

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ			
1. Датум и орган који је именовao комисију:			
09.07.2021. године, Наставно-научно веће Технолошког факултета Нови Сад, Универзитет у Новом Саду			
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i> :			
1.	др Драгана Шороња-Симовић	ванредни професор	Прехрамбено инжењерство, 01.08.2017.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду		председник
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2.	др Александар Фиштеш	редовни професор	Прехрамбено инжењерство, 24.02.2020.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду		ментор
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3.	др Душан Ракић	ванредни професор	Анализа и вероватноћа, 01.10.2017.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду		ментор
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4.	др Александар Такачи	редовни професор	Рачунарске науке, 01.06.2017.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду		члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији

5.	др Милица Појић	научни саветник	Биотехничке науке – Прехрамбено инжењерство, 30.06.2016.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Научни институт за прехранбене технологије, Универзитет у Новом Саду		члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији

## II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

- Име, име једног родитеља, презиме: Немања, Ђорђе, Бојанић
- Датум рођења, општина, држава: 27.09.1991. године, Врбас, Србија
- Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив:  
  
Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду, Мастер академске студије смер Прехрамбено инжењерство, Мастер инжењер технологије
- Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија:  
  
2015. година, Прехрамбено инжењерство

## III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Примена реверзибилности матрица уситњавања и методе одзивне површине за контролу ефеката уситњавања у технолошком поступку млевења пшенице

## IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација садржи Кључну документацијску информацију са изводом на српском и енглеском језику. Након тога је проблематика дисертације изложена на 135 страна А4 формата са 37 слика и 22 табеле. Докторска дисертација обухвата 6 поглавља:

- Увод (стр. 1-2)
- Теоријски део (стр. 3-50, 11 слика, 2 табеле)
- Експериментални део (стр. 51-68, 6 слика, 8 табела)
- Резултати и дискусија (стр. 69-120, 20 слика, 12 табела)
- Закључци (стр. 121-124)
- Литература (стр. 125-135)

## V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

У **Уводном делу** докторске дисертације наведени су основни циљеви технолошког поступка млевења пшенице и објашњено је на који начин се они остварују контролом утицаја својстава уситњаваног материјала и параметара уситњавања на ефекте уситњавања. Из тога је изведена и наглашена потреба за применом погодних математичких и статистичких метода којима би било могуће контролисати ефекте уситњавања у технолошком поступку млевења пшенице. Наведено је да је истраживање у оквиру дисертације подељено у две фазе: *Прву фазу* у којој ће се применити концепт матричних једначина за контролу утицаја својстава уситњаваног материјала на ефекте уситњавања и *Другу фазу* у којој ће се применити метода одзивне површине за контролу утицаја параметра уситњавања на ефекте уситњавања. Као главни циљ докторске дисертације наведено је дефинисање модела којима ће бити могуће контролисати параметре (карактеристике уситњаваног материјала и параметре уситњавања) који утичу на резултате млевења, тако да се остваре жељени, унапред дефинисани показатељи ефективности уситњавања, а чиме би се омогућила свеобухватнија рационализација, аутоматизација и контрола целокупног технолошког поступка млевења пшенице. Наведено је и да предложени концепти нису ограничени само на моделовање операције уситњавања у технолошком поступку млевења пшенице, већ да се могу применити и за моделовање операција уситњавања заступљених у другим индустријским гранама чиме је указано на свеобухватнији контекст дисертације.

**Теоријски део** подељен је у четири целине у оквиру којих су приказани резултати спроведених истраживања који су од значаја за област којом се дисертација бави и размотрене су теоријске основе проблема истраживања.

У првој целини објашњена је важност и заступљеност операције уситњавања у различитим гранама индустрије. Размотрени су феномени који се одвијају током уситњавања, а структурно-механичка својства уситњаваног материјала и уређаји за уситњавање и природа сила деформације којом ти уређаји делују на уситњавани материјал препознати су као пресудни фактори од којих зависи ефективност операције уситњавања. Наведена је подела показатеља којима се прати ефективност уситњавања на квантитативне, квалитативне и енергетске показатеље. Тиме је дата полазна основа за даље разматрање проблематике операције уситњавања на примеру технолошког поступка млевења пшенице. Поред тога, са обзиром на поменуту важност и заступљеност операције уситњавања у различитим гранама индустрије, указано је на потенцијално широку примењивост резултата дисертације.

У другој целини детаљно су обрађени морфологија, анатомија и хемијски састав пшеничног зрна. Наведена су основна физичка својства зрна и зрнене масе од којих су крупноћа, облик и расподела величина зрна издвојени као физичке карактеристике које значајно утичу на постављање параметара у операцијама које се спроводе током прераде пшенице, али и на финални принос брашна. Представљена су и структурно-механичка својства зрна. Она су препозната као својства која одређују како ће се зрно понашати приликом уситњавања, односно као својства од којих зависи принос и квалитет производа млевења и утрошак енергије приликом уситњавања.

У трећој целини разматрано је уситњавање пшенице млинским ваљцима, а параметри уситњавања су, уз претходно поменута својства уситњаваног материјала, означени као пресудни фактори који утичу на ефективност операције уситњавања. Дат је детаљан преглед истраживања која су се бавила испитивањем утицаја параметара уситњавања на ефективност млевења млинским ваљцима, са акцентом на истраживања која су за тему имала испитивање утицаја технолошких и кинематичких параметара уситњавања. Детаљно је описана важност приноса укупног извода као основног квантитативног и садржаја пепела у међупроизводима млевења и у брашну као основног квалитативног показатеља ефективности уситњавања у технолошком поступку млевења пшенице.

Излагањем у другој и трећој целини Теоријског дела објашњена је целокупна проблематика везана за контролу операције уситњавања у оквиру технолошког поступка млевења пшенице. Објашњено је како се прати ефективност уситњавања и како она утиче на стање технолошког процеса, рационалност коришћења основне опреме, квалитет финалних производа и техничко-економске

показатеље производње. Тако је и са теоријског и са практичног аспекта указано на потребу контроле утицаја који карактеристике уситњаваног материјала и параметри уситњавања имају на показатеље ефективности уситњавања.

У последњој целини Теоријског дела дат је детаљан преглед истраживања везаних за примену математичких и статистичких метода за моделовање операције уситњавања у различитим индустријама, са нагласком на млинску прераду пшенице. Матрице уситњавања издвојене су као адекватна метода за моделовање поступка уситњавања у случају када су параметри уситњавања константи, односно када на ефективност уситњавања утичу карактеристике уситњаваног материјала. Апострофирана је могућност примене матрица уситњавања у повратном (реверзибилном) смеру, којом је могуће одредити својства уситњаваног материјала тако да се уситњавањем постигну жељени ефекти, што би било од изузетног значаја за аутоматизацију и рационализацију поступка прераде пшенице. За случај када се на ефективност операције уситњавања утиче и променом параметара уситњавања предложена је метода одзивне површине. Метода одзивне површине означена је као одговарајућа јер пружа могућност испитивања статистичке значајности утицаја (појединачних и комбинованих) параметара уситњавања на већи број показатеља ефеката уситњавања, а пред тога омогућава и оптимизацију.

У **Експерименталном делу** изложени су циљеви дисертације и спрам њих је предложено да се експериментални план изведе у две фазе које су означене као *Прва* и *Друга фаза*. *Прва фаза* је додатно подељена на *Прву А фазу* и *Прву Б фазу*. Приказан је ток активности кроз наведене фазе истраживања. Спецификован је материјал који се користио као полазни узорак за обе фазе експерименталног рада. Детаљно су описани употребљени уређаји и јасно су дефинисане методе за карактеризацију почетног (уситњаваног) материјала за обе фазе истраживања, а резултати карактеризације коришћеног материјала су приказани табеларно. Описани су поступци припреме материјала за уситњавање и приказане су рачунске методе које су се користиле у овој фази истраживања. Објашњен је начин на који су се подешавали параметри током уситњавања у свакој од фаза истраживања. Вредности посматраних параметара уситњавања у свакој фази експерименталног рада наведени су табеларно. Наведене су и објашњене неопходне рачунске релације потребне за подешавање параметара уситњавања. Прецизно су објашњени поступци за праћење ефеката уситњавања у свим фазама истраживања и релације неопходне за њихово израчунавање. Описан је начин формирања матрица уситњавања на основу резултата експерименталних испитивања и уведена је нотација која ће се користити, а која се односи на примену матрица уситњавања. Приказан је *Vox-Behnken* експериментални дизајн коришћени у *Другој фази* истраживања и објашњена је примена методе одзивне површине која је употребљена у овој фази истраживања са циљем испитивања статистичке значајности утицаја (појединачних и комбинованих) параметара уситњавања на показатеље ефективности уситњавања и оптимизације поступка уситњавања гриза у фази млевења.

**Резултати и дискусија** су подељени у два потпоглавља и прате план истраживања наведен у Пријави теме. Резултати су приказани прегледно у табелама и на сликама, а прати их добро организована дискусија која је написана на разумљив начин.

Првим потпоглављем обухваћени су резултати испитивања из *Прве фазе* докторске дисертације. Конкретним резултатима приказаним у *Првој фази* претходе теоријски уводи који се односе на поставку и примену матричних једначина у општем облику, а које су коришћене у оквиру ове дисертације.

У *Првој А фази*, пшеница је уситњавана на три сукцесивно повезана пролазишта млевења, где су параметри уситњавања били константни и постављени тако да симулирају услове уситњавања на прва три пролазишта крупљења. Резултати одређивања расподеле величина честица млива употребљени су за формирање одговарајућих матрица уситњавања. Добијене матрице уситњавања потом су примењене у директном и реверзибилном смеру у сврху контроле квантитативних показатеља ефективности уситњавања: приноса укупног извода и приноса појединих фракција млива. Резултати остварени у овој фази истраживања илустровани су кроз пет примера. У првом примеру матрице уситњавања примењене су у директном смеру да би се за дату расподелу величине

зрна полазног узорка пшенице одредила расподела величине честица млива са првог, другог и трећег крупача, а на тај начин и вредности приноса укупног извода и приноса појединих фракција млива. У преосталим примерима матрице уситњавања примењене су у повратном смеру да би се одредила расподела величина зрна пшенице уситњавањем које ће се остварити жељене, унапред дефинисане вредности приноса укупних извода на пролазиштима крупљења. Приказана су ограничења приликом одабира жељених вредности приноса укупних извода, а која диктирају елементи матрице уситњавања. Приказано је како се дефинишу области допустивих решења за одабир жељених вредности приноса укупних извода на пролазиштима крупљења.

У **Првој Б фази**, пшеница је уситњена на једном пролазишту млевења, приликом чега су параметри уситњавања били константни и постављени тако да симулирају услове уситњавања на првом пролазишту крупљења. Резултати одређивања расподеле величине честица фракција млива и расподеле садржаја пепела по фракцијама зрна и млива употребљени су за формирање одговарајућих матрица уситњавања. Добијене матрице уситњавања примењене су у директном и реверзибилном смеру у сврху истовремене контроле квантитативних (расподеле величине честица фракција млива) и квалитативних (садржај пепела у финалним и међупроизводима млевења) показатеља ефективности уситњавања. Примена матричних једначина проширена је и на истовремену контролу поменутих показатеља ефективности уситњавања уз контролу расподеле величине честица у фракцијама зрна. За добијање решења, односно одговарајуће расподеле величине честица у фракцијама зрна чијим ће се уситњавањем добити фракције млива са жељеном расподелом величине честица и садржајем пепела употребљена су два приступа: прецизан и приближан. У оквиру прецизног приступа су се користиле методе линеарног и нелинеарног програмирања, док је у оквиру приближног приступа коришћена *semilog* функција.

У **Другој фази** истраживања уситњаван је гриз као међупроизвод млевења, уз варирање размака између ваљака (0,04, 0,07 и 0,1 mm), броја обртаја ваљака (300, 400 и 500 о/мин), преносног односа (1,1, 1,5 и 1,9) и специфичног оптерећења ваљака (0,2, 0,3 и 0,4 kg/cm•min), а у складу са *Box-Behnken* експерименталним дизајном. Посматран је утицај промене наведених параметара на принос брашна (%), садржај пепела у брашну (%)<sub>cm</sub>, потрошњу енергије у односу на масу самлевог материјала [kJ/kg] и потрошњу енергије у односу на масу добијеног брашна [kJ/kg]. Урађена је провера адекватности добијених полиномних модела и извршена је анализа утицаја параметара уситњавања на посматране одзиве. Извршена је оптимизација процеса применом методе одзивне површине којом је дефинисана комбинација параметара при којима се уз минималну потрошњу енергије постиже што већи принос брашна са што мањим садржајем пепела.

У поглављу **Закључци**, представљени су јасни закључци који проистичу из дискусије резултата добијених истраживањем у оквиру дисертације. Закључци су приказани систематизовано, спрам фаза истраживања и у складу су са одговарајућим циљевима дисертације предоченим у Пријави теме.

У поглављу **Литература** приказани су наводи свих референци које су коришћене у овој дисертацији. Приказано је 174 навода, који су поређани на основу редоследа појављивања у тексту дисертације. Избор литературе извршен је спрам значајности и актуелности за тему истраживања ове 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 међународном часопису изузетних вредности – M21a**

1. **Nemanja Bojanić**, Aleksandar Fišteš, Dušan Rakić, Aleksandar Takači, Tatjana Došenović: Using the breakage matrix approach for monitoring the break release in the wheat flour milling process, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(7), 2205–2214, (2017).

<https://doi.org/10.1002/jsfa.8030>

### **Рад у истакнутом међународном часопису – M22**

1. **Nemanja Bojanić**, Aleksandar Fišteš, Dušan Rakić, Samuel Kolar, Bojana Ćurić & Jovana Petrović: Study on the effects of smooth roll grinding conditions on reduction of wheat middlings using response surface methodology, *Journal of Food Science and Technology*, 58(4), 1430-1440, (2021). <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04654-5>

### **Рад у међународном часопису – M23**

1. **Nemanja Bojanić**, Aleksandar Fišteš, Tatjana Došenović, Aleksandar Takači, Mirjana Brdar, Kiyoshi Yoneda, Dušan Rakić: Control of the size and compositional distributions in a milling process by using a reverse breakage matrix approach, *Hemijska industrija*, 75 (1), 1-14, (2021). <https://doi.org/10.2298/HEMIND201027004B>

### **Саопштење са међународног скупа штампано у изводу M34**

1. **Nemanja Bojanić**, Dušan Rakić, Jovana Petrović, Samuel Kolar, Bojana Ćurić, Aleksandar Fišteš: Effect of smooth roll grinding conditions on reduction of middlings in the wheat flour milling process, IV International Congress "Food Technology, Quality and Safety", Novi Sad, Serbia, 46 - 46, 23. - 25. Oct, (2018).

### **Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу – M64**

1. **Nemanja Bojanić**, Dušan Rakić, Jovana Petrović, Samuel Kolar, Bojana Ćurić, Aleksandar Fišteš: The influence of the grinding parameters on the efficiency of milling wheat grits, UNIFood Conference, Belgrade, Serbia, 5. - 6. Oct, (2018).

## **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:**

На основу дискусије експерименталних резултата представљених у оквиру ове докторске дисертације изведени су следећи закључци:

- Концепт матрица уситњавања могуће је применити за контролу утицаја који карактеристике уситњаваног материјала имају на квантитативне (принос појединих фракција, принос укупног извода, принос брашна) и квалитативне (садржај пепела) показатеље ефективности уситњавања.
- Једном дефинисане за одређене параметре млевења и просејавања, матрице уситњавања могуће је применити само за истоветне параметре млевења и просејавања.
- Применом матрица уситњавања могуће је, за дату расподелу величина зрна на улазу, предвидети расподелу величина честица млива након уситњавања. Концепт је могуће применити за појединачна пролазишта крупљења, као и за узастопна пролазишта крупљења. На основу расподеле величине честица након уситњавања могуће је одредити вредности квалитативних показатеља од важности, као што су: принос појединих фракција, принос укупног извода, принос брашна и потенцијални принос брашна у млину.
- Концепт матрица уситњавања могуће је применити и у повратном (реверзибилном) облику. За задати принос укупног извода на неком од пролазишта крупљења могуће је дефинисати расподелу величина зрна на улазу чијим ће се уситњавањем постићи жељена вредност приноса укупног извода. Дефинисани извод одређује и принос укупног извода на преостала два пролазишта крупљења, а тиме и потенцијални принос брашна у млину. Теоријски број потенцијалних решења, односно број комбинација расподела величина зрна пшенице на улазу, је огроман, а поједина решења могу да буду и практични неизводљива – предложени удео одређене фракције негативан или већи од 1.

- Да би се избегла практично непримењива решења могуће је дефинисати допустиву област за избор приноса укупног извода на неком од пролазишта или за одабир кумулативног приноса укупног извода. Ту област одређују чланови прве врсте матрица уситњавања првог крупача, односно принос укупног извода остварен на првом пролазишту крупљења.
- Одабиром вредности приноса укупног извода за први крупач, из допустивог опсега, дефинише се интервал за одабир масеног удела једне фракције улаза (зрна). Одабрани масени удео једне фракције зрна диктира уделе преосталих фракција зрна, а тиме и расподелу величина честица зрна пшенице чијим ће се уситњавањем добити жељени приноси укупног извода на пролазиштима крупљења.
- Додатно, могу се задати и жељени интервали вредности за принос појединих фракција млива, чиме се област допустивих решења смањује.
- Примену матричних једначина у реверзибилном облику могуће је проширити и на контролу квалитативних показатеља ефеката уситњавања као што је садржај пепела у фракцијама млива. Зависно од захтева могуће је применити два различита приступа: прецизан и приближан.
- За дефинисану матрицу уситњавања за предвиђање садржаја неке хемијске компоненте у фракцијама млива и познат садржај пепела у фракцијама зрна, могуће је одредити расподелу величина зрна чијим ће се уситњавањем добити жељене вредности расподеле величине честица млива, као и садржаја пепела у њима.
- Прецизним приступом могуће је пронаћи одговарајућу расподелу величине зрна на улазу која ће водити до жељених вредности масених удела за две произвољно одабране фракције млива (број фракција које могу да се одаберу зависи од формата матрице). Такође, могуће је задавање масеног удела једне, жељене фракције млива, уз истовремен одабир вредности масеног удела једне фракције зрна или садржај пепела у једној фракцији млива и масени удео једне фракције зрна. Како би предложена решења имала практични смисао, вредности за захтевани масени удео фракција млива или садржај пепела у њима треба одабрати из допустиве области коју дефинишу чланови одговарајућих врста матрица уситњавања, односно матрице за предвиђање садржаја неке хемијске компоненте у фракцијама млива.
- Прецизним приступом могуће је пронаћи и одговарајућу расподелу величине зрна која ће водити до жељених вредности за садржај пепела у две (произвољно одабране) фракције млива или до жељених вредности за истовремено одабране вредности за масени удео једне фракције млива и садржај пепела у њој. Вредности за одабир допустивих решења диктирају елементи одговарајућих врста одговарајућих матрица, а предложена расподела величине зрна и садржај пепела у фракцијама зрна одређују и расподелу величине честица и садржај пепела у мливу.
- У оквиру приближног приступа могуће је задати жељене вредности за масене уделе свих фракција млива или жељене вредности за садржај пепела у свим фракцијама млива. Такође, могуће је истовремено задати жељене вредности за све фракције зрна и садржај пепела у њима. Применом семилог норме могуће је добити расподелу величине зрна која ће довести до приближних решења, са коефицијентом детерминације  $R^2=0,9999$ . У случају када је задат садржај пепела у фракцијама млива, добијено решење за расподелу величине зрна дефинише расподелу величине честица млива.
- У случају када се параметри варирају током поступка млевења за испитивање утицаја такве промене на ефекте уситњавања и за оптимизовање поступка уситњавања може се применити метода одзивне површи.
- Применом методе одзивне површи установљено је да промена размака између ваљака, броја обртаја ваљака, преносног односа и специфичног оптерећења ваљака имају статистички значајан утицај на квантитативне (принос брашна) и енергетске (утрошак енергије изражен у односу на масу уситњеног материјала и утрошак енергије изражен у односу на масу добијеног брашна) показатеље ефективности млевења пречишћеног пшеничног гриза применом глатких ваљака.

- Промена посматраних параметра уситњавања не испољава статистички значајан утицај на квалитативне (садржај пепела у брашну) показатеље ефективности уситњавања у случају када је полазни узорак изражено хомоген у погледу хемијског састава. Практично, било која промена параметара уситњавања не може да наруши селективност уситњавања у случајевима када је уситњавани материјал хомоген по посматраном својству.
- Сви посматрани параметри испољавају статистички значајан утицај на принос брашна, а преносни однос се издваја као најутицајнији са укупним доприносом утицаја већим од 30%. Принос брашна расте са смањењем размака између ваљака и специфичног оптерећења ваљака и са повећањем броја обртаја ваљака. Тренд утицаја преносног односа карактерише присуство преломне тачке. Повећањем преносног односа до вредности од  $i=1,65$ , што се дефинише као преломна тачка, могуће је повећати принос брашна. Даљим повећањем преносног односа принос брашна смањује.
- Садржај пепела у брашну расте са повећањем размака између ваљака и преносног односа, а опада са повећањем броја обртаја ваљака и специфичног оптерећења. Ипак, са обзиром да је у експериментима спроведеним у оквиру ове дисертације полазни узорак био пречишћени гриз са врло ниским садржајем пепела, ниједан од параметара уситњавања није испољио статистички значајан утицај на садржај пепела у добијеном брашну.
- Сви испитивани параметри испољавају статистички значајан утицај на утрошак енергије изражен у односу на масу уситњеног материјала. Специфично оптерећење ваљака издваја се као најутицајнији параметар са укупним доприносом утицаја већим од 40%, при чему наведени параметар испољава негативну функцију утицаја. Размак између ваљака такође је испољио негативну функцију утицаја на посматрани одзив, док је повећањем броја обртаја ваљака и преносног односа посматрани одзив растао.
- Највећи утицај на утрошак енергије изражен у односу на масу добијеног брашна испољили су преносни однос и размак између ваљака. Утрошак енергије изражен у односу на масу добијеног брашна у вези је са приносом брашна, те су промене параметара уситњавања које су водиле смањењу приноса брашна – повећање размака између ваљака и повећање преносног односа након преломне тачке – истовремено утицале на повећање утрошка енергије изражене у односу на масу добијеног брашна.
- Успешна оптимизација поступка уситњавања применом методе одзивне површи са максималним задовољењем могућа је у случају када посматрани одзиви нису међусобно супротстављени, односно када параметри који одговарају захтеваним вредностима једног одзива не утичу негативно на задовољење другог одзива.
- У случају оптимизације када су сва четири одзива посматрана заједно предложена комбинација улазних параметара је била: размак између ваљака 0,05 mm, преносни однос 1,3, број обртаја брзоходног ваљка 500 о/мин и специфично оптерећење ваљака 0.3 kg/cm<sup>2</sup>•min. Предвиђене вредности посматраних одзива за предложену комбинацију улазних параметара тада су били: принос брашна 16%, садржај пепела у брашну 0,38%<sub>cm</sub>, утрошак енергије изражен у односу на масу уситњеног материјала 37,8 kJ/kg и утрошак енергије изражен у односу на масу добијеног брашна 232,2 kJ/kg, а задовољење је било 70,66%.

## VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Активности спроведене кроз експериментални део у складу су са циљевима постављеним у Пријави теме. Резултати експеримената приказани су систематично, помоћу табела, слика и графика. Приказани резултати су протумачени, објашњени и на адекватан начин упоређени са постојећим резултатима оствареним у претходним истраживањима из области којом се дисертација бави. Математичке и статистичке методе коришћене у оквиру дисертације примењене су на теоријом заснован начин. Закључци везани за примену реверзибилности матрица уситњавања и метода одзивне површине за контролу ефеката уситњавања у технолошком поступку млевења пшенице изведени су правилно и следствено из остварених резултата истраживања. На основу тога, комисија позитивно оцењује начин приказивања и тумачења резултата овог истраживања.

## IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

Докторска дисертација написана је у складу са планом и образложењем наведеним у Пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Да, докторска дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Дефинисани су математички и статистички модели којима је могуће симултано пратити и контролисати утицај карактеристика уситњаваног материјала и параметара уситњавања на ефекте уситњавања. Свеобухватност ових модела пружа могућност њихове примене и за контролу поступака уситњавања у другим гранама индустрије, поред посматраног – технолошког поступка млевења пшенице.

Истраживањима спроведеним у оквиру Прве фазе ове докторске дисертације, матрице уситњавања и њихово својство реверзибилности по први пут су употребљени за предвиђање и контролу квантитативних ефеката уситњавања (принеса укупних извода и појединих фракција млива) на више узастопних пролазишта крупљења. Употребом матрица уситњавања у повратном смеру одређена је расподела величина зрна пшенице уситњавањем које је могуће остварити жељене, унапред дефинисане вредности приноса укупних извода на пролазиштима крупљења. Такође, матрице уситњавања у реверзибилном (повратном) облику су по први пут употребљене за истовремено предвиђање и контролу квантитативних (расподела величина честица фракција млива) и квалитативних (садржај пепела) показатеља ефективности уситњавања на пролазишту првог крупљења. Показано је да се применом повратних матрица уситњавања може добити одговарајућа расподела величине честица у фракцијама зрна чијим ће се уситњавањем добити фракције млива са жељеном расподелом величине честица и садржајем пепела. Додатно, примена матричних једначина проширена је и на контролу поменутих показатеља ефективности уситњавања уз истовремену контролу расподеле величине честица у фракцијама зрна која се уситњавају.

Истраживањима у оквиру Друге фазе ове дисертације методом одзивне површине испитан је утицај технолошких и кинематичких параметара уситњавања на квантитативне, квалитативне и енергетске показатеље ефективности уситњавања у фази млевења гриза. Спрам прегледа литературе, у дисертацији се наводи да су се многа претходна истраживања бавила утицајем параметара уситњавања на ефекте млевења, али да је мали број истраживања овај утицај испитивао применом поменуте методе. Стога се оригиналним научним доприносом истраживања у овој фази дисертације може сматрати примена методе одзивне површине за испитивање значајности појединачног и

комбинованог утицаја параметара уситњавања на посматране одзиве, као и одређивање оптималних вредности параметара уситњавања за посматрани експериментални опсег.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?

У овој докторској дисертацији нису уочени недостаци који утичу на резултат истраживања.

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу наведеног, комисија предлаже:

**а) да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана;**

б) да се докторска дисертација врати кандидату на дораду (да се допуни односно измени);

в) да се докторска дисертација одбије.

Место и датум: Нови Сад, 13.07.2021.

1. др Драгана Шороња-Симовић,  
ванредни професор

\_\_\_\_\_, председник

2. др Александар Фиштеш,  
редовни професор

\_\_\_\_\_, ментор

3. др Душан Ракић,  
ванредни професор

\_\_\_\_\_, ментор

4. др Александар Такачи,  
редовни професор

\_\_\_\_\_, члан

5. др Милица Појић,  
научни саветник

\_\_\_\_\_, члан

**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 и да исти потпише.