

Образац 3.

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/54

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

19.04.2021.

(Датум)

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:

**Биолошка активност нативних и ферментисаних екстракта добијених из отпадне
биомасе листа артичоке (*Cynara scolimus*) и корена маслачка (*Taraxacum officinale*)**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Технолошко инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Мр Сузана (Бошко)Рудић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Београду,

Технолошко-металуршки факултет,Магистар наука, Магистар техничких наука

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2008.

4. Година уписа на докторске студије: 2016.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Биохемијско инжењерство и биотехнологија

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: др Сузана Димитријевић-Бранковић

Звање: Редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Rudić, S., Dimitrijević-Branković, S., Dimitrijević, S., & Milić, M. (2021). Valorization of unexploited artichoke leaves dust for obtaining of extracts rich in natural antioxidants. *Separation and Purification Technology*, 256, 117714. (M21, IF 5.774, Engineering, Chemical, 16/143, ISSN 1383-5866)
2. Mihajlovski, K., Buntić, A., Milić, M., Rajilić-Stojanović, M., & Dimitrijević-Branković, S. (2020). From Agricultural waste to biofuel: enzymatic potential of a bacterial isolate *Streptomyces fulvissimus* CKS7 for bioethanol production. *Waste and Biomass Valorization*, 1-10. (M22, IF 2.608, Environmental Sciences, 118/265, SSN 1877-2641)
3. Mihajlovski, K., Rajilić-Stojanović, M., & Dimitrijević-Branković, S. (2020). Enzymatic hydrolysis of waste bread by newly isolated *Hymenobacter* sp. CKS3: Statistical optimization and bioethanol production. *Renewable Energy*, 152, 627-633. (IF = 6.274 Energy & Fuels, 19/112, ISSN 0960-1481).
4. Nešić, A., Cabrera-Barjas, G., Dimitrijević-Branković, S., Davidović, S., Radovanović, N., & Delattre, C. (2020). Prospect of polysaccharide-based materials as advanced food packaging. *Molecules*, 25(1), 135. (M22, IF 3.267, Chemistry, Multidisciplinary, 70/177, ISSN 1420-3049)
5. Mihajlovski, K., Radovanović, Ž., Carević, M., & Dimitrijević-Branković, S. (2018). Valorization of damaged rice grains: Optimization of bioethanol production by waste brewer's yeast using an amylolytic potential from the *Paenibacillus chitinolyticus* CKS1. *Fuel*, 224, 591-599. (M21a, IF 5.128, Engineering, Chemical, 13/138, ISSN 0016-2361)

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф.дрПетарУскоковћ

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

Бр. 20/169

29. 09. 2020 год.

БЕОГРАД

На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета у Београду бр. 201/2018") и члана 76., став 1 и став 4 Статута Технолошко-металуршког факултета у Београду, као и захтева студента за продужење рока за завршетак студија Декан доноси

РЕШЕЊЕ

о продужењу рока за завршетак студија

Студенту СУЗАНИ РУДИЋ, број индекса 4036/2016, уписаном-ој у трећу годину докторских академских студија са магистратуром школске 2016/2017. Године продужава се рок за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2020/2021. године. С обзиром на то да је на захтев студента декан донео Решење о мировању права и обавеза у школској 2017/2018. и 2018/2019. години.

Поука о правном леку:

Против овог решења именовани-а може поднети жалбу Савету Факултета у року од 8 дана од дана пријема решења

Доставити:

- Студенту;
- Служби за студентска питања;
- Општој служби – архиви.





Република Србија
Универзитет у Београду
Технолошко-металуршки факултет

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ

Бр. 20/144-1

6. 10. 2017 год.

БЕОГРАД

На основу чл. 94. Закона о високом образовању, чл. 65. Статута Технолошко-металуршког факултета, а на лични захтев студента, доноси се

РЕШЕЊЕ

Усваја се захтев који је упутио, **Сузана Рудић**, студент ДАС, број индекса 2016/4036, и одобрава мировање права и обавеза у школској 2017/2018. години, на основу приложених докумената.



Декан

Проф. др Ђорђе Јанаћковић



Република Србија
Универзитет у Београду
Технолошко-металуршки факултет

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ

Бр. 20/190-1

19. 10. 2018 год.

БЕОГРАД

На основу чл. 100. Статута Универзитета и чл. 75. Статута Технолошко-металуршког факултета, а на лични захтев студента, доноси се

РЕШЕЊЕ

Усваја се захтев који је упутила **Сузана Рудић**, студент ДАС, број индекса 2016/4036, и одобрава мировање права и обавеза у школској 2018/2019. години, због тешке материјалне ситуације.



Декан

Проф. др Петар Ускоковић

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл.43. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 11.03.2021. године, донета је

О Д Л У К А

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

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **Мр Сузана Рудић**, број индекса 4036/2016, под називом: „**Биолошка активност нативних и ферментисаних екстракта добијених из отпадне биомасе листа артичоке (*Synara scolimus*) и корена маслачка (*Taraxacum officinale*)**“.

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

За ментора се одређује др Сузана Димитријевић-Бранковић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

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

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Технолошко-металуршки факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Мр Сузанае (Бошко) Рудић, дипл. инж.**
технологије за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета бр.35/383 од
24.12.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и
кандидата **Мр Сузанае (Бошко) Рудић, дипл. инж. технологије** за израду докторске
дисертације и научне заснованости теме под називом:

**„ Биолошка активност нативних и ферментисаних екстракта добијених из отпадне
биомасе листа артичоке (*Cynara scolimus*) и корена маслачка (*Taraxacum officinale*)“**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Рођена је 06.06.1970. године у Београду, Србија. Завршила је Пету београдску гимназију „Др Душица Стефановић“ на Ташмајдану у Београду 1988. године и стекла звање „Техничар за општу хемију“. Након тога уписала је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду, смер Биохемијско инжењерство и биотехнологија. Дипломирала је 20.09.2004. године на тему „Испитивање зависности Ковачевог ретенционог индекса од температуре“ са оценом 10,00. После тога уписала је магистарске студије на смеру Биохемијско инжењерство и биотехнологија на истом факултету и завршила 07.10.2008. године са темом „Стратегија управљања медицинским отпадом и могућности биотехнолошког третмана у Србији“. Просечна оцена током магистарских студија била је 10,00. Школске 2016/2017. године уписала је докторске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Биохемијско инжењерство и биотехнологија под руководством ментора проф. др Сузанае Димитријевић-Бранковић. На докторским студијама је положила све испите предвиђене наставним програмом, са просечном оценом 10,00. До сада је објавила један рад у међународном часопису и саопштила један рад на међународној конференцији штампан у изводу. Говори енглески, италијански, немачки и француски језик.

1.2. Сечено научно-истраживачко искуство

Сузана Б. Рудић, магистар техничких наука, у току досадашњег рада показала је савесност и склоност ка научноистраживачком раду који је усмерила ка истраживањима везаним за изолацију биоактивних компоненти из биљака микроталасном екстракцијом и утицај ферментације селекционисаним микроорганизмима на садржај биоктивних једињења и испољавање биолошке активности добијених екстраката који до сада нису забележени у литератури. У оквиру докторских студија положила све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 10,00.

Списак предмета положених на докторским студијама

Предмет	Оцена
1. Управљање пројектима	10 (десет)
2. Индустијска микробиологија	10 (десет)
3. Индустијска биохемија	10 (десет)
4. Одабрана поглавља хемијске анализе	10 (десет)
5. Математичка обрада експерименталних података	10 (десет)
6. Кинетика ензимских процеса	10 (десет)
7. Стратегијски менаџмент	10 (десет)
8. Генетика индустријских микроорганизма	10 (десет)
9. Хемијска термодинамика	10 (десет)
10. Санитарна микробиологија са биохемијском кинетиком	10 (десет)
11. Једноћелијски протеини	10 (десет)
Просечна оцена 10,00 (десет)	

Списак објављених научних радова и саопштења

Рад у врхунском међународном часопису (M21)

- Rudić, S., Dimitrijević-Branković, S., Dimitrijević, S., Milić, M., (2020).** “Valorization of unexploited artichoke leaves dust for obtaining of extracts rich in natural antioxidants”. Separation and Purification Technology, 256, 117714 <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117714>, (IF (2019) = 5,774; ISSN: 1383-5866)

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

- Rudić, S., Serri, C., Baroli, B., Obradović, B,** Degradation kinetics studies of poly(lactic-co-glycolic acid) under bioreactor conditions, 8th Young Researchers’ Conference Material Science and Engineering, Belgrade, Serbia, 21-23. December, 2009. ISBN 978-86-80321-22-6

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег истраживачког рада и стеченог искуства, Мр Сузана Б. Рудић, инж. технологије, показала је склоност и способност за бављење научно-истраживачким радом, као и изузетно интересовање и висок степен самосталности у реализацији истраживања везаних за докторску дисертацију. До сада је објавила један рад у врхунском међународном часопису категорије M21 и једно саопштење са међународног скупа на којима је први аутор. На основу приказаних активности и резултата, Комисија

сматра да кандидат Мр Сузана Б. Рудић испуњава све услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Артичока (*Cynara scolymus* L.), која припада фамилији *Asteraceae*, је веома атрактивна и веома важна биљка коришћена у медицини и у кулинарству. Користи се широм света, посебно у медитеранским земљама. Своју највећу примену налази као лековита биљка. Екстракт артичоке највише се користи у традиционалној и у модерној медицини у лечењу болести јетре, екцема и осипа, констипације, дијабетеса мелитуса и дислипидемије, а такође се показала и као ефикасан лек против склерозе. Неки од антиоксидативних ефеката и ефеката заштите од болести јетре су већ доказане и експериментално и клинички. Екстракт артичоке ефикасно смањује количину LDL холестерола (липопротеина ниске густине) у крви. Постоји повећано коришћење биокомпоненти из листа артичоке у козметичкој индустрији због свог изузетног капацитета у успоравању старења коже. Све своје бенефите на здравље се приписују артичоки захваљујући фенолним секундарним метаболитима, као што су фенолне киселине и флавоноиди, али такође и лактонима, инулину и различитим алифатичним киселинама, као што су млечна и гликолна [1-5].

Неке биљке из рода *Taraxacum*, познате као маслчак, такође се дуго користе у традиционалној и модерној медицини за лечење. То је забележено посебно у Азији, Европи и Северној Америци. Маслчак (*Taraxacum officinale*) се налази у великим количинама на северној хемисфери у регијама са високом температуром. Обичан маслчак (*Taraxacum officinale* L.) из фамилије *Asteraceae* се сматра коровом у многим усевама у свету у топлијим климатским зонама северне хемисфере дуж аутопутева, на пољима и необрађеним површинама и има пуно биолошких активности. Име је добио по француском називу *dent de leon*, што значи лављи зуби. Разлог за такво име је чињеница да биљка има ивице листа које подсећају својим обликом на зубе. Са друге стране *Taraxacum* је латински назив ове биљке и долази од грчке речи која има значење „лек”. Маслчак није пуно истраживан иако је биљка са великом употребом у традиционалној и модерној медицини широм света. Постоје нека преклиничка и клиничка истраживања која откривају да тај нежан и безбедан лек може да има снажну биолошку активност [6-9].

Маслчак је у традиционалној медицини коришћен у циљу лечења проблема са јетром као и при лечењу канцера дојке и утеруса код жена. Такође је коришћен као диуретик, затим за лечење дијабетеса мелитуса и реуматоидног артритиса. Показује антихипергликемијске, антиоксидативне, антиинфламаторне, антиалергијске и антикоагулантне активности [10-12].

За изолацију биоактивних компоненти из биљака последњих година посебну пажњу привлачи микроталасна екстракција, која већ има доказану ефикасност у поређењу са конвенционалним методама. Бенефити се огледају у смањењу времена потребног за екстракцију, као и у смањењу потребне количине коришћеног растварача, захваљујући микроталасном загревању, који је базиран на циљаном трансферу енергије директно до реакционе смеше. Такав механизам води до драстичног убрзања трајања процеса који тиме може да буде скраћен неколико стотина пута [13-14].

Један од начина за повећање приноса биоактивних материја је примена биотехнолошког поступка ферментације биомасе. Ферментација се користи дуги низ

година и најпре је служила за производњу пива, вина, сирева и других прехранбених производа. Данас се стотине других производа као што су ензими, антибиотици, горива добијају управо индустријском ферментацијом. Развој ферментационог процеса почиње избором одговарајуће културе која омогућава ферментацију која има за циљ трансформацију биомасе ради добијања виших приноса биоактивних једињења, односно једињења која имају биолошку активност. Посебно је атрактивна примена ферментације на различитим типовима отпадне биомасе чиме се доприноси стварању производа са додатном вредношћу, што представља велики изазов и препоруку одрживог индустријског развоја.

У овој дисертацији испитаће се оптимални услови за микроталасну екстракцију антиоксиданаса из листа артичоке и корена маслачка, који до сада нису забележени у литератури. Додатно, испитаће се и утицај ферментације селекционисаним микроорганизмима на садржај биоактивних једињења и испољавање биолошке активности добијених екстраката.

Као полазни материјал користиће се суви отпадни прах листа артичоке и корена маслачка који је добијен након прераде и сечења у производњи чајних мешавина. Овај отпадни материјал садржи исте количине биоконституената као и сировина одакле се добија, али је због прекомерне уситњености одбачен из поступка производње и нема комерцијалну вредност.

За оптимизацију екстракције укупних полифенола и флавоноида са израженом антиоксидативном активношћу из отпадног листа артичоке и корена маслачка, пратиће се утицаји: концентрације етанола, екстракционог времена, односа течне и чврсте фазе и снаге микроталаса, применом методологије једнофакторног експеримента [15-24].

Даљи процес оптимизације ће бити изведен коришћењем „*Response Surface Methodology*” за одређивање најбоље комбинације екстракционих променљивих у циљу максимизирања приноса на дате одговоре [25-29].

У добијеним екстрактима мериће се садржај угљеника, азота, полифенола, минерални састав, као и анализа активних материја HPLC методом.

Екстракти ће бити намењени за испитивање биолошких активности, између осталих, антиоксидативне активности и дигестибилности *in vitro*, као и антимикробне активности, у циљу примене у индустрији хране и фармацеутској индустрији, истовремено пратећи принцип да су производи добијени из биљака много пожељнији за одржање здравља људи у поређењу са синтетичким производима. Такође, коришћење отпадног материјала од прераде лековитог биља може имати значајан допринос заштити животне средине, као и глобалној економији, у смислу одрживог развоја.

Циљ ове докторске дисертације је да се помоћу технологије микроталасне екстракције екстрахују производи са антиоксидативним и другим својствима, као и да се оптимизују услови у циљу добијања високог приноса биоактивних супстанци, а користећи безбедан растварач, раствор етанола. Добијени екстракти су намењени за примену у индустрији хране и фармацеутској индустрији. Посебан значај дисертације је у томе што ће као сировина бити коришћен отпадни материјал при производњи чајева, што ће омогућити значајан економски допринос глобалној светској економији.

Списак литературе

1. Asadi-Samani, M., Kafash-Farkhad, N., Azimi, N., Fasihi, A., Alinia-Ahandani, E., & Rafieian-Kopaei, M. (2015). Medicinal plants with hepatoprotective activity in Iranian folk medicine. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(2), 146-157.
2. Colak, E., Ustuner, M. C., Tekin, N., Colak, E., Burukoglu, D., Degirmenci, I., & Gunes, H. V. (2016). The hepatocurative effects of *Cynara scolymus* L. leaf extract on carbon tetrachloride-induced oxidative stress and hepatic injury in rats. *SpringerPlus*, 5(1), 1-9.
3. Rangboo, V., Noroozi, M., Zavoshy, R., Rezadoost, S. A., & Mohammadpoorasl, A. (2016). The effect of artichoke leaf extract on alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase in the patients with nonalcoholic steatohepatitis. *International journal of hepatology*, 2016.
4. Duque, L., Bravo, K., & Osorio, E. (2017). A holistic anti-aging approach applied in selected cultivated medicinal plants: A view of photoprotection of the skin by different mechanisms. *Industrial Crops and Products*, 97, 431-439.
5. Pavlović, M. D., Buntić, A. V., Šiler-Marinković, S. S., & Dimitrijević-Branković, S. I. (2013). Ethanol influenced fast microwave-assisted extraction for natural antioxidants obtaining from spent filter coffee. *Separation and Purification Technology*, 118, 503-510.
6. Choi, J., Yoon, K.D., & Kim, J. (2018). Chemical constituents from *Taraxacum officinale* and their α -glucosidase inhibitory activities. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 28 476-481.
7. Shi, S., Zhao, Y., Zhou, H., Zhang, Y., Jiang, X., & Huang, K. (2008). Identification of antioxidants from *Taraxacum mongolicum* by high-performance liquid chromatography–diode array detection–radical-scavenging detection–electrospray ionization mass spectrometry and nuclear magnetic resonance experiments. *Journal of Chromatography A*, 1209, 145-152
8. Yarnell, E., & Abascal, K. (2009). Dandelion (*Taraxacum officinale* and *T. mongolicum*). *Integrative Medicine*, Vol. 8, No. 2
9. Jeon, H.J., Kang, H.J., Jung, H.J., Kang, Y.S., Lim, C.J., Kim, Y.M., & Park, E.H. (2007). Anti-inflammatory activity of *Taraxacum officinale*. *Journal of Ethnopharmacology* 115 (2008) 82–88.
10. Choi, J., Yoon, K.D., & Kim, J. Chemical constituents from *Taraxacum officinale* and their α -glucosidase inhibitory activities. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 28 (2018) 476-481
11. Jedrejek, D., Lis, B., Rolnik, A., Stochmal, A., & Olas, B. Comparative phytochemical, cytotoxicity, antioxidant and haemostatic studies of *Taraxacum officinale* root preparations. *Food and Chemical Toxicology*, 126 (2019) 233-247
12. Rawat, H. K., Soni, H., Kango, N., & Kumar, C.G. Continuous generation of fructose from *Taraxacum officinale* tap root extract and inulin by immobilized inulinase in a packed-bed reactor. *Biocatalysis and Agriculture Biotechnology*, 9 (2017) 134-140
13. Eskilsson, C. S., & Björklund, E. (2000). Analytical-scale microwave-assisted extraction. *Journal of chromatography A*, 902(1), 227-250.
14. Drevelegka, I., & Goula, A. M. (2020). Recovery of grape pomace phenolic compounds through optimized extraction and adsorption processes. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 149, 107845.
15. Ben Salem, M., Affes, H., Athmouni, K., Ksouda, K., Dhouibi, R., Sahnoun, Z., . Zeghal, K. M. (2017). Chemicals compositions, antioxidant and anti-inflammatory activity of *Cynara scolymus* leaves extracts, and analysis of major bioactive polyphenols by HPLC. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2017.

16. Ibrahim, G. E., El-Raey, M. A., Eldahshan, O. A., & Souleman, A. M. (2013). Effect of extraction on phenolic content, silymarin and antiradical activities of artichoke leaves and roots. *European Scientific Journal*, (ESJ), 9(6), 100-110.
17. Corciova, A., Ciobanu, C., & Ivanescu, B. (2013). Comparative study on the polyphenol content from commonly used natural products using UV-VIS spectroscopy. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. Series II*, 6(2), 93.
18. Vamanu, E., Vamanu, A., Nita, S., & Colceriu, S. (2011). Antioxidant and antimicrobial activities of ethanol extracts of *Cynara scolymus* (Cynarae folium, Asteraceae family). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 10(6), 777-783.
19. Alghazeer, R., El-Saltani, H., Saleh, N. A., Al-Najjar, A., Naili, M. B., Hebail, F., & El-Deeb, H. (2012). Antioxidant and antimicrobial activities of *Cynara scolymus* L. rhizomes. *Modern Applied Science*, 6(7), 54-63.
20. Drevelegka, I., & Goula, A. M. (2020). Recovery of grape pomace phenolic compounds through optimized extraction and adsorption processes. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 149, 107845.
21. Petropoulos, S. A., Pereira, C., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2017). Leaf parts from Greek artichoke genotypes as a good source of bioactive compounds and antioxidants. *Food & function*, 8(5), 2022-2029.
22. Orsat, V., & Routray, W. (2017). Chapter 8 - Microwave-Assisted Extraction of Flavonoids. In H. Dominguez González & M. J. González Muñoz (Eds.), *Water Extraction of Bioactive Compounds* (pp. 221-244): Elsevier.
23. Pinela, J., Prieto, M., Carvalho, A. M., Barreiro, M. F., Oliveira, M. B. P., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2016). Microwave-assisted extraction of phenolic acids and flavonoids and production of antioxidant ingredients from tomato: A nutraceutical-oriented optimization study. *Separation and Purification Technology*, 164, 114-124.
24. Ibrahim, G. E., El-Raey, M. A., Eldahshan, O. A., & Souleman, A. M. (2013). Effect of extraction on phenolic content, silymarin and antiradical activities of artichoke leaves and roots. *European Scientific Journal*, (ESJ), 9(6), 100-110.
25. Durling, N. E., Catchpole, O. J., Grey, J. B., Webby, R. F., Mitchell, K. A., Foo, L. Y., & Perry, N. B. (2007). Extraction of phenolics and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol–water mixtures. *Food chemistry*, 101(4), 1417-1424.
26. He, Q., Li, Y., ZHANG, P., ZHANG, A., & Wu, H. (2016). Optimisation of microwave-assisted extraction of flavonoids and phenolics from celery (*Apium graveolens* L.) leaves by response surface methodology. *Czech Journal of Food Sciences*, 34(4), 341-349.
27. Yarnell, E., & Abascal, K. (2009). Dandelion (*Taraxacum officinale* and *T. mongolicum*). *Integrative Medicine*, Vol. 8, No. 2
28. Eskilsson, C. S., & Björklund, E. (2000). Analytical-scale microwave-assisted extraction. *Journal of chromatography A*, 902(1), 227-250
29. Rudić, S., Dimitrijević-Branković, S., Dimitrijević, S., Milić, M. (2020). “Valorization of unexploited artichoke leaves dust for obtaining of extracts rich in natural antioxidants”. *Separation and Purification Technology*, 256, 117714, <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117714> (IF (2019) = 5,774; ISSN: 1383-5866)
30. Verni, M., Verardo, V., & Rizzello, C. G. (2019). How fermentation affects the antioxidant properties of cereals and legumes. *Foods*, 8(9), 362.

31. Adebo, O. A., & Gabriela Medina-Meza, I. (2020). Impact of fermentation on the phenolic compounds and antioxidant activity of whole cereal grains: A mini review. *Molecules*, 25(4), 927.

3. Полазне хипотезе

Полазне хипотезе које се могу издвојити као основа за започињање научно-истраживачког рада у оквиру ове докторске дисертације су следеће:

Прва полазна хипотеза је да се биљни отпад настао у току производње и прераде лековитог биља у Институту за проучавање лековитог биља „Др Јосиф Панчић“, може искористити за добијање производа са антиоксидативним и другим биолошким својствима. У Институту се годишње добија око 25 тона биљног отпада као нус производа. Према важећем закону о управљању отпадом („Сл. Гласник РС“, бр. 36/2009 и 88/2010), овако настали отпад потребно је складиштити, третирати и одлагати на начин којим се не угрожава здравље људи и животна средина. С тим у вези, у овој дисертацији користиће се суви отпадни прах листа артичоке и корена маслачка који је добијен након прераде и сечења у производњи чајних мешавина.

Друга полазна хипотеза је да се за поступак добијања производа са високим приносом биоактивних супстанци, пре свега, антиоксиданаса из листа артичоке и корена маслачка оптимизују услови микроталасне екстракције користећи безбедан растварач, водени раствор етанола. Том приликом пратиће се утицај најважнијих процесних променљивих: (као што су концентрација етанола, екстракционо време, однос течне и чврсте фазе, снага микроталасног загревања) на количину екстрахованих полифенола и флавоноида са антиоксидативном активношћу.

Трећа полазна хипотеза је да се применом биотехнолошког поступка ферментације биомасе може повећати принос биоактивних материја, а за ту сврху користиће се одабрани сојеви микроорганизама који су део колекције катедре за биохемијско инжењерство и биотехнологију Технолошко-металуршког факултета у Београду. Потребно је дефинисати и оптимизовати услове за ферментацију (температуру, влагу, дужину трајања процеса, концентрација инокулума).

Четврта полазна хипотеза је да су добијени екстракти листа артичоке и корена маслачка биолошки активни, пре свега, у испољавању антиоксидативне и антимикробне активности али и потенцијалне пребиотске активности.

Пета полазна хипотеза је да се добијени екстракти листа артичоке и корена маслачка могу применити у индустрији хране и фармацеутској индустрији, пратећи принцип да су производи добијени из биљака много пожељнији за одржање здравља људи у поређењу са синтетичким производима.

4. Научне методе истраживања

У првом делу рада испитаће се оптимални услови микроталасне екстракције листа артичоке и корена маслачка за добијање максималних приноса полифенола и флавоноида са антиоксидативном активношћу. Том приликом пратиће се утицај најважнијих процесних

променљивих: концентрације етанола, екстракционог времена, односа течне и чврсте фазе и снаге микроталаса, на количину екстрахованих полифенола и флавоноида са антиоксидативном активношћу. За оптимизацију процеса користиће се метода једнофакторног експеримента, а затим и вишефакторна статистичка анализа коришћењем методе одзивних површина.

У добијеним екстрактима мериће се садржај суве материје, док ће се садржај укупних полифенола и флавоноида одређивати спектрофотометријским поступком. Такође, пратиће се и садржај угљеника, азота, минерални састав, као и анализа активних материја HPLC методом. Одређивање антиоксидативне активности ће се вршити испитивањем способности неутрализације DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) радикала, као и испитивањем редукционог капацитета коришћењем FRAP методе.

У другом делу рада испитаће се утицај ферментације листа артичоке и корена маслачка на принос биоактивних једињења, пре свега, полифенола и флавоноида са антиоксидативном активношћу, коришћењем поступка ферментације на чврстом супстрату помоћу селекционисаних сојева.

У трећем делу рада испитваће се дигестибилност *in vitro*, као и антимикробна активност добијених екстраката. За испитивање дигестибилности *in vitro* користиће се поступак којим се симулирају физиолошки процеси у цревима човека, док ће се за испитивање антимикробне активности користити најчешће коришћени сојеви патогена применом методе одређивања броја преживелих ћелија. Поред тога, у раду ће се испитати и потенцијалне пребиотски ефекат одабраних екстракта коришћењем пробиотских сојева бактерија млечне киселине и пробиотског квасца *Saccharomyces cerevisiae* var. *Bulardii*.

5. Очекивани научни допринос

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

- Утврђивања утицаја процесних променљивих, конкретно, концентрације етанола, времена екстракције, удела чврсте и течне фазе и снаге микроталаса, у поступку микроталасне екстракције листа артичоке и корена маслачка на састав добијених екстраката.
- Утврђивања утицаја ферментације одабраним микроорганизмима на принос биоактивних једињења у добијеним ферментисаним екстрактима.
- Утврђивања биолошких активности добијених екстраката као што су антиоксидативна, антимикробна и пребиотска.
- Утврђивања начина и поступка за искоришћење отпадног материјала од прераде лековитог биља за добијање производа са додатном вредношћу, што може имати значајан допринос заштити животне средине, као и глобалној економији, у смислу одрживог развоја.

6. План истраживања и структура рада

Предмет истраживања ове докторске дисертације је екстракција биоактивних једињења из листа артичоке и корена маслачка са израженим биолошким својствима, пре свега антиоксидативним и антимикробним, коришћењем технологије микроталасне екстракције. Циљ је оптимизовати услове за добијање високог приноса полифенола и флавоноида и испитати утицај ферментације на ослобађање додатних количина ове групе једињења. Добијени екстракти би своју примену могли имати у индустрији хране и фармацеутској индустрији, имајући у виду да су природног порекла и нешкодљиви по људско здравље.

У докторској дисертацији биће обрађена следећа поглавља: **Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак и Литература.**

У поглављу **Увод** биће приказана суштина истраживања, предмет и циљеви истраживања.

Теоријски део обухватиће детаљан преглед досадашњих истраживања у овој области кроз анализу доступне литературе из области:

- Артичока (морфологија биљке, хемијски састав, биоактивност и употреба, са посебним нагласком на листу биљке);
- Маслачак (морфологија биљке, хемијски састав, биоактивност и употреба, са посебним нагласком на корену биљке);
- Полифеноли (структура, природни извори, начини биолошког деловања);
- Екстракција (технике и поступци);
- Антиоксиданси (механизам деловања и улога у биолошким системима, природни извори, слободни радикали, методе мерења антиоксидативне активности);
- Ферментација (приказ поступака, приказ одабраних микробних сојева);
- Антимикробна и пребиотска активност (технике мерења, значај и примена);
- Планирање и оптимизација експеримената (метода једнофакторног експеримента и вишефакторна статистичка анализа са посебним нагласком на методи одзивних површина).

У поглављу **Експериментални део** биће наведени коришћени материјали и описане методе рада, и то:

- Поступци једнофакторног експеримента и вишефакторне статистичке анализе коришћењем *Design Expert* софтвера за испитивање утицаја процесних променљивих, концентрације етанола, времена екстракције, удела чврсте и течне фазе и снаге микроталаса, на микроталасну екстракцију антиоксиданаса из листа артичоке и корена маслачка;
- Поступци одређивања суве материје, полифенола, флавоноида, минералног састава и најважнијих представника биоактивних једињења HPLC методом у добијеним екстрактима;
- Поступак мерења антиоксидативне активности у добијеним екстрактима спектрофотометријским методама базираним на инхибицији DPPH радикала и редукционом потенцијалу (FRAP) метода;

- Испитивање утицаја ферментације на чврстој подлози одабраним микробним сојевима и оптимизација поступка (варирањем температуре, времена трајања, концентрације инокулума) уз праћење приноса полифенола и флавоноида са антиоксидативном активношћу у добијеним ферментисаним екстрактима;
- Поступак мерења дигестибилности *in vitro* у добијеним екстрактима, симулацијом физиолошких процеса у цревима човека, коришћењем одговарајућих група ензима;
- Поступак мерења антимикробне и пребиотске активности добијених екстраката коришћењем најчешће примењиваних сојева патогена и пробиотика помоћу методе одређивања броја преживелих ћелија.

Сви резултати до којих се буде дошло, уз одговарајућу детаљну анализу и дискусију, биће систематски представљени у поглављу **Резултати и дискусија**. У том смислу, ово поглавље садржаће:

-Анализу утицаја процесних променљивих на принос полифенола и флавоноида са антиоксидативном активношћу у добијеним екстрактима, као и анализа оцене модела добијених на основу одзивних површина применом АНОВА статистике;

- Анализу утицаја процесних променљивих на промену антиоксидативне активности у добијеним екстрактима;

-Анализу утицаја поступка ферментације и процесних променљивих на састав добијених екстраката;

- Резултате одређивања дигестибилности *in vitro* у добијеним екстрактима;

- Резултате одређивања антимикробне активности у добијеним екстрактима;

- Резултате одређивања пребиотске активности у добијеним екстрактима.

У **Закључку** биће сумирани сви најважнији закључци проистекли из експерименталног рада и анализе добијених резултата у оквиру ове дисертације.

Литература која ће бити коришћена током израде докторске дисертације ће бити наведена у поглављу **Литература**.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података, Комисија сматра да кандидат Сузана Б. Рудић, магистар техничких наука, испуњава све услове за израду предложене докторске дисертације. Предмет, циљеви, методе, актуелност и значај теме су добро дефинисани и научно засновани. Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да одобри израду докторске дисертације: „ **Биолошка активност нативних и ферментисаних екстракта добијених из отпадне биомасе листа артичоке (*Cynara scolimus*) и корена маслачка (*Taraxacum officinale*)**“. За ментора се предлаже др Сузана Димитријевић-Бранковић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета у Београду. Истраживања у оквиру ове дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област Биохемијско инжењерство и биотехнологија, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа.

У Београду, 01.03.2021.године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Сузана Димитријевић-Бранковић, редовни професор
Универзитета у Београду,
Технолошко-металуршки факултет

др Марија Милић, научни сарадник
Универзитета у Београду,
Технолошко-металуршки факултет

др Мирјана Рајилић-Стојановић, доцент
Универзитета у Београду,
Технолошко-металуршки факултет

др Снежана Димитријевић, научни сарадник
Институт за проучавање лековитог биља Др Јосиф Панчић

Др Анета Бунтић, научни сарадник
Институт за земљиште, Београд
