

Факултет Пољопривредни

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

32/10-6.2.

(Број захтева)

25.09.2019.

(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:

„Потенцијал примене аутохтоних бактерија млечне киселине као антилистеријских култура у
производњи хране“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Прехрамбена технологија

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

1. Марина, Петко, Ивановић

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

Факултет за економију и инжењерски менаџмент у
Новом Саду, Студијски програм Екологија

3. Година завршетка

претходног нивоа студија: 2014

4. Година уписа на докторске студије: 2015/2016.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Прехрамбена технологија

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Зорица Радловић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Seratlić, S., Bugarski, B., Nedović V., **Radulović, Z.**, Lars Wadso., P., Dejmek., F. Gomez Galindo (2013): Behaviour of the Surviving Population of *Lactobacillus plantarum* 564 upon the Application of Pulsed Electric Fields. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 17, 93-98.
2. Laličić-Petronijević J., Popov-Raljić J., Obradović D., **Radulović Z.**, Paunović D., Petrušić M., Pezo L. (2014): Viability of probiotic strains *Lactobacillus acidophilus* NCFM® and *Bifidobacterium lactis* HN019 and their impact on sensory and rheological properties of milk and dark chocolates during storage for 180 days. *Journal of Functional Foods*, 15, 541-550.
3. **Radulović, Z.**, Paunović, D., Petrušić, M., Mirković, N., Miočinović, J., Kekuš, D., Obradović, D. (2014): The application of autochthonous potential probiotic *Lactobacillus plantarum* 564 in fish oil fortified yoghurt production. *Archives of Biological Science*, 66 (1), 15-22.
4. **Radulovic, Z.**, Miocinovic, J., Mirkovic, N., Mirkovic, M., Paunovic, D., Ivanovic, M., Seratlic, S. (2017): Survival of Spray-Dried and Free-Cells of Potential Probiotic *Lactobacillus plantarum* 564 in Soft Goat Cheese. *Animal Science Journal*, 88, 1849–1854.
5. Seratlić S., Bugarski, B., **Radulović, Z.**, Dejmek, P., Wadsö, L., Nedović, V. (2013): Electroporation Enhances the Metabolic Activity of *Lactobacillus plantarum* 564. *Food Technology & Biotechnology*, 51 (4), 446-452.

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Пољопривредног факултета

на седници одржаној 25.09.2019. 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 Душан Живковић

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

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 32/10-6.2.
Датум: 25.09.2019. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 44. Статута Пољопривредног факултета (2018. година), Наставно-научно веће факултета на седници одржаној 25.09.2019. године, донело је

О Д Л У К У

I **ПРИХВАТА СЕ** извештај о позитивној оцени пријаве теме докторске дисертације коју је поднела **МАРИНА ИВАНОВИЋ, спец.** и одобрава израда дисертације под насловом: **«ПОТЕНЦИЈАЛ ПРИМЕНЕ АУТОХТОНИХ БАКТЕРИЈА МЛЕЧНЕ КИСЕЛИНЕ КАО АНТИЛИСТЕРИЈСКИХ КУЛТУРА У ПРОИЗВОДЊИ ХРАНЕ».**

II За ментора се именује др Зорица Радуловић, редовни професор.

III На одлуку о прихватању теме докторске дисертације и одређивању ментора сагласност даје одговарајуће Веће научних области Универзитета у Београду.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Душан Живковић)

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

**НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Датум: 11.07.2019.

Предмет: Извештај Комисије за оцену пријаве теме докторске дисертације
Марине Ивановић, спец. инж. техн.

Одлуком Наставно-научног већа факултета број 32/9-3.3. од 26.06.2019. именовани смо у Комисију за оцену пријаве докторске дисертације под насловом: **“Потенцијал примене аутохтоних бактерија млечне киселине као антилистеријских култура у производњи хране”**, кандидата Марине Ивановић, спец.инж.техн. На основу увида и анализе поднете пријаве, Комисија у саставу др Зорица Радуловић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Јелена Миоциновић, ванредни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду и др Татјана Шолевић Knudsen, виши научни сарадник Института за хемију, технологију и металургију, Универзитета у Београду, подноси следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1.Наслов дисертације

Чланови Комисије су једногласни у оцени да је предложени наслов докторске дисертације: **“Потенцијал примене аутохтоних бактерија млечне киселине као антилистеријских култура у производњи хране”**, у складу са предметом и програмом истраживања и да је као такав одговарајући за израду дисертације.

2. Предмет и програм истраживања

Модерно друштво карактеришу нове навике у исхрани, глобална трговина храном и слично, што собом носи одређене ризике везане за очување безбедности производа. Болести узроковане храном, путем преношења патогених микроорганизама, изазивају појаву великог броја оболелих, високу смртност и економске губитке. Учесталост алиментарних епидемија и опозива прехранбених производа у последњој декади је у порасту. Иако је најређе пријављена, *Listeria* sp., представља узрочника алиментарних тровања са највећим бројем хоспитализованих случајева и смртних исхода. Томе доприносе њена распрострањеност у природи и способност раста на температури хлађења. *Listeria* sp. преживљава дуго времена у неповољним условима, што представља разлог за додатну забринутост произвођача хране и потрошача. Дужи низ година као узрочник тровања храном предњачи *Campylobacter* sp. У 2017. години у Европској унији, након кампилобактериоза, најучесталије су салмонелозе, јерсениозе, инфекције Shiga-токсогеном *E.coli* (EFSA and ECDC, 2018). *Staphylococcus aureus* је један од најзначајнијих патогена људи и животиња и водећи узрок болести које се преносе храном широм света. Најчешће интоксикације у свету су последица стафилококног тровања храном (Fetsch and Johler, 2018). Растући тренд епидемија узрокованих храном, може се приписати, између осталог и антимикробној резистенцији патогена, као и адаптацији и преживљавању патогена након излагања различитим стресорима током прераде (Begley and Hill, 2015).

Да би се обезбедила микробиолошка безбедност производа и елиминисао, односно, смањио до прихватљивог нивоа број патогена, користе се различити начини прераде и конзервисања хране. Ради продужетка рока трајања, побољшања сензорних својстава, спречавања кварења и раста патогених бактерија, храни могу да се додају хемијска средства, вештачки адитиви и конзерванси у комбинацији са применом специфичних еколошких фактора и инвазивних техника прераде.

Савремено доба карактерише све већа потреба потрошача за прехранбеним производима који су у току производње хемијски третирани у најмањој могућој мери. Свест потрошача о негативним ефектима хемијски синтетисаних додатака храни је све јача, због чега се потрошачи све више одлучују за храну која носи ознаку природног, традиционалног или органског (Rozin et al., 2012). Узимајући у обзир захтеве тржишта, задатак произвођача представља прилагођавање технолошких процеса који би, комбинацијом GMP (*good manufacturing practice*) и GHP (*good hygiene practice*), и минимално интензивних техника прераде, као крајњи резултат, дали производ који задовољава захтеве сигурности и квалитета. Применом технике биоконзервисања, која подразумева употребу природних антимикробних организама и њихових метаболита (млечна киселина, бактериоцини), рок трајања производа се продужује уз минималне губитке хранљивих материја и измене сензорних својстава који су карактеристични за производе третиране хемијским конзервансима (Veer, 2018). Типичан пример биоконзервисања је ферментација (Ganguly, 2013), а најзаступљенији биоконзерванси данас су бактерије млечне киселине, чији је главни продукт ферментације млечна киселина.

Бактерије млечне киселине (БМК) представљају хетерогену групу микроорганизама са заједничким морфолошким, физиолошким, метаболичким и генетичким карактеристикама. По основној подели у групу бактерија млечне киселине убраја се више родова: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* и *Streptococcus*. У новије време, у групу БМК додати су и родови: *Aerococcus*, *Alloiococcus*, *Carnobacterium*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*, *Globicatella*, *Lactococcus*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* и *Weissella* (Khalid, 2011). Деле се на хомоферментативне и хетероферментативне. Основни продукт метаболизма хомоферментативних БМК представља млечна киселина, док су код хетероферментативних у већој мери заступљени угљен-диоксид, етанол, ацетоин, диацетил, водоник-пероксид, сирћетна киселина и сл. Код неких хомоферментативних врста, уколико постоје одговарајући услови, може се испољити хетероферментативни метаболизам. БМК не могу саме да синтетишу све потребне нутријенте, те насељавају станишта богата неопходним факторима раста, аминокиселинама, нуклеотидима, пептидима, витаминима В групе, масним киселинама (Stiles and Holzapfel, 1997; Axelsson, 2004). Користе се у производњи ферментисаних производа од млека, меса, поврћа, воћа. Представљају значајне природне конзервансе, будући да спречавају раст штетних и патогених микроорганизама (Fernandez-Garcia and McGregor, 1994). Примењују се као стартер културе у производњи млечних производа (Radulović et al., 2011) и имају пробиотска својства (Radulović et al., 2017).

БМК продукују супстанце са антимикробним дејством: органске киселине, диацетил, водоник-пероксид, као продукте примарног метаболизма, док су као продукти секундарног метаболизма производи слични антибиотцима, бактериоцини. Снижавање рН и нагомилавање органских киселина, као што је млечна, сирћетна, пропионска, као последица метаболизма БМК има кључну улогу у конзервисању производа. На тај начин ствара се кисела средина, што представља неповољно окружење за раст микроорганизама који изазивају кварење хране и патогених микроорганизама (Caplice and Fitzgerald, 1999). Инхибиторна активност БМК у највећој

мери потиче управо од снижавања рН вредности услед синтезе органских киселина и активности недисосованих форми органске киселине (Hladikova et al., 2012; Wemmenhove et al., 2018). Значајну антимикробну улогу имају аромогене супстанце диацетил, ацетоин, ацеталдехид. Диацетил производе неке врсте родова *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus* и *Pediococcus*. Има значајну улогу у инхибицији раста G (-) бактерија. Може деловати синергистички у комбинацији са другим антимикробним агенсима. Неке врсте БМК имају способност да производе водоник-пероксид. У зависности од концентрације, али и низа фактора других фактора, водоник-пероксид може показати бактериостатичке или бактерицидне ефекте (Juven and Pierson, 1996). Незасићене масне киселине делују инхибиторно на G (+) бактерије, док од дужине ланца, концентрације и рН медијума зависи њихова антифугална активност (Gould, 1991).

Бактериоцини представљају рибозомално синтетисане пептиде који углавном делују на блиско сродне врсте. Неки бактериоцини имају шири спектар инхибиције, показујући антимикробно дејство и на патогене бактерије и бактерије које кваре храну (Lozo et al., 2017). Самостално или у комбинацији са другим антимикробним једињењима, продуктима метаболизма БМК, бактериоцини имају бактериостатичко или бактерицидно дејство. Антимикробна активност је најчешће усмерена према сродним врстама бактерија, како према БМК, тако и према G (+) бактеријама које узрокују кварење хране и патогеним бактеријама присутним у храни као што су *Bacillus* sp., *Staphylococcus* sp., *Clostridium* sp., *Listeria* sp., и друге (Gaamouche et al., 2014; Lozo et al., 2017; Zhao et al., 2017).

Постоје различити начини за примену бактериоцина у храни. Први начин је апликацијом директно у храну као заштита од кварења или развоја патогених бактерија. Тако на пример, низин се на тржишту може наћи под ознаком Е-234 или под комерцијалним именом Nisaplin и Novasin. Због своје активности у широком распону рН и стабилности при загревању, користи се у различитим врстама прехранбених производа (млечни производи, месне прерађевине, салатни преливи и др.) (Johnson et al., 2017). Такође је забележена ефикасност педиоцина РА-1 као активне компоненте конзерванса под називом Alta 2341 (Da Costa et al., 2019). Бактериоцини се у храну могу додати и као бактериоцин-продукујуће културе (Buyong et al., 1998; Ennahar et al., 1998; Guinane et al., 2005) или се користе као стартер културе које продукују бактериоцин *in situ*. Трећи начин примене бактериоцина је примена као додатна култура уз комерцијалне стартер културе у ферментисаним производима (Montville and Chikindas, 2012). Као протективне културе, користе се да осигурају микробиолошку безбедност хране, а инхибицијом микроорганизама кварења као што је *Pseudomonas* sp. и патогених микроорганизама (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp., *Listeria monocytogenes* sp.), доприносе конзервацији ферментисаних производа (Olasupo et al., 1995). Међутим, начин деловања бактериоцина још увек није у потпуности истражен.

Захваљујући разноликости врста и сојева, производњи аромогених једињења, стварању егзополисахарида, спречавању раста патогених бактерија, пробиотској и бактериоцинској активности, БМК имају изузетно важну улогу у прехранбеној индустрији. Традиционални производи представљају богат извор врло значајних изолата, који се могу успешно применити у производњи ферментисаних млечних производа, сирева, као протективне и стартер културе. Њиховим коришћењем очувала би се аутентичност поднебља и специфична сензорна својства производа.

Предмет истраживања предложене докторске дисертације обухвата примену аутохтоних сојева БМК пореклом из традиционалних млечних производа у производњи хране. Користиће се културе из ранијих истраживања са доказаним стартерским

особинама *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* 563 и *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* 565 (Радуловић, 2007), као и култура са доказаним бактериоцинским својствима *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar *diacetylactis* BG BU1-4 (Lozo et al., 2017) и испитати могућност њихове примене у прехранбеној индустрији, као протективних култура.

Програмом истраживања предвиђено је испитивање антимикробног деловања култура *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* 563 и *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* 565 самостално и у комбинацији са бактериоцин продукујућом културом *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar *diacetylactis* BG BU1-4 на *L. monocytogenes*, као и антимикробни утицај селектованих сојева лактокока на комерцијалне стартер културе. Такође, испитаће се антимикробно деловање комерцијалних стартер култура, самостално и у комбинацији са изабраним аутохтоним сојевима на *L. monocytogenes*, на основу чега ће се направити план концентрацијске заступљености и комбинације сојева за примену у процесу производње одговарајућих производа.

У прелиминарном делу експеримента предвиђено је испитивање антилистеријског дејства назначених култура у модел систему сира. На основу ових резултата, аутохтоне лактококе ће се додати као стартер културе, одн. допунске стартер и/или протективне културе у различитим међусобним концентрацијама, са циљем проналажења оптималне концентрације за инхибиторно дејство на патогене. У оквиру тога ће бити испитана вијабилност лактокока, као и антилистеријско дејство на различите концентрације *L. monocytogenes*. Изабрани сојеви, у различитим варијантама, биће примењени у производњи сира од ултрафилтрираног (УФ) млека, кајмаку и симулираној производњи хладно димљеног лососа.

Осим утврђивања антилистеријског дејства селектованих сојева БМК и њихових антимикробних метаболита, програм истраживања предвиђа и оцену сензорних својстава појединих производа са додатим лактококама.

3. Научни циљ истраживања

Способност патогена да се прилагоди и преживи услове прераде хране, у мноме доприноси порасту броја алиментарних тровања. Производни процеси, у највећој мери, ослањају се на примену агресивних техника прераде и хемијских средстава, ради продужетка рока трајања производа и њихове микробиолошке безбедности. Међутим, савремени потрошач, испољава забринутост због употребе хемијских конзерванаса и окреће се производима који користе природне конзервансе, безбедне по људско здравље, као што су метаболити бактерија млечне киселине (Montville and Winkowski, 1997). С обзиром да својим антимикробним метаболитима стварају неповољно окружење за раст микроорганизама који кваре храну, патогених микроорганизама и њихових токсина и да БМК имају GRAS (*Generally Recognized as Safe*) статус (Montville and Chikindas, 2012), примена БМК у прехранбеној индустрији је изузетно значајна.

Циљ овог истраживања огледа се у испитивању инхибиторног утицаја аутохтоних сојева БМК изолованих из традиционалних производа на раст *L. monocytogenes* и њихову примену у храни, као протективних култура. У ту сврху, одабраће се одговарајуће варијанте, стартер и протективне културе, и применити у експерименталној производњи сира од УФ млека, хладно димљеног лососа и кајмака, који ће претходно бити неинокулисани и инокулисани различитим концентрацијама патогених бактерија *L. monocytogenes*. Осим тога, циљ овог рада је да се добију производи са прихватљивим сензорним карактеристикама.

4. Основне хипотезе од којих се полази

С обзиром на све већу учесталост епидемија, појаву великог броја оболелих и високу стопу смртности који су узроковани болестима чији се узрочници преносе храном, као и на потребу потрошача за минимално хемијски третираном храном, БМК са својим антимикробним метаболитима, представљају адекватно технолошко решење. Досадашња истраживања у сфери прехранбене индустрије, базирала су се углавном, на примени мањег броја сојева са већ потврђеним антимикробним својствима. Ферментисани производи произведени на традиционални начин, обилују огромним бројем сојева са изузетним карактеристикама и још увек недовољно истраженим механизмима антимикробног деловања. Имајући то у виду, њихова апликација у производњи у својству стартер култура могла би дати изузетан допринос у индустријској производњи безбедних производа, са очуваним традиционалним сензорним особинама.

Протективне културе у производњи прехранбених производа, услед антимикробног деловања продукта метаболизма, показале су се као алтернатива хемијском третирању и инвазивним техникама прераде. У том смислу, за очекивати је да међу аутохтоним сојевима БМК, које се могу користити као стартер културе, постоје и они који ће показати антимикробно дејство на патогене. Овај аспект примене аутохтоних бактерија млечне киселине још увек није довољно истражен, нарочито када је у питању примена у различитим врстама намирница. Применом природних изолата лактокока у производњи сира од УФ млека, кајмака, хладно димљеног лососа, очекују се задовољавајући антилистеријски ефекти. Са друге стране, очекује се да примена аутохтоних сојева у производњи хране неће утицати на промену сензорних својстава производа, како би њихов сензорни квалитет био прихватљив од стране потрошача.

5. Методе и материјал који ће се користити у истраживањима

Истраживање ће се вршити већим делом у лабораторијским условима Катедре за технолошку микробиологију Пољопривредног факултета Универзитета у Београду. Један део истраживања биће изведен у млекарни "Границе" у Младеновцу.

У рад ће бити укључене аутохтоне културе *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* 563, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* 565 (Радуловић, 2007), изоловане из традиционалних сирева, као и *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar *diacetylactis* BG BU1-4 (Lozo et al., 2017) са потврђеним бактериоцинским својствима. У раду ће бити коришћена *Listeria monocytogenes* ATCC 19111, као сој на коме ће бити тестирана антимикробна активност лактокока.

Методе које ће се користити за карактеризацију одабраних аутохтоних сојева БМК:

- Антимикробна активност аутохтоних сојева БМК коришћењем дифузионог теста са бунарчићима (Harris et al., 1989)
- Ацидогена активност мерењем рН вредности током 24 сата ферментације
- Резистенција на антибиотике - дифузни тест са дисковима антибиотика и Е-тест (Korhonen, 2010)
- Способност продукције аромогених једињења:
 - Креатински тест - детерминација стварања диацетила
 - Реакција Voges-Proskauer - утврђивање присуства ацетил-метил-карбинола (ацетоина)
 - испитивање на Simons-citratnom агару
- Присуство водоник-пероксида као продукта метаболизма бактерија млечне киселине по методи Juarez Tomas et al. (2004)

Прелиминарно испитивање инхибиторног дејства аутохтоних сојева лактокока на *L. monocytogenes* у модел систему сира, подразумевало би праћење њиховог броја у 12 варијанти сирева од УФ млека. *L. monocytogenes* ће се инокулисати у концентрацијама 10^3 , 10^4 и 10^5 cfu/g, а као потенцијалне протективне културе биће коришћени аутохтони сојеви лактокока. Испитивање инхибиторног утицаја аутохтоних лактокока у модел систему сира обухватиће:

- Испитивање утицаја аутохтоних сојева лактокока на раст *L. monocytogenes* у модел систему сира стандардном методом ISO 11290-1
- Праћење вијабилности аутохтоних сојева лактокока у модел систему сира методом разређења на М17 агару са додатком 0,5% глукозе

Испитивање утицаја аутохтоних сојева БМК на раст *L. monocytogenes* вршиће се у различитим намирницама: сиру од УФ млека, кајмаку, хладно димљеном лососу. Биће направљено укупно 15 варијанти сирева неинокулисане и инокулисане са *L. monocytogenes* у концентрацијама 10^3 , 10^4 и 10^5 cfu/g. Као стартер културе користиће се комерцијална CHN11 Christian Hansen и/или аутохтоне лактококе, а као потенцијалне протективне културе користиће се аутохтони сојеви *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* 565 и *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar *diacetylactis* BG BU1-4. Исте концентрације *L. monocytogenes* и варијанте са аутохтоним лактококама, предвиђене су за оглед праћења инхибиторног утицаја лактокока у кајмаку и хладно димљеном лососу. Испитивање утицаја аутохтоних сојева БМК на *L. monocytogenes* у наведеним производима предвиђа:

- Одређивање броја *L. monocytogenes* у сиру од УФ млека, кајмаку, димљеном лососу стандардном методом ISO 11290-1
- Праћење вијабилности аутохтоних сојева лактокока у сиру од УФ млека, кајмаку, димљеном лососу - одређивање укупног броја методом разређења на М17 агару са додатком 0,5% глукозе
- Оцена сензорних својстава контролних варијанти сира од УФ млека са аутохтоним сојевима, лактокока без додатка *L. monocytogenes* ће бити урађена применом коригованог петобалног бод система (Радовановић и Попов-Раљић, 2001) од стране оцењивача који су прошли обуку за сензорно оцењивање
- Сви резултати биће статистички обрађени, у складу са типом експеримента и природом података

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

Марина П. Ивановић рођена 17.04.1975. године у Прибоју, Република Србија. Вишу медицинску школу у Земуну, санитарно-еколошки смер, завршила 1996. године. Факултет Здравствених наука Паневропског универзитета Апеирон Бања Лука завршила школске 2008/2009. године одбраном дипломског рада "НАССР-ниво знања у предузећима која послују са храном" са највишом оценом. Мастер студије завршила школске 2013/2014. године на Департману за екологију Факултета за инжењерски менаџмент и економију Нови Сад одбраном Мастер рада "Компаративна анализа неких хемијских параметара органски и конвенционално произведеног меда на подручју западне Србије" са просечном оценом 9,85. Специјалистичке академске студије на Одсеку за прехранбену технологију, Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду, уписала школске 2013/14., а завршила школске 2014/15. године одбраном

специјалистичког рада "Критеријуми хигијене у ресторанима колективне исхране Златиборског округа".

Докторске академске студије на Одсеку за прехранбену технологију, Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду, уписала школске 2015/16. године.

У Сектору за санитарни надзор Министарства за здравље, радила у периоду 1998-2014. године на пословима Републичког, а потом и Покрајинског санитарног инспектора. Од 2014. године запослена у Високој здравственој школи струковних студија у Београду, као предавач на смеровима Санитарно-еколошки инжењер и Нутрициониста-дијететичар на предметима: Технологија хране, Стандарди у храни, Методика санитарно-еколошког надзора, Инспекцијски надзор, Здравствена исправност предмета опште употребе, Инспекцијске процедуре, Безбедност хране и системи управљања.

9. Закључак и предлог

Кандидат, Марина Ивановић, спец. инж. техн., поднела је пријаву за израду докторске дисертације под насловом: ***"Потенцијал примене аутохтоних бактерија млечне киселине као антилистеријских култура у производњи хране"***. Имајући у виду специфичности метаболизма БМК са продукцијом антимикробних једињења, њихово коришћење у својству starter и протективних култура, као и могућност и апликативни значај аутохтоних култура у производњи хране, предочене у Пријави коју је кандидат поднео, Комисија је позитивно оценила избор теме, као и њену актуелност, фундаментални и примењени значај. Применом аутохтоних БМК у производњи хране, очуваће се аутентичност поднебља и специфична сензорна својства производа. Очекивано је да ће се, применом аутохтоних сојева лактокока као starter култура, доказати и њихово антимикробно дејство на патогене. С обзиром да овај аспект примене аутохтоних БМК у различитим врстама намирница још увек није довољно истражен, доказивање инхибиторног утицаја аутохтоних БМК на раст *L. monocytogenes* у производу, ће дати изузетан допринос у индустријској производњи безбедних производа. Иновативна технолошка решења подразумеваће примену аутохтоних сојева БМК у својству starter и протективних култура у производњи хране. На тај начин добиће се високовредни и безбедни прехранбени производи са очуваним сензорним својствима. Као алтернатива за интензивне технике прераде, употребу конзерванса, адитива, БМК са доказаним антилистеријским утицајем, имаће широку примену у прехранбеној индустрији. Циљ истраживања је добро дефинисан. Хипотезе од којих кандидат полази правилно су постављене. На основу предложеног материјала и метода може се закључити да је експериментални приступ систематичан и мултидисциплинаран. Планирани огледи обухватају не само карактеризацију одабраних сојева лактокока, већ и испитивање утицаја аутохтоних сојева БМК на раст *L. monocytogenes* у модел систему сира и различитим намирницама: сиру од УФ млека, кајмаку, хладно димљеном лососу, што ће допринети адекватном подешавању и оптимизацији технолошких поступака у циљу добијања здравствено-безбедног финалног производа са очуваним сензорним својствима.

На основу свега претходно наведеног, а имајући у виду значај и обим истраживања који се предлажу овом дисертацијом, као и целокупни досадашњи рад кандидата, Комисија позитивно оцењује поднету пријаву и предлаже Наставно - научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, да прихвати и одобри израду докторске дисертације под насловом: ***"Потенцијал примене аутохтоних бактерија***

млечне киселине као антилистеријских култура у производњи хране“. Комисија
предлаже за ментора докторске дисертације др Зорицу Радуловић, редовног професора.

Чланови Комисије:

Др Зорица Радуловић, редовни професор
Пољопривредни факултет , Универзитет у Београду
(ужа научна област: Технолошка микробиологија)

Др Јелена Миочиновић, ванредни професор
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду
(ужа научна област: Технологија анималних производа)

Др Татјана Шолевић Knudsen, виши научни сарадник
Институт за хемију, технологију и металургију
Универзитет у Београду
(ужа научна област: Хемија животне средине)

Прилог 1. Списак кључних референци

- Axelsson, L. (2004): Lactic acid bacteria: classification and physiology, in: Salminen, S., Wright, A., Ouwehand, A. (Eds.), Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects. 3rd rev. and exp. ed., Marcel Dekker Inc., New York, pp. 1–66.
- Begley, M., Hill, C. (2015): Stress Adaptation in Foodborne Pathogens. Annual Review of Food Science and Technology, 6(1), 191–210.
- Buyong, N., Kok, J., Luchansky, J.B. (1998): Use of genetically enhanced, pediocin-producing starter culture, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* MM217 to control *Listeria monocytogenes* in cheddar cheese. Appl. Environ. Microbiol. 64:4842-4845.
- Caplice, E., Fitzgerald, G.F. (1999): Food fermentations: Role of microorganisms in food production and preservation. Int. J. Food Microbiol, 50:131-149.
- Da Costa, J.R., Voloski, F.L.S., Mondadori, G.R., Duval, H.E., Fiorentini, M.A. (2019): Preservation of Meat Products with Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria Isolated from Meat. Journal of Food Quality, vol. 2019, Article ID 4726510. <https://doi.org/10.1155/2019/4726510>.
- EFSA and ECDC (2018): The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. EFSA Journal 2018;16(12):5500, 262 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5500>
- Ennahar, S., Assobhel, O., Hasselmann, C (1998): Inhibition of *Listeria monocytogenes* in a smear-surface soft cheese by *Lactobacillus plantarum* WHE 92, a pediocin AcH producer. J. Food Prot. 61:186-191.
- Fernandez-Garcia, E. and McGregor, J. U. (1994): Determination of Organic Acids During the Fermentation and Cold Storage of Yogurt. J Dairy Sci, 77, 2934-2939.
- Fetsch, A., & Johler, S. (2018): Staphylococcus aureus as a Foodborne Pathogen. Current Clinical Microbiology Reports, 5(2), 88–96.
- Gaamouche, S., Arakrak, A., Bakkali M., Laglaoui, A. (2014): Antimicrobial activity of lactic acid bacteria and bacteriocins isolated from a traditional brine table olives against pathogenic bacteria. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 3(11) 657-666.
- Ganguly, S. (2013): Basic principles for effective food preservation: a review. Int. J. Pure App. Biosci., 1(6):84–85.
- Gould, G.W. (1991): Antimicrobial compound. In: Goldberg, I., Williams, R. (Eds.), Biotechnology and Food Ingredients. Van Nostrand Reinhold, New York. pp: 461-483.
- Guinane, C. M., Cotter, P. D., Hill, C., & Ross, R. P. (2005): Microbial solutions to microbial problems; lactococcal bacteriocins for the control of undesirable biota in food. Journal of Applied Microbiology, 98(6), 1316–1325.
- Harris, L. J., Daeschel, M. A., Stiles, M. E., Klaenhammer, T. R. (1989): Antimicrobial Activity of Lactic Acid Bacteria Against *Listeria monocytogenes*. Journal of Food Protection, 52(6), 384–387.

Hladíková, Z., Smetanková, J., Greif, G., Greifová M. (2012): Antimicrobial activity of selected lactic acid cocci and production of organic acids. *Acta Chimica Slovaca*, Vol. 5, No. 1, pp. 80—85.

Johnson, E. M., Jung, D. Y.-G., Jin, D. Y.-Y., Jayabalan, D. R., Yang, D. S. H., Suh, J. W. (2017): Bacteriocins as food preservatives: Challenges and emerging horizons. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–25.

Juarez Tomas, M.S., Otero, M.C., Ocana, V., Nader-Macias, M.E. (2004): Production of Antimicrobial Substances by Lactic Acid Bacteria I. In: Spencer, J.F.T. and Ragout de Spencer, A.L., Eds., *Methods in Molecular Biology* 268:337-46, Humana Press Inc., Totowa, NJ.

Juven, J.B. and Pierson, D.M. (1996): Antibacterial Effects of Hydrogen Peroxide and Methods for Its Detection and Quantitation. *Journal of Food Protection*, Vol. 59, No. 11, 1996, 1233-1241.

Khalid, K. (2011): An overview of lactic acid bacteria. *Intern J Bioscien.* 1: 1-13.

Korhonen, J. (2010): Antibiotic resistance of lactic acid bacteria. Dissertation. Faculty of Forestry and Natural Science, University of Eastern Finland, Finland.

Lozo, J., Mirković, N., O'Connor, P.M., Malešević, M., Miljković, M., Polović, N., Jovčić, B., Cotter, P.D., Kojić, M. (2017): Lactolisterin BU, a novel class II broad-spectrum bacteriocin from *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* bv. *Diacetylactis* BGBU1-4. *Appl Environ Microbiol* 83:e01519-17.

Montville, T.J. and Winkowski, K. (1997): Biologically Based Preservation Systems and Probiotic Bacteria. In: Doyle, M.P., Buchanan, L.R. and Montville, T.J., Eds., *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, ASM, Washington DC.

Montville, T.J., Chikindas, M. (2012): Biological Control of Foodborne Bacteria. In: Doyle, M.P., Buchanan, L.R. and Montville, T.J., Eds., *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, ASM, Washington DC.

Olasupo, N. A., Olukoya, D. K., Odunfa, S. A. (1995): Studies on bacteriocinogenic *Lactobacillus* isolates from selected Nigerian fermented foods. *Journal of Basic Microbiology*, 35(5), 319–324.

Radovanović, R., Popov-Raljić, J. (2001): Senzorna analiza prehrambenih proizvoda. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.

Radulović, Z. (2007): Izolacija i selekcija autohtonih bakterija mlečne kiseline i njihova primena u standardizaciji sireva u tipu sjeničkog. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija.

Radulović, Z., Miočinović, J., Pudja, J., Barać, M., Miloradović, Z., Paunović, D., Obradović, D. (2011): The application of autochthonous lactic acid bacteria in white brined cheese production. *Mljekarstvo* 61 (1), 15-25.

Radulovic, Z., Miocinovic, J., Mirkovic, N., Mirkovic, M., Paunovic, D., Ivanovic, M., Seratlic, S. (2017): Survival of Spray-Dried and Free-Cells of Potential Probiotic *Lactobacillus plantarum* 564 in Soft Goat Cheese. *Animal Science Journal*, 88, 1849–1854.

Rozin, P., Fischler, C., Shields-Argeles, C. (2012): European and American perspectives on the meaning of natural. *Appetite* 59:448–55.

Stiles, M. E. and Holzapfel, W. H. (1997): Lactic acid bacteria of food and their current taxonomy, *International journal of Food Microbiology*, 36: 1-29.

Veer. P. S. (2018): Recent approaches in food bio-preservation. *Open Vet J*, 8(1): 104–111.

Wemmenhove, E., Valenberg, H.J.F., Hooijdonk, A.C.M., Wells-Bennik, M.H.J., Zwietering, M.H.(2018): Factors that inhibit growth of *Listeria monocytogenes* in nature-ripened Gouda cheese: A major role for undissociated lactic acid. *Food control*, 413-418.

Zhao, X., Zhen, Z., Wang, X., and Guo, N. (2017): Synergy of a combination of nisin and citric acid against *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Addit. Contam. Part A* 34, 2058–2068.

Прилог 2. Spisak saopštenih i objavljenih naučnih i stručnih radova kandidata Marinе Ivanović

Radulovic, Z., Mirkovic, M., Mirkovic, N., Paunovic, D., **Ivanovic, M.** (2017): Survival of autochthonous probiotic *Lactobacillus plantarum* 564 implemented in dark chocolate and yogurt through gastrointestinal tract in vivo. International Scientific Conference Probiotics and Prebiotics, 20-22. June 2017, Budapest, Hungary, Abstract Book, 128.

Radulovic, Z., Miocinovic, J., Mirkovic, N., Mirkovic, M., Paunovic, D., **Ivanovic, M.**, Seratlic, S. (2017): Survival of Spray-Dried and Free-Cells of Potential Probiotic *Lactobacillus plantarum* 564 in Soft Goat Cheese. Animal Science Journal, 88, 1849–1854.

Ivanović, M., Rajković, M., Mamužić, Z., Paunović, D., Zlatanović, S. (2017): Azotne jonske grupe i jedinjenja prisutna u vodi za piće na teritoriji Severno-bačkog okruga. Zaštita materijala, 58 (3) 349-361.

Mirković, M., **Ivanović, M.**, Mirković, N., Radulović, A., Paunović, D. (2018): Poređenje antilisterijskog dejstva komercijalnih i autohotnih bakterija mlečne kiseline u model siru. XII Kongres mikrobiologa Srbije, MIKROMED 2018, 10.-12.05.2018., Knjiga abstrakta na CD-ROM.

Rodić Trmčić, B., **Ivanović, M.**, Ilić, V. (2015): Kvalitet ishrane stanovništva različitih regiona u Republici Srbiji u periodu 2011-2013. godine. PONS Med J, 12(2) 58-63.

Ivanović, M., Rodić, B., Timar, S. (2015): Analiza mikrobiološke ispravnosti gotovih jela i briseva u Studentskom centru Subotica. Simpozijum zdravstvenih radnika Republike Srbije I kategorije "Energija znanja – Doprinesi, stvaraj...", 13-17. Maj, Zlatibor, Srbija ISBN 978-8684015-28-2

Rodić Trmčić, B., **Ivanović, M.** (2015): Mobilno zdravlje – aplikacije popularnih dijeta. Simpozijum zdravstvenih radnika Republike Srbije I kategorije "Energija znanja – Doprinesi, stvaraj...", 13-17. maj, Zlatibor, Srbija. ISBN 978-8684015-28-2

Ivanović, M., Rodić, B. (2015): Mikrobiološka slika u objektima za ishranu školskih i predškolskih ustanova Zlatiborskog okruga u periodu 2012 – 2014. godine. Simpozijum zdravstvenih radnika Srbije sa međunarodnim učešćem: "Uvek novo, uvek iskustvo", 24 – 28.10.2015., Zlatibor, Srbija

Rodić Trmčić, B., **Ivanović, M.** (2015): Analiza kvaliteta ishrane stanovništva Republike Srbije u 2013. godini. Simpozijum zdravstvenih radnika Srbije sa međunarodnim učešćem: "Uvek novo, uvek iskustvo", 24 – 28.10.2015., Zlatibor, Srbija

Grujić, R., **Ivanović, M.**, Antonić, B. (2010): Implementation of food management system in food production and handling in Northern Serbia. Quality of life 1 (2-4):114-120.

Grujić, R., **Ivanović, M.**, Grujić, S., Antonić, B. (2010): Obuka zaposlenih radnika – preduslov za proizvodnju bezbedne hrane. Kvalitet, vol. 20, br. 11-12, str. 47-53.

Grujić, R., **Ivanović, M.**, Grujić, S., Antonić, B., Vujadinović, D. (2010): Need for improvement of knowledge in food business companies. XXI Congress of chemists and technologists of Macedonia, 23 - 26. septembar, Ohrid, Makedonija.

Amidžić, B., Biočanin, R., **Ivanović, M.** (2008): Ekspertska ocenjivanje projekata i programa u sistemu zaštite životne sredine. Festival kvaliteta, 13 – 15. maj, Kragujevac, Srbija.

Biočanin, R., Rakić, N., **Ivanović, M.** (2008): Genetički inženjering u vođenju biološkog rata. Razvoj i upravljanje, 29-34.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: Зорица Радуловић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Seratlić, S., Bugarski, B., Nedović V., **Radulović, Z.**, Lars Wadso., P., Dejmek., F. Gomez Galindo (2013): Behaviour of the Surviving Population of *Lactobacillus plantarum* 564 upon the Application of Pulsed Electric Fields. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 17, 93-98.
2. Laličić-Petronijević J., Popov-Raljić J., Obradović D., **Radulović Z.**, Paunović D., Petrušić M., Pezo L. (2014): Viability of probiotic strains *Lactobacillus acidophilus* NCFM® and *Bifidobacterium lactis* HN019 and their impact on sensory and rheological properties of milk and dark chocolates during storage for 180 days. *Journal of Functional Foods*, 15, 541-550.
3. **Radulović, Z.**, Paunović, D., Petrušić, M., Mirković, N., Miočinović, J., Kekuš, D., Obradović, D. (2014): The application of autochthonous potential probiotic *Lactobacillus plantarum* 564 in fish oil fortified yoghurt production. *Archives of Biological Science*, 66 (1), 15-22.
4. **Radulovic, Z.**, Miocinovic, J., Mirkovic, N., Mirkovic, M., Paunovic, D., Ivanovic, M., Seratlic, S. (2017): Survival of Spray-Dried and Free-Cells of Potential Probiotic *Lactobacillus plantarum* 564 in Soft Goat Cheese. *Animal Science Journal*, 88, 1849–1854.
5. Seratlić S., Bugarski, B., **Radulović, Z.**, Dejmek, P., Wadsö, L., Nedović, V. (2013): Electroporation Enhances the Metabolic Activity of *Lactobacillus plantarum* 564. *Food Technology & Biotechnology*, 51 (4), 446-452.