

Факултет Пољопривредни

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

33/2-4.1.

(Број захтева)

29.11.2017.

(Датум)

Веће научних области
биотехничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„Обрада ферментисане pokožице грождја као споредног производа у производњи вина у циљу добијања потенцијалних функционалних додатака за прехранбену индустрију“.

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Прехрамбена технологија

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

1. Милан, Зоран, Стојановић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм): Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет, Одсек за Прехрамбену технологију, група Технологија биљних производа

3. Година завршетка претходног нивоа студија: 2012

4. Година уписа на докторске студије: 2012/2013.

5. Назив студијског програма докторских студија: Прехрамбена технологија

ПОДАЦИ О ПРВОМ МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Малиша Антић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. R. A. Ghariani, I. Gržetić, M. Antić and S.N. Mandić: "Distribution and availability of potentially toxic metals in soil in central area of Belgrade (Serbia) ", *Environ. Chem. Lett.*, **8** (3), 261-269 (2010). (IF 2009 2,109, Engineering, Environmental 12/42)
2. M. Ilić, M. Antić, V. Antić, J. Schwarzbauer, M. Vrvic and B. Jovančičević: Investigation of bioremediation potential of zymogenous bacteria and fungi for crude oil degradation, *Environ. Chem. Lett.*, **9** (1), 133-140 (2011). (IF 2009 2,109, Engineering, Environmental 12/42)
3. V.V. Antić, M.P. Antić, A. Kronimus, K. Oingand J. Schwarzbauer: Quantitative determination of poly(vinylpyrrolidone) by continuous-flow off-line pyrolysis-GC/MS, *J. Anal. Appl. Pyrol.*, **90** (2), 93-99 (2011) (IF 2012 2,560, Spectroscopy 12/43)
4. M. Malićanin, V. Rac, V. Antić, M. Antić, L. M. Palade, P. Kefalas, V. Rakić: Content of Antioxidants, Antioxidant Capacity and Oxidative Stability of Grape Seed Oil Obtained by Ultra Sound Assisted Extraction, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **91** (6), 989-999 (2014). (IF 2012 1,592, Chemistry, Applied 27/71)
5. D. Paunovic, T. S. Knudsen, B. Zlatkovic, M. Antic: Secondary Lipid Oxidation Products of Oil in White Mustard Seeds (*Sinapis albae* semen), *Oxid. Commun.* **36** (3), 669-675 (2013). (IF 2012 0,507, Chemistry, Multidisciplinary 125/148)

ПОДАЦИ О ДРУГОМ МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Зора Дајић Стевановић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Rešetnik, I., Baričević, D., Batır Rusu, D., Carović-Stanko, K., Chatzopoulou, P., **Dajić Stevanović, Z.**, Goncariuc, M., Grdiša, M., Greguraš, D., Ibraliu, A., Jug-Dujaković, M., Krasniqi, E., Liber, Z., Murtić, S., Pećanac, D., Radosavljević, I., Stefkov, G., Stešević, D., Šoštarić, I., Šatović, Z. (2016): Genetic Diversity and Demographic History of Wild and Cultivated/Naturalised Plant Populations: Evidence from Dalmatian Sage (*Salvia officinalis* L., Lamiaceae). *PLoS ONE* 11 (7): 1-23.

2. Stesevic, D., Bozovic, M., Tadic, V., Rancic, D., **Dajic-Stevanovic, Z** (2016): Plant-part anatomy related composition of essential oils and phenolic compounds in *Chaerophyllum coloratum*, a Balkan endemic species. *Flora* 220: 37-51

3. Godjevac, D., Stankovic, M., Novakovic, J., Andjelkovic, M., **Dajic-Stevanovic, Z.**, Petrovic, M., Stankovic, M. (2015): Phenolic Compounds from *Atriplex littoralis* and Their Radiation-Mitigating Activity. *Journal of Natural Products* 78: 2198-2204.

4. Pajić-Lijaković, I., Lević, S., Hadnađev, M., **Dajić-Stevanović, Z.** Radošević, R., Nedović, V., Bugarski, B. (2015): Structural changes of Ca-alginate beads caused by immobilized yeast cell growth. *Biochemical Engineering Journal* 103: 32-38.

5. Stankovic, M., Petrovic, M., Godjevac, D, **Dajic Stevanovic Z.** (2015): Screening inland halophytes from the central Balkan for its antioxidant activity in relation to total phenolic compounds and flavonoids. Are there any prospective medicinal plants? *Journal of Arid Environments* 120: 26-32.

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Пољопривредног факултета

на седници одржаној 29.11.2017. размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милица Петровић

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 33/2-4.1.
Датум: 29.11.2017. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу Закона о високом образовању, члана 34. став 2. Правилника о правилима академских студија другог и трећег степена и члана 44. став 15. Статута Пољопривредног факултета, Наставно-научно веће факултета на седници одржаној 29.11.2017. године, донело је

О Д Л У К У

ПРИХВАТА СЕ извештај о позитивној оцени пријаве теме докторске дисертације коју је поднео **МИЛАН СТОЈАНОВИЋ, дипл. инж.** и одобрава израда дисертације по добијању сагласности од Универзитета под насловом: **«ОБРАДА ФЕРМЕНТИСАНЕ ПОКОЖИЦЕ ГРОЖЂА КАО СПОРЕДНОГ ПРОИЗВОДА У ПРОИЗВОДЊИ ВИНА У ЦИЉУ ДОБИЈАЊА ПОТЕНЦИЈАЛНИХ ФУНКЦИОНАЛНИХ ДОДАТАКА ЗА ПРЕХРАМБЕНУ ИНДУСТРИЈУ».**

За ментора се именује др Малиша Антић, редовни професор.

За другог ментора се именује др Зора Дајић-Стевановић, редовни професор.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Милица Петровић)

Доставити: кандидату, ментору и другом ментору, Институту за прехранбену технологију и биохемију, Студентској служби и архиви.

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**
22.09.2017.

Предмет: Извештај комисије о оцени пријаве докторске дисертације Милана Стојановића

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду бр. 461/8-4.3. од 24. 05. 2017. године, именовани смо у комисију за оцену пријаве докторске дисертације коју је поднео дипл. инж. Милан Стојановић, под насловом:

„Обрада ферментисане покожице грожђа као споредног производа у производњи вина у циљу добијања потенцијалних функционалних састојака за прехранбену индустрију“. На основу увида у садржај пријаве докторске дисертације, подносимо Научно-наставном већу Пољопривредног факултета следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Наслов дисертације

Чланови Комисије предлажу промену наслова докторске дисертације у „Обрада ферментисане покожице грожђа као споредног производа у производњи вина у циљу добијања потенцијалних функционалних додатака за прехранбену индустрију“ и једногласни су у оцени да предложени наслов докторске дисертације одговара програму и научном циљу истраживања.

2. Предмет и програм истраживања

Са наглом модернизацијом начина живота од почетка XXI века, проучавање утицаја састава хране на људско здравље добија све више на значају. Данас се испољава глобални тренд повећања интересовања потрошача за конзумирањем воћа и поврћа, као и хране обogaћене биоактивним једињењима природног порекла и другим додацима са позитивним дејством на људско здравље. Тако обogaћена храна се у савременој литератури означава као функционална храна.

Са друге стране, узимајући у обзир да индустријска прерада сировог биљног материјала води до нагомилавања огромних количина споредних производа и да често превенција њиховог генерисања није могућа, споредне производе који садрже корисна

једињења би пре требало сматрати као ресурсе него као отпад. Према политици Европске уније и САД и бројним истраживачким пројектима о управљању отпадом из прехранбене индустрије, превенција акумулације отпада је најбоља опција, а затим следе поновна употреба и рециклажа, такозвана "хијерархија отпада" (Galanakis, 2015). Ова чињеница води до повећања пажње произвођача на употребу агро-индустријског отпада биљног порекла. У том погледу, грожђе се истиче као изузетан извор биоактивних материја, пре свега полифенолних једињења, са добро познатим антиоксидативним карактером (Teixeira et al., 2014).

У процесу производње вина добијају се велике количине споредних производа (до 30% коришћеног материјала), укључујући чврсти отпад, односно петелке, ферментисану покожицу и семенке грожђа. Биоактивна једињења из ферментисаних покожица грожђа показују интересантне биолошке ефекте, пре свега у превенцији неуродегенеративних болести, кардиоваскуларних поремећаја и канцера. Надаље, са становишта прехранбене индустрије интересантна је употреба ових покожица и као извора биљних влакана, али и пигмената пореклом од антоцијана. Током производње вина, само око 30% ових једињења подлеже екстракцији, док се већи део задржава у покожици као комина (Teixeira et al., 2014; Cruz et al., 2016).

У пракси се након издвајања шире, преостала комина и петелке, које као такве не представљају високо профитабилни отпад, углавном користе за компостирање или се одлажу на отвореним површинама потенцијално узрокујући еколошке проблеме (Rondeau et al., 2013).

У грожђу, највећи удео фенолних једињења нађен је у покожици, а најзаступљенија фенолна једињења су антоцијани и флавоноли. Са друге стране, покожица има саджај воде између 75% и 80% што представља повољне услове за развој микроорганизама и деградацију хемијских једињења (Torres et al., 2010). Такође, покожица садржи и висок садржај ензима, међу којима су групе полифенол оксидазе и пероксидазе највредније пажње. Ови ензими изазивају оксидацију фенолних једињења узрокујући процес тамњења (Gonzales-Barrío et al., 2005). Стога, пре употребе ферментисане покожице у технологији прехранбених производа, она мора бити стабилизована (Torres et al., 2010). Конвективно сушење је метод који се најчешће користи да се спречи хемијска модификација и губитак ових једињења током времена (Tseng and Zhao, 2012).

Природни антиоксиданти добијени из биљака су од значајног интереса као додаци храни или као прехранбени конзерванси. Запажено је да је благотворан утицај многих намирница и пића на људско здравље повезан са антиоксидативном активношћу фенолних једињења, есенцијалних састојака у таквим производима (Cruz et al., 2016).

У том погледу, дехидрисане покожице су интересантне због њихове могуће употребе као додатка у прехранбеној индустрији, обезбеђујући одређену количину фенолних једињења и влакана и у већој или мањој мери арому и боју.

Међутим, сушење има и негативних ефеката јер може изазвати промене у физичким, хемијским и биолошким особинама третираног материјала. Деградација полифенола је везана за комбинацију температуре и времена сушења. Додатно, квалитет

осушене покожице се процењује одређивањем утицаја услова сушења на биоактивни потенцијал (Torres et al., 2010).

Покожице грозђа третиране процесом лиофилизације нису имале висок пад у концентрацији полифенолних једињења (Teixeira Barcia et al., 2015).

Према подацима Европске комисије, Европска унија је водећи произвођач вина. Између 2009. и 2014. године, просечна годишња производња је била 167 милиона хектолитара, што укључује 45% винских регија, 65% производње, 57% светске потрошње и 70% извоза на глобалном нивоу (European Commission, http://ec.europa.eu/agriculture/wine/statistics/index_en.htm).

У Србији, укупна површина под виновом лозом износи око 25 хиљада хектара. Око 76% од укупне површине се користи за производњу грозђа за вино, док се 24% користи за производњу стоног грозђа (Иванишевић и Јакшић, 2014).

Годишња производња грозђа у Србији за 2015. годину износила је 171 хиљаду тона, а вина око 346 хиљада хектолитара (Републички завод за статистику Републике Србије), што Србију сврстава међу 20 највећих произвођача вина у свету (FAO Statistical Yearbook, 2014).

Из свега наведеног можемо закључити да би валоризација и употреба генерисаног отпада у прехранбеној индустрији, пре свега у производњи вина, имала позитиван како социо-економски, тако и еколошки ефекат.

Иако биоактивна својства фенолних једињења, пореклом из отпада прехранбене индустрије, обезбеђују нови комерцијални потенцијал, у исто време је потребно развити адекватне технологије за ефикасну обраду и искоришћавање ових споредних производа без негативног утицаја на структуру и физиолошка својства биоактивних једињења.

Све ово је такође и у складу са Агендом 2030 Уједињених Нација о одрживом развоју (UN "2030 Agenda" for Sustainable Development) и другог од 17 дефинисаних циљева ове агенде који се односи на смањивање броја гладних у свету, безбедност хране, побољшање исхране и промовисање одрживе пољопривредне производње (<http://www.un.org/sustainabledevelopment/>)

3. Научни циљ истраживања

Циљ ове докторске дисертације је да се утврде оптимални услови прераде ферментисане покожице грозђа из отпада винске индустрије, базирани на смањивању губитака антиоксидативног потенцијала полазног материјала, а у циљу развијања потенцијалних прехранбених додатака, како у чврстом стању у виду праха, тако и у течном стању у виду течних дисперзија.

С обзиром да се у научној литератури већ могу пронаћи радови у којима су описани прехранбени додаци у виду праха, у овом раду ће се, поред производа у чврстом стању, представити могућност добијања потенцијалног биоактивног производа у течном

стању, у виду течних дисперзија различитих концентрација, да би се утврдиле разлике у очувању антиоксидативног потенција током прераде.

Током прераде ферментисане покожице, а након сваког процесног корака, пратиће се укупан садржај фенолних једињења, полифенолни профил и антиоксидативна активност узорка са циљем остваривања што потпунијег искоришћења полазног материјала.

Као референтни узорак, користиће се екстракт добијен из праха лиофилизоване покожице грожђа, јер је претходно утврђено да се процесом лиофилизације губи најмање на антиоксидативном капацитету узорка, али због високе цене коштања метод није индустријски примењив.

Крајњи циљ истраживања је да се предложи шема оптимизованог поступка прераде покожице и изврши карактеризација добијених финалних производа и дефинише њихова могућа употреба као функционалних додатака у прехранбеној индустрији. За ову сврху користиће се опсежно истраживање спроведено на Универзитету у Ослу, у коме је измерен антиоксидативни садржај преко 3100 глобално најчешће коришћених намирница, пића, зачина, биљака и додатака исхрани. Изражавање антиоксидативног садржаја преко FRAP вредности у поменутом истраживању отвориће нам могућност да поређењем са FRAP вредностима наших финалних производа установимо где би било оправдано додавати их са циљем обогаћивања самих намирница.

Програмом су обухваћена вишегодишња истраживања којима ће се анализирати могућност прераде отпада винске индустрије у фенолима и биљним влакнима богате компоненте погодне за враћање у ланац прехранбене производње.

Ту се пре свега мисли на добијање концентрованијег производа у виду праха и разблаженијег производа у течном стању у виду фино диспергованих честица покожице грожђа у цитратном пуферу, тачно дефинисаних димензија честица, полифенолног профила, антиоксидативне способности, садржаја влакана и седиментационе вредности.

Овом докторском дисертацијом утврдиће се оптимални услови пре свега екстракције једињења од интереса из анализираних материјала, а потом и оптимални услови саме обраде биљног материјала до финалних производа. Као резултат планира се представљање шеме обраде ферментисане покожице грожђа до финалних производа у чврстом и течном стању, тачно дефинисаних особина. Дата шема би требало да предстаља полазну основу за нове идеје при употреби и другог биљног материјала, посебно отпада из индустрије.

План дисертације подразумева испитивање ефеката обраде биљног материјала, пореклом од грожђа заосталог након производње вина у ваздушно осушене и течане, микронизоване производе, на очување антиоксидативне активности, односно деградације и трансформације једињења од интереса након сваког процесног корака, поређењем са лиофилованим узорком, а са циљем да се отворе нове могућности употребе овог отпадног биљног материјала у ланцу исхране. Закључци утицаја обраде ће бити дефинисани, а могућност примене као додатка прехранбеним производима биће изведена након поређења FRAP вредности са резултатима опсежног истраживања спроведеног на

Универзитету у Ослу¹. У поменутом истраживању измерена је FRAP вредност преко 3100 прехранбених производа и отворена могућност да се простим поређењем види где добијени производи могу повећати антиоксидативну моћ намирнице.

Планира се да се течне дисперзије ферментисане покожице грозђа, које ће садржати 2% и 10% суве материје, добију третманом бланширања, разређивањем у цитратном пуферу, низом хомогенизација и пастеризацијом на крају, да би се постигла 6-децимална редукција циљаног микроорганизма – *Alicyclobacillus acidoterrestris*, и добијени производ био безбедан за примену у прехранбеној индустрији. Сваки од наведених процесних корака ће бити оптимизиран у односу на што мањи губитак фенолних једињења и антиоксидативног потенцијала материјала.

Покожице у прашкастој форми ће се добити сушењем у струји загрејаног ваздуха 50 - 55 °C у трајању од три и по часа) и млевењем.

Величина честица свих добијених производа ће се измерити у лабораторији The Fodder and Dairy Productions Research Centre (CRA-FLC) of Lodi у Италији и биће упоређена са већ постојећим комерцијалним прашкастим производом.

Анализираће се ефекти обраде мерењем укупних фенола Folin Ciocalteu методом, садржаја проантоцијанидина n-butanol/HCl методом, мерењем индивидуалних фенолних једињења најзаступљенијих у покожици грозђа (HPLC) и праћењем *in vitro* способности редукције фери јона (FRAP метода).

Од индивидуалних једињења пратиће се количина: мономерних флаванола (катехин и епикатехин), антоцијана (делфинидин-глукозид, цијанидин-глукозид, петунидин-глукозид, пеонидин-глукозид, малвидин-глукозид, малвидин-паракумароил-глукозид), флавонола (кверцетин, кверцетин-глукозид и кемпферол), као и хидроксиметилфурфурала, јер сушење воћа промовише Мајлардове реакције које се обично процењују мерењем количине насталог хидроксиметилфурфурала.

Сви ови параметри пратиће се у свим фазама обраде биљног материјала.

Леофилизирани узорак ће служити као референтан, за калкулацију очувања антиоксидативног капацитета и појединачних једињења.

Очекује се да осушен производ у виду праха буде знатно богатији антиоксидантима у односу на течне производе, али поред тога, испитаће се и остале технолошке особине добијених производа као што су способност задржавања воде и седиментационо понашање.

Предности употребе сваког од добијених састојака ће бити дискутоване.

Допринос овог научног рада би требало да буде то што не постоје информације у литератури везане за могућност прераде ферментисане покожице грозђа у течни додаток за прехранбену индустрију, а у циљу изостављања енергетски захтевног и временски дугог процеса сушења. Предност течног производа би могла бити и могућност директне замене течног производа са технолошком водом у технологијама које захтевају велике количине воде.

¹ Carlsen Hauger et al., (2010). The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. Nutrition Journal, 9(3). <http://www.nutritionj.com/content/9/1/3>

У ту сврху, бланширање ће се користити за деактивацији ензима из групе полифенол оксидаза и пероксидаза, а пастеризација да се постигне стабилност крајњег производа.

Из тог разлога, ефекти бланширања и пастеризације на очување полифенола и антиоксидативног капацитета биће важне тачке овог истраживања.

4. Основне хипотезе од којих се полази

Хипотезе ове докторске дисертације су :

- да покожица црвеног грожђа представља богат извор полифенолних једињења и биљних влакана
- да се око 70% полифенолних једињења из полазног материјала задржава у комини након одвајања шире за производњу вина
- да се комина заостала из винске производње као споредни производ прехранбене индустрије може вратити назад у ланац исхране
- да би на овај начин обogaћени прехранбени производи били веће биолошке вредности и боље функционалности у односу на исте производе без додавања обрађене покожице (Veljovic et al., 2015)
- да би се финални производ у течном стању могао додавати директно при производњи одређених прехранбених производа као замена дела или чак комплетне количине технолошке воде и на тај начин потенцијално смањили губици у времену и утрошеној енергији у односу на употребу производа у праху који захтева процес сушења

5. Методе и материјал који ће се користити у истраживањима

- Материјал који ће се користити у истраживању

С обзиром да ће се истраживање једним делом спровести у Италији, у истраживачкој групи Вере Лавели на Институту за Прехрамбену технологију, Пољопривредног факултета Универзитета у Милану, основни материјал који ће се користити у истраживању је ферментисана покожица црвеног грожђа сорте Барбера као нуспроизвод из винске индустрије.

Ова сорта је једна од најчешће коришћених винских сорти винове лозе за црвена вина у Италији, с обзиром на висок садржај полифенолних једињења. Такође, Барбера служи и као модел у истраживањима.

Карактерише је добар принос, јака боја, низак садржај танина и висок садржај киселина (Robinson and Harding, 2006).

Поред ферментисане покожице винове лозе сорте Барбера биће анализиране и неке сорте које су карактеристичне за српско поднебље као што су Прокупац и Вранац.

- Обрада ферментисане покожице грозђа и припрема узорака за анализе

Комина црвеног грозђа сорте Барбера ће се набављати из винарије са севера Италије. Још у винарији ће се комина грозђа пропуштати кроз сита величине пора 5 милиметара да би се покожице одвојиле семенки, а издвојене покожице даље замрзнути.

Смрзнуте покожице ће се транспортовати у лабораторију, одмрзавати и обрадити пратећи шему која ће овим докторатом бити предложена, а до које ће се доћи оптимизирањем свих неопходних процесних корака да би се добио хемијски и микробиолошки безбедан производ са становишта прехранбене индустрије.

Једна серија покожица грозђа са садржајем суве материје око 20% ће се подврнути бланширању у струји водене паре да би се инактивисали ензими полифенол оксидазе и пероксидазе. Бланширање ће се изводити у различитим временским интервалима са паром добијеном загревањем воде на 100 °C и наглим хлађењем у делу до амбијенталне температуре.

Након бланширања, узорци ће бити разређени са 8.0 mmol калијум цитратним пуфером, рН вредности 3.0, у размери 1:10 до садржаја суве материје од 2% односно 1:2 до садржаја суве материје од 10%. Користиће се пуфер за разблаживање рН вредности 3.0 зато што је стабилност антоцијана највећа управо при овој рН вредности (Reyes and Cisneros-Zevallos, 2007).

На овај начин ће се постоћи и лакше уситњавање и хомогенизација што су следећи кораци у обради. Уситњавање ће се извршити помоћу апарата Waring Blender, а хомогенизација помоћу Ultra-Turrax апарата, у атмосфери азота да би се оксидација свела на минимум. Време трајања и брзина уситњавања односно хомогенизације биће оптимизирани узимајући у бзир енергетску ефикасност и задржавање једињења од интереса. Упоредо са бланшираним узорцима, радиће се и небланширани узорак да би се установио утицај бланширања на циљане параметре.

Након уситњавања и хомогенизације, део узорака ће ићи на филтрацију која ће бити оптимизирана преко серије сита. Циљ је да се види како филтрација, односно задржавање грубе чврсте материје утиче на количину једињења од интереса задржану у течной фракцији.

Узорци који се буду најбоље показали ићи ће на пастеризацију у циљу очувања микробиолошке стабилности добијених течних производа. Планира се да се пастеризацијом постигне 6-децимално (6D) смањење количине циљаног микроорганизма *Alicyclobacillus acidoterrestris* као што је предложено од стране Silva and Gibbs (2004) за кисело-воћне производе. У ту сврху, узорци ће се пунити у 10-mL стаклене епрувете и подврнути термичком третману на 100 °C у воденом купатилу у трајању од 8 минута, те

ће се епрувете хладити потапањем у лед. Ефикасност оваквог третмана пастеризације (6D *A. acidoterrestris*) је претходно израчунат и објашњен (Lavelli et al., 2014).

Као алтернативни третман, део одмрзнутих покожица ће се сушити у струји ваздуха на 50 – 55 °C у трајању од око 3,5 часова, тј. док се садржај влаге не спусти <5%, што одговара максималној стабилности производа (Lavelli et al., 2017).

Лиофилизацијом (Edwards Minifast MFD 01 freeze-dryer, UK) и млевењем ће се добити референтан узорак који ће служити да се поређењем са другим узорцима оптимизирају процесни кораци и установи како који процесни корак утиче на деградацију, односно трансформацију једињења од интереса.

Припрема узорака за анализе биће спроведена методом чврсто-течне екстракције биљног материјала у раствору метанол:вода:хлороводонична киселина (80:20:0.1, v/v/v) мешањем на магнетној мешалици у трајању од 2 сата на собној температури. Након тога, мешавина ће се центрифугирати 10.000xg у трајању од 10 минута (Lavelli et al., 2016). Након центрифуге, раствори ће се издвојити за анализу, а талог ће ићи на поновну екстракцију истим растварачем док се не екстрахује сва количина једињења од интереса. За сваки узорак вршиће се две екстракције. Екстракти ће бити чувани у мраку на -20 °C до анализе.

- Метода за одређивање полифенолног профила екстракта покожице грожђа

У истраживањима ће се за квалитативну и квантитативну анализу полифенола користити течна хроматографија високих перформанси (HPLC) помоћу уређаја Shimadzu LC-20 AD pump coupled to a model Shimadzu SPD20A photodiode array detector and an RF-20 AXS контролисаног преко LabSolution софтвера (Shimadzu, Kyoto, Japan). Користиће се два детектора: фотодиодни детектор (DAD) за одређивање антоцијана, флавонола и потврђивање присуства/одсуства хидроксиметилфурфурала; и флуоресцентни детектор за одређивање флаванола.

Полифенолни профил узорака и финалних производа биће ограничен на најзаступљенија фенолна једињења, а то су: Антоцијани: делфинидин-3-О-глукозид, цијанидин-3-О-глукозид, петунидин-3-О-глукозид, пеонидин-3-О-глукозид, малвидин-3-О-глукозид, малвидин-пара-кумароил-глукозид; Флавоноли: кверцетин-3-О-глукозид + кверцетин-3-О-глукуронид, кверцетин, каемферол; Флаваноли: катехин и епикатехин.

- Метода за одређивање укупног садржаја фенолних једињења

За одређивање укупног садржаја фенола користиће се Folin–Ciocalteu метода претходно описана у (Scherer and Godoy, 2014), резултати ће бити представљени као број милиграма еквивалената галне киселине по килограму производа (mg GAE/kg).

- Метода за одређивање садржаја проантоцијанидина

Садржај проантоцијанидина ће се анализирати методом према Porter et al. (1986). Садржај проантоцијанидина ће бити одређен коришћењем индекса 0,1736 (mg/ml) као конверзационог фактора (Travaglia et al., 2011) и исказан у грамима по килограму производа.

- Метода за одређивање антиоксидативне активности узорка

За одређивање антиоксидативне активности узорка коришћена је FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) метода која мери укупну редукујућу моћ узорка (Sri Harsha et al., 2013), DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) метода која процењује редукујућу моћ DPPH радикала (Tournour et al., 2015) и TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) тест који мери редукујућу моћ ABTS^{*+} радикала (Teixeira Barcia et al., 2015).

- Остале методе

Поред горе наведених метода, а за што детаљнију карактеризацију почетног материјала и међуузорака као и за боље дефинисање технолошких особина финалних производа, користиће и додатне методе.

Садржај влаге ферментисаних покожица грожђа ће се одређивати сушењем у вакуум сушници на 70 °C у трајању од 18 часова.

Мерење активности водоникових јона ће бити мерена на pH метру (Sartorius, Ravenna, Italy).

Садржај протеина, масти и угљених хидрата ће се мерити према the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) official methods of analysis (AOAC, 1990).

Садржај биљних влакана ће се одредити преко процедуре Megazyme total dietary fibre assay заснованој на AOAC методи.

Глукоза и фруктоза ће се одредити према методи објашњеној у (Guerrieri et al., 1997).

Способност везивања воде ће се мерити како је описано у (Elleuch et al., 2008), а вредности ће се исказивати у грамима воде по једном граму сувог узорка.

Одређивање активности полифенол оксидазе ће се вршити према методи представљеној у научном раду (Alvarez-Parilla et al., 2007), док ће се одређивање активности пероксидаза вршити преко методе из (Ahn et al., 2007).

Мерење величине честица узорака и комерцијално доступних влакана покожице јабуке биће спроведено у оквиру 0.2 –1000 μm према спецификацијама објављеним у међународном стандарду ISO 13320 (2009), користећи Malvern 2000 ласерски гранулометар (Malvern Instruments Ltd., Malvern, UK) опремљеног са једним ласером таласне дужине, $\lambda = 633 \text{ nm}$.

- Статистичка анализа података

Експериментални подаци ће се анализирати једнофакторијалном ANOVA анализом користећи статистички најмању значајну разлику (LSD) и Данканов тест (multiple range test), и билинеарна регресиона анализа помоћу софтвера Statgraphics 5.1 (STCC Inc.; Rockville, MD). Резултати ће се исказивати као средња вредност $\pm$ стандардна грешка (SE).

6. Списак литературе цитиране у тексту пријаве

Списак литературе цитиране у тексту дат је у прилогу 1.

7. Списак саопштених и објављених научних и стручних радова

Списак саопштених и објављених научних радова дат је у прилогу 2.

8. Биографија кандидата

Милан Стојановић је рођен 07.12.1987. године у Панчеву, Република Србија. Основну школу као и средњу Хемијско-прехрамбену школу биотехнолошког усмерења завршио је у Панчеву.

Пољопривредни факултет Универзитета у Београду, Одсек за прехрамбену технологију биљних производа уписао је 2006, а завршио 19. септембра 2012. године, са просечном оценом током студирања 8,72.

Дипломски рад под насловом: „Утицај додатка грозђа сорте Прокупац на кинетику врења сладовине и активност квасца” одбранио је са оценом 10.

Докторске студије на истом факултету, на Одсеку за прехрамбену технологију и биохемију, уписао је школске 2012/13. године и завршио све испитне обавезе у року.

Током докторских студија Милан Стојановић је био корисник две иностране стипендије, Ерасмус стипендије Европске Комисије и стипендије шведске владе за студенте Западног Балкана.

Ерасмус стипендију у трајању од 10 месеци, похађао у два периода, од 1. септембра 2015. до 31. јануара 2016. и од 1. септембра 2016. до 31. јануара 2017. године, у Италији на Миланском Универзитету.

Стипендију шведске владе у трајању од 6 месеци похађао је у периоду од 1. фебруара 2016. до 31. јула 2016. године на Универзитету у Гетебургу, у Шведској.

Године 2016. добија звање истраживач-приправник.

Коаутор је једног истраживачког рада објављеног у часопису од међународног значаја, први је аутор једног прегледног рада усмено презентованог на међународној конференцији у Новом Саду, као и први аутор текста објављеног у годишњем пољопривредном часопису „Пољопривредни календар 2014“.

Такође, током докторских студија био је четири пута ангажован од стране Пољопривредне Стручне Службе у Панчеву. Два пута као асистент пољопривредних саветодаваца и два пута као учесник на пројектима од националног интереса.

Члан је Удружења инжењера прехранбене струке Србије, Ерасмус алумниста, Глобалне мреже будућих лидера Шведског Института (SI Network for Future Global Leaders), Асоцијације италијанских и српских научника и истраживача (AIS3) као и Школског одбора Основне школе „Мирослав Мика Антић“ из Панчева.

Служи се енглеским и италијанским језиком.

9. Закључак и предлог

Кандидат, дипл. инж. Милан Стојановић поднео је пријаву за израду докторске дисертације под насловом: „Обрада ферментисане покожице грожђа као споредног производа у производњи вина у циљу добијања потенцијалних функционалних додатака за прехранбену индустрију“. На основу теме која је обухваћена истраживањима, као и увида у стручне активности кандидата, Комисија сматра да је предложена тема интересантна и актуелна са научног и практичног становишта. Научни допринос огледа се у предложеној шеми обраде ферментисане покожице грожђа, као органског отпада винске индустрије, до три потенцијална прехранбена додатка са различитим технолошким карактеристикама, и детаљној анализи биолошке активности како финалних производа, тако и свих међупроизвода током процеса обраде. Комисија такође налази да је дисертација у складу са препорученим тематским научним областима, а у вези са креирањем иновативних функционалних додатака за прехранбену индустрију и управљањем органским отпадом. Основано се може очекивати да ће се током истраживања стећи нова сазнања и проширити досадашња искуства када је у питању развој адекватне технологије за ефикасну обраду и искоришћавање ових споредних производа са што мањим негативним деловањем на физиолошка и биоактивна својства, и да ће се на бази отпадног материјала добити нови прехранбени додаци са функционалним карактеристикама и допадљивим сензорним својствима. Значај овог истраживања огледа се не само у добијању финалних додатака за прехранбену индустрију богатих природним антиоксидансима и биљним влакнима, него и у добијању иновативног производа у виду течне дисперзије који би требало да покаже одређене предности у односу на већ предложени производ у праху.

Сва три предложена производа биће детљно истражена и њихова својства ће бити упоређена са одговарајућим референтним узорцима, а неке особине и са доступним комерцијалним производом исте категорије, али пореклом из покожице јабуке.

Полазећи од наведених констатација, Комисија позитивно оцењује поднету пријаву и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да прихвати и одобри израду докторске дисертације Милана Стојановића, под насловом: „Обрада ферментисане покожице грозђа као споредног производа у производњи вина у циљу добијања потенцијалних функционалних додатака за прехранбену индустрију“. За ментора при изради ове докторске дисертације Комисија предлаже др Малишу Антић, редовног професора Пољопривредног факултета Универзитета у Београду. Као другог ментора Комисија предлаже др Зору Дајић-Стевановић, редовног професора Пољопривредног факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 22. 09.2017.

Чланови комисије

др Малиша Антић, редовни професор
Пољопривредног факултета Универзитета у
Београду, Ужа научна област: Хемија

др Зора Дајић-Стевановић, редовни професор
Пољопривредног факултета Универзитета у
Београду, УНО: Пољопривредна ботаника

др Весна Антић, редовни професор
Пољопривредног факултета Универзитета у
Београду, УНО: Хемија

др Саша Матијашевић, доцент
Пољопривредног факултета Универзитета у
Београду, УНО: Посебно виноградарство

др Станислава Горјановић, виши научни
сарадник Института за општу и физичку хемију
Универзитета у Београду, УНО: Биохемија

Прилог 1. Списак литературе цитиране у тексту пријаве

Ahn, T., Paliyath, G., Murr, D. P. (2007): Antioxidant enzyme activities in apple varieties and resistance to superficial scald development, *Food Research International* 40: 1012–1019.

Alvarez-Parrilla, E., de la Rosa, L. A., Rodrigo-García, J., Escobedo-González, R., Mercado-Mercado, G., Moyers-Montoya, E., Vázquez-Flores, A., González-Aguilar, G. A. (2007): Dual effect of β -cyclodextrin (β -CD) on the inhibition of apple polyphenol oxidase by 4-hexylresorcinol (HR) and methyl jasmonate (MJ), *Food Chemistry* 101(4): 1346-1356.

Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990): AOAC: Official Methods of Analysis (Volume 1), Retrieved September 15, 2016, from <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>

Cruz, L., Clemente, G., Mulet, A., Ahmad-Qasem, M. H., Barrajón-Catalán, E., García- Pérez, J. V. (2016): Air-borne ultrasonic application in the drying of grape skin: Kinetic and quality considerations, *Journal of Food Engineering*, 168: 251–258.

Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N. E., Attia, H. (2008): Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre, *Food chemistry* 111: 676-682.

European Commission (2016): European Commission > Agriculture and rural development > Wine > EU Wine Market Data Portal > Wine dashboard. Retrieved September 15, 2016, from https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/dashboards/wine-dashboard_en.pdf

FAO (2014): FAO Statistical Yearbook 2014. Retrieved September 15, 2016, from <http://www.fao.org/3/a-i3621e.pdf>

Galanakis, C. M. (2015): Food Waste Recovery: Processing Technologies and Industrial Techniques. Elsevier Inc., London

Gonzales-Barrio, R., Salmenkallio-Marttila, M., Tomas-Barberan, F. A., Cantos, E., Espin, J. C. (2005): Etiology of UV-C-induced browning in var. Superior white table grapes, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 5990-5996.

Guerrieri, N., Eynard, L., Lavelli V., Cerletti, P. (1997): Interaction of protein and starch studied through amyloglucosidase action, *Cereal Chemistry* 74: 846-850.

Иванишевић, Д., Јакшић, Д. (2014): Виноградарство Србије кроз статистику и рејонизацију. Зборник радова са Завршне конференције „Примена података Пописа

пољопривреде 2012. у анализи стања пољопривреде и у планирању аграрне политике у Републици Србији“, Суботица, Србија, 28-30. мај, 113-133.

Lavelli, V., Sri Harsha, P. S. C., Torri, L., Zeppa, G. (2014): Use of winemaking by-products as an ingredient for tomato puree: The effect of particle size on product quality, *Food Chemistry* 152: 162–168.

Lavelli, V., Sri Harsha, P. S. C., Spigno, G. (2016): Modelling the stability of maltodextrin encapsulated grape skin phenolics used as a new ingredient in apple puree, *Food Chemistry* 209: 323–331.

Lavelli, V., Sri Harsha, P. S. C., Laureati, M., Pagliarini, E. (2017): Degradation kinetics of encapsulated grape skin phenolics and micronized grape skins in various water activity environments and criteria to develop wide-ranging and tailor-made food applications, *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 39: 156-164.

Porter, L. J., Hirstich, L. N., Chan, B. G. (1986): The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin, *Phytochemistry* 25: 223–230.

Републички завод за статистику Републике Србије (2015): Производња индустријских производа у 2015. години из Годишњег истраживања индустрије Продкома. Прегледано 12. децембра 2016, са интернет странице <http://www.stat.gov.rs/WebSite/Public/PageView.aspx?pKey=68>

Reyes, L. F. and Cisneros-Zevallos, L. (2007): Degradation kinetics and colour of anthocyanins in aqueous extracts of purple- and red-flesh potatoes (*Solanum tuberosum* L.), *Food Chemistry* 100: 885–894.

Robinson, J., Harding, J. M. (2006): *The Oxford Companion to Wine* 3: 62-63. Oxford University Press, Oxford.

Rondeau, P., Gambier, F., Jolibert, F., Brosse, N. (2013): Compositions and chemical variability of grape pomaces from French vineyard, *Industrial crops and products* 43: 251–254.

Scherer, R., Godoy, H. (2014): Effect of extraction methods of phenolic compounds from *Xanthium strumarium* L. and their antioxidant activity, *Revista Brasileira de Plantas Medicinai* 16(1): 41-46.

Silva, F. V. M., Gibbs, P. (2004): Target selection in designing pasteurization processes for shelf-stable high-acid fruit products, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44: 353-360.

Sri Harsha, P. S. C., Gardana, C., Simonetti, P., Spigno, G., Lavelli, V. (2013): Characterization of phenolics, in vitro reducing capacity and anti-glycation activity of red grape skins recovered from winemaking by-products, *Bioresource Technology* 140: 263–268.

Teixeira, A., Baenas, N., Dominguez-Perles, R., Barros, A., Rosa, E., Moreno, D. A., Garcia-Viguera, C. (2014): Natural Bioactive Compounds from Winery By-Products as Health Promoters: A Review, *International Journal of Molecular Sciences* 15: 15638-15678.

Teixeira Barcia, M., Becker Pertuzatti, P., Rodrigues, D., Caetano Bochi, V., Hermosín-Gutiérrez, I., Teixeira Godoy, H. (2015): Effect of drying methods on the phenolic content and antioxidant capacity of Brazilian winemaking byproducts and their stability over storage, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(8): 895–903.

Torres, C., Diaz-Maroto, M. C., Hermosin-Gutierrez, I., Perez-Coello, M. S. (2010): Effect of freeze-drying and oven-drying on volatiles and phenolics composition of grape skin, *Analytica Chimica Acta*, 660: 177–182.

Tournour, H., Segundo, M., Magalhaes, L., Barreiros, L., Queiroz, J., Cunha, L. (2015): Valorization of grape pomace: Extraction of bioactive phenolics with antioxidant properties, *Industrial Crops and Products* 74: 397–406.

Travaglia, F., Bordiga, M., Locatelli, M., Coisson, J. D., Arlorio, M. (2011): Polymeric proanthocyanidins in skins and seeds of 37 *Vitis vinifera* L. cultivars: a methodological comparative study, *Journal of Food Science* 76(5): C742-9.

Tseng, A., Zhao, Y. (2012): Effect of different drying methods and storage time on the retention of bioactive compounds and antibacterial activity of wine grape pomace (Pinot Noir and Merlot), *Journal of Food Science*, 77(9): H192–201.

United Nations (2016): The Sustainable Development Agenda. Retrieved December 12, 2016, from <http://www.un.org/sustainabledevelopment/>

Veljovic, M., Despotovic, S., Stojanovic, M., Pecic, S., Vukosavljevic, P., Belovic, M., Leskosek-Cukalovic, I. (2015): The fermentation kinetics and physicochemical properties of special beer with addition of Prokupac grape variety, *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly* 21(3): 391-397.

Прилог 2. Списак саопштених и објављених научних и стручних радова

- 1) Veljovic, M., Despotovic, S., Stojanovic, M., Pecic, S., Vukosavljevic, P., Belovic, M., Leskosek-Cukalovic, I. (2015): The fermentation kinetics and physicochemical properties of special beer with addition of Prokupac grape variety, *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly* 21 (3): 391-397.
- 2) Stojanovic, M. (2014): Review of the most important mycotoxins in food safety. *Proceedings of the XVIII International Eco-Conference*, Novi Sad, Serbia, pp. 221-229.
- 3) Стојановић, М., Угреновић, В., Мицковски-Стефановић, В. (2014): Прерада и чување воћа и поврћа по методама органске производње, *Пољопривредников пољопривредни календар* 2014: 386.
- 4) Мицковски-Стефановић, В., Угреновић, В., Стојановић, М. (2013): Утицај генотипа и локалитета на садржај тешких метала у кореновима пшенице у фази класања. *Зборник радова са конференције „18. Млинарски дан“*, Нови Сад, Србија, 24. октобар 2013.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме ментора:

Малиша Антић

Звање:

Редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. R. A. Ghariani, I. Gržetić, M. Antić and S.N. Mandić: "Distribution and availability of potentially toxic metals in soil in central area of Belgrade (Serbia) ", *Environ. Chem. Lett.*, **8** (3), 261-269 (2010).
(IF 2009 → 2,109, Engineering, Environmental 12/42)
2. M. Ilić, M. Antić, V. Antić, J. Schwarzbauer, M. Vrvic and B. Jovančičević: "Investigation of bioremediation potential of zymogenous bacteria and fungi for crude oil degradation", *Environ. Chem. Lett.*, **9** (1), 133-140 (2011).
(IF 2009 → 2,109, Engineering, Environmental 12/42)
3. V.V. Antić, M.P. Antić, A. Kronimus, K. Oingand J. Schwarzbauer: "Quantitative determination of poly(vinylpyrrolidone) by continuous-flow off-line pyrolysis-GC/MS", *J. Anal. Appl. Pyrol.*, **90** (2), 93-99 (2011) (IF 2012 → 2,560, Spectroscopy 12/43)
4. M. Malićanin, V. Rac, V. Antić, M. Antić, L. M. Palade, P. Kefalas, V. Rakić: "Content of Antioxidants, Antioxidant Capacity and Oxidative Stability of Grape Seed Oil Obtained by Ultra Sound Assisted Extraction", *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **91** (6), 989-999 (2014). (IF 2012 → 1,592, Chemistry, Applied 27/71)
5. D. Paunovic, T. S. Knudsen, B. Zlatkovic, M. Antic: "Secondary Lipid Oxidation Products of Oil in White Mustard Seeds (*Sinapis albae* semen)", *Oxid. Commun.* **36** (3), 669-675 (2013). (IF 2012 → 0,507, Chemistry, Multidisciplinary 125/148)

Ментор треба да има **пет радова** (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме ментора: **Зора Дајић Стевановић**

Звање: **Редовни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

Rešetnik, I., Baričević, D., Batir Rusu, D., Carović-Stanko, K., Chatzopoulou, P., **Dajić Stevanović, Z.**, Goncariuc, M., Grdiša, M., Greguraš, D., Ibraliu, A., Jug-Dujaković, M., Krasniqi, E., Liber, Z., Murtić, S., Pećanac, D., Radosavljević, I., Stefkov, G., Stešević, D., Šoštarić, I., Šatović, Z. (2016): Genetic Diversity and Demographic History of Wild and Cultivated/Naturalised Plant Populations: Evidence from Dalmatian Sage (*Salvia officinalis* L., Lamiaceae). PLoS ONE 11 (7): 1-23.

Stesevic, D., Bozovic, M., Tadic, V., Rancic, D., **Dajic-Stevanovic, Z** (2016): Plant-part anatomy related composition of essential oils and phenolic compounds in *Chaerophyllum coloratum*, a Balkan endemic species. Flora 220: 37-51

Godjevac, D., Stankovic, M., Novakovic, J., Andjelkovic, M., **Dajic-Stevanovic, Z.**, Petrovic, M., Stankovic, M. (2015): Phenolic Compounds from *Atriplex littoralis* and Their Radiation-Mitigating Activity. Journal of Natural Products 78: 2198-2204.

Pajić-Lijaković, I., Lević, S., Hadnadev, M., **Dajić-Stevanović, Z.** Radošević, R., Nedović, V., Bugarski, B. (2015): Structural changes of Ca-alginate beads caused by immobilized yeast cell growth. Biochemical Engineering Journal 103: 32-38.

Stankovic, M., Petrovic, M., Godjevac, D, **Dajic Stevanovic Z.** (2015): Screening inland halophytes from the central Balkan for its antioxidant activity in relation to total phenolic compounds and flavonoids. Are there any prospective medicinal plants? Journal of Arid Environments 120: 26-32.