

35/261
(Број захтева)
18.08.2017.
(датум)

(назив већа научне области коме се захтев упућује)

Београд, Студентски трг бр. 1

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06),
дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата

ТАЊЕ (Живко) КРУНИЋ, дипл. инж. технологије
(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ: **ТАЊА (Живко) КРУНИЋ, дипл. инж. технологије,**
пријавио је докторску дисертацију под називом:

„Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке“

Из научне области: **ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО**

Универзитет је дана **31.10.2016.** године, својим актом **02 број: 61206-5444/2-16** дао сагласност на
предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке“

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата:

ТАЊЕ (Живко) КРУНИЋ, дипл. инж. технологије
(име, име једног од родитеља и презиме)

образована је на седници одржаној **01.06.2017.** године Одлуком Факултета под бр. **35/198,** у
саставу:

Име и презиме	Звање	Научна област
1. Др Марица Ракин	Редовни професор	Биохемијско инжењерство и биотехнологија
2. Др Маја Вукашиновић-Секулић	Ванредни професор	Биохемијско инжењерство и биотехнологија
3. Др Зорица Кнежевић-Југовић	Редовни професор	Биохемијско инжењерство и биотехнологија
4. Др Зорица Радуловић	Редовни професор	Технолошка микробиологија

Наставно-научно веће Факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске
дисертације на седници одржаној дана **06.07.2017.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 40. Статута ТМФ и чл. 39. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 06.07.2017. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Марица Ракин, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Маја Вукашиновић-Секулић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Зорица Кнежевић-Југовић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Зорица Радуловић, редовни професор Универзитета у Београду, Пољопривредни факултет, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: „**Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке**“ коју је поднела **Тања Крунић**, дипломирани инжењер технологије и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације **Тање Крунић**, под називом „**Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке**“ Одлуком 02 број: 61206-5444/2-16 од 31.10.2016. године.

Верификација научних доприноса:

- Kategorija M21:
- 1. Bulatović, M., Rakin, M., Vukašinović-Sekulić, M., Mojović, Lj., **Krunić, T.**: *Effect of nutrient supplements on growth and viability of Lactobacillus johnsonii NRRL B-2178 in whey*, International Dairy Journal, vol. 34, no. 1, 2014, pp. 109-115, (ISSN: 0958-6946) (IF(2013) = 2.297)
- 2. Bulatović, M., **Krunić, T.**, Vukašinović-Sekulić, M., Zarić, D., Rakin, M.: *Quality attributes of a fermented whey-based beverage enriched with milk and a probiotic strain*, RSC Advances, vol. 4, no. 98, 2014, pp. 55503–55510, (ISSN 2046-2069) (IF(2014) = 3.840)
- 3. Zaric, D.B., Bulatovic, M.L., Rakin M.B., Krunic, T.Z., Loncarevic, I.S., Pajin, B.S.: *Functional, rheological and sensory properties of probiotic milk chocolate produced in a ball mil.*, RSC Advances, vol. 6, 2016, pp. 13934-13941. (ISSN 2046-2069) (IF (2014) = 3.840).
- 4. **Krunić, T.Z.**, Bulatović, M.L., Obradović, N.S., Vukašinović-Sekulić, M.S., Rakin, M.B., 2016a. *Effect of immobilisation materials on viability and fermentation activity of dairy starter culture in whey-based substrate*, Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 96, 2016, pp. 1723–1729. (ISSN 0022-5142) (IF (2016) = 2.463).
- Kategorija M22:
- 1. Obradovic, N.S., **Krunic, T.Z.**, Trifkovic, K.T., Bulatovic, M.Lj., Rakin, M.P., Rakin, M.B., Bugarski, B.M.: *Influence of chitosan coating on mechanical stability of biopolymer carriers with probiotic starter culture in fermented whey beverages*, International Journal of Polymer Science, 2015, Article ID 732858, 8 pages, DOI:10.1155/2015/732858. (IF (2013) = 1.322)
- Kategorija M23:
- 1. Rakin, M., Bulatovic, M., Zaric, D., Stamenkovic-Đokovic, M., **Krunic, T.**, Boric, M., Vukašinovic-Sekulic M.: *Quality of fermented whey beverage with milk*, Hemijska industrija, vol. 70, no. 1, 2016, pp. 91-98. (ISSN 0367-598) (IF (2015) = 0.437).
- 2. **Krunic, T.Z.**, Obradovic, N.S., Bulatovic, M.L., Vukašinovic-Sekulic, M.S., Trifkovic, K., Rakin, M.B.: *Impact of carrier material on fermentative activity of encapsulated yoghurt culture in whey based substrate*, Hemijska industrija, OnLine-First (00), 2016, 16-16. DOI:10.2298/HEMIND150717016K, (ISSN 0367-598) (IF (2015) = 0.437).

Докторска дисертација и реферат о оцени докторске дисертације достављају се на увид јавности, а по истеку рока од 30 дана, на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета, ментору, Служби за наставно-студентске послове, Библиотеци и Архиви факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Тање Ж. Крунић

Одлуком 35/198 бр. од 01.06.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Тање Ж. Крунић под насловом

Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

14.10.2011. године Тања Ж. Крунић, дипл. инж. технологије уписује докторске студије на Катедри за биохемијско инжењерство и биотехнологију Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, под менторством др Марице Ракин, ванредног професора Технолошко-металуршког факултета.

09.07.2015. године Тања Ж. Крунић, дипл. инж. технологије је Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета предложила тему докторске дисертације под називом „Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке“.

20.07.2015. године На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, одлукомбр. 35/305, именована је Комисија за оцену подобности кандидата Тања Ж. Крунић, дипл. инж. за израду докторске дисертације под називом „Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке“.

15.09.2016. године На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета донета је одлука о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и одобрава се израда докторске дисертације под називом „Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке“, кандидата Тања Ж. Крунић, дипл. инж. технологије. За ментора докторске дисертације именована је др Марица Ракин, редовни професор Технолошко-металуршког факултета.

31.10.2016. године Одлуком бр. 61206-5444/2-16 Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Тања Ж. Крунић, дипл. инж. технологије под називом „Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке“.

01.06.2017. године На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, одлуком бр. 35/198, именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Тања Ж. Крунић, дипл. инж. под називом „Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке“.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторке дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област Биохемијско инжењерство и биотехнологија, за коју је матична установа Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду. Ментор ове докторске дисертације, др Марица Ракин, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, је на основу објављених публикација и искуства, компетентна за вођење израде ове докторске дисертације. Из ове области је до сада објавила 35 радова са СЦИ листе, била ментор за оцену и одбрану једног доктората и члан Комисије за оцену и одбрану 3 доктората.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Тања Ж. Крунић је рођена 06.04.1985. године у Дубровнику, Хрватска. Основну и средњу школу завршила је у Херцег Новом. Студије на Технолошко-металуршком факултету у Београду уписала је школске 2004/2005. године, на Катедри за биохемијско инжењерство и биотехнологију Технолошко-металуршког факултета, где је и дипломирала 24.09.2010. године са просечном оценом током студија 9,11 и одбраном дипломског рада под називом „Оцена и контрола квалитета полутрајних производа од меса“ са оценом 10,0 (десет). Добитник је Специјалног признања које додељује Српско хемијско друштво најбољим дипломираним студентима хемије и хемијске технологије на Универзитетима у Србији.

Школске 2011/2012. год. уписала је докторске студије на Катедри за биохемијско инжењерство и биотехнологију Технолошко-металуршког факултета у Београду. Током студија положила је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија, укључујући и завршни испит, са просечном оценом 9,75.

Од 01.12.2011. године Тања Ж. Крунић је запослена у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета, као истраживач на пројекту Технолошког развоја ТР 31017 под називом „Производња млечне киселине и пробиотика на отпадним производима прехранбене и агро-индустрије“, финансираног од стране Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије. У периоду 2012-2013. учествовала је у реализацији Иновационог пројекта под називом „Ферментисани напаци на бази сурутке као нови функционални млечни производи“, ев. број 451-03-2372-ИП Тип 1/85 финансираног од стране Министарства науке и технолошког развоја Републике Србије из кога је реализовано Техничко решење под називом „Производња функционалног ферментисаног напитка од сурутке и млека“ потврђено од стране АД Имлек Београд као крајњег корисника. У периоду 2014-2015. учествовала је у реализацији Иновационог пројекта под називом "Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке и млека", ев. број 451/03/2802/2013-16/176 финансираног од стране Министарства науке и технолошког развоја Републике Србије из кога је реализовано Техничко решење "Унапређење функционалних карактеристика ферментисаног напитка од сурутке и млека додатком биоактивних пептида" и прихваћено од стране АД Бимилк, Македонија као крајњег корисника.

Ангажована је на извођењу вежби из предмета Биотехнолошки практикум 2 (школска 2013/2014; 2014/2015; 2015/2016) на основним студијама.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Тање Ж. Крунић је написана на 203 стране (од којих је 190 нумерисано) у оквиру којих се налази 6 поглавља, 19 табела, 57 слика и 225 литературних навода.

Докторска дисертација садржи поглавља: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак и Литература, уз изводе на српском и енглеском језику. По својој форми и садржају, поднети рад задовољава све стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У поглављу Увод, наведен је предмет истраживања ове дисертације који се односи на Производњу и примену биоактивних протеина и пептида из сурутке, примену добијених пептида додатком у постојеће производе, као и производња нових производа у виду ферментисаног напитка на бази сурутке који садржи слободну и инкапсулирану пробиотску културу. Наведен је план истраживања и основни циљеви ове докторске дисертације.

У поглављу Теоријски део, назначен је састав и биолошка активност протеина сурутке, начини добијања биоактивних пептида из нативних протеина као и могућа примена добијених пептида у прехранбеној индустрији тј. У циљу добијања функционалне хране. Затим су наведене дефиниција и класификација функционалне хране, са акцентом на ферментисане производе на бази сурутке. Наведене су најзначајније технолошке особине протеина. Могућност примене протеина као носача за инкапсулације пробиотика ради примене у прехранбеној индустрији.

У поглављу Експериментални део, наведени су материјали, микроорганизми, хемикалије п.а. чистоће и уређаји коришћени у експерименталном раду. Наведене су све методе коришћене за припрему микроорганизама, подлога за гајење микроорганизама и коришћених сировина. Описане су методе хидролизе протеина сурутке различитим ензимима, ултрафилтрација добијених хидролизата и карактеризација фракција у виду одређивања биоактивности: антиоксидативне (АБТС, ФРАП), АЦЕ инхибиторне активности. Описане су методе одређивања технолошких својстава хидролизата и нехидролизованог концентрата протеина (растворљивост, хидрофобност, капацитет везивања воде, капацитет везивања уља, својство стварања пене, емулгујућа својства, дигестибилност). Описана је методе одређивања протеинских фракција (СДС - ПАГЕ електрофорезом) присутних у хидролизату и нехидролизованом концентрату протеина сурутке. Описане су методе инкапсулације стартер културе, карактеристике честица пре и после ферментације (изглед, величина, чврстоћа и промене у матриксу-ФТИР). Описана је метода и услови ферментације млека и напитка на бази сурутке примењивани у експерименталном раду, и наведене методе за одређивање параметара квалитета произведених напитака. Детаљно су описане методе одређивања: рН вредности, титрацијске киселости, броја живих ћелија, антиоксидативне активности (ДППХ, АБТС), редукционе снаге (ФРАП), пробиотског карактера (ин витро), стабилности. Описане су методе коришћене за одређивање карактеристика масног крема у који је додата фракција биоактивних пептида (одређивање антиоксидативног капацитета производа и АЦЕ инхибиторна активност). Описане су методе коришћене за одређивање карактеристика чоколаде у коју је додат хидролизат протеина сурутке, као и нехидролизовани протеини сурутке: одређивање антиоксидативног капацитета производа (АБТС, ДППХ, детекција полифенола), оцена сензорних карактеристика (боја, тврдоћа, сјај површине, мирис, топивост, песковитост, адхезивност), технолошких карактеристика (расподела честица, вискозност, чврстоћа).

У поглављу резултати и дискусија налази се укупно 5 поглавља и на крају сваког поглавља налази се закључак. У првом поглављу приказани су резултати испитивања технолошких својстава хидролизата и процени њихове могуће примене. У другом поглављу приказани су резултати испитивања биолошких карактеристика хидролизата и фракција хидролизата, одређивања пептидних фракција као и процена најадекватнијих фракција у циљу примене у различите производе. Следећа три поглавља приказују резултате примене добијених биоактивних пептида. У трећем поглављу приказани су резултати додатка биоактивних пептида у различите производе: масни крем, јогурт, напитака на бази сурутке. У четвртом поглављу приказани су резултати додатка хидролизата протеина сурутке и нехидролизованог

концентрата протеина сурутке у чоколаду са циљем добијања протеинских барова. У петом поглављу приказани су резултати инкапсулације стартер културе и ферментације супстрата на бази сурутке инкапсулираном културом.

У поглављу Закључак, сумирани су најзначајнији резултати и сазнања проистекли из ове докторске дисертације, са акцентом на могућу примену.

У поглављу Литература наведене су све референце цитиране у докторској дисертацији.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Количина производа од сурутке на тржишту је занемарљиво мала у односу на количину млечних производа што наводи на закључак да би се унапређењем процеса ферментације сурутке добили нови неконвенционални производи који би заузели значајније место у палети производа намењених широкој потрошњи. Такође, хидролиза и ултрафилтрација као методе којима се под благим условима добијају пептиди веома изражене биоактивности и могуће примене у виду додатака у већ постојеће производе (чоколада, масни крем, јогурт) омогућавају добијање велике количине функционалних производа на једноставан и јефтин начин. Функционална храна је храна 21. века. Тржиште функционалне хране је у сталном порасту, протеински барови који се добијају додатком протеина у чоколаду значајно доприносе нутритивној вредности и функционалности производа, а не утичу негативно на укус и друге органолептичке карактеристике (приликом анализе сензорних својстава чоколаде је оцењена високом оценом од стране конзумента). Инкапсулација је показала изванредне резултате на стабилност производа али и на преживљавање пробиотика у симулираним условима гастроинтестиналног тракта. Применом имобилисане мешане пробиотске културе добијен је потпуно нови ферментисани производ на бази сурутке са изразито побољшаним пробиотским својством. Додатком биоактивних пептида у масни крем који се користи као пуњење у многе кондиторске производе (бисквите, наполитанке, чоколаде) могуће је обогатити широку лепезу производа и превести их из конвенционалних у функционалне производе. Резултати ове докторске дисертације пружају и смернице за будућа истраживања у оквиру биотехнолошке области. На основу опсежног прегледа литературе, може се закључити да се истраживања у оквиру ове докторске дисертације уклапају у светске трендове и указују на значај и актуелност проучавање проблематике.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији је дато 225 литературних навода, од чега је највећи део објављен у последњих 5-10 година. Ово потврђује актуелност изучавање проблематике у свету. Савремена истарживања објављена у наведеним научним радовима су описана, анализирана и дискутована и изведени су закључци који су омогућили добар увид у област производње напитака на бази сурутке.

На основу пажљиве анализе резултата приказаних у научној литератури изложене су основне смернице за истраживања која су извршена у овој докторској дисертацији. Из списка коришћене литературе и радова које је кандидат објавио као део истраживања ове докторске дисертације, уочава се изузетно велико познавање предметне области истраживања, као и познавање актуелног стања истраживања у овој области у свету

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Сви резултати у оквиру ове дисертације су доказани одговарајућим експериментима, као и савременим аналитичким инструменталним мерењима према оригиналним или модификованим методама из литературе. У раду су коришћени амикон и целулозне мембране у процесу ултрафилтрације, спрејсусница у циљу сушења узорака ради лакшег чувања, као и метода ГЕЛ-електрофорезе ради детектовања пептидних фракција. Примењене

су модификоване и оригиналне методе у циљу одређивања технолошких својстава хидролизата. Хидролизатима и пептидним фракцијама одређивана је биоактивност методом детекције антиоксидативног капацитета (АБТС и ФРАП методе), као и АЦЕ инхибиторна активност у циљу одређивања антихипертензивног својства узорака. Исте методе за биоактивност коришћене су за одређивање функционалности масног крема у који су додати биоактивни пептиди. Током селекције оптималне количине и типа пептида за обогаћивање ферментисаног напитка на бази сурутке и млека вршено је праћење садржаја млечне киселине, промене рН, преживљавања микроорганизама, АЦЕ инхибиторне активности напитка, садржаја антиоксиданаса применом методе редукције ДППХ и АБТС слободних радикала, као и ФРАП методом током ферментације и процеса чувања произведеног напитка. Такође је извршено ин витро преживљавање пробиотских сојева примењене мешане културе у условима симулираног гастричног сока. Током селекције оптималног носача за инкапсулацију стартер културе која је даље коришћена за ферментацију супстрата на бази сурутке вршено је праћење параметара процеса (садржај млечне киселине, рН, вијабилност коришћених микроорганизама, отпуштање микроорганизама из носача) током ферментације и процеса чувања произведеног напитка. И у овом случају вршено је праћење преживљавања пробиотских сојева у условима ниске pH и присуства жучних соли (услови симулираног гастричног сока). Такође, праћене су промене на носачима током ферментације применом методе ФТИР. Током примене додаток пептида у чоколаду примењене су методе праћења промене технолошких својстава чоколаде (расподела честица, вискозност, чврстоћа), оцена конзумента (тест група за оцену органолептичких својстава), антиоксидативни капацитет обогаћене чоколаде већ наведеним методама уз детекцију полифенолних једињења који су основни носиоци антиоксидативне способности чоколаде..

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати до којих се дошло у овој докторској дисертацији представљају допринос истраживању и развоју функционалне хране и ферментационих производа применом бактерија млечне киселине.

Ферментација сурутке инкапсулираном комерцијалном АБУ 6 културом, која је први пут изведена у овом раду, показала се практичном и као таква се може примењивати у поступцима производње напитака на бази сурутке.

Интеграција процеса производње функционалног ферментисаног напитка на бази сурутке применом АБУ 6 културе уз додаток биоактивних пептида не захтева велика улагања, а обзиром да би сурутка свакако била бачена, закључује се да овакав вид њеног искоришћавања представља директну корист како у материјалном тако и у функционалном смислу.

Додатаком биоактивних пептида у масни крем могуће је на једноставан и јефтин начин обогатити широку лепезу постојећих производа и превести их из конвенционалних у функционалне производе.

Додатак хидролизата протеина у чоколаду показао се као добар начин обогаћивања овог кондиторског производа уз високу оцену конзумента услед минималних утицаја на органолептичка својства.

Верификација остварених резултата дисертације постигнута је објављивањем поглавља и радова у водећим међународним и домаћим часописима из домена ове проблематике, саопштењима на међународним конференцијама и техничким решењем.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У свом досадашњем истраживачком раду, кандидат Тања Ж. Крунић, дипл. инж. технологије, показала је самосталност и стручност у претраживању литературе, припреми и реализацији експеримената, коришћењу различитих техника карактеризације и анализи и обради резултата. На основу досадашњег залагања и постигнутих резултата Комисија је

мишљења да кандидат поседује све квалитете неопходне за самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Посебан научни допринос резултата докторске дисертације огледа се у следећем:

- Производња и издвајање биоактивних пептида сурутке односно фракција са унапређеним карактеристикама једностаним и јефтиним процесом контролисане ензимске хидролизе и ултрафилтрације
- Карактеризација хидролизата и дефинисање најоптималнијих фракција односно хидролизата за примену у циљу обогаћивања различитих производа
- Превођење чоколаде у протеински бар без нарушавања органолептичких својстава и уз високу оцену конзумента у тестираној групи
- Превођење масног крема у стабилан производ изражене АЦЕ инхибиторне и антиоксидативне активности.
- Ферментисање супстрата на бази сурутке (отпадна сировина) превођењем у функционални производ намењен људској исхрани који би у потпуности задовољио критеријуме домаћих потрошача.
- Унапређења процеса производње функционалног напитака на бази сурутке инкапсулацијом јогуртне стартер културе у протеински матрикс што има за циљ повећање стабилности и пробиотског карактера производа
- Дефинисање адекватне количине и врсте додатих пептида у млеко и супстрат на бази сурутке са циљем унапређења ферментисаног пробиотског напитка намењеног за широку примну

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Предмет ове докторске дисертације подразумева истраживања из области производње функционалне хране. Протеини суруте су помоћу контролисане ензимске хидролизе и ултрафилтрације превођени у биоактивне хидролизате и фракције пептида, који су даље коришћени за обогаћивање постојећих, али и формулацију нових производа побољшане функционалности. Масни крем, млечна чоколада и ферментисано млеко (јогурт) обогаћени различитим концентрацијама биоактивних пептида у виду укупног хидролизата протеина сурутке или најоптималније ултрафилтрационе фракције, показали су значајно унапређење функционалних својстава у виду антиоксидативне или/и АЦЕ инхибиторне активности. На овај начин је доказано да се једноставним и економичним поступком хидролизе и ултрафилтрације могу добити биоактивни пептиди за обогаћивање прехранбених производа који задржавају биоактивност дужи временски период.

Поред постојећих производа биоактивни пептиди су додати у супстрат на бази сурутке који је затим ферментисан јогуртном културом. На овај начин добијен је ферментисани функционални производ који поседује боље функционалне карактеристике од ферментисаног млека (јогурта), који је широко присутан на нашем тржишту. Додатак биоактивних пептида додатно је унапредио овај функционални производ и резултати су показали боља функционално својства него што је случај код сличних производа приказаних у литератури.

Протеини сурутке и хидролизат протеина сурутке коришћени су и као носачи за инкапсулацију мешане културе коришћене за ферментацију супстрата на бази сурутке, што је значајно допринело побољшању функционалних својстава напитка. Пробиотска својства су знатно побољшана у односу на неинкапсулирану културу, али и у односу на културу

инкапсулирану у алгинат и алгинат обложен хитозаном. Стабилност и квалитет производа добијеног помоћу културе инкапсулиране у носач на бази протеина и хидролизата сурутке показује више вредности него у случају сличних производа наведених у литератури.

Као крајњи резултат ове докторске дисертације добијени су функционални производи из групе „Побољшана храна“, али и производи попут ферментисаног напитка на бази сурутке (са додатком биоактивних пептида, односно инкапсулираном културом) који представљају нове производе на тржишту бољих функционалних својстава од ферментисаног млека.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат Тања Ж. Крунић је своје резултате потврдила објављивањем радова у часописима међународног и националног значаја као и саопштавањем радова на међународним скуповима. У оквиру израде ове докторске дисертације кандидат је први аутор једног објављеног поглавља у монографији (M13), једног објављеног рада у врхунском међународном часопису (M21), једног рада у часопису међународног значаја (M23), три рада саопштена на скуповима међународног значаја (M33), као и коаутор једног објављеног поглавља у монографији (M14), три објављена рада у врхунским међународним часописима (M21), једног рада у истакнутом међународном часопису (M22), једног рада у часопису међународног значаја (M23), два рада у часописима националног значаја (M52), једног рада саопштеног на скупу међународног значаја (M33), и два техничка решења (M84 и M81)

Објављени научни и стручни радови и саопштења:

M10. ПОГЛАВЉА ОБЈАВЉЕНА У КЊИГАМА МЕЂУНАРОДНОГ ЗНАЧАЈА

Поглавља у књизи водећег међународног значаја (M13)

1. Tanja Krunić, Marica Rakin, Maja Bulatovic and Danica Zaric: The contribution of bioactive peptides of whey to quality of food products, Handbook of Food Bioengineering (I-XX) Multi-Volume SET Elsevier – Прихваћено за публикавање

Поглавља у књизи међународног значаја (M14)

Maja Lj. Bulatović, Danica B. Zarić, **Tanja Krunić**, Milka Borić, Marica B. Rakin (2016): Production of the milk chocolate with probiotic in a ball mill. In: Chocolate: Production, Consumption and Health Benefits", Adrienne Fitzgerald (Ed.), Nova Science Publishers, New York, 77-103. (ISBN: 978-1-53610-447-9).

M20. РАДОВИ ОБЈАВЉЕНИ У ЧАСОПИСИМА МЕЂУНАРОДНОГ ЗНАЧАЈА

Радови објављени у врхунском међународном часопису (M21=8)

1. Bulatović, M., Rakin, M., Vukašinović-Sekulić, M., Mojović, Lj., Krunić, T.: *Effect of nutrient supplements on growth and viability of Lactobacillus johnsonii NRRL B-2178 in whey*, International Dairy Journal, vol. 34, no. 1, 2014, pp. 109-115, (ISSN: 0958-6946) (IF(2013) = 2.297)

2. Bulatović, M., Krunić, T., Vukašinović-Sekulić, M., Zarić, D., Rakin, M.: *Quality attributes of a fermented whey-based beverage enriched with milk and a probiotic strain*, RSC Advances, vol. 4, no. 98, 2014, pp. 55503–55510, (ISSN 2046-2069) (IF(2014) = 3.840)

3. Zaric, D.B., Bulatovic, M.L., Rakin M.B., Krunic, T.Z., Loncarevic, I.S., Pajin, B.S.: *Functional, rheological and sensory properties of probiotic milk chocolate produced in a ball mil.*, RSC Advances, vol. 6, 2016, pp. 13934-13941. (ISSN 2046-2069) (IF (2014) = 3.840).

4. **Krunić, T.Z.**, Bulatović, M.L., Obradović, N.S., Vukašinović-Sekulić, M.S., Rakin, M.B., 2016a. *Effect of immobilisation materials on viability and fermentation activity of dairy starter culture in whey-based substrate*, Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 96, 2016, pp. 1723–1729. (ISSN 0022-5142) (IF (2016) = 2.463).

Радови објављени у истакнутом међународном часопису (M22=5)

1. Obradovic, N.S., **Krunic**, T.Z., Trifkovic, K.T., Bulatovic, M.Lj., Rakin, M.P., Rakin, M.B., Bugarski, B.M.: *Influence of chitosan coating on mechanical stability of biopolymer carriers with probiotic starter culture in fermented whey beverages*, International Journal of Polymer Science, 2015, Article ID 732858, 8 pages, DOI:10.1155/2015/732858. (IF (2013) = 1.322)

Радови објављени у међународном часопису (M23=3)

1. Rakin, M., Bulatovic, M., Zaric, D., Stamenkovic-Đokovic, M., **Krunic**, T., Boric, M., Vukašinovic-Sekulic M.: *Quality of fermented whey beverage with milk*, Hemijska industrija, vol. 70, no. 1, 2016, pp. 91-98. (ISSN 0367-598) (IF (2015) = 0.437).

2. **Krunic**, T.Z., Obradovic, N.S., Bulatovic, M.L., Vukašinovic-Sekulic, M.S., Trifkovic, K., Rakin, M.B.: *Impact of carrier material on fermentative activity of encapsulated yoghurt culture in whey based substrate*, Hemijska industrija, OnLine-First (00), 2016, 16-16. DOI:10.2298/HEMIND150717016K, (ISSN 0367-598) (IF (2015) = 0.437).

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33=1)

1. Bulatović, M., **Krunić, T.**, Obradović, N., Vukašinović-Sekulić, M., Zarić, D., Rakin, M.: *Influence of fruit juice addition on quality of fermented whey-based beverage*, 2nd International "Food Technology, Quality and Safety" Congress, October 28-30, Institute of Food Technology in Novi Sad (FINS), University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia, 2014, pp. 303-308, Proceedings - CD edition (ISBN 978-86-7994-043-8)

2. **Krunić, T.**, Bulatovic, M., Obradović, N., Vukašinović-Sekulić, M., Mojovic, L.J., Rakin, M.: *Fermentative activity and viability of immobilized probiotic starter culture ABY-6 in whey based substrates*. 2nd International "Food Technology, Quality and Safety" Congress, October 28-30, Institute of Food Technology in Novi Sad (FINS), University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia, 2014, pp. 297-302, Proceedings - CD edition (ISBN 978-86-7994-043-8)

3. **Krunić, T.**, Arsić, S., Bulatović, M., Vukašinović Sekulić, M., Rakin, M.: *Recent trends in whey utilization – Production of bioactive peptides*, 7th International Scientific and Expert Conference of the International TEAM Society, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, October 15-16, 2015, Belgrade, Serbia, 2015, pp. 382-385, Proceedings, (ISBN 978-86-7083-877-2).

4. **Krunić, T.**, Bulatovic, M., Boric M., Rakin, M.: *Improvement of bioactivity and technological properties of whey protein*, 3th International "Food Technology, Quality and Safety" Congress, October 25-27, Institute of Food Technology in Novi Sad (FINS), University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia, 2016, pp. 254-260, Proceedings - CD edition (ISBN 978-86-7994-050-6).

M50. ЧАСОПИСИ НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА

Рад у часопису националног значаја (M52=1.5)

1. Bulatović, M., Rakin, M., Vukašinović-Sekulić, M., Mojović, Lj., **Krunić, T.** : *Uticaj različitih dodataka na probiotski karakter fermentisanog napitka na bazi surutke*, Savremene tehnologije, vol. 2, no. 2, 2013, pp. 50-53, **(IF = 0.018)** (ISSN: 2217-9720).
2. Obradovic, N.S., **Krunić, T.Z.**, Damnjanovic, I.D., Vukasovic-Sekulic, M.S., Rakin, M.B., Rakin, M.P., Bugarski, B.M.: *Influence of Whey Proteins Addition on Mechanical Stability of Biopolymer Beads with Immobilized Probiotics*, Tehnika, Novi Materijali, 2015, pp. 397-400, (ISSN 0040-2176).

M80. ТЕХНИЧКА И РАЗВОЈНА РЕШЕЊА

Нови производ или технологија (M81=8)

1. Rakin, M., Vukašinović-Sekulić, M., Zarić, D., Jorga, J., Radulović, Z., Bulatović, M., **Krunić, T.**, Gnjatović, M., Borić, M., Vasilevska, R., Janačković B., Stamenković, M.: *"Unapređenje funkcionalnih karakteristika fermentisanog napitka od surutke i mleka dodatkom bioaktivnih peptida"*, Tehničko rešenje realizovano u okviru Inovacionog projekta pod nazivom *"Proizvodnja i primena bioaktivnih proteina i peptida surutke i mleka"*, ev. broj 451/03/2802/2013-16/176 finansiranog od strane Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i prihvaćeno od strane AD Bimlek, Makedonija kao krajnjeg korisnika. Beograd 2015.

Битно побољшан постојећи производ или технологија (M84=3)

1. Rakin, M., Vukašinović-Sekulić, M., Zarić, D., Mojović, Lj., Bulatović, M., **Krunić, T.**, Zorić, I., Stamenković, M.: *"Proizvodnja fermentisanog napitka od surutke i mleka"*, Tehničko rešenje realizovano u okviru Inovacionog projekta pod nazivom *"Fermentisani napici na bazi surutke kao novi funkcionalni mlečni proizvodi"*, ev. broj 451-03-2372-IP Tip 1/85 finansiranog od strane Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i prihvaćeno od strane AD Imlek Beograd kao krajnjeg korisnika, Beograd, 2013.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу свега напред изнетог, Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Тање Ж. Крунић дипл. инж. технологије, под називом „Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке“ представља значајан и оригинални научни допринос у области Технолошко инжењерство, што је потврђено радовима објављеним у часописима међународног и националног значаја и верификованим техничким решењима. Предмет и циљеви истраживања су јасно наведени и остварени. Комисија, такође, сматра да докторска дисертација под називом „Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке“ у потпуности испуњава све захтеване критеријуме. Кандидат је испољио научно-истраживачку способност и самосталност у свим фазама израде ове дисертације. Имајући у виду обим и квалитет добијених резултата, могућност њихове примене у пракси, као и способности које је кандидат показао Комисија предлаже Наставно-научном већу ТМФ-а да прихвати овај Реферат и да се докторска дисертација под називом „Производња и примена биоактивних протеина и пептида сурутке“ кандидата Тање Ж. Крунић, дипл. инж. технологије, прихвати, изложи на увид јавности у законски предвиђеном року и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да након завршетка процедуре, позове кандидата на усмену одбрану дисертације пред Комисијом у истом саставу.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
др Марица Ракин, редовни професор.
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
др Маја Вукашиновић-Секулић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
др Зорица Кнежевић-Југовић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
др Зорица Радуловић, редовни професор
Универзитета у Београду, Пољопривредни факултет