

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију</p> <p>17.11.2017. године, Наставно-научно веће Технолошког факултета Нови Сад, Универзитета у Новом Саду</p> <p>2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>Проф. др Биљана Пајин, редовни професор Прехрамбено инжењерство, 02.06.2015. Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, председник комисије</p> <p>Проф. др Александар Фиштеш, ванредни професор Прехрамбено инжењерство, 20.11.2014. Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, ментор – члан комисије</p> <p>Др Радмило Чоловић, виши научни сарадник Биотехничке науке – прехрамбено инжењерство, 27.10.2016. Научни институт за прехрамбене технологије, Универзитет у Новом Саду, ментор – члан комисије</p> <p>Проф. др Наталија Цинић, редовни професор Прехрамбено инжењерство, 21.04.2016. Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, члан комисије</p> <p>Проф. др Зоран Марковић, редовни професор Примењена зоологија и рибарство, 18.06.2008. Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду, члан комисије</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:</p> <p>Војислав, Винко, Бањац</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава:</p> <p>03.12.1987. Нови Сад, СФР Југославија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив</p> <p>Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, Инжењерство угљенохидратне хране, Мастер инжењер технологије</p>

4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија
2012, Прехрамбено инжењерство
5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: ---
6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: ---
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Могућност примене високопротеинских фракција сунцокретове сачме добијених поступком уситњавања и ваздушне класификације у производњи екструдираних хране за рибе
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.
Докторска дисертација кандидата Војислава Бањца јасно је написана и изложена у 7 поглавља:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Увод 2. Преглед литературе 3. Материјал и методе 4. Резултати и дискусија 5. Закључак 6. Литература
Дисертација је написана на 174 страница А4 формата (од којих је 151 страница основног текста и 23 литературе) и садржи 42 слике, 28 табела и 272 литературних навода. На почетку дисертације налази се резиме (на српском и енглеском језику) као и кључна документацијска информација на српском и енглеском језику.
V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
У поглављу <i>Увод</i> указано је на значај високопротеинских сировина биљног порекла у савременој индустрији производње хране за рибе. Биљни извори протеина увелико се користе као замена за све скупље и теже доступно рибље брашно, традиционални извор протеина у исхрани риба, примарно услед потребе за одрживошћу аквакултуре у свету, која представља потенцијални богат извор протеина анималног порекла у исхрани растуће светске популације. Указано је и на постојање малог броја доступних података о утицају сунцокретове сачме на квалитет хране за рибе, као и потенцијал који ова сировина има у исхрани риба након њене дораде уклањањем непожељне сунцокретове љуске богате целулозом. Јасно су дефинисани и наведени циљеви истраживања – развој новог, релативно јефтиног технолошког решења за добијање високопротеинских фракција сунцокретове сачме и испитивање утицаја одабраних фракција на поступак екстудирања и технолошки квалитет хране за пастрмку.
У поглављу <i>Преглед Литературе</i> наведени су значај и употреба сачми уљрица у индустрији хране за животиње са нарочитим акцентом на сојину и сунцокретову сачму, као две најважније и највише коришћене сачме у Републици Србији. Дат је преглед технолошких поступака за суво фракционисање сунцокретове сачме у циљу производње њених високопротеинских фракција раздвајањем протеином богатог сунцокретовог језгра од високоцелулозне сунцокретове љуске. Описани су основни принципи поступка ваздушне класификације и различити типови ваздушних класификатора, са посебним акцентом на гравитациони цик-цак класификатор. Дат је преглед савремене литературе везане за примену ваздушне класификације у циљу повећања садржаја протеина различитих биљних сировина за потребе индустрије хране за животиње. Представљен је значај који аквакултура има у свету и њен утицај на нагли развој индустрије хране за рибе последњих деценија, као и захтеви квалитета које савремена храна за рибе мора да поседује. Концизно је представљен целокупни индустријски поступак производње хране за рибе поступком екстудирања и детаљно су наведени параметри физичког квалитета екстудираних хране за рибе,

као и савремене методе њиховог испитивања. Објашњен је актуелни проблем високе цене и ограничене доступности рибљег брашна његове значајне потрошње које су последица растућег узгоја рибе и водених култура у свету. Наведени су научни радови који су се до сада бавили делимичном или потпуном заменом рибљег брашна различитим високопротеинским сировинама биљног порекла (сачме сунцокрета, соје и уљане репице, протеинских концентрата соје, грашка и лупина, пшеничног глутена) са акцентом на утицај биљних сировина на физички квалитет хране за рибе.

Поглавље *Материјал и методе* обухвата опис две фазе истраживања: фазе ваздушне класификације и фазе екструдирања. Дати су подаци и хемијски састав сунцокретове сачме коришћене у фази ваздушне класификације, састав експерименталних смеша хране за пастрмке и подаци о сировинама које су улазиле у експерименталне смеше у фази екструдирања. Наведени су уређаји коришћени за уситњавање и ваздушну класификацију сунцокретове сачме као и методе и опрема коришћени за одређивање одабраних физичких карактеристика и хемијског састава добијених фракција сунцокретове сачме. Описана је оптимизација ваздушне класификације применом рачунске динамике флуида (ЦФД). Наведена је коришћена опрема полуиндустријског капацитета за производњу екстудираних хране за рибе и дат је детаљан опис поступка производње узорака за исхрану пастрмке. Детаљно су описане и методе и наведени су уређаји коришћени за испитивање физичког квалитета екстудираних хране за рибе. На крају поглавља описане су коришћене методе и рачунарска програма за статистичку обраду добијених података.

У поглављу *Резултати и дискусија* добијени резултати истраживања јасно су изложени и објашњени у две одвојена дела – фази ваздушне класификације и фази екстудирања. У фази ваздушне класификације најпре су приказани резултати уситњавања сунцокретове сачме применом млина чекићара уз три сита различитог пречника отвора од 3, 2 и 1 mm (специфична потрошња енергије млина, насипна маса и расподела величина честица уситњених сачми). Примена гравитационог ваздушног класификатора резултовала је грубим и финим фракцијама, при чему су грубе фракције имале повећан садржај протеина у односу на полазну сачму. Поступак уситњавања и ваздушне класификације сунцокретове сачме оптимизован је применом хемометријских техника и рачунске динамике флуида. Резултати релативног повећања садржаја протеина постигнути предложеним поступком упоређени су са подацима повећања садржаја протеина сунцокретове сачме применом различитих техника фракционисања доступних у литератури.

У првом делу фазе екстудирања приказани су утицаји присуства полазне сунцокретове сачме, и њене две високопротеинске фракције, произведене на основу одабраних параметара из прве фазе истраживања, на излазне параметре екстудирања (температуре зона екструдера, температура и притисак на матрици, специфична потрошња енергије и обртни момент) као и на физичке особине екстудираних хране за рибе (радијална експанзија, насипна маса, тврдоћа, степен отирања, капацитет упијања уља, ниво отпуштања уља и стабилности гранула у води). Представљени су резултати анализе главних компонената (ПЦА), хијерархијске кластер анализе (ХЦА) и анализе стандардне оцене на основу којих је одабрана сунцокретова сачма са највишим постигнутим садржајем протеина (47% на СМ) показала да поседује највећи потенцијал као високопротеинско храниво за замену рибљег брашна у храни за рибе. У другом делу фазе екстудирања приказани су резултати утицаја наведене високопротеинске сачме, сојиног и рибљег брашна на параметре екстудирања и исте показатеље физичког квалитета гранула као у првом делу. Уз статистичку обраду применом претходно наведених хемометријских техника и поређења слика добијених применом скенирајућег електронског микроскопа (СЕМ) добијени резултати су објашњени у складу са досадашњим научним сазнањима у циљу финалне карактеризације високопротеинске сунцокретове сачме и њене примене у индустрији хране за рибе.

Из добијених резултата, јасно и концизно су изведени *Закључци*, који се стога могу сматрати научно заснованим у односу на постављене циљеве дисертације.

Литература обухвата 272 литературних навода, који укључују савремене научне радове страних и домаћих аутора, докторске дисертације, научне монографије и патенте.

На основу изложеног, Комисија **позитивно оцењује** све делове докторске дисертације.

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

Рад у врхунском међународном часопису (M21)

Vojislav Banjac, Lato Pezo, Milada Pezo, Đuro Vukmirović, Dušica Čolović, Aleksandar Fišteš, Radmilo Čolović (2017): Optimization of the classification process in the zigzag air classifier for obtaining a high protein sunflower meal - Chemometric and CFD approach. *Advanced Powder Technology*, 28, 1069-1078. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.appt.2017.01.013> (IF za 2016. god. 2,659; pozicija Engineering, Chemical 39/135).

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу спроведених истраживања, кандидат мастер инжењер технологије Војислав Бањац извео је следеће закључке:

- Примена млина чекићара и сва три коришћена сита, пречника отвора од 3, 2 и 1 mm, успешно је допринела уситњавању агломерата присутних у полазној сунцокретој сачми. Смањење пречника отвора сита (ПОС) довело је до интензивнијег уситњавања и значајног смањења средњег пречника честица уз значајно повећање насипне масе уситњене сунцокрете сачме. Специфична потрошња енергије млина чекићара значајно се повећала са смањењем пречника сита.
- Цик-цак ваздушни класификатор успешно је примењен за раздвајање уситњене сунцокрете сачме на грубу и фину фракцију. Повећањем јачине осцилације вибро дозатора (ЈОВД) повећавао се проток материјала у класификациону комору класификатора. Гранулација уситњене сачме значајно је утицала на проток материјала при истим поставкама ЈОВД. Највећи протоци материјала остварени су код сачме уситњене применом сита ПОС од 3 mm. Интензивније уситњена сачма, смањењем пречника отвора сита на 2 mm, утицало је да су протоци материјала у просеку били од 1,25 до 3,18 пута мањи.
- Проток ваздуха и проток материјала у класификатору утицали су на принос добијених фракција у оквиру исте сунцокрете сачме уситњене уз примену сита истог ПОС. При повећању протока ваздуха смањивао се принос грубе и истовремено повећавао принос fine фракције. При истом протоку ваздуха и за исто уситњену сунцокретову сачму повећање протока материјала утицало је на повећање приноса грубе фракције.
- Повећање протока ваздуха утицало је на повећање геометријског средњег пречника честица грубе фракције. Грубе фракције сунцокрете сачме добијене при протоцима ваздуха од 8,7 и 12,5 m³/h имале су релативно повећање садржаја протеина 0,5 – 41,4% у поређењу са полазном сачмом. Смањење ПОС и повећање протока ваздуха утицало је на повећање, док је повећање ЈОВД утицало на смањење садржаја протеина грубе фракције.
- Резултати оптимизације поступка ваздушне класификације сунцокрете сачме показали су да су на садржај протеина грубе фракције и однос приноса фракција значајан утицај ($p < 0.05$) имали ПОС чекићара и проток ваздуха. Највећи садржај протеина грубе фракције сунцокрете сачме од 50,90% (СМ) остварен је при следећим параметрима уситњавања и ваздушне класификације: ПОС – 1 mm; проток ваздуха – 12,5 m³/h; ЈОВД – 30%. Вредности функције сепарације (κ), добијене применом рачунске динамике флуида (ЦФД), добро су се поклапали са експерименталним резултатима уз прихватљиво одступање за одговарајући експеримент од 10 до 20%.
- Предложени поступак за добијање високопротеинских фракција сунцокрете сачме, комбинацијом уситњавања млином чекићаром и ваздушном класификацијом цик-цак класификатором, ефикасно је решење са великом модуларношћу, за добијање производа са

различитим степеном обogaћења сунцокретове сачме у различитом приносу. Максимално релативно повећање садржаја протеина (у односу на полазну сунцокретову сачму) постигнуто истраживањем у оквиру ове дисертације је веће од повећања садржаја протеина постигнутог другим примењиваним поступцима описаним у литератури.

- Сунцокретове сачме добијене поступком ваздушне класификације коришћене су као сировине у експерименталној производњи екструдиране хране за рибе. Присуство сунцокретове сачме већег садржаја протеина и мањег садржаја целулозе у смеши утицало је на формирање више температуре матрице екструдера, као и на смањење специфичне механичке енергије и обртног момента.
- Сунцокретова сачма најслабијег квалитета (37% протеина на СМ) имала је негативан утицај на радијалну експанзију грануле, али је и поред тога допринела изразито порозној структури грануле, тиме и високом капацитету упијања уља. Ова сунцокретова сачма је ипак негативно утицала на насипну масу, тврдоћу гранула, степен отирања, ниво отпуштања уља и стабилност гранула у води.
- Смањење садржаја сунцокретове љуске и повећање садржаја протеина сунцокретове сачме, утицало је на повећање радијалне експанзије, тврдоће, отпорности отирању и стабилности гранула у води. Високопротеинска сунцокретова сачма са око 49% протеина на СМ допринела је компактнијој структури гранула, а тиме и оптималним физичким карактеристикама хране за пастрмке. Резултати истраживања указали су да је наведена високопротеинска фракција сунцокретове сачме у поређењу са преостале две испитане сачме, најбоља високопротеинска сировина за делимичну замену рибљег брашна.
- У поређењу са обезмашћеним сојиним брашном и рибљим брашном, високопротеинска сунцокретова сачма са око 49% протеина на СМ допринела је нижим вредностима температуре матрице екструдера, и већим вредностима обртног момента и специфичне механичке енергије (СМЕ).
- Високопротеинска сунцокретова сачма утицала је на формирање грануле највеће порозности, у поређењу са сојиним и рибљим брашном. Наведена сунцокретова сачма имала је позитиван утицај на капацитет упијања уља гранула, стабилност гранула и отпуштање нутријената у води, али и негативан утицај на степен отирања и насипну масу гранула.
- Заменом 20% рибљег брашна у рецептури за исхрану пастрмке искључиво високопротеинском фракцијом сунцокретове сачме са око 49% протеина на СМ, добијене уситњавањем на млину чекићару и поступком ваздушне класификације, добијене су грануле незадовољавајућег физичког квалитета. Комбинацијом 13,4% сунцокретове сачме и 6,6% сојиног или рибљег брашна произведене су грануле које су имале значајно бољи физички квалитет, док је оптимални квалитет постигнут увођењем подједнаких удела сунцокретове сачме, сојиног брашна и рибљег брашна у рецептуру.
- Високопротеинска фракција сунцокретове сачме са приближно 49% на СМ својим функционалним карактеристикама одлично се допуњује са функционалним карактеристикама сојиног брашна, и у комбинацији са истим даје висококвалитетне екстудиране грануле за исхрану риба.

Приказани резултати одговарају постављеним циљевима ове докторске дисертације и указују на то да су они потпуно испуњени.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Добијени резултати истраживања приказани су прегледно и систематично у виду табела, графикана и слика, јасно су објашњени, протумачени и подржани савременом литературом. Резултати су научно оправдани и практично применљиви, у складу са циљевима који су представљени у уводном делу дисертације

Стога, Комисија **позитивно оцењује** начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

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

Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Докторска дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

У оквиру истраживања дисертације први пут је примењен гравитациони ваздушни цик-цак класификатор за потребе издвајања сунцокретове љуске из сунцокретове сачме и добијања њених фракција са повећаним садржајем протеина у поређењу са полазном сунцокретовом сачмом. Експериментално добијени резултати поступка уситњавања и ваздушне класификације сунцокретове сачме успешно су упоређени са резултатима рачунске ЦФД симулације наведеног поступка ваздушне класификације, што представља реткост у доступној литератури. Омогућена је примена описаног поступка за добијање високопротеинских фракција сунцокретове сачме које могу да буду предмет будућих истраживања, како са нутритивног тако и технолошког становишта, а уједно би исти поступак могао да се употреби и у истраживању побољшања квалитета и других сировина индустрије хране за животиње.

Како је мало доступних података о утицају сунцокретове сачме на технолошки поступак екструдирања и физички квалитет хране за рибе, резултати ове дисертације дају значајан допринос, јер је показан утицај сунцокретове сачме полазног квалитета која заостаје након екстракције уља, као и утицај њених високопротеинских фракција на квалитет експерименталне хране за пастрмке. Резултати проистекли из истраживања делимичне замене рибљег брашна у храни за пастрмке високопротеинском фракцијом сунцокретове сачме, и поређење ове сировине са сојиним брашном као најчешћим биљним извором протеина, до сада су били недоступни у научној литератури, чиме целокупна дисертација представља оригиналан допринос науци.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Недостаци докторске дисертације нису уочени.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

Полазећи од позитивне оцене докторске дисертације кандидата мастер инжењера технологије Војислава Бањца, под називом „ Могућност примене високопротеинских фракција сунцокретове сачме добијених поступком уситњавања и ваздушне класификације у производњи екструдиране хране за рибе“, Комисија предлаже да се докторска дисертација **ПРИХВАТИ**, а кандидату **ОДОБРИ ОДБРАНА**.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Проф. др Биљана Пајин, редовни професор

Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду

Председник Комисије

Проф. др Александар Фиштеш, ванредни професор

Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду

Ментор - Члан Комисије

Др Радмило Чоловић, редовни професор

Научни институт за прехранбене технологије, Универзитет у Новом Саду

Ментор - Члан Комисије

Проф. др Наталија Џинић, редовни професор

Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду

Члан Комисије

Проф. др Зоран Марковић, редовни професор

Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду

Члан Комисије