,34 mM Trolox/100 g дроге и 41,66 µg/mL за UF, UFI и антиоксидативну активност одређену DPPH, ABTS и тестом редукционе моћи.

- Закључено је да екстракција водом у субкритичном стању пружа предности у односу на конвенционалне технике у погледу знатно краћег времена екстракције, као и да температура представља главни параметар овог процеса.
- Екстракција терпеноидних једињења је извршена конвенционалним (Soxhlet екстракција и дестилација воденом паром) и савременим (екстракција суперкритичним CO₂) екстракционим техникама, и упоређен је укупан принос екстракције и садржај терпеноидних једињења у екстрактима.
- Оптимални услови екстракције суперкритичним CO₂ су били притисак 290 bar, температура 55°C и проток CO₂ од 0,4 kg/h, док су предвиђена и експериментално добијена вредност приноса екстракције биле 8,90 и 8,84%.
- Закључено је да сви параметри суперкритичне екстракције значајно утичу на принос, а да се као најдоминантнији издваја утицај притиска. Поред тога, међусобна интеракција параметара је показала значајан утицај на испитивани одзив.
- Хемијском анализом липофилних екстраката је утврђено да су оксидовани монотерпени (α -тујон и камфор), оксидовани сесквитерпени (виридифлорол) и полифенолни дитерпени (епиросманол) доминантна једињења присутна у липофилним екстрактима и етарском уљу SPŽ.
- Квантитативном анализом појединачних монотерпена је закључено да се суперкритичном екстракцијом остварује највећи принос лимонена, карвакрола, α -терпинеола, камфора и α -тујона, док се Soxhlet екстракцијом добија највећи принос еукалиптола. Soxhlet екстракцијом се добија највећи укупан принос екстракције, али је принос терпена релативно мали услед мање селективности. Са друге стране, дестилација воденом паром има велику селективност према терпеноидним једињењима, међутим принос појединачних монотерпена је био већи у екстрактима добијеним суперкритичном екстракцијом.
- Течни екстракти жалфије добијени конвенционалним и савременим екстракционим техникама су *spray drying* техником осушени у циљу превођења у стабилнију форму сувог екстракта.
- Суви екстракти су окарактерисани у погледу хемијског састава (UF и UFI), биолошке активности (антимикробна и антиоксидативна активност) и физичких особина (садржај влаге, хигроскопност, моћ рехидратације, WAI и WSI вредности).
- У погледу испитиваних карактеристика, суви екстракт добијен ултразвучном екстракцијом је показао најбољи баланс физичко-хемијских особина. Екстракти су показали изузетно високу антиоксидативну активност одређену DPPH, FRAP и ABTS тестовима, као и изражену антимикробну активност према одабраним Грам-позитивним бактеријама.
- На основу изведених експеримената се може закључити да се употреба савремених екстракционих техника у комбинацији са сушењем распршивањем може успешно користити за добијање квалитетних сувих екстраката који могу бити инкорпорирани у различите форме производа прехранбене и фармацеутске индустрије. На тај начин је споредни производ жалфије из фабрике чаја валоризован као сировина за добијање високо-вредних биоактивних једињења.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експериментални рад и резултати истраживања приказани у овој докторској дисертацији у потпуности одговарају циљевима постављеним у Пријави теме. Према томе, кандидат Бранимир Павлић је успешно спровео истраживање ове докторске дисертације. Експерименталне резултате приказане систематично, табеларно и графички, прати јасна интерпретација и одговарајућа дискусија. Резултати су упоређени са актуелним резултатим из одговарајуће научне литературе која се бави проблематиком докторске дисертације. Статистичка обрада података, математичко моделовање и оптимизација су извршени на адекватан начин. Сви изнети закључци везани за оптимизацију савремених екстракционих техника и добијање сувих екстраката *spray drying* техником су настали правилним и доследним тумачењем резултата. На основу тога, начин приказа и тумачења резултата истраживања ове дисертације се оцењује позитивно.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Да, докторска дисертација је у потпуности написана у складу са планом и образложењем наведеним у Пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Да, докторска дисертација садржи све битне елементе који су неопходни за радове ове врсте.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Главни допринос науци ове докторске дисертације је у свеобухватности истраживања изоловања биоактивних једињења из природних ресурса применом конвенционалних и савремених екстракционих техника. Анализом утицаја процесних параметара и применом методе одзивне површине одређени су ефекти главних параметара ултразвучне, микроталасне, субкритичне и суперкритичне екстракције на низ одзива (укупан принос екстракције, принос полифенолних једињења и параметри антиоксидативне активности). Компаративном анализом утврђене су предности употребе савремених екстракционих техника у погледу скраћења времена процеса, потрошње растварача, потрошње енергије, као и унапређења квалитета екстраката и приноса главних биоактивних једињења.

Истраживањима је обухваћено и одређивање оптималних вредности процесних параметара за сваку екстракциону технику. На овај начин су генерисани и верификовани математички модели који могу да се користе за предвиђање вредности испитиваних одзива у датом експерименталном дизајну.

Такође, испитан је и процес добијања високо-квалитетних сувих екстраката из напојних смеша добијених на претходно дефинисаним оптималним условима. Сувим екстрактима су даље одређене физичко-хемијске особине и биолошка активност што представља значајан научни резултат у погледу могућности примене екстраката споредног производа жалфије у различим формулацијама фармацеутске, козметичке и прехранбене индустрије.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Недостаци нису уочени у овој докторској дисертације.

X ПРЕДЛОГ:

Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију **маст. инж. Бранимира Павлића**, под насловом **„Валоризација споредног производа жалфије (*Salvia officinalis* L.) у циљу добијања биоактивних једињења савременим техникама екстракције“** и предлаже да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана.

У Новом Саду,
29.03.2017.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

председник

др Сенка Видовић, доцент
Технолошки факултет у Новом Саду

ментор

др Зоран Зековић, редовни професор
Технолошки факултет у Новом Саду

члан

др Стела Јокић, ванредни професор
Прехрамбено-Технолошки факултет Осиек

члан

др Душан Ракић, доцент
Технолошки факултет у Новом Саду