

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат **Олга Говедарица**, дипл.инж.технол.

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију</p> <p>13.01.2017. године, Наставно-научно веће Технолошког факултета Нови Сад, Универзитет 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>др Јарослава Будински-Симендић, редовни професор, Синтетски полимери, 11.10.2007., Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, председник др Снежана Синадиновић-Фишер, редовни професор, Хемијско инжењерство, 09.11.2007.,Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, ментор др Влада Вељковић, редовни професор, Хемијско инжењерство, 06.03.1995., Технолошки факултет, Лесковац, Универзитет у Нишу, члан</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:</p> <p>Олга, Милорад, Говедарица</p>
<p>2. Датум рођења, општина, држава:</p> <p>24.05.1986. године, Нови Сад, Србија</p>
<p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив</p> <p>Технолошки факултет Нови Сад, Нафтно-петрохемијско инжењерство, Дипломирани инжењер технологије</p>
<p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија</p> <p>2010. година, Хемијско инжењерство</p>
<p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:</p> <p>-</p>
<p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:</p> <p>-</p>
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>Одређивање оптималних услова извођења процеса епоксидовања биљних уља персирћетном киселином</p>

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација садржи Кључну документацијску информацију са изводом на Српском и Енглеском језику, после које следи проблематика дисертације изложена на 174 стране А4 формата, са 53 слике, 26 табела и 176 литературних навода систематизованих у 8 целина:

Увод (стр. i-ii)

1. Теоријски део (стр. 1-48, 10 слика, 2 табеле)

2. Експериментални и рачунски део (стр. 49-76, 1 слика, 4 табеле)

3. Резултати и дискусија (стр. 77-152, 42 слике, 16 табела)

Резиме и закључци (стр. 153-157)

Ознаке (стр. 158-163)

Литература (стр. 164-174)

Прилог (4 табеле)

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У **Уводу** је наглашена примењивост епоксидованих биљних уља у индустрији, као и потреба за модификацијом постојећег процеса њихове производње у циљу усаглашавања са принципима зелене хемије. Указано је на потребу за одређивањем оптималних вредности процесних услова епоксидовања биљних уља персирћетном киселином формираном *in situ* у присуству јоноизмењивачке смоле као катализатора, као алтернативног процеса за индустријску производњу епоксида. У том смислу јасно је дефинисан циљ дисертације.

У **Теоријском делу** су приказани публиковани резултати од значаја за област истраживања и за тумачење резултата ове докторске дисертације. У потпоглављу **Олеохемија** је указано на значај масних киселина и њихових деривата као обновљивих сировина за хемијску и полимерну индустрију, наводећи неке од хемијских трансформација и примене добијених производа. Потпоглавље **Епоксидовање масних киселина и њихових деривата** даје приказ метода епоксидовања које су примењене на овај тип сировина са освртом на могућа оксидациона средства и катализаторе, као и на процесне услове при којима су постигнути највећи приноси епоксида. Посебно је наведена примена епоксидованих деривата масних киселина. У потпоглављу **Епоксидовање *in situ* формираним органским перкиселинама** детаљно је приказана ова метода епоксидовања која се користи у индустрији, те је објашњен утицај избора органске перкиселине и катализатора за њено формирање на принос процеса. Анализиран је утицај релевантних процесних услова на ток епоксидовања. У потпоглављу **Оптимизација процеса епоксидовања органским перкиселинама применом методологије одзивне површине** су наведене теоријске основе ове статистичке методе и резултати њене примене на одређивање оптималних услова епоксидовања два биљна уља и два деривата масних киселина. Наглашено је да је ово једини приступ за одређивање оптималних услова епоксидовања који је примењен у литератури. У потпоглављу **Математички модели реакционог система епоксидовања биљних уља *in situ* формираним органским перкиселинама** представљени су модели реакционог система, од псеудохомогених до трофазних, са освртом на хемијске реакције и феномене који су узети у обзир при моделовању.

У **Експерименталним и рачунском делу** су прецизно објашњени експериментални поступци, јасно су наведене примењене аналитичке методе, као и рачунске методе коришћене за обраду експерименталних података. Прво су приказане методе карактеризације ланеног уља као сировине за епоксидовање. Детаљно је описан примењен поступак епоксидовања ланеног уља персирћетном киселином формираном *in situ*. Наведене су методе карактеризације производа процеса, епоксидованог ланеног уља, као и величине на основу којих је праћен ток процеса. За расподелу компонената између фаза система ланено уље-епоксидовано ланено уље-сирћетна киселина-водоник пероксид-вода дато је јасно објашњење поступка уравнотежавања система, узорковања фаза, аналитичких метода одређивања састава фаза и масених биланса примењених за израчунавање коефицијента фазне равнотеже течно-течно сирћетне киселине. За одређивање оптималних

вредности процесних услова применом методологије одзивне површине дефинисан је Voh-Behnken експериментални план и опсежи вредности процесних услова. Дате су основе Levenberg-Marquardt методе која је примењена за одређивање вредности параметара кинетичких модела, као и основе нумеричке *Complex* методе примењене за одређивање оптималних услова процеса епоксидовања коришћењем кинетичких модела.

Резултати и дискусија су подељени у четири потпоглавља и приказани тако да прате програм истраживања наведен у Пријави теме.

-У потпоглављу **Утицај процесних услова на кинетику епоксидовања ланеног уља персирћетном киселином** је дато објашњење начина увођења водоник пероксида у реакциону смешу, као и избора количине сирћетне киселине. Приказани су резултати експерименталног испитивања и дати закључци о утицају брзине мешања, количине водоник пероксида, температуре и количине катализатора на квантитативне показатеље напредовања процеса. Наведени су резултати одређивања промена неких од физичко-хемијских својстава ланеног уља услед епоксидовања и њихов значај за извођење процеса.

-У потпоглављу **Одређивање оптималних вредности процесних услова епоксидовања ланеног уља персирћетном киселином применом методологије одзивне површине** је указано на опсег вредности процесних услова од интереса за индустрију, дефинисаног на основу резултата испитивања њиховог утицаја на кинетику процеса. На основу експеримената изведених по Voh-Behnken плану испитан је значај појединих процесних услова и њихових интеракција на релативни принос епоксида у изабраном опсегу процесних услова. Детаљном анализом статистичких показатеља потврђено је да су изабрани процесни услови од значаја, те је утврђена поузданост одређене регресионе једначине за релативни принос епоксида, као и одсуство значајне експерименталне грешке. Регресиона једначина је примењена за одређивање оптималних услова за постизање максимума релативног приноса епоксида у изабраном опсегу процесних услова.

-У потпоглављу **Псеудохомогени модели реакционог система епоксидовања биљних уља персирћетном киселином** поступно је приказано извођење псеудохомогеног модела који узима у обзир расподелу компонената између течних фаза система. За све величине и параметре модела, како термодинамичке тако и кинетичке, дефинисан је начин израчунавања. За коефицијент расподеле сирћетне киселине између течних фаза система је предложена емпиријска зависност од садржаја епоксидне групе у продукту процеса на основу експерименталних података. Дате су вредности кинетичких параметара модела одређене фитовањем експерименталних података о променама количина реактаната и продуката током епоксидовања ланеног уља, као и вредности кинетичких параметара одређених фитовањем експерименталних података за епоксидовање сојиног уља преузетих из литературе. На основу статистичких показатеља јасно је анализирана успешност фитовања оба сета експерименталних података предложеним моделом и псеудохомогеним моделом преузетим из литературе. Даље је приказано извођење још два феноменолошка модела који узимају у обзир и масно-киселински састав биљног уља. Приказани су резултати фитовања експерименталних података епоксидовања ланеног уља наведеним моделима. Дискутована је и упоређена адекватност сва три предложена модела и модела преузетог из литературе за описивање испитиваног трофазног мултиреакционог система.

-У потпоглављу **Одређивање оптималних вредности процесних услова епоксидовања ланеног уља персирћетном киселином коришћењем кинетичких модела** су приказани резултати одређивања оптималних процесних услова за постизање максимума релативног приноса епоксида применом три предложена модела и псеудохомогеног модела преузетог из литературе, за различита ограничења процесних услова. На основу резултата контролних експеримената изведених при оптималним вредностима процесних услова израчунатих коришћењем кинетичких модела, дискутована је успешност примене сваког од предложених модела. Резултати одређивања оптималних вредности процесних услова коришћењем кинетичких модела су упоређени са резултатима примене методологија одзивне површине на основу адекватно изабраних статистичких показатеља.

Резиме и закључци су у сагласности са резултатима добијеним у оквиру ове докторске дисертације. Јасно су наведена најважнија научна сазнања, уз давање праваца даљег истраживања на оптимизацији услова извођења процеса епоксидовања биљних уља *in situ* формираном

персирћетном киселином.

У делу **Ознаке** је дат детаљан списак ознака груписаних по абecedном реду, алфаветном реду, индексима и експонентима.

Литература обухвата списак од 176 референци које су актуелне и од значаја за област истраживања изведених у овој докторској дисертацији и правилно су наведене.

У **Прилогу** су дате табеле са експерименталним подацима добијеним током истраживања обухваћених овом докторском дисертацијом, а као допуна приказаним подацима у делу дисертације Резултати и дискусија.

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

1. Janković M, Sinadinović-Fišer S, **Govedarica O**, Pavličević J, Budinski-Simendić J (2016) Kinetics of soybean oil epoxidation with peracetic acid formed *in situ* in the presence of an ion exchange resin: pseudo-homogeneous model. Chem Ind Chem Eng Q *in press*
DOI: 10.2298/CICEQ150702014J

M34 - Саопштење са међународног скупа штампано у изводу

1. **Govedarica O**, Janković M, Sinadinović-Fišer S, Nikolovski B (2016) Epoxidation of linseed oil with peracetic acid formed *in situ* in the presence of an ion exchange resin, 14th Euro Fed Lipid Congress "Fats, Oils and Lipids: Innovative Approaches Towards a Sustainable Future", September 19-21, Ghent, Belgium, p.269
2. Janković M, Sinadinović-Fišer S, **Govedarica O** (2016) Modeling of the kinetics of *in situ* soybean oil epoxidation with peracetic acid in the presence of an ion exchange resin, 14th Euro Fed Lipid Congress "Fats, Oils and Lipids: Innovative Approaches Towards a Sustainable Future", September 19-21, Ghent, Belgium, p.268
3. Janković M, **Govedarica O**, Sinadinović-Fišer S, Nikolovski B, Knez Ž (2015) Pseudohomogeneous kinetic model for linseed oil epoxidation with peracetic acid formed *in situ* in the presence of an ion exchange resin, 13th Euro Fed Lipid Congress "Fats, Oils and Lipids: New Challenges in Technology, Control Quality and Health", 27-30 September, Florence, Italy, p.335
4. **Govedarica O**, Janković M, Čokić D, Sinadinović-Fišer S, Rafajlovski V (2014) Studies on the epoxidation of flaxseed oil, International Congress on Green Chemistry and Sustainable Engineering, 29-31 July, Barcelona, Spain, p.55

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Производња епоксидованих биљних уља са високим садржајем епокси кисеоника захтева примену таквих процесних услова епоксидовања при којима ће се постићи што потпунија конверзија двоструких веза у триглицеридима биљних уља и што већа селективност процеса у односу на епоксидну групу. Зато је основни мотив истраживања изведених у оквиру ове докторске дисертације био одређивање оптималних процесних услова како би се постигао максималан принос епоксида при епоксидовању биљних уља персирћетном киселином. Одређивање је изведено применом методологије одзивне површине, као и коришћењем развијених кинетичких модела испитиваног реакционог система. На основу теоријских поставки, експерименталних резултата и израчунатих вредности приказаних у закључним разматрањима могу се издвојити следећи закључци:

-Испитивање утицаја процесних услова, и то температуре, молског односа реактаната, количине

катализатора и брзине мешања, на кинетику процеса епоксидовања ланеног уља персирћетном киселином формираном *in situ* у реакцији сирћетне киселине и 30% воденог раствора водоник пероксида у присуству јоноизмењивачке смоле као катализатора је било основ за дефинисање граничних вредности процесних услова унутар којих је тражен максимум приноса епоксида. Како епоксидне групе настају оксидацијом двоструких веза у триглицеридима биљних уља, ланено уље као високо незасићено је изабрано као погодна сировина. Поређењем резултата добијених за 113 експерименталних тачака, највећи релативни принос епоксида од 85,55% у односу на максималан теоријски је постигнут на температури од 60°C при молском односу двострука веза уља:сирћетна киселина:водоник пероксид од 1:0,5:1,5 и у присуству 15 mas% катализатора, након реакционог времена од 17 h.

-Област дугих времена реаговања, која није од интереса за индустрију, је избегнута адекватним избором температуре при одређивању оптималних вредности процесних услова за постизање максималног релативног приноса епоксида при епоксидовању ланеног уља. У области реакционих температура од 65 до 85°C и реакционог времена од 5 до 13 h, одређене су оптималне вредности коришћењем регресионе једначине развијене у оквиру методологије одзивне површине. Примењена једначина је добијена регресијом 27 експерименталних тачака одређених према Вох-Веһнкеп плану за четири променљиве, и то за температуру, молски однос водоник пероксид:двострука веза уља, количину катализатора и реакционо време. Израчунате оптималне вредности износе 70,6°C за температуру, 1,5 за молски однос водоник пероксид:двострука веза уља и 20 mas% за количину катализатора при којима би се постигао максималан релативни принос епоксида од 87,60% након реакционог времена од 7 h. При овим вредностима процесних услова постигнуто је добро слагање очекиване и експериментално одређене вредности максималног релативног приноса епоксида од 84,73%, са одступањем од 3,28%. У односу на максимални релативни принос епоксида од 85,55%, добијен при примени ширег опсега температуре, постигнута вредност релативног приноса епоксида је нижа за само 0,96%. Време реаговања за постизање максимума релативног приноса епоксида је, међутим, скраћено за 10 h, што је од великог значаја за индустрију.

-За потребе одређивања оптималних услова извођења процеса епоксидовања биљних уља коришћењем кинетичких модела, развијена су три псеудохомогена модела испитиваног трофазног мултиреакционог система. Поред кинетике основних реакција формирања персирћетне киселине и реакције епоксидовања двоструких веза триглицерида биљног уља, као и кинетике споредне реакције отварања епоксидне групе са сирћетном киселином, у свим предложеним моделима је узета у обзир расподела сирћетне и персирћетне киселине између уљне и водене фазе система. Описан је и утицај масно-киселинског састава уља на кинетику процеса у два модела: у оба је претпостављено да двострука веза у триенима која прва реагује има различиту реактивност према епоксидовању у поређењу са осталим двоструким везама, док је у једном претпостављено и да епоксидна група која настаје из триенске двоструке везе има различиту реактивност према споредној реакцији отварања епоксидне групе са сирћетном киселином од реактивности осталих епоксидних група према истој реакцији. Модели представљају системе диференцијалних једначина првог реда који описују промене количина компонената и функционалних група са временом извођења процеса епоксидовања. Константе репараметризоване Arrhenius-ове зависности коефицијената брзина реакција од температуре су одређене фитовањем експерименталних података о променама јодног броја и садржаја епокси кисеоника током епоксидовања уља. На основу статистичких показатеља успешности фитовања експерименталних података, утврђено је да је најбоље слагање израчунатих са експериментално одређеним подацима постигнуто применом модела који, поред расподеле компонената између течних фаза систем, узима у обзир и разлику у реактивности триенске двоструке везе и епоксидне групе настале из триена у односу на остале двоструке везе, односно епоксидне групе. Сви предложени модели боље фитују експерименталне податке епоксидовања ланеног уља персирћетном киселином од псеудохомогеног модела преузетог из литературе који занемарује постојање две течне фазе у испитиваном реакционом систему, као и утицај масно-киселинског састава сировине на кинетику процеса.

-За потребе описивања расподеле сирћетне и персирћетне киселине између течних фаза реакционог система епоксидовања ланеног уља у кинетичким моделима, развијена је емпиријска зависност коефицијента расподеле сирћетне киселине од количине епоксидне групе у систему, за коју просечна релативна грешка износи 5,52%. Зависност је изведена на основу експериментално

одређених вредности константе фазне равнотеже течно-течно сирћетне киселине које се, за систем ланено уље-епоксидовано ланено уље-сирћетна киселина-водоник пероксид-вода, крећу од 1,44 до 4,58 за опсеге температуре и састава смеше од интереса за епоксидовање ланеног уља персирћетном киселином. Коефицијент расподеле персирћетне киселине у посматраном систему је апроксимиран фиксним односом овог коефицијента са коефицијентом сирћетне киселине.

-Значај узимања у обзир расподеле сирћетне и персирћетне киселине између уљне и водене фазе реакционог система епоксидовања биљних уља у псеудохомогеном моделу је потврђен бољим фитовањем и експерименталних података епоксидовања сојиног уља персирћетном киселином, преузетих из литературе, постигнутим одговарајућим предложеним моделом у односу на модел преузет из литературе који не узима у обзир феномен расподеле.

-Развијени кинетички модели, као и модел преузет из литературе, су коришћени, применом *Complex* методе, за одређивање оптималних услова извођења процеса епоксидовања ланеног уља персирћетном киселином за различита ограничења процесних услова. Резултати контролних експеримената изведених при оптималним условима израчунатим за шири опсег температуре од 60 до 85°C коришћењем модела који најбоље фитује експерименталне податке о променама количине двоструке везе и епоксидне групе током епоксидовања су указали на његову неадекватност. Са овим моделом који узима у обзир, поред расподеле компонената између течних фаза система, и различиту реактивност триенске двоструке везе и епоксидне групе настале из триена, је добијена разлика између очекиване и експериментално одређене вредности релативног приноса епоксида од 13,1%. Одступање би могло бити последица неадекватне температурне зависности коефицијента брзине споредне реакције отварања епоксидне групе настале из триена са сирћетном киселином, која је одређена фитовањем експерименталних података епоксидовања ланеног уља, према којој вредност коефицијента брзине поменути реакције опада са порастом температуре, те поменути модел није даље коришћен. Применом осталих кинетичких модела је постигнуто боље слагање очекиваних релативних приноса епоксида са експериментално одређеним вредностима у контролним експериментима када су њихови кинетички параметри одређени фитовањем проширеног сета експерименталних података. У овај сет су уврштене и тачке Вох-Веһкен плана како би се избегла могућа неадекватна расподела експерименталних тачака у испитиваном простору процесних услова. Сви модели као оптималне дају граничне вредности молског односа двострука веза:водоник пероксид од 1:1,5 и количине катализатора од 20 mas%, док се оптималне вредности температуре и реакционог времена разликују и прате тренд да је на вишој температури потребно краће време реаговања за постизање максималног приноса епоксида. Резултати контролних експеримената показују, међутим, да је за постизање максималног релативног приноса епоксида потребна температура од 60°C и време реаговања од 17 h.

-Оптималне вредности процесних услова за постизање максималног релативног приноса епоксида су зато, коришћењем кинетичких модела, одређене и за уже опсеге температуре од 65 до 85°C и реакционог времена од 5 до 13 h. Коришћењем модела који узима у обзир различиту реактивност двоструке везе у триенима која прва реагује према епоксидовању у односу на остале двоструке везе, израчунате су оптималне вредности температуре од 65°C, молског односа двострука веза уља:водоник пероксид од 1:1,5, количине катализатора од 20 mas% и реакционог времена од 9,08 h при којима је, у контролном експерименту, постигнута вредност релативног приноса епоксида од 84,26%, за 5,51% нижа од очекиване вредности од 89,17%.

-Боље слагање предвиђене са експериментално одређеном вредношћу релативног приноса епоксида у контролном експерименту је добијено применом методологије одзивне површине у поређењу са применом кинетичких модела при одређивању оптималних вредности процесних услова. То је и очекивано, с обзиром да регресиона једначина коришћена у оквиру методологије одзивне површине боље фитује релативни принос епоксида. Стандардна девијација релативног приноса епоксида за регресиону једначину је 8,9 пута нижа од оне израчунате за кинетички модел који најбоље предвиђа оптималне процесне услове епоксидовања ланеног уља персирћетном киселином.

-Како, према доступним подацима из литературе, одређивање оптималних процесних услова епоксидовања биљних уља до сада није изведено коришћењем кинетичких модела, добијени резултати се могу сматрати основом за даље развијање феноменолошких модела који би се користили у те сврхе. Резултати указују да модел који најбоље фитује експерименталне податке епоксидовања, није нужно и најпоузданији при оптимизацији процеса. Поуздан модел би

требало да описује довољан број релевантних феномена у реакционом систему епоксидовања, али са што мањим бројем подешљивих параметара. За разлику од кинетичких модела, примена методологије одзивне површине, са одговарајућим експерименталним планом у испитиваном опсегу одабраних процесних услова, задовољавајуће предвиђа оптималне услове извођења процеса епоксидовања ланеног уља персирћетном киселином.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Резултати истраживања ове докторске дисертације су јасно изложени и правило груписани у четири целине које одговарају циљевима постављеним у Пријави теме. Експериментални резултати и израчунате вредности су приказани систематично, табеларно и графички. Статистичка обрада података и математичко моделовање су поткрепљени одговарајућим изразима. Сви изнети закључци су настали правилним и доследним тумачењем резултата.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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

Да. Дисертација је написана у потпуности у складу са образложењем наведеним у Пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Да. Докторска дисертација садржи све битне теоријске, методолошке и остале елементе који се захтевају за радове ове врсте.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Главни допринос науци докторске дисертације дипл. инж. Олге Говедарица, асистента, је у свеобухватности истраживања у домену епоксидовања биљних уља персирћетном киселином.

Испитивање утицаја одабраних процесних услова на кинетику епоксидовања ланеног уља персирћетном киселином формираном *in situ* у присуству јоноизмењивачке смоле као катализатора до сада није забележено у доступним литературним наводима.

Допринос је и предлагање псеудохомогених модела који описују сложен трофазни реакциони систем епоксидовања биљних уља персирћетном киселином, а који, поред кинетике основних и споредне реакције, узимају у обзир и расподелу сирћетне киселине и персирћетне киселине између течних фаза система, као и масно-киселински састав уља.

Истраживањима је обухваћено и одређивање оптималних вредности процесних услова епоксидовања ланеног уља персирћетном киселином применом два приступа: методологије одзивне површине и коришћењем кинетичких модела. Према доступним подацима из литературе, одређивање оптималних услова епоксидовања биљних уља до сада није изведено коришћењем кинетичких модела реакционог система.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Нису уочени недостатци у овој докторској дисертацији.

X ПРЕДЛОГ:

Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију дипл. инж. **Олге Говедарица**, под насловом „**Одређивање оптималних услова извођења процеса епоксидовања биљних уља персирћетном киселином**” и предлаже да се докторска дисертација прихвати, а кандидаткињи одобри одбрана.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

председник

др Јарослава Будински-Симендић, редовни професор,
Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду

ментор

др Снежана Синадиновић-Фишер, редовни професор,
Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду

члан

др Влада Вељковић, редовни професор,
Технолошки факултет у Лесковцу, Универзитет у Нишу