

TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET

UNIVERZITET U BEOGRADU

35/133
(Broj zahteva)
17.05.2013.
(datum)

VEĆE NAUČNIH OBLASTI TEHNIČKIH NAUKA

(naziv veća naučne oblasti kome se zahtev upućuje)

Beograd, Studentski trg br. 1

ZAHTEV

za davanje saglasnosti na referat o urađenoj doktorskoj disertaciji

Molimo da, shodno članu 46. st.5 Statuta Univerziteta u Beogradu ("Glasnik Univerziteta" broj 131/06), date saglasnost na referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata

VALENTINE (Vladislav) SEMENČENKO, dipl. inž.
(ime, ime jednog od roditelja i prezime)

KANDIDAT: VALENTINA (Vladislav) SEMENČENKO, dipl. inž., prijavila je doktorsku disertaciju pod nazivom:
(ime, ime jednog od roditelja i prezime)

„ISPITIVANJE RAZLIČITIH HIBRIDA KUKURUZA KAO SIROVINE ZA PROIZVODNJU BIOETANOLA, SKROBA I HRANE ZA ŽIVOTINJE“

Iz naučne oblasti: TEHNOLOŠKO INŽENJERSTVO

Univerzitet je dana 17.09.2012. godine, svojim aktom 02 broj 06-20264/40-12, dao saglasnost na predlog teme doktorske disertacije koja je glasila:

„ISPITIVANJE RAZLIČITIH HIBRIDA KUKURUZA KAO SIROVINE ZA PROIZVODNJU BIOETANOLA, SKROBA I HRANE ZA ŽIVOTINJE“

Komisija za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata:

VALENTINA (Vladislav) SEMENČENKO, dipl. inž.
(ime, ime jednog od roditelja i prezime)

obrazovana je na sednici održanoj 29.11.2012. odlukom fakulteta pod br. 35/99. u sastavu:

Ime i prezime člana komisije	Zvanje	Naučna oblast
1. Dr Ljiljana Mojović	Redovni profesor	Biohemijsko inženjerstvo i biotehnologija
2. Dr Slavica Šiler-Marinković	Redovni profesor	Biohemijsko inženjerstvo i biotehnologija
3. Dr Milica Radosavljević	Naučni savetnik	Biotehničke nauke
4. Dr Marija Milašinović-Šeremešić	Naučni saradnik	Biotehničke nauke-prehrambeno inženjerstvo

Nastavno-naučno veće fakulteta prihvatilo je izveštaj Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije na sednici održanoj dana 25.04.2013. godine.

DEKAN FAKULTETA

Prof. dr Đorđe Janačković

Prilog:

1. Doktorska disertacija
2. Izeštaj Komisije sa predlogom
3. Akt Nastavno-naučnog veća Fakulteta o usvajanju izveštaja

Na osnovu čl. 30. stav 3. Zakona o visokom obrazovanju, čl. 38. Statuta TMF i čl. 39. Pravilnika o doktorskim studijama TMF, na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta od 25.04.2013. godine, doneta je

O D L U K A

o prihvatanju Referata o urađenoj doktorskoj disertaciji

Prihvata se Referat Komisije u sastavu: dr Ljiljana Mojović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta, dr Slavica Šiler-Marinković, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta, dr Milica Radosavljević, naučni savetnik Instituta za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun, dr Marija Milašinović-Šeremešić, naučni saradnik Instituta za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun, o pregledu i oceni urađene doktorske disertacije pod nazivom: **„ISPITIVANJE RAZLIČITIH HIBRIDA KUKURUZA KAO SIROVINE ZA PROIZVODNJU BIOETANOLA, SKROBA I HRANE ZA ŽIVOTINJE“** koju je podnela **VALENTINA SEMENČENKO**, dipl. inž. i upućuje se na saglasnost Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu.

Veće naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu dalo je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije Valentine Semenčenko, dipl.inž., pod nazivom **„ISPITIVANJE RAZLIČITIH HIBRIDA KUKURUZA KAO SIROVINE ZA PROIZVODNJU BIOETANOLA, SKROBA I HRANE ZA ŽIVOTINJE“** Odlukom 02 broj: 06-20264/40-12 od 17.09.2012. godine.

Radovi objavljeni u istaknutom međunarodnom časopisu kategorije M22:

1. **Semenčenko, V.**, Mojović, L., Đukić-Vuković, A., Radosavljević, M., Terzić, D., Milašinović Šeremešić, M.: Suitability of some selected maize hybrids from Serbia for the production of bioethanol and dried distillers' grains with solubles, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 93, no. 4, pp. 811-818, 2013 (**IF=1.436**) (ISSN: 1097-0010).

Radovi objavljeni u međunarodnom časopisu kategorije M23:

1. **Semenčenko, V.**, Mojović, Lj., Radosavljević, M., Terzić, D., Milašinović-Šeremešić, M., Janković, M.: Mogućnosti iskorišćenja sporednih proizvoda prerade kukuruznog zrna iz proizvodnje etanola i skroba, *Hemijska industrija*, DOI:10.2298/HEMIND120405090S, 2013 (**IF(2011)=0.205**) (ISSN: 0367-598X)

2. **Semenčenko, V.**, Mojović, L., Petrović, S., Očić, O.: Novi trendovi u proizvodnji bioetanola, *Hemijska industrija*, vol. 65, no. 2, , 103–114, 2011 (**IF (2010)=0.137**) (ISSN: 0367-598X)

Odluku dostaviti: Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta, mentoru, Službi za nastavno-studentske poslove, Biblioteci i Arhivi fakulteta.

D E K A N

Prof. dr Đorđe Janačković

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет: Реферет о урађеној докторској дисертацији кандидата Валентине Семенченко, дипл. инж. технологије.

На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета у Београду од 28.03.2013. године (одлука бр. 35/99 од 28.03.2013.), именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Валентине Семенченко, дипл. инж. технологије под насловом: „**Испитивање различитих хибрида кукуруза као сировине за производњу биоетанола, скроба и хране за животиње**“

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија подноси Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду следећи

**РЕФЕРАТ
о урађеној докторској дисертацији**

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- 20.04.2012. - Кандидат Валентина Семенченко, дипл. инж. технологије, пријавила је тему за докторску дисертацију под насловом: „Хибриди кукуруза Института за кукуруз „Земун Поље“ као сировина за производњу биоетанола, скроба и хране за животиње“.
- 24.05.2012. - Наставно-научно веће Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду усвојило је састав Комисије за оцену научне заснованости предложене теме: „Хибриди кукуруза Института за кукуруз „Земун поље“ као сировина за производњу биоетанола, скроба и хране за животиње“ Валентине Семенченко, дипл. инж. технологије.
- 21.06.2012. - На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета донета је Одлука о одобравању предлога теме докторске дисертације Валентине Семенченко, дипл. инж. технологије под називом: „Испитивање различитих хибрида кукуруза као сировине за производњу биоетанола, скроба и хране за животиње“, а за ментора ове докторске дисертације именована је др Љиљана Мојовић, редовни професор ТМФ-а.
- 17.09.2012. - На седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду дата је сагласност на предлог теме докторске дисертације Валентине Семенченко, дипл. инж. технологије под називом: „Испитивање различитих хибрида кукуруза као сировине за производњу биоетанола, скроба и хране за животиње“.
- 28.03.2013. - На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета донета је Одлука о именовању чланова Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације Валентине Семенченко, дипл. инж. технологије под називом: „Испитивање различитих хибрида кукуруза као сировине за производњу биоетанола, скроба и хране за животиње“.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство – биотехнологија за коју је матичан Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду. Ментор је др Љиљана Мојовић, редовни професор из уже научне области Биотехнологија и биохемијско инжењерство која је на основу објављених публикација и искуства компетентна да руководи изработом ове дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Валентина Семенченко, дипл. инж. технологије, рођена је у Београду 1979. године, где је са одличним успехом завршила основну школу и Трећу београдску гимназију. Дипломирала је на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду на Катедри за биохемијско инжењерство и биотехнологију 2007. године са оценом дипломског рада 10 (десет) и просечном оценом у току студија 7,86. Говори, чита и пише енглески језик, а служи се руским и немачким језиком. Докторске студије на Технолошко-металуршком факултету је уписала школске 2008/2009. године на смеру Биохемијско инжењерство и биотехнологија и до сада је положила све испите са просеком 9,64.

Од јануара 2008. до јануара 2009. године била је ангажована као волонтер-приправник на Одељењу за гајење и искоришћавање кукуруза, Група за искоришћавање кукуруза, Института за кукуруз „Земун Поље“. Од јануара 2009. до јануара 2010. била је запослена у Институту за кукуруз као млађи истраживач. Била је укључена у институтски Пројекат 3 „Развој ЗП биолошки вредних и еколошки безбедних производа“. Експериментални део истраживања везаних за докторску дисертацију обављала је у Институту за кукуруз.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Валентине Семенченко, дипл. инж. технологије, написана је на 269 страна у оквиру којих се налази шест поглавља са укупно 64 слике, 60 табела и 334 литературна навода. Докторска дисертација садржи следеће основне делове: Резиме на српском и енглеском језику, I Теоријски део који чине: Увод и следећа поглавља: 1. Етанол као алтернативно биогориво – значај и трендови; 2. Сировине за производњу биоетанола; 3. Кукуруз као сировина за производњу биоетанола, скроба и хране за животиње; 4. Технологије производње биоетанола; II Експериментални део који чине поглавља: 5. Материјал и методе рада и 6. Резултати и дискусија; затим, Закључак, Литература и Прилог.

По својој форми и садржају поднети рад задовољава све стандарде за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводу је у општим цртама истакнут значај биоетанола, алтернативног горива добијеног из обновљивих сировина, који има улогу у смањењу загађења животне средине гасовима „стаклене баште“ као и потреби замене одређеног процента фосилних горива биогоривима, односно биоетанолом. Истакнут је и значај споредног производа индустрије биоетанола, суве кукурузне цибре са раствореним материјама, који има велику потенцијалну примену као компонента смеша за исхрану домаћих животиња. Такође је представљен значај кукуруза као сировине за производњу прехранбеног скроба и споредних производа процеса мокре прераде кукуруза.

У поглављу **Етанол као алтернативно биогориво – значај и трендови**, детаљније је приказан значај овог горива у свету и код нас, укупна светска производња током претходних година, државе највећи произвођачи, еколошки и економски аспекти као и правци развоја ове гране индустрије.

У поглављу **Сировине за производњу биоетанола** представљене су најзначајније сировине које се користе у производњи овог биогорива. Посебно су приказане: шећерне, скробне, лигноцелулозне сировине и споредни производи разних технологија.

У поглављу **Кукуруз као сировина за производњу биоетанола, скроба и хране за животиње** представљене су карактеристике кукуруза као сировине, скроба као најзначајније компоненте кукурузног зрна као и технолошки процеси суве и мокре прераде кукуруза у циљу добијања биоетанола и прехранбених производа, као и других производа који могу наћи различиту примену.

У поглављу **Технологије производње биоетанола** дат је приказ основних фаза производње биоетанола. Описана је припрема различитих сировина за алкохолну ферментацију. Посебно су детаљно описани кораци хидролизе кукурузног скроба и ензими који се најчешће користе у овом процесу. Објашњен је процес алкохолне ферментације и фактори који на њега утичу. Представљени су производни микроорганизми који се могу користити у производњи биоетанола, начини издвајања производа из ферментационе смеше као и најзначајнији споредни производи. Приказане су технологије добијања биоетанола из шећерних и лигноцелулозних сировина. Дат је увид у светске иновационе трендове у производњи биоетанола. Представљене су основне карактеристике смеше за исхрану домаћих животиња.

У **Експерименталном делу** дисертације прво је представљен **Материјал и методе** које су коришћене у истраживању. Као материјал коришћени су стандардни и специфични хибриди различите генетичке основе креирани у Институту за кукуруз „Земун Поље“. За експерименте добијања биоетанола коришћен је такозвани поступак суве мељаве у којој се зрно кукуруза прво меље, да би се потом скроб из кукурузног брашна разложио до ферментабилних шећера у процесу хидролизе, а затим ферментацијом ти шећери превели у етанол у присуству квасца као биокатализатора. У поступку двоензимске хидролизе коришћени су ензими термостабилна α -амилаза Termamyl SC и глукоамилаза SAN Extra L (произвођача „Novozymes“, Данска), који се свуда у свету стандардно примењују за хидролизу скроба. У алкохолној ферментацији као производни микроорганизам коришћен је квасац *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* који је се у ранијим истраживањима спроведеним на ТМФ-у показао као најбољи продуцент биоетанола. Процеси хидролизе и ферментације извођени су у воденом купатилу са мешањем и регулацијом температуре и праћени су коришћењем стандардних метода (спектрофотометријске, волуметријске, микробиолошке). На основу добијених експерименталних података рачунски су одређивани параметри од значаја за оцену ефикасности ферментационог поступка на различитим домаћим кукурузним хибридима (волуметријска продуктивност и одговарајући коефицијенти приноса). Споредни производ ферментације, сува кукурузна цибра са раствореним материјама, анализирана је са становишта квалитета хране за животиње. Осим основних хемијских карактеристика, испитана је и сварљивост суве материје овог производа према двоензимској пепсин-целулазној *in vitro* методи. Лабораторијска метода симулације поступака мокре прераде кукурузног зрна, односно издвајања скроба и појединих компонената зрна (клице, мекиња, глутена) извођена је на за то специјално израђеним таложним столовима.

У поглављу **Резултати и дискусија** прво су представљени и коментарисани резултати одређивања физичких карактеристика и хемијског састава зрна испитиваних хибрида кукуруза. Анализом резултата је установљено да поједини хемијски параметри и физичке карактеристике варирају у зависности од хибрида те да сходно томе они могу наћи разноврсну примену. Код већине хибрида одређен је висок садржај скроба у зрну, што је главни предуслов за висок принос биоетанола. Затим су приказани резултати испитивања

оптимизовања процеса двоензимске хидролизе и алкохолне ферментације. Дефинисан је оптимални технолошки поступак и услови ферментације на одговарајућим домаћим хибридама изабраним као подесним за производњу биоетанола (оптимални хидромодел тј. однос воде:сировине=1:3; концентрација ензима Termamyl SC од 0,02% v/w; концентрација ензима SAN Extra L од 0,12% v/w, концентрација инокулума 2%; предност је дата поступку „симултане сахарификације и ферментације“ - ССФ над процесом „одвојене сахарификације и ферментације“ - СХФ). Испитивана је кинетика алкохолне ферментације и утврђено оптимално време одвијања процеса у циљу добијања што већег приноса биоетанола и уштеде енергије. Одређени су максимални приноси биоетанола из појединих хибрида, а потом је корелационом анализом испитивана и утврђивана повезаност одређених физичких и хемијских параметара домаћих хибрида и приноса етанола да би се утврдила веза као и статистичка јачина ефекта утицаја.

Генерално, међу испитаним хибридама су примећени различити степени ферментабилности и приноса биоетанола. Хибриди стандардног хемијског састава жутог зрна, зубани, показали су боље ферментативне карактеристике од других испитаних хибрида као што су кокичари, восковци, хибриди белог и црвеног зрна. Од испитаних домаћих хибрида су се по приносима биоетанола и оствареној продуктивности посебно истакли: ЗП 434, ЗП 633 и ЗП 704 wx.

По питању испитивања корелација између физичких и хемијских параметара домаћих хибрида кукуруза и оствареног приноса етанола установљено је да постоји веома јака статистичка веза између приноса етанола у односу на теоријски и садржаја меке фракције зрна ($r = 0,82$). Такође је уочена јака корелације између овог приноса етанола и садржаја скроба у зрну ($r = 0,71$). Поред тога закључено је да је корелација између физичко-хемијских параметара зрна и приноса етанола веома комплексна и да на њу утичу и разни други процесни параметри.

Испитивањем хемијског састава и сварљивости суве материје споредног процеса ферментације – суве кукурузне цибре, на основу правилника о квалитету смеша за исхрану домаћих животиња установљено је да сви узорци квалитетом задовољавају карактеристике компонената смеша за исхрану свиња, говеда и живине, као и неких других врста животиња. Такође је примећено да се удео протеина у цибри након алкохолне ферментације више него удвостручио у односу на кукурузно зрно као полазну сировину. Ово је врло значајно јер се сматра да ће предвиђено повећање производње биоетанола као бигорива у будућности знатно утицати и на повећано коришћење цибре у исхрани животиња.

У лабораторијској симулацији процеса издвајања скроба мокрим поступком прераде установљено је који хибриди дају највеће искоришћење скроба. Хибрид ЗП 341 је остварио највећи принос издвојеног скроба од од 94,15%, а најмање искоришћење хибрид ЗП 243 (83,86%). Садржај протеина у изолованом скробу се кретао од 0,16 до 0,27 што указује на добар квалитет скроба који задовољава прехранбене стандарде. Садржај амилозе и амилопектина у изолованим скробовима је био карактеристичан за нормалне скробове осим у случају хибрида ЗП 704wx, који са свега 1% амилозе спада у групу воштаних скробова. На основу ниже добијене вредности коефицијента корелације између приноса скроба и удела скроба у зрну ($r = 0,50$), односно искоришћења скроба ($r = 0,51$) утврђено је да садржај скроба није једини фактор који утиче на принос добијеног скроба. Насупрот томе, висока вредност коефицијента корелације између процента од теоријског приноса етанола и сварљивости скроба указала је на јаку међусобну везу између ове две променљиве. Поред приноса скроба, за домаће хибриде су одређени и приноси других споредних производа мокрог процеса (мекиња, клице, глутена) који, слично цибри, имају примену као компоненте смеша за исхрану животиња, или за добијање кукурузног уља из клице итд.

На крају дела **Резултати и дискусија** приказани су резултати испитивања енергетских и економских аспеката производње биоетанола из кукуруза. Упоређене су енергетске вредности биоетанола, цибре, зрна кукуруза, појединих компонената зрна и кочанке. Неке од раније објављених светских студија су тврдиле да производња биоетанола

као биогорива из кукуруза није економски оправдана јер троши више енергије него што производи. Међутим, ове студије су биле углавном базиране на примени застареле технологије. Испитивања спороведена у овој дисертацији су показала позитиван енергетски биланс што указује на добро изабрану и оптимизовану технологију ферментације као и подобност испитиваних домаћих хибрида за производњу биоетанола. Такође је извршена економска анализа исплативости производње биоетанола од изабраних хибрида кукуруза. У економској анализи израчунат је нето профит по хектару обрадивог земљишта који се може добити од продаје биоетанола произведеног на изабраним домаћим хибридима и нето профит који се може остварити продајом меркантилног кукуруза. Утврђено је да се оба поступка профитабилна, мада се већи профит може остварити продајом меркантилног кукуруза. Ово је у складу са другим актуелним светским студијама, јер је познато да се у свету производња биогорива углавном подржава одређеним државним подстицајним мерама (ослобађање од такси, субвенције итд). Такође је констатовано да је потребно пројектовати процес производње тако да се нађе адекватна мера између потреба прехранбене индустрије и индустрије алтернативних горива.

У поглављу **Закључак** таксативно су наведени закључци до којих се дошло у истраживањима у овом раду и наглашена су нова сазнања добијена радом на овој дисертацији. На крају дисертације наведена је **Литература** која садржи све коришћене референце.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Биоетанол је биогориво које се широм света највише користи као замена за фосилна горива. Тренд производње овог горива у свету је растући, и током 2012. године је достигао рекордну производњу од 85,2 милијарде литара. Кукуруз представља једну од највише коришћених обновљивих сировина за његову производњу захваљујући високом садржају скроба, а тренутна производња биоетанола у САД, која је заједно са Бразилом и највећи произвођач, се углавном базира на кукурузу као сировини. Коришћењем како главног производа - биоетанола, тако и споредног производа – суве цибре са раствореним материјама, постиже се целокупно искоришћење зрна кукуруза, а трошкови производње биогорива се донекле надокнађују продајом споредног производа који представља вредну компоненту смеша за исхрану домаћих животиња. Србија се у свету сврстава међу највеће произвођаче кукуруза, а годишње произведене количине премашују домаће потребе за овим житом, за преко два милиона тона. Србија је потписница Кјото споразума (1997.) чији је циљ смањење емисије гасова стаклене баште. Такође у Акциони план Републике Србије о биомаси (2010.) уграђена је директива Европске уније 2009/28/ЕС која се односи на промовисање енергије из обновљивих извора и њено коришћење у саобраћају са 10% и бруто потрошњи од 20% до 2020. године. Имајући ове податке у виду као и чињеницу да у Србији тренутно не постоји организована производња овог алтернативног горива и да ће оно у противном у будућности морати да се увози, истраживања спроведена у овој дисертацији имају велики значај за евентуални почетак производње овог горива код нас. До сада код нас није вршено овако опсежно и систематско испитивање могућности производње биоетанола из већег броја домаћих хибрида кукуруза различите генетичке основе, као што је учињено у овом раду, нити утицаја физичких карактеристика и хемијског састава зрна на принос овог горива. Такође, новина је испитивање могућности примене најзначајнијег споредног производа у исхрани домаћих животиња.

Предмет докторске дисертације Валентине Семенченко, дипл. инж. технологије под називом: „**Испитивање различитих хибрида кукуруза као сировине за производњу биоетанола, скроба и хране за животиње**“ је испитивање могућности производње

биоетанола и главне полазне компоненте за његову производњу - скроба, утицаја физичко-хемијских карактеристика појединих домаћих хибрида на принос овог горива као и испитивање могућности искоришћења споредних производа процеса суве и мокре прераде кукуруза у исхрани домаћих животиња. Резултати до којих се дошло у овој дисертацији могу имати веома позитиван утицај на развој индустрије биогорива код нас, а такође и на увођење иновација у справљању смеша за исхрану стоке.

У оквиру ове докторске дисертације такође је направљена и економска анализа исплативости производње биоетанола од испитиваних ЗП хибрида кукуруза која је показала да одабрани и оптимизовани процес на домаћим хибридима има позитиван енергетски и економски биланс, тј да је профитабилан. Резултати ове анализе могу бити од велике националне користи приликом планирања почетка производње овог биогорива код нас.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У овој докторској дисертацији цитирано је 334 литературна навода, који су током израде дисертације послужили као добра основа да се сагледа стање у интересним научним областима, формулишу циљеви и смернице испитивања и прикаже актуелност одабране проблематике у научним круговима. На основу прегледа литературе може се закључити да се истраживања у оквиру ове дисертације уклапају у савремене правце истраживања у области биогорива и примени кукуруза као сировине за производњу биоетанола, скроба и хране за животиње. Имајући у виду све наведено, уочава се адекватно познавање, критичко сагледавање и опсежна анализа предметне области истраживања и актуелног стања у овој научној области у свету.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Хемијски састав и физичке карактеристике одређиване су стандардним лабораторијским методама. Анализа садржаја протеина вршена је стандардном методом по Кјелдалу (Kjeldhal) прилагођеном за рад на апарату Kjeldhal Analyzer (Foss Tecator), а одређивање садржаја влакана методама по Ван Соесту (Van Soest) прилагођеним за рад на апарату Fibertec 2010 Heat Extractor (Foss Tecator). У раду су примењиване савремене ензимске методе хидролизе скроба помоћу ензима термостабилне α -амилазе и глукоамилазе, и одређивања сварљивости суве материје по *in vitro* моделу помоћу ензима пепсина и целулазе. Хидролиза и ферментација вршене су према савременим лабораторијским методама које се данас стандардно примењују у свету. Садржај ферментабилних шећера, као и садржај компонената молекула скроба – амилозе и амилопектина одређиван је применом UV-Vis спектрометријских метода. За одређивање технолошких карактеристика одабраних хибрида кукуруза у скробарској преради коришћена је модификована лабораторијска метода мокрог млевења зрна по Екофу (Eckoff, 1996.) Статистичка анализа података вршена је у програму IBM SPSS Statistics 20.

3.4. Применљивост остварених резултата

На основу експерименталних испитивања у оквиру докторске дисертације и литературних података из ове области остварен је допринос проучавању могућности производње алтернативног горива биоетанола од домаћих хибрида кукуруза као и комплетном искоришћењу нуспродуката овог процеса производње, било да се ради о мокром или сувом поступку прераде зрна. Резултати до којих се дошло у овој дисертацији представљају допринос истраживању ферментационих процеса и примени иновација у индустрији биогорива код нас. Значајно је напоменути да се биоетанол може производити у постојећим погонима за производњу алкохолних пића и индустријског алкохола, уз минималне адаптације производне инфраструктуре. Верификација остварених резултата је

потврђена објављивањем у међународним часописима, као и саопштењима на међународним конференцијама.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У свом досадашњем научно-истраживачком раду Валентина Семенченко, дипл. инж. технологије показала је студиозност, систематичност и стручност током конципирања рада, његове припреме, као и самосталност у претраживању литературе, креирању и реализацији експеримената и обради резултата. Све ово указује да кандидат поседује способност и квалитете који су потребни за самостални научни рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру ове докторске дисертације остварен је значајан допринос у областима производње биогорива и хране за животиње. Крајњи резултат ове докторске дисертације има научни и практични значај који се огледа у:

- потпунијем дефинисању структуре и физичко-хемијских карактеристика појединих домаћих хибрида кукуруза као сировине,
- сагледавању могућности производње биоетанола из различитих домаћих хибрида кукуруза,
- бољем дефинисању оптималних услова процеса производње биоетанола,
- комплетнијем дефинисању и предвиђању утицаја физичко-хемијских карактеристика зрна хибрида као сировине на принос овог биогорива као и на квалитет споредних производа,
- бољем сагледавању могућности производње овог биогорива код нас, на домаћим сировинама,
- сагледавању економске исплативости овог биогорива код нас и то уз потпуно искоришћење споредних производа што додатно повећава профитабилност овог процеса.

На основу изложеног, може се закључити да је кандидат својим резултатима дао значајан научни допринос у области проучавања биотехнолошког поступка производње биогорива и технологија прераде кукуруза у циљу производње прехранбених намирница и компонената сточне хране.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу дефинисаних циљева, одређена је врло опсежна методологија истраживања која је примењена у докторској дисертацији и обухватала је обиман експериментални рад као и корелациону и техно-економску анализу процеса. Током експерименталног рада у лабораторији је извршена симулација два основна технолошка процеса прераде кукурузног зрна, сувог и мокрог, од којих мокра прерада спада у најкомпликованије технолошке поступке у прехранбеној индустрији. Установљени су оптимални параметри процеса производње биоетанола на домаћим хибридима сировине кукуруза, тип процеса и време трајања ферментације којим се постиже максимални принос и уштеда енергије. Савременим методама испитан је квалитет споредних производа као компонената смеша за исхрану животиња.

У овој дисертацији су у изабраном и оптимизованом технолошком поступку ферментације на домаћим хибридима кукуруза остварени високи приноси етанола као и добре продуктивности. Приноси биоетанола и остварене продуктивности који су постигнуте

са хибридама ЗП 434, ЗП 633 и ЗП 704 wx у рангу су врло високих приноса на генетски немодификованим хибридама који су објављеним у светској литератури. Осим тога, због опсежног експерименталног рада са великим бројем узорака домаћих хибрида систематски је анализиран утицај физичко-хемијских карактеристика сировине на принос биоетанола (у сувом поступку прераде) или скроба (у мокром поступку прераде) и дошло се до значајних закључака по питању корелације ових параметара о којима нема много објављених података, а који могу бити од изузетног значаја за предвиђање начина употребе кукуруза на основу његове физичко-хемијске карактеризације.

Испитивања састава суве кукурузне цибре добијене након алкохолне ферментације, њене сварљивости и енергетске вредности показала су да по квалитету она задовољава карактеристике компонената смеша за исхрану свиња, говеда и живине, као и неких других врста животиња.

Техно-економска и енергетска анализа процеса производње биоетанола на одабраним домаћим хибридама кукуруза показала је да је процес профитабилан и енергетски позитиван, што иде у прилог томе да је поступак добро технолошки оптимизован и да су одабрани хибриди кукуруза одговарајућа сировина.

Резултати до којих се дошло у овој докторској дисертацији могу допринети почетку производње биоетанола код нас, дефинисању најподесније кукурузне сировине као и економски и технолошки одговарајућег поступка, што би имало, између осталог, и позитиван утицај на развој ове гране индустрије а самим тим и на економски развој. Такође, сазнања о квалитету споредних производа ових процеса као квалитетних компонената хране за животиње, до којих се дошло током истраживања, оправдавају примену кукуруза као сировине за производњу биогорива.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат Валентина Семенченко је резултате свог истраживања током израде ове дисертације потврдила објављивањем радова у часописима међународног значаја и саопштавањем радова на међународним и националним скуповима. Први је аутор једног рада објављеног у истакнутом међународном часопису (M22), као и два рада у међународном часопису (M23).

Радови објављени у истакнутом међународном часопису категорије M22:

1. **Semenčenko, V.**, Mojović, L., Đukić-Vuković, A., Radosavljević, M., Terzić, D., Milašinović Šeremešić, M.: Suitability of some selected maize hybrids from Serbia for the production of bioethanol and dried distillers' grains with solubles, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 93, no. 4, pp. 811-818, 2013 (**IF=1.436**) (ISSN: 1097-0010).

Радови објављени у међународном часопису категорије M23:

1. **Semenčenko, V.**, Mojović, Lj., Radosavljević, M., Terzić, D., Milašinović-Šeremešić, M., Janković, M.: Mogućnosti iskorišćenja sporednih proizvoda prerade kukuruznog zrna iz proizvodnje etanola i skroba, *Hemijska industrija*, DOI:10.2298/HEMIND120405090S, 2013 (**IF(2011)=0.205**) (ISSN: 0367-598X)

2. **Semenčenko, V.**, Mojović, L., Petrović, S., Očić, O.: Novi trendovi u proizvodnji bioetanol, *Hemijska industrija*, vol. 65, no. 2, , 103–114, 2011 (**IF (2010)=0.137**) (ISSN: 0367-598X)

Саопштења са међународних скупова штампана у целини, категорија M33:

1. Mladenović Drinić, S., **Semenčenko, V.**, Radosavljević, M., Terzić, D., Simić, M., Stevanović, B. Stipešević, M.: Maize as raw material for bioethanol, *Proceedings of the 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture, 14-18 February 2011*, Opatija, Croatia, 2011., pp. 635-639.
2. Radosavljević, M., Mojović, L., **Semenčenko, V.**, Milašinović, M., Rakin, M., Todorović, G.: Characterisation of different maize hybrids for bioethanol and starch production, *19th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2010 & 7th European Congress of Chemical Engineering – ECCE-7, CD-ROM of Full Texts, 28 August – 1 September*, Prague, Czech Republic, 2010., pp. 1-10.
3. Mladenović Drinić, S., Radosavljević, M., **Semenčenko, V.**, Milašinović, M., Filipović M., Dumanović Z.: Maize hybrids as raw material for bioethanol production, *Book of Proceedings of the 3rd International Scientific Conference Agriculture in Nature and Environment Protection, May 31 - June 2, 2010*, Vukovar, Croatia, 2010., pp. 205-209.

Саопштења са скупова националног значаја штампана у целини, категорија М63:

1. **Semenčenko, V.**, Mojović, L., Radosavljević, M.: Biotechnological potentials of maize hybrids as a renewable feedstock in bioethanol production, *Biotechnology for Sustainable Development, National Conference with International Participation, Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade, November 2010, Book of Abstracts*, p. 18, na CD-u celih radova 21-24 str.
2. Semenčenko, D., Radosavljević, M., **Semenčenko, V.**: Uloga i mesto istraživanja i primene biogoriva u strategijama razvoja obnovljivih izvora energije, Sym-op-is, XXXVI Simpozijum o operacionim istraživanjima, Ivanjica septembar 2009., Zbornik celih radova, str. 239-242.

Саопштења са скупова националног значаја штампана у изводу, категорија М64:

1. Radosavljević, M., **Semenčenko V.**, Stevanović, M., Filipović, M., Čamdžija, Z., Mladenović Drinić, S., Stipešević, B.: ZP hibridi kao sirovina za bioetanol, *Zbornik apstrakata IV Simpozijuma Selekcije za oplemenjivanje organizama Društva genetičara Srbije, 2-6. Oktobar 2011. godine*, Kladovo, 2011., p. 23.
2. Radosavljević, M., Mojović, Lj., **Semenčenko, V.**, Milašinović, M.: Upotrebna vrednost zrna hibrida kukuruza različite genetičke osnove, *Zbornik abstrakata IV kongresa genetičara Srbije*, Tara, jun 2009., str. 217.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Кратак осврт на дисертацију у целини:

На основу свега горе изнетог, комисија сматра да је докторска дисертација Валентине Семенченко, дипл. инж. технологије под називом: „Испитивање различитих хибрида кукуруза као сировине за производњу биоетанола, скроба и хране за животиње“, испунила све предвиђене циљеве истраживања и да представља значајан и оригиналан научни допринос у области Технолошко инжењерство - биотехнологија, што је потврђено објављивањем радова у часописима међународног значаја и саопштењима на међународним и националним конференцијама.

Предлог комисије Наставно-научном већу:

Комисија предлаже Наставно-научном већу ТМФ-а да прихвати овај Реферат и да га заједно са поднетом дисертацијом Валентине Семенченко, дипл., инж. технологије, достави на увид јавности у законски предвиђеном року, и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, тако да након завршетка ове процедуре, позове кандидата на усмену одбрану дисертације, пред Комисијом у истом саставу.

У Београду, 10.04.2013. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Љиљана Мојовић,
Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду

.....
Проф. др Славица Шилер-Маринковић,
Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду

.....
Др Милица Радосављевић, научни саветник,
Институт за кукуруз „Земун Поље“, Београд-Земун

.....
Др Марија Милашиновић-Шеремешкић, научни сарадник,
Институт за кукуруз „Земун Поље“, Београд-Земун