

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију</p> <p>05.05.2017. године, Наставно-научно веће Технолошког факултета Нови Сад, Универзитета 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 Весна Тумбас Шапоњац, доцент, ужа научна област технолошко-инжењерске хемије, изабрана 01.08.2012, Технолошки факултета Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, председник</p> <p>др Јасна Чанадановић-Брунет, редовни професор, ужа научна област примењене и инжењерске хемије, изабрана 15.05.2008, Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, ментор</p> <p>др Борис Поповић, ванредни професор, ужа научна област хемија и биохемија, изабран 13.02.2014, Пољоприведни факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, члан</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Naji Elhadi Alsadeg Aborus</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 30.01. 1968., Tagma, Yefren, Libya</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и</p>

<p>стечени стручни назив</p> <p>B.Sc in Food Technology, Libya, 1990., Sebha University, Faculty of Engineering and Technology, Food Technology Department</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2013-2014. год. Прехрамбено инжењерство, Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: M.Sc in Agricultural Science, 2009, Libya, Tripoli University, Faculty of Agriculture, Food Science Department: „Analytical analysis for some chemical compounds in red pepper varieties used in „Harissa“ manufacturing and their influence by the manufacturing technology“</p>
<p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: M.Sc in Agricultural Science</p>
<p><b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b></p> <p>Фитохемијске и функционалне карактеристике прашкастих форми клијанаца пшенице, овса и јечма</p>
<p><b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b></p> <p>Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.</p> <p>Докторска дисертација мр Najі Elhadi Alsadeg Aborus је прегледно и јасно изложена у шест поглавља:</p> <p>Увод (стр. 1 - 3), Општи део (стр. 4 - 56), Материјал и методе (стр. 57 - 70), Резултати и дискусија (стр. 71 - 98), Закључак (стр. 99 - 102), Литература (стр. 103 - 127).</p> <p>Дисертација је написана на 127 страна А4 формата. Садржи 30 слика и 21 табелу. Цитирано је 259 литературних навода, а на почетку дисертације су дате кључне документацијске информације са кратким изводом на српском и енглеском језику.</p>
<p><b>V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b></p> <p>У УВОДУ кандидат указује на чињеницу да су бројне епидемиолошке студије показале да редовна потрошња интегралних житарица смањује ризик од настанка различитих хроничних болести, као што су кардиоваскуларне болести, дијабетес типа 2 и неки облици рака. Даље се истиче да се током клијања количина антинуитритивних једињења (на пример, инхибитора трипсина, фитинске киселине, танина) смањује, а да се након клијања могу детектовати једињења са здравствено-позитивним ефектима и фитохемијским својствима (глукозинолати, природни анти-оксиданти). Током клијања развијају се многа функционална једињења која имају позитиван ефекат на здравствено стање хуманог организма.</p> <p>С обзиром да постоји мало података о фитохемијском саставу и <i>in vitro</i> биолошкој активности клијанаца житарица, посебно јечма, овса и пшенице, циљ овог рада је био да се испитају</p>

управо особине ових клијанаца (CS), хибридних и нехибридних сорти. Главни циљеви истраживања су: добијање клијанаца аутохтоних и хибридних војвођанских сорти пшенице, овса и јечма у прашкастој форми, одређивање фитохемијског профила прашкастих форми клијанаца пшенице, овса и јечма, одређивање функционалних карактеристика прашкастих форми клијанаца пшенице, овса и јечма (антиоксидативне особине, *in vitro* одређивање антихипергликемијске активности, *in vitro* одређивање антиинфламаторне активности, анализа *in vitro* гастро-интестиналне дигестије клијанаца.

Поглавље ОПШТИ ДЕО састоји се из четири дела. Кандидат дефинише појам антиоксиданата и даје преглед ензимских и неензимских антиоксиданата. Такође, веома студиозно анализира улогу функционалне хране, нарочито са аспекта очувања антиоксидативног статуса организма и превенције многих болести проузрокованих оксидативним стресом. У другом делу овог поглавља се анализирају анантиоксидати. Биолошки активни секундарни метаболити, присутни у клијанцима житарица, имају позитивну улогу у превенцији различитих обољења, патолошких стања, процеса старења и других нежељених промена у хуманом организму изазваних прекомерном продукцијом слободних радикала. Иако хумани организам има комплексни ензимски систем заштите од деловања слободних радикала, у условима појачане продукције слободних радикала, неопходно је у организам уносити и додатне антиоксидативне компоненте кроз храну, дефинисану као функционална храна, у циљу превенције њиховог негативног деловања.

Прегледом литературе утврђено је да клијанци житарица садрже, поред великог броја фитонутријената, и фенолна једињења. Велики број фитохемикалија има антиоксидативно деловање, али су фенолна једињења привукла највећу пажњу истраживача. У последњим деценијама прошлог века пажња стручњака, који се баве здравом исхраном, била је усмерена према одређивању биолошке вредности клијанаца. У том периоду потрошња клијавих семена је порасла, што је посебно случај у Европи, где клијанци испуњавају захтеве савременог начина исхране. Потрошачи нису само заинтересовани за храну високе нутритивне вредности, него и за храну са функционалним, здравственим својствима, односно са високим садржајем антиоксидативних супстанци. Кандидат веома прегледно наводи опис и структуру испитиваних житарица (пшенице, јечма, овса), као и њихови нутритивни антиоксидативни профили. На основу проучене и систематизоване литературе, мр Naji Elhadi Alsadeg Aborus је био у могућности да правилно анализира и објасни добијене резултате и да их упореди са резултатима других аутора који су радили на истој или сличној проблематици.

У поглављу Материјал и методе кандидат наводи да је предмет истраживања ове докторске дисертације шест сорти житарица: пшеница Спелта и Симонида (WSSPE, WSSIM), јечам, хибрид "NS565" (*Hordeum vulgare L. ssp distichum.*) (BSNS) и не-хибридна сорта "Голозрни" (*Hordeum vulgare var nudum.*) (BSG), и оvas Голозрни и Јадар (OSG, OSJ). Све сорте је донирао Институт за ратарство и повртарство (НС семе), Нови Сад, Србија. У овом поглављу кандидат наводи да је експериментални рад ове докторске дисертације урађен у лабораторијама Одељења за Органску хемију Технолошког факултета Нови Сад и Пољопривредног Факултета Нови Сад, Универзитета у

Новом Саду. Кандидат веома детаљно описује поступке екстракције добијање прашкастих форми клијанаца. Даље, описује спектрофотометријске методе за одређивање укупних фенолних једињења, укупних флавоноида, и хлорофила, као и методе високопритисне течне хроматографије (High Pressure Liquid Chromatography – HPLC) за квалитативну и квантитативну анализу фенолних једињења у добијеним екстрактима клијанаца. Антиоксидативни капацитет свих добијених прашкастих форми испитиваних клијанаца одређен је DPPH тестом и ABTS тестом. Такође, описана је и метода за одређивање редуccionе способности, анти-инфламаторне и анти-хипергликемијске активности, као и способност ослобађања фенолних једињења из FDS током *in vitro* гастроинтестиналног варења. Добијени резултати су на адекватан начин статистички обрађени. Сви подаци су приказани као средња вредност  $\pm$  стандардна девијација од најмање три независна експеримента. Подаци су анализирани анализом варијансе (ANOVA поступак), затим Tukey-Kramer тестом вишеструког поређења за процену значајне разлике између парова средњих вредности. Ниво значајности је 95% у свим случајевима ( $p \leq 0,05$ ). Степен линеарне везе између две варијабле је мерена коришћењем Пеарсоновог коефицијента корелације ( $r$ ). IC<sub>50</sub> вредности су израчунате коришћењем best-fit модела регресије. Сви подаци су анализирани коришћењем софтвера Microsoft Office Excel 2007.

Резултати претходно описаних испитивања, као и њихова анализа, приказани су у поглављу РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА. Ово поглавље је подељено на једанаест целина. Резултати су веома прегледно приказани и адекватно дискутовани. Утврђена је врло добра позитивна корелација између TPC и антиоксидативне активности и редуccionе способности, као и између TFC и анти-инфламаторне активности. Детаљна анализа и дискусија ових резултата је извршена поређењем хемијског састава екстраката добијених HPLC анализом, и механизма антиоксидативног деловања биоактивних компонената екстраката. Дискусија добијених резултата обављена је у складу са најновијим литературним наводима. У обављеној анализи кандидат је испољио велико теоретско знање, вешто је користио бројне податке из цитиране литературе компарирајући их са резултатима сопствених истраживања, а уочене појаве успешно је објаснио у духу савремених истраживања из области антиоксиданата и слободних радикала, да би на крају изнео валидне закључке.

ЗАКЉУЧЦИ су веома добро изведени из добијених резултата и њихове дискусије, те се могу сматрати поузданим.

У последњем поглављу ЛИТЕРАТУРА аутор наводи 259 референци, које су коришћене у писању ове дисертације и које су цитиране на умешан и правилан начин. Избор референци је актуелан (више од половине цитата су новијег датума) и примерен тематици која је проучавана.

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

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање,

таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

Kategorija M21 - Рад штапан у врхунском међународном часопису:

**Aborus Naji Elhadi**, Canadanovic-Brunet Jasna M, Cetkovic Gordana S, Tumbas-Saponjac Vesna T, Vulic Jelena J, Ilic Nebojsa M.

Powdered barley sprouts: composition, functionality and polyphenol digestibility, International Journal of Food Science and Technology 2017, 52 (1):231-238

## VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

- У раду су испитани фитохемијски профил, антиоксидативна и *in vitro* биолошка активност екстракта клијанаца шест сорти житарица: пшеница Спелта и Симонида, (WSSPE, WSSIM); јечам, хибрид “NS565” (*Hordeum vulgare L. ssp distichum.*) (BSNS) и не-хибридни “Голозрни” (*Hordeum vulgare var nudum.*) (BSG) и оvas Голозрни и Јадар (OSG, OSJ).
- Резултати спектрофотометријских испитивања указују да је највећи садржај укупних фенолних једињења (713,25 мг/100г с.м.), флавоноида (288,29 мг/100г с.м.), хлорофила (196,23 мг/100г с.м.) каротеноида (37,58 мг/100г с.м.) утврђен у узорку BSNS.
- Резултати HPLC анализе фенолних једињења показали су да је епикатехин доминантно фенолне једињење у оба клијанца јечма (BS). Поред епикатехина, оба BS садрже значајне количине катехина, протокатехинске и галне киселине. У оба клијанца пшенице (WS) су детектоване ванилинска, протокатехинска, сиригинска, гална и синапинска киселина као доминантна једињења. Мирицетин је имао највећу вредност у оба узорка OS.
- Резултати су показали да клијанци обе сорте јечма (BSNS и BSG) имају већи антиоксидативни капацитет на ДППХ радикале у поређењу са узорцима клијанаца пшенице и овса. Антиоксидативни капацитет узорака OSG већи је од тог капацитета за узорке WSSIM, WSSPE и OSJ. Највише вредности ARP су одређене за BSNS и BSG (1,88, 1,36 мл/мг), затим следе OSG, WSSIM и WSSPE. OSJ је имао најнижу вредност ARP (0,11 мл/мг). У овим тестовима TE вредности за BSNS су биле 1,37, 3,94, 16,61, 10,50, и 8,72 пута веће у односу на узорке BSG>OSG>OSG>WSSPE и WSSIM.
- Применом ABTS теста BSNS је показао већи антиоксидативни капацитет ( $AC_{ABTS}$ ), а затим следи OSG, док нема статистички значајне разлике између узорака WSSIM и BSG. WSSPE и OSJ су показали најмањи антиоксидативни капацитет применом ABTS теста. Редослед вредности  $IC_{50}^{ABTS}$  за узорке FDS био је: BSNS<OSG<WSSIM<BSG<WSSPE. У овим тестовима TE вредности за BSNS су биле 1,19, 1,32, 1,35, 1,48, и 1,59 пута веће у односу на OSG>WSSPE>BSG>WSSPE и OSJ.
- Резултати одређивања редуccionе способности, су показали да је узорак BSNS имао највећу редуccionу способност, а затим следе узорци OSG>WSSIM>BSG, док су OSJ и WSSPE имали нижу редуccionу способност од наведених узорака.
- Метод анти-денатурације албумина из јаја је изабран у циљу процене анти-инфламаторне

активности (AIA) осушених клијанаца (FDS). Сви узорци FDS су испољили концентрацијски зависну инхибицију денатурације протеина (албумина) у целом опсегу испитиваних концентрација. При ниским концентрацијама (2,5 - 20 мг/мл), BSNS је показао већу инхибицију денатурације протеина ( $p \leq 0,05$ ), док су WSSIM и OSG показали слично понашање, затим следи OSG, а WSSPE и OSJ показују мању инхибицију денатурације протеина.

- Антихипергликемијска активност (АНgА) установљена је применом  $\alpha$ -глюкозидаза теста. Потенцијал FDS узорака (0,90 – 18,18 мг/мл) тестираних на инхибицију  $\alpha$ -глюкозидазе расте са повећањем концентрације FDS. OSG је показао значајно већи АНgА ( $p \leq 0,05$ ) у односу на друге FDS узорке, затим следе BSNS, OSJ и BSG. Са друге стране WSSIM и WSSPE су показали ниске инхибиторне ефекте.
- Симулација гастро-интестиналног (GI) дигестијом FDS је одређена *in vitro* тестом. Цревно варење је изазвало веће ослобађање полифенола из узорака FDS од желудачног варења, што указује на добру стабилност узорака у цревној течности.
- Корелационом анализом утврђена је врло добра корелација између TPC и вредности  $1/IC_{50}^{ABTS}$  ( $r=0,949$ ), као и између TPC и  $1/IC_{0,5}^{RP}$  редукционе способности ( $r = 0,876$ ). Док је зависност са  $1/IC_{50}^{ABTS}$  показала умерену корелацију ( $r = 0,561$ ) са TPC.
- Добра позитивна корелација је утврђена између  $1/IC_{50}^{ABTS}$  и TFC, док је уочена ниска корелација између  $1/IC_{0,5}^{RP}$  и TFC ( $r = 0,461$ ). Не постоји уочена корелација између TChl, Chl a, Chl b, TCX и  $1/IC_{50}^{ABTS}$  активности, ни између тих фитохемикалија и редукционе способности. Умерене вредности корелације су утврђене између присуства горе наведених фитохемикалија и антиоксидативне активности на DPPH радикале. Вредности корелационог коефицијента ( $r$ ) су биле од 0,502 за TChl до 0,570 за TCX.
- Највећи коефицијент корелације ( $r=0,842$ ) остварен је између TFC и  $1/IC_{50}^{AIA}$ , а умерене вредности корелације ( $r=0,702$ ) су утврђене између TPC и  $IC_{50}^{AIA}$ . Садржаји хлорофила и каротеиноида су такође у умереној корелацији са  $IC_{50}^{AIA}$  и вредности су се кретале од  $r = 0,551$  за TChl до  $r=0,622$  за TCX. TPC и TFC су показали широк спектар умерених и слабих корелација ( $r=0,445, 0,151$ ) са  $\alpha$ -GIP. Негативне вредности корелација утврђене су између TChl, Chl a, Chl b, и TCX и  $\alpha$ -GIP.
- Резултати ове докторске дисертације су показали да клијанци житарица обезбеђују висок садржај фитохемикалија које поседују значајну антиоксидативну и биолошку активност, те се могу користити за добијање нових функционалних прехранбених производа.

### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

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

Кандидат мр Naji Elhadi Alsadeg Aborus је успешно и у целости обавио истраживања која су била предвиђена планом датим у пријави ове дисертације. Добијени резултати су проистекли из обимних, оригинално постављених истраживања, усмерених ка добијању и карактеризацији прашкастих форми клијанаца аутохтоних и хибридних сорти пшенице, овса и јечма. Резултати испитивања су систематично, јасно и прегледно приказани, статистички правилно обрађени и интерпретирани. Детаљна дискусија добијених резултата заснована је на добром познавању хемије природних антиоксиданата и хемије хране, као и најновијих доступних научних сазнања из ове области. Стога се начин приказа и тумачења резултата истраживања оцењује позитивно.

### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

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

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе  
Добијени резултати испитивања су проистекли из веома обимних истраживања нутритивних и функционалних карактеристика клијанаца пшенице, јечма и овса. Дисертација садржи све елементе неопходне за разумевање обрађене тематике и оригинално постављених лабораторијских испитивања. Резултати су дискутовани и дати су закључци урађене докторске дисертације. Написан је обиман, монографски преглед литературе. Комисија је утврдила да су у потпуности остварени постављени циљеви истраживања.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци  
Житарице, као што су пшеница, јечам и оvas, дају значајан допринос људској исхрани због присуства основних нутријената, као што су угљени хидрати, протеини, дијететска влакна, витамини и минерали. До сада, прехранбени производи су углавном процењивани у смислу њихове хранљиве вредности. Интересовање за тзв. "здраву храну" је у порасту, стога су произвођачи и потрошачи све више заинтересовани за функционалну храну и од житарица. Житарице, као што су пшеница, јечам и оvas, дају значајан допринос људској исхрани због присуства основних нутријената, као што су угљени хидрати, протеини, дијететска влакна, витамини и минерали. Клијанци, формирани током клијања, су добри извори и различитих фитоједињења (фенолних киселина, флаваноида, каротеноида, хлорофила). Клијанци су изванредни извор протеина, витамина и минерала и садрже и хранљиве материје битне за одржавање здравља. Ова дисертација представља оригиналан допринос науци јер је утврђен хемијски профил и квалитативна и квантитативна карактеризација клијанаца пшенице, јечма и овса. Значајан део ове дисертације обухвата и детаљну карактеризацију

<p>биоактивности клијанаца. Урађено је детаљно истраживање <i>in vitro</i> антихипергликемијске активности, <i>in vitro</i> антиинфламаторне активности клијанаца, као и анализа <i>in vitro</i> гастроинтестиналне дигестије. Дисертација представља оригинални допринос науци јер је детаљном корелационом анализом одређен утицај фитохемикалија на антиоксидативну и биолошку активност. Добијени резултати и изведени закључци могу послужити као основа за добијање функционалних производа.</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања Недостаци дисертације нису учени.</p>
<p><b>X ПРЕДЛОГ:</b></p>
<p>На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:</p>
<p>Да се полазећи од позитивне оцене докторске дисертације под називом „Фитохемијске и функционалне карактеристике прашкастих форми клијанаца пшенице, овса и јечма“, аутора мр Наји Elhadi Alsadeg Aborus, прихвати ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ, а кандидату одобри одбрана дисертације.</p>

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Весна Тумбас Шапоњац, доцент,

Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, председник

др Јасна Чанадановић-Брунет, редовни професор

Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, ментор

др Борис Поповић, ванредни професор,

Пољопривредни факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, 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.