

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију</p> <p>06.03.2020. године, Наставно - научно веће Технолошког факултета Нови Сад, Универзитет у Новом Саду</p>
<p>2. Састав комисије са назнаком 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 Татјана Дошеновић, редовни професор, Анализа и вероватноћа, 01.01.2019. године Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, председник</p> <p>др Зита Шереш, редовни професор, Прехрамбено инжењерство, 24.02.2019. године Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, ментор</p> <p>др Марина Шћибан, редовни професор, Биотехнологија, 13.02.2014. године Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, члан</p> <p>др Драгана Шороња-Симовић, ванредни професор, Прехрамбено инжењерство, 01.08.2017. године Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, члан</p> <p>др Бојана Филипчев, научни саветник, Квалитет и безбедност хране биљног порекла, 25.02.2015. године Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, члан</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:</p> <p>Миљана, Зоран, Ђорђевић</p>
<p>2. Датум рођења, општина, држава:</p> <p>05.09.1990. године, Пирот, Србија</p>
<p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив</p>

Технолошки факултет Нови Сад, Инжењерство угљенохидратне хране, Мастер инжењер технологије

4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија

2014. година, 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:

Редуковање садржаја несахарозних једињења у меласи шећерне репе применом модификованих минералних и целулозних адсорбента

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација написана је на српском језику, садржи насловну страну, кључну документацијску информацију на српском и енглеском језику уз посебно издвојен извод на српском и енглеском језику као и списак објављених радова проистеклих из резултата докторске дисертације. Обим дисертације је 169 страна С5 формата, где су испитивана проблематика и резултати представљени кроз седам целина уз приказ 33 табеле, 28 слика и 144 литературна навода:

1. Увод (стр. 1–4)
2. Преглед литературе (стр. 5–57, 4 табеле, 10 слика)
3. Предмет и циљ истраживања (стр. 59–62)
4. Експериментални део (стр. 63–76, 1 табела, 1 слика)
5. Резултати и дискусија (стр. 77–146, 28 табела, 17 слика)
6. Закључак (стр. 147–151)
7. Литература (стр. 153–167)

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Наслов докторске дисертације је концизно и јасно формулисан и у потпуности описује постављене циљеве докторске дисертације.

Уводни део докторске дисертације кроз наводе о хемијском саставу меласе шећерне репе описује потребу, пре свега индустрије шећера, за искоришћењем и валоризацијом присутних компонената (сахарозе и бетаина) и неопходност развоја одговарајућих третмана који ће то омогућити. Главну препреку у овом погледу углавном представља присуство несахарозних једињења у меласи, од којих је најзначајније присуство бојених материја, што се може превазићи увођењем поступка пречишћавања уз примену одређених средстава. Поред наведених главних препрека ка остваривању жељених потреба (искоришћење и валоризација присутних компонената) дат је преглед досадашњих употребљаваних третмана за пречишћавање међупроизвода индустрије шећера који укључују и примену адсорпционих средстава. С тим у вези, кроз приказ адсорпционих карактеристика, представљен је потенцијал нових природних адсорпционих средстава минералног (бентонит) и целулозног (споредни производи прехранбене индустрије) порекла што представља полазну тачку у испитивању њиховог афинитета ка везивању несахарозних једињења а тиме и могућности примене у пречишћавању меласе шећерне репе.

У **Прегледу литературе** кроз четири тематска сегмента изнете су теоријске основе испитиване проблематике као и преглед објављених научних резултата релевантних за постављену проблематику. Први сегмент објашњава настанак меласе у процесу производње шећера уз приказ компонената присутних у меласи и индустријских процеса за издвајање највредније компоненте из меласе, а то је сахароза. Други сегмент ближе описује несахарозна једињења са акцентом на класификацију и формирање бојених материја у процесу производње шећера као и поступке којима се смањује садржај бојених материја у међупроизводима индустрије шећера. Као један од најчешће примењиваних поступака, поступак адсорпције, детаљније је описан у трећем сегменту. Фокус четвртог сегмента усмерен је ка представљању карактеристика неконвенционалних адсорбената минералног и целулозног порекла уз преглед досадашњих резултата истраживања при њиховој примени.

У оквиру поглавља **Циљ истраживања** изложен је основни циљ дисертације заједно са приступом и начином реализације као и очекивани резултати.

Експериментални део, подељен у четири сегмента, описује испитиване материјале (минералне адсорбенте: натријумов и калцијумов бентонит као и комбиновани тип натријум-калцијум бентонита са различитим односом ова два елемента; целулозне адсорбенте: комерцијални целулозни адсорбенти и модификовани резанци шећерне репе), припрему материјала, примењене поступке и аналитичке методе као и коришћене статистичке методе при планирању експеримената и обради добијених експерименталних резултата. Након наведених коришћених адсорбената и реагенаса у првом сегменту, у другом сегменту детаљно се описује начин припреме испитиваних адсорбената. У трећем сегменту систематизоване су методе употребљене за карактеризацију адсорбената (величина и расподела величина честица, специфична површина, морфологија површине, функционалне групе, степен бубрења) и одређивање параметара квалитета меласе шећерне репе (боја, мутноћа, садржај сахарозе, садржај суве материје, садржај пепела). Сам експериментални поступак третирања меласе адсорбентима је такође детаљно дефинисан у оквиру овог сегмента. У последњем сегменту експерименталног дела дисертације описан је примењени експериментални план са одговарајућим статистичким методама (метод планирања експеримента и метод одзивне површине).

У оквиру поглавља **Резултати и дискусија**, сачињеног из пет сегмента, кроз табеларне и графичке приказе представљени су резултати спроведеног истраживања пропраћени адекватном дискусијом у складу са планом истраживања постављеним у пријави теме.

У првом сегменту *Карактеризација минералних и целулозних адсорбената* дефинисан је адсорпциони потенцијал испитиваних минералних и целулозних адсорбената кроз резултате

спроведених анализа величине и расподеле величина честица, специфичне површине, морфологије површине, присутних функционалних група на површини адсорбената и степена бубрења адсорбената. Други сегмент, *Карактеризација меласе шећерне репе* даје опис параметара квалитета меласе употребљене у истраживању. Трећи сегмент, *Промене параметара квалитета меласе шећерне репе након примене минералних адсорбената* приказује резултате појединачног утицаја сваког од четири примењена минерална адсорбента и експерименталних услова на параметре квалитета меласе (боју, мутноћу, садржај сахарозе, садржај суве материје, садржај пепела). Такође, кроз дискусију је установљен минерални адсорбент са најизраженијим утицајем на параметре квалитета меласе са становишта остварених резултата и претходно дефинисаних карактеристика адсорбента. У овом случају то је натријумов бентонит са највећим забележеним ефектом на смањење боје (48,41%) и мутноће (99,24%) меласе. Наредни сегмент, *Промене параметара квалитета меласе шећерне репе након примене целулозних адсорбената*, кроз резултате и дискусију резултата остварених при третману меласе целулозним адсорбентима дефинише ефекат три примењена целуозна адсорбента и експерименталних услова на промене параметара квалитета меласе. На основу забележених промена и дефинисаних карактеристика адсорбената такође је издвојен целуозни адсорбент са најизраженијим афинитетом ка адсорпцији несахарозних једињења а то су модификовани резанци шећерне репе са постигнутим максималним смањењем боје (32,72%) и мутноће (99,38%) меласе. Применом статистичке методе оптимизације, у сегменту *Оптимизација услова третмана меласе шећерне репе минералним и целулозним адсорбентима*, евидентирани су оптимални експериментални услови са припадајућим предвиђеним вредностима параметара квалитета меласе шећерне репе. Установљени оптимални експериментални услови за минералне адсорбенте су благо кисела и неутрална средина (pH 5–7) уз садржај суве материје од 30 до 49°Brix као и концентрације адсорбента од 9 и 20,38 g/l, док су то за целуозне адсорбенте кисела и благо кисела средина (pH 5,6–6,7), вредност суве материје меласе 43 до 50° Brix и концентрација адсорбента 9 и 9,25 g/l. Последњи сегмент у оквиру дела резултати и дискусија, *Поређење адсорпционог учинка појединих минералних и целулозних адсорбената*, кроз упоредни приказ добијених параметара квалитета меласе најефикаснијег минералног и целулозног адсорбената, и уз одређивање функционалних група учесника у адсорпцији, даје потврду о адсорпционом учинку издвојених адсорбената.

Закључак обухвата јасно формулисане специфичне закључке проистекле из анализе и дискусије резултата добијених како у погледу карактеризације испитиваних минералних и целулозних адсорбената тако и ефекта који су наведени адсорбенти и експериментални услови испојили на параметре квалитета меласе шећерне репе. Појединачни закључци заокружени су извођењем општег закључка о применљивости третмана адсорбентима као једном од могућих поступака пречишћавања меласе шећерне репе.

Списак **Литературе** сачињен од 144 униформна литературна навода организована по абecedном реду представља скуп публикованих научних радова релевантних за испитивану проблематику 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

M14 - монографска студија/поглавље у књизи M12 или рад у тематском зборнику међународног значаја

1. **Miljana Djordjević**, Zita Šereš, Nikola Maravić, Marijana Djordjević (2019). Molasses: Desugarization processes and purification treatments. In K. Maddison and R. Fuller (Eds.), Molasses: Forms, production and uses, (pp. 97–123). New York: Nova Science Publishers Inc.

M21 - рад у врхунском међународном часопису

1. **Miljana Djordjević**, Zita Šereš, Tatjana Došenović, Dragana Šoronja-Simović, Nikola Maravić, Dragana Kukić, Ivana Nikolić, Marijana Djordjević (2018). Sugar beet molasses purification by

bentonite addition: Analysis of quality enhancement and treatment conditions. LWT - Food Science and Technology, 93, 142–149, ISSN: 0023-6438. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.030>

M22 - рад у истакнутом међународном часопису

1. **Miljana Djordjević**, Zita Šereš, Tatjana Došenović, Dragana Šoronja-Simović, Nikola Maravić, Žana Šaranović, Laslo Šereš, Marina Šćiban, Marijana Djordjević (2019). Modelling of cross-flow microfiltration coupled with bentonite treatment in sugar beet molasses purification. Canadian Journal of Chemical Engineering, 97, 947–954, ISSN:0008-4034. <https://doi.org/10.1002/cjce.23289>

M33 - саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. **Miljana Djordjević**, Zita Šereš, Marijana Djordjević, Dragana Šoronja Simović, Nikola Maravić, Tatjana Došenović (2017). Bentonite as environmental friendly sorption material for sugar beet molasses purification. In: Proceedings, 23rd International Symposium on Analytical and Environmental Problems (ISAEP), Szeged, Hungary 9–10 October 2017, pp. 317–321. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.1065312>

M32 - саопштење са међународног скупа штампано у изводу

1. **Miljana Djordjević**, Zita Šereš, Nikola Maravić, Marijana Djordjević, Dragana Šoronja-Simović, Cecilia Hodúr, Naoufal Bellahsen (2019). Sugar beet molasses quality enhancement through treatment with modified sugar beet pulp. In book of abstracts, 1st International conference on advanced production and processing - ICAPP, Novi Sad, Serbia, 10–11 October 2019, p. 89.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживањима спроведеним у оквиру ове дисертације утврђен је афинитет адсорбената минералног (калцијумов и натријумов бентонит и комбиновани тип натријум-калцијум бентонита) и целулозног (комерцијални целулозни адсорбенти и модификовани резанци шећерне репе) порекла ка везивању несахарозних једињења, првенствено бојених материја, из меласе шећерне репе. Кроз промене у параметрима квалитета меласе и то боје, мутноће, садржаја сахарозе, садржаја суве материје и садржаја пепела, испитан је утицај употребљених адсорбената и постављених експерименталних услова (pH, сува материја меласе, концентрација адсорбента) на ефикасност смањења садржаја несахарозних једињења у меласи. Такође, на основу добијених резултата дефинисани су оптимални експериментални услови у циљу достизања жељених параметара квалитета меласе.

Из приказаних резултата у оквиру ове дисертације проистичу следећи закључци:

- Запремински средњи пречник честица испитиваних минералних адсорбената је у интервалу од 39,30 до 47,19 μm и мањи је у односу на исти пречник одређен код целулозних адсорбената (150,38 μm и 965,48 μm). Највећи запремински средњи пречник честица забележен је за калцијумов бентонит као минерални адсорбент (47,19 μm) и модификоване резанце шећерне репе (965,48 μm) од целулозних адсорбената.
- Одређена специфична површина минералних адсорбената (50,33–78,12 m^2/g) значајно је већа у поређењу са специфичним површинама целулозних адсорбената (0,14–20,8 m^2/g) упућујући на већи број присутних адсорпционих места. Највећа специфична површина међу минералним адсорбентима одређена је код натријумовог бентонита (78,12 m^2/g), док је код целулозних то комерцијални адсорбент FILTRACEL (20,8 m^2/g).
- Функционалне групе и везе идентификоване као учесници у процесу адсорпције несахарозних једињења при примени минералних адсорбената су структурне везе и групе које садрже кисеоник као и терминалне О–Н групе (силанол и алуминол).
- Функционалне групе и везе идентификоване као учесници у процесу адсорпције несахарозних једињења при примени целулозних адсорбената су С–О, С=С и С–ОН групе присутних полисахарида као и С–Н везе.

- Највећим степеном бубрења одликују се натријумов бентонит (41 ml/2 g) од минералних и модификовани резанци шећерне репе (13,67 ml/g) од целулозних адсорбената што је допринело повећању њиховог адсорпционог капацитета.
- Од испитиваних експерименталних услова, статистички значајан утицај на промене у параметрима квалитета меласе евидентиран је пре свега за примењене рН вредности, у мањој мери суву материју меласе и потом концентрацију адсорбента.
- Позитивни ефекат удруженог дејства употребљених адсорбената и услова третмана најочљивији је код боје и мутноће меласе. У зависности од примењеног минералног или целулозног адсорбента и услова третмана максимални степен редукције за боју износи 48,41% и 32,72% а за мутноћу 99,24% и 99,38%.
- Смањење садржаја сахарозе услед инверзије првенствено је последица примењене ниске рН вредности у току третмана меласе (рН 3 и 5) с тим што је при рН 5 смањење садржаја сахарозе до 15%.
- Редуковање садржаја суве материје меласе израженије је након примене минералних адсорбената (1,03–18,58%) у поређењу са испитиваним целулозним адсорбентима (-2–10,79%).
- Поред редуковања садржаја пепела у меласи након примене минералних (4,41–7,52%) и целулозних адсорбената (0–10,71%) забележено је и повећање садржаја овог параметра при употреби обе врсте адсорбената (минерални 4,46–11,14%, целулозни 4,46–9,63%), у зависности од примењене рН, садржаја суве материје меласе и концентрације адсорбента.
- По питању ефикасности у погледу смањења боје и мутноће од минералних адсорбента издвојио се натријумов бентонит (редукција боје 48,41%, редукција мутноће 94,72%) док су модификовани резанци шећерне репе најефикаснији од адсорбената целулозног порекла (редукција боје 32,72%, редукција мутноће 96,99%). Заједничка особина коју поседују наведени адсорбенти је израженији степен бубрења.
- Резултати нумеричке оптимизације указују да су за минералне адсорбенте благо кисела и неутрална средина (рН 5–7) уз садржај суве материје од 30 до 49°Brix као и концентрације адсорбента од 9 и 20,38 g/l одговарајуће за достизање редукције боје од 9 до 33,63%, мутноће 57,68–96,63%, садржаја сахарозе 0–3,88%, садржаја суве материје 1,14–11,67% и садржаја пепела 3,6–5,9%.
- Дефинисани оптимални услови за примену целулозних адсорбената су кисела и благо кисела средина (рН 5,6–6,7), вредност суве материје меласе 43 до 50°Brix и концентрација адсорбента 9 и 9,25 g/l за које је предвиђено смањење боје меласе од 21 до 32,7%, мутноће 91,49–99,93%, садржаја сахарозе 1,01–6,38%, садржаја суве материје 0–0,94% и садржаја пепела од -2,58–5,42%.
- Сагледавањем целокупних резултата, очљиво је да се употребом минералних и целулозних адсорбената при адекватним условима може смањити садржај несахарозних једињења у меласи шећерне репе уз минималне промене садржаја сахарозе и тиме побољшати квалитет меласе намењене даљој употреби. И поред неопходних додатних истраживања, која би утврдила ефекат испитиваног третмана на олакшано извођење накнадних процеса обраде меласе (десахарификација), може се закључити да и минерални и целулозни адсорбенти имају добар адсорпциони потенцијал за пречишћавање меласе и међупроизвода индустрије шећера.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Резултати истраживања у оквиру ове дисертације груписани у логички следствене сегменте у сагласности су са постављеним циљевима дисертације. Прегледним табеларним и графичким приказом презентовани су резултати рачунске и статистичке обраде добијених података, праћени адекватним тумачењем и разумљивом дискусијом уз употребу релевантних литературних навода. Наведени закључци су правилно изведени на основу чега се позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?
Да, садржај дисертација је у потпуности у складу са циљевима и планом рада постављеним у пријави теме.
2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?
Да, докторска дисертација поседује све неопходне елементе који су основа публикација ове врсте.
3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?
Циљеви ове докторске дисертације оријентисани су ка развоју нових поступака пречишћавања меласе применом расположивих адсорпционих материјала чиме се омогућава њено потпуно искоришћење и валоризација као споредног производа индустрије шећера, кроз издвајање бетаина и искоришћење заостале сахарозе. Спроведена испитивања са циљем смањења садржаја несахарозних једињења у меласи шећерне репе у оквиру дисертације међу првим су испитивањима ове врсте на глобалном нивоу. Оригиналноста дисертације огледа се у употреби природних и по околину нешкодљивих адсорбената (адсорбената минералног типа-бентонита и адсорбената целулозног типа где се убрајају комерцијални целулозни адсорбенти и модификовани резанци шећерне репе) и испитивању њиховог утицаја, при одређеним условима (рН, садржај суве материје меласе и концентрација адсорбента), на садржај несахарозних једињења у меласи праћењем промена у битним параметрима квалитета меласе. Постигнути позитивни резултати на пољу редуковања садржаја несахарозних једињења и побољшања квалитета меласе након примене више типова адсорбената минералног и целулозног порекла уз издвајање најефикаснијег и оптимизацију експерименталних услова, сведоче о потенцијалној применљивости развијеног третмана и у индустријским размерама. Примена овог третмана омогућила би већи проценат искоришћења бетаина или других високовредних једињења из третиране меласе. Стога, оригинални резултати ове дисертације представљају значајан допринос досадашњим научним истраживањима у области Технологије шећера у погледу смањења садржаја несахарозних једињења, пре свега бојених материја. Такође треба истакнути да остварени резултати употпуњавају оскудну научну литературу по питању испитиване проблематике.
4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања
У оквиру докторске дисертације нису уочени недостаци.

X ПРЕДЛОГ:

На основу позитивне оцене целокупне докторске дисертације маг. инж. технологије Миљане Ђорђевић, под насловом „**Редуковање садржаја несахарозних једињења у меласи шећерне репе применом модификованих минералних и целулозних адсорбената**”, комисија предлаже да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана.

Нови Сад, 18.05.2020.

председник комисије
др Татјана Дошенивић, редовни професор
Технолошки факултет Нови Сад

ментор
др Зита Шереш, редовни професор
Технолошки факултет Нови Сад

члан
др Марина Шћибан, редовни професор
Технолошки факултет Нови Сад

члан
др Драгана Шороња-Симовић, ванредни професор
Технолошки факултет Нови Сад

члан
др Бојана Филипчев, научни саветник
Научни институт за прехранбене технологије у Новом Саду