

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ђуро Вукмировић, дипл. инж. технологије

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<ol style="list-style-type: none"> Датум и орган који је именовao комисију: 19.06.2015. године, Наставно-научно веће Технолошког факултета Универзитета у Новом Саду 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: <ol style="list-style-type: none"> Др Душан Ракић, доцент, Анализа и вероватноћа, 1.10.2012. године, Технолошки факултет Универзитета у Новом Саду, председник комисије Др Јованка Левић, научни саветник, Биотехничке науке – прехранбено инжењерство, 27.6.2012. године, Научни институт за прехранбене технологије у Новом Саду Универзитета у Новом Саду, ментор Др Александар Фиштеш, ванредни професор, Прехранбено инжењерство, 20.11.2014. године, Технолошки факултет Универзитета у Новом Саду, ментор Др Радмило Чоловић, научни сарадник, Биотехничке науке – прехранбено инжењерство, 26.2.2014. године, Научни институт за прехранбене технологије у Новом Саду Универзитета у Новом Саду, члан
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none"> Име, име једног родитеља, презиме: Ђуро, Момчило, Вукмировић Датум рођења, општина, држава: 2.10.1981. године, Кула, Србија Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: Технолошки факултет Универзитета у Новом Саду, Прехранбено инжењерство, Угљенохидратна хране, Дипломирани инжењер технологије Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2009, Прехранбено инжењерство Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: / Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Утицај параметара млевења и пелетирања на гранулацију и физичке карактеристике пелетиране хране за животиње
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.
<p>Докторска дисертација је изложена у шест поглавља:</p> <ol style="list-style-type: none"> Увод (стр. 1-3) Преглед литературе (стр. 4-50) Материјал и методе (стр. 51-69) Резултати и дискусија (стр. 70-150) Закључци (151-156)

6. Литература (157-170)

Дисертација је написана на 170 нумерисаних страна А4 формата, са 107 слика и 77 табела. Цитирано је 229 литературних навода. На почетку је дата кључна документацијска информација на српском и енглеском језику.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У поглављу **УВОД** аутор указује на значај величине честица хране за животиње, са посебним освртом на храну за живину и свиње. Указује на последице употребе хране неодговарајуће гранулације као и на велики интензитет уситњавања честица током пелетирања услед којег пелетирана храна углавном има врло неповољну гранулацију са аспекта исхране животиња. На тај начин указано је на потребу испитивања могућности да се варирањем параметара млевења и пелетирања утиче на гранулацију пелетиране хране за живину и свиње.

У поглављу **ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ** најпре су описани начини уситњавања компоненти приликом производње потпуних смеша за исхрану животиња, а пре свега кукуруза као најзаступљеније компоненте хране за животиње у нашој земљи. Објашњен је механизам уситњавања на два најчешће коришћена млина у индустрији хране за животиње, млина чекићара и млина са ваљцима, који су коришћени и у експериментима у оквиру ове докторске дисертације. Потом је детаљно описана и операција пелетирања и њен значај и предности у односу на непелетирану храну за животиње. Објашњен је утицај појединих параметара пелетирања на квалитет пелета и потрошњу енергије пелет пресе и описани су критеријуми и уређаји за одређивање квалитета пелета. У последњем делу овог поглавља дат је детаљан преглед литературе о значају гранулационог састава хране за животиње и указано на тренд пораста интереса за величину честица хране за животиње, како у научним круговима тако и у пракси. Описан је механизам варења хране код живине и свиња и на тај начин указано на значај присуства крупних честица у исхрани живине као и на потребу смањивања удела најситнијих честица у храни за свиње. Потом је дат преглед постојећих истраживања о утицају пелетирања на гранулациони састав хране за животиње. Преглед литературе уводи постепено читаоца у тематику истраживања и јасно указује на потребе истраживања описане проблематике.

У поглављу **МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ** наведене су хемијске методе коришћене за карактеризацију почетног материјала, т.ј. кукуруза, и дат је његов хемијски састав. Потом је описан спроведени технолошки поступак са детаљним описом појединих фаза поступка (млевење, кондиционирање, пелетирање, хлађење), описом коришћених уређаја као и параметара који су варирани у оквиру истраживања. Затим је објашњен начин формирања просечног узорка за спровођење физичко-хемијских анализа почетног и пелетираног материјала и детаљно су објашњене методе физичко-хемијских анализа и коришћени уређаји. Потом је објашњен експериментални план спроведеног истраживања и наведени су разлози због којих је као метода планирања експеримента одабран Vox-Behnken експериментални дизајн. На крају су објашњене методе статистичке обраде података. Поглавље Материјал и методе је квалитетно и детаљно написано и омогућује да спроведена истраживања могу бити поновљена.

У поглављу **РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА** аутор је описивао добијене резултате утицаја независно променљивих параметара пелетирања на испитиване карактеристике пелетираног материјала. Поглавље се састоји од шест делова. У првом делу разматран је гранулометријски састав млива добијених уситњавањем на млину чекићару и млину са ваљцима, док је у другом делу упоређивана специфична потрошња енергије при различитим млевним третманима. Закључено је да би се преласком на крупније млевење, употребом сита чекићара са већим пречником отвора, или заменом чекићара млином са ваљцима постигле би се значајне уштеде енергије у операцији млевења. У трећем делу приказани су резултати посматраних излазних параметара пелетирања (температура матрице пелет пресе, специфична потрошња енергије пелет пресе и удео прашине у пелетама), у четвртм делу дати су резултати степена желатинизације скроба, а у петом резултати физичких карактеристика пелета (тврдоћа, степен отирања и насипна маса). Са аспекта циљева истраживања, најзначајнији су резултати гранулације пелетираног материјала. Они су разматрани на крају поглавља како би се коментарисали и у односу на остале резултате, а пре свега у односу на специфичну потрошњу енергије пелет пресе и квалитет пелета. На крају је урађена оптимизација процеса пелетирања у односу на жељене вредности одзива:

удело жељене фракције честица, специфична потрошња енергије пелет пресе и степен отирања пелета. Добијени резултати поређени су резултатима великог броја других истраживања, а уочене појаве аутор је успешно објаснио у складу са досадашњим сазнањима науке.

ЗАКЉУЧЦИ су добро изведени из добијених резултата и могу се сматрати поузданим.

У поглављу **ЛИТЕРАТУРА** налази се 229 литературних навода, при чему је најстарији из 1937. године, док су најновији литературни наводи из текуће године. То указује да је тематика истраживања добро испитана.

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

M23 – Рад у међународном часопису

Vukmirović, Đ., Lević, J., Fišteš, A., Čolović, R., Brlek, T., Čolović, D., Đuragić, O. (2015). Influence of grinding method and grinding intensity of corn on mill energy consumption and pellet quality. *Chemical Industry* (РАД ПРИХВАЋЕН ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ), DOI:10.2298/HEMIND141114012V

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу добијених резултата, кандидат Ђуро Вукмировић је извео следеће закључке:

- Употребом млина са ваљцима добија се знатно ужа расподела величине честица млива кукуруза, са мањим уделом најситнијих и најкрупнијих фракција, у поређењу са мливима добијеним употребом млина чекићара. Млива са приближно истом вредношћу геометријског средњег пречника, добијена на млину чекићару и млину са ваљцима, имају расподелу величине честица која се у великој мери међусобно разликује. Зато је приликом упоређивања различитих уређаја за уситњавање, поред средњег пречника честица млива, потребно посматрати и укупну расподелу величине честица.
- Повећање пречника отвора сита млина чекићара, као и повећање размака између ваљака млина са ваљцима доводи до смањења специфичне потрошње енергије за млевење, при чему је смањење израженије код чекићара. За производњу млива приближно истог геометријског средњег пречника, а поготово млива са релативно сличном расподелом величине честица, потрошња енергије код млина са ваљцима значајно је мања у поређењу са млином чекићаром. Највећа количина енергије при млевењу утроши се при стварању најситнијих фракција честица. Зато је важно избећи прекомерно уситњавање материјала, бољим подешавањем параметара чекићара (величина отвора сита, брзина и број удараца, интензитет аспирације) или заменом чекићара млином са ваљцима тамо где је то могуће и оправдано.
- Са повећањем садржаја воде пелетираног материјала појачава се лубрикативно деловање воде. Услед тога се смањује трење између пелетираног материјала и зидова канала матрице и смањује се температура матрице пелет пресе. Повећањем интензитета уситњавања на млину чекићару, повећава се специфична површина млива, а тиме и површина додира честица са зидовима канала матрице, услед чега је веће трење и виша температура пелетирања. Такође, вода која се додаје у мешалицу равномерније се расподељује по честицама уколико је мања специфична површина млива и уколико је мањи удео најситнијих честица, које апсорбују највећу количину воде при кондиционирању, што такође доприноси бољој лубрикацији. При пелетирању млива добијених на млину са ваљцима нема значајног утицаја гранулације на температуру пелетирања. То је вероватно последица малих разлика специфичне површине добијених млива. Код млива са највећом специфичном површином и највећим уделом ситних честица (мањих од 630 μm), температуре пелетирања су највише. Разлика специфичне површине и удела најситнијих честица најкрупнијег млива добијеног на млину чекићару и сва три млива добијена на млину са ваљцима нису велике па се и температуре пелетирња нису међусобно разликовале. Највише температуре пелетирања су при највећем зазору ваљци-матрица јер са повећањем зазора расте притисак у материјалу који се пелетира, материјал је јаче сабијен у каналима матрице и веће је трење. Са повећањем дебљине матрице повећава се температура пелетирања услед већег трења и притиска као и услед дужег задржавања материјала у каналима матрице.
- Повећање зазора ваљци-матрица, повећање дебљине матрице као и смањење садржаја воде

пелетираног материјала, значајно повећава специфичну потрошњу енергије пелет пресе. Гранулација млива нема значајан утицај на специфичну потрошњу енергије пелет пресе.

- При различитим параметрима процеса пелетирања млива добијених на млину чекићару, степен желатинизације се кретао у уском распону и ниједан од варираних параметара није показао значајнији утицај. Код млива добијених на млину са ваљцима повећање дебљине матрице и смањење садржаја воде доводе до повећања степена желатинизације услед више температуре пелетирања.
- При истим параметрима процеса пелетирања, вредности степена желатинизације скроба добијене пелетирањем млива добијених на млину са ваљцима су око 2,5 пута веће од вредности добијених пелетирањем млива добијених на чекићару. Ово је последица веће специфичне површине као и већег укупног броја честица по јединици масе код млива добијених на млину чекићару услед чега је, при истој количини додате воде, мливо добијено на млину са ваљцима равномерније навлажено што резултује већим степеном желатинизације скроба.
- Повећање зазора ваљци-матрица, повећање дебљине матрице и смањење садржаја воде пелетираног материјала доводе до повећања тврдоће пелета услед већих сила трења и притиска у каналима матрице. Гранулација нема значајан утицај на тврдоћу пелета.
- Смањење садржаја воде доводи до смањења степена отирања пелета због већег трења и притиска у каналима матрице, услед чега долази до бољег повезивања честица путем интеракција чврсто-чврсто.
- Повећање зазора ваљци-матрица, као и повећање дебљине матрице, доводило је до смањења степена отирања пелета услед већих сила трења и притиска у каналима матрице.
- Повећање гранулације млива добијеног на млину чекићару доводи до повећања степена отирања пелета што је последица нехомогености у структури пелета услед присуства већег удела крупних честица које формирају слабе тачке. Повећањем зазора ваљци-матрица разлике степена отирања пелета добијених пелетирањем млива различите гранулације се смањују. Тада се, услед повећаног притиска, крупне честице у већој мери уситњавају, док се преостале крупне честице боље повезују са околним честицама.
- При пелетирању млива добијених на млину са ваљцима гранулација не утиче значајно на квалитет пелета.
- Бољи квалитет пелета (нижи степен отирања) остварује се пелетирањем млива добијених на млину са ваљцима у поређењу са мливима добијеним на чекићару, при истим параметрима пелетирања. Ово је последица мање нехомогености и мањег броја слабих тачака у структури пелета произведених од млива добијених на млину са ваљцима. Додатни разлог је и мања специфична површина и мањи број честица по јединици масе ових млива који доприносе равномернијој хидратацији честица током кондиционирања и тако бољем повезивању честица деловањем капиларних сила. Равномернија хидратација доприноси и већем степеном желатинизације скроба на површини честица што такође доводи до бољег повезивања честица.
- Јака корелација између удела прашине и степена отирања пелета указује да удео прашине у великој мери добро предвиђа квалитет пелета и представља параметар који у току саме производње може указати да ли је потребно извршити корекције одређених параметара процеса пелетирања како би произведене пелете биле задовољавајућег квалитета.
- Постојање корелације између тврдоће и степена отирања пелета омогућује примену тврдоће за процену квалитета пелета. Тврдоћа је са научног становишта погоднија као показатељ квалитета пелета јер мери одређену особину, за разлику од одређивања степена отирања које представља емпиријску методу.
- Мокро просејавање изазива промену расподеле величине честица услед растварања компонената растворљивих у води, као и услед бубрења честица. Последица овога је повећање удела крупних и најситнијих фракција.
- Пелетирање узрокује велики интензитет уситњавања честица без обзира на примењене параметре. Међутим, одређене комбинације параметара могу допринети значајнијем очувању крупних честица.
- Што су честице посматране фракције веће у односу на ширину зазора ваљци-матрица, биће осетљивије на уситњавање у прекомпакционом слоју деловањем ваљака пелет пресе.
- Најбоље очување крупнијих честица постиже се при минималном зазору ваљци-матрица. У таквим условима не постоји прекомпакциони слој и најмањи је притисак у пелетираном материјалу. Такође, уколико нема прекомпакционог слоја поједине честице ваљци потискују

директно у канале матрице и мања је вероватноћа да буду уситњене деловањем ваљака.

- Параметар пелетирања који највише доприноси повећању удела крупних честица у пелетама је гранулација млива које се упућује на пелетирање. Што је крупнија гранулација, удео крупних честица ће бити већи.
- Крупне честица добијене при млевењу на млину чекићару отпорније су на уситњавање током пелетирања од честица добијених на млину са ваљцима. То је последица њиховог сферичнијег облика у односу на честице млива добијених на млину са ваљцима које су неправилног облика са искрзаном површином и пуно оштрих ивица и испупчења па су самим тим и осетљивије.
- Очекивано побољшање квалитета пелета, добијених од крупно млевеног материјала, при повећању зазора ваљци-матрица, као и при повећању дебљине матрице је постигнуто. Међутим, последица тога је повећање потрошње енергије пелет пресе као и повећање интензитета уситњавања честица током пелетирања.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

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

Кандидат је добијене резултате истраживања приказао на јасан и прегледан начин. Резултати су проистекли из обимних истраживања чији је циљ био испитивање могућности да се утиче на гранулацију пелетираног материјала варирањем параметара млевења и пелетирања. Кандидат је у свом истраживању успешно извео оптимизацију процеса пелетирања са аспекта гранулације пелетираног материјала, узимајући у обзир квалитет пелета као и потрошњу енергије у процесу. Тумачење добијених резултата заснива се на добром познавању утицаја појединачних фактора, као и целокупног технолошког поступка пелетирања.

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

Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све елементе неопходне за разумевање обрађене теме и добијених резултата. Написан је обиман преглед литературе који у потпуности описује тематику истраживања и даје увид у досадашња сазнања. Интерпретација резултата заснована је на обимном теоријском предзнању.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Оригиналност доприноса ове дисертације огледа се у томе да је процес пелетирања оптимизован са аспекта постигнуте гранулације материјала након пелетирања. Досадашња истраживања утицаја гранулације хране на производне карактеристике животиња заснивала су се на употреби хране у прашкастом (непелетираном) облику. Међутим, с обзиром да се храна за живину и свиње доминантно користи у пелетираном облику и да пелетирање доводи до интензивног уситњавања честица, било је важно испитати могућност да се варирањем параметара млевења и пелетирања, добије пелетирана храна знатно боље прилагођена физиолошким потребама животиња у погледу расподеле величине честица у пелетама.

Истраживањима ове дисертације по први пут су утврђене разлике при пелетирању млива различите гранулације добијених на млину чекићару и млину са ваљцима, које током пелетирања нису једнако склоне уситњавању. Такође, значајне разлике при пелетирању ових млива утврђене су и за степен желатинизације скроба током пелетирања, као и у погледу квалитета добијених пелета.

По први пут је детаљно испитан и објашњен утицај растојања између ваљака и матрице пелет пресе на гранулацију материјала након пелетирања као и на остале параметре пелетирања.

Спроведена истраживања указују да се у практичним условима житарице, као основне компоненте у смешама за живину и свиње, могу млети знатно крупније, без негативног

<p>утицаја на квалитет пелета и без повећања потрошње енергије пелет пресе, при чему се могу постићи значајне уштеде енергије у операцији мљења.</p> <p>Добијени резултати истраживања могу бити применљиви у индустријским погонима за производњу хране за животиње, у складу са техничким могућностима њихове опреме. Прилагођавањем параметара производње спрам резултата истраживања ове дисертације, произвођачи хране за животиње ће бити у могућности да понуде производ са позитивним деловањем на здравље животиња, коме неће бити нарушен физички квалитет, који неће умањити прираст животиња нити имати вишу цену у односу на комерцијалну пелетирану храну.</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања</p> <p>Недостаци дисертације нису уочени.</p>
<p>X ПРЕДЛОГ:</p>
<p>На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже да се докторска дисертација под насловом „Утицај параметара мљења и пелетирања на гранулацију и физичке карактеристике пелетиране хране за животиње“ прихвати, а кандидату Ђури Вукмировићу одобри одбрана.</p>

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Др Душан Ракић, доцент

Др Јованка Левић, научни саветник

Др Александар Фиштеш, ванредни професор

Др Радмило Чоловић, научни сарадник

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.