

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Елизабет Јанић Хајнал, дипл. инж.

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Датум и орган који је именовео комисију <b>26.12.2014., Наставно-научно веће Технолошког факултета у Новом Саду</b></li><li>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:<ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>др Марија Шкрињар</b>, редован професор, Инжењерство конзервисане хране, Прехрамбена микробиологија, 31.10.1996., Технолошки факултет Нови Сад</li><li>2. <b>др Јасна Мاستиловић</b>, научни саветник, квалитет и безбедност хране биљног порекла, 05.12.2011., Институт за прехранбене технологије Нови Сад</li><li>3. <b>др Ева Лончар</b>, редовни професор, Примењене и инжењерске хемије, 11.01.2002., Технолошки факултет Нови Сад</li><li>4. <b>др Александра Торбица</b>, научни саветник, Биотехничке науке - прехранбено инжењерство, 25.09.2013., Институт за прехранбене технологије Нови Сад</li></ol></li></ol>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Име, име једног родитеља, презиме: <b>Елизабет (Петар) Јанић Хајнал</b></li><li>2. Датум рођења, општина, држава: 14.05.1970., Wien; Alsergrund, Аустрија</li><li>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Технолошки факултет Нови Сад, Прехрамбено инжењерство, смер угљенохидратна храна, дипломирани инжењер технологије</li><li>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2008. година, Прехрамбено инжењерство</li><li>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: -</li><li>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: -</li></ol>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
Могућности редукације садржаја <i>Alternaria</i> токсина у пшеници применом одабраних технолошких поступака

#### IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација садржи седам поглавља:

1. **Увод** (стр. 4);
2. **Преглед литературе** (стр. 6);
3. **Циљ рада** (стр. 47);
4. **Материјал и методе** (стр. 48);
5. **Резултати и дискусија** (стр. 70);
6. **Закључак** (стр. 113);
7. **Литература** (стр. 116).
8. **Биографија** (стр. 134)

Дисертација је написана на 134 стране, А4 формата, са 37 слика, 31 табела и 245 литературних навода.

#### V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

**Увод** указује на значај и распрострањеност контаминације пшенице микотоксинима и истиче чињеницу недовољног познавања распрострањености и могућности редукције присуства *Alternaria* токсина у пшеници.

У поглављу **Преглед литературе** приказана су најновија научна сазнања која су релевантна са аспекта спроведених истраживања. Преглед литературе се састоји из шест потпоглавља. У оквиру првог размотрени су микотоксини генерално, у другом је обрађена *Alternaria* spp. генерално као контаминант хране, а у трећем је дат посебан осврт на контаминацију жита са *Alternaria* spp. укључујући осврт на токсигене гљиве рода *Alternaria*, као механизме и симптоме контаминације жита са *Alternaria* spp., распрострањености и значају врста рода *Alternaria* на житима. Четврто потпоглавље бави се могућностима редукције садржаја *Alternaria* токсина у процесима прераде пшенице. У следећем потпоглављу кандидат даје осврт на аналитику *Alternaria* токсина обрађујући значајне аспекте узорковања, припреме узорака екстракцијом и пречишћавањем праћен детаљним приказом расположивих аналитичких метода. У задњем потпоглављу литературног прегледа истакнути су најзначајнији аспекти токсичности *Alternaria* токсина уз указивање на знања недостајућа у овој области.

У поглављу **Циљ рада** јасно и експлицитно је постављено сагледавање могућности примене одабраних технолошких поступака на редукцију *Alternaria* токсина у пшеници као основни циљ уз постављање процене учесталости појаве *Alternaria* токсина у пшеници као додатног циља са крајњим циљем процене ефикасности одабраних технолошких поступака за смањење присуства *Alternaria* токсина у производима пшенице на тржишту.

У првом делу поглавља **Материјал и методи** врло јасно је приказана структура спроведених експерименталних истраживања и објашњене су фазе истраживачког рада које су довеле до циљних резултата истраживања. Надаље је дат преглед и порекло узорака пшенице на којима су вршена испитивања. У потпоглављу методи описно или са позивом на цитиране изворе су приказане све коришћене аналитичке методе. Надаље приказани су коришћени поступци чишћења, млевења и екструдирања пшенице. Детаљно је описана коришћена аналитика *Alternaria* токсина, а за методу одређивања *Alternaria* токсина уз примену LC-MS/MS су дати неопходни подаци о извршеној валидацији методе са границама детекције и квантификације посматраних *Alternaria* токсина. У овом поглављу приказани су подаци о примењеном експерименталном дизајну за оптимизацију процесних параметара екструдирања и дат је преглед метода које су коришћене за статистичку обраду експерименталних резултата.

У првом делу поглавља **Резултати и дискусија** приказани су резултати испитивања учесталости појаве и концентрације *Alternaria* токсина у пшеници из Војводине, уз

систематичну анализу повезаности појаве и концентрације са факторима као што су производна година, регион производње, основни климатски услови, инхибиција развоја *Alternaria* spp. применом фунгицида, стимулаја развоја услед инокулације усева са *Alternaria* spp. и дат је осврт на однос присуства *Alternaria* токсина у пшеници и показатеља прометног квалитета са којима се очекује логичка повезаност. У другом делу овог поглавља систематично су приказани резултати примене одабраних технолошких поступака: чишћења пшенице применом аспиратера, млевења пшенице са разврстањем млива и екструдирања интегралног пшеничног брашна на редукцију присуства *Alternaria* токсина у добијеним финалним производима. За поступак млевења извршена је детаљна анализа дистрибуције *Alternaria* токсина у производима млевења, а за поступак екструдирања је извршена оптимизација процесних параметара у правцу изналажења оптималне комбинације параметара са аспекта редукције присуства *Alternaria* токсина. У завршном делу овог поглавља извршена је синтеза добијених резултата и указано јасно на производе малог и високог ризика када је у питању присуство *Alternaria* токсина у ланцу производње, промета, складиштења и прераде пшенице, укључујући и споредне производе.

У поглављу **Закључак**, закључци су јасно и концизно изведени из резултата и њихове дискусије, научно су засновани и у потпуности одговарају на постављене циљеве дисертације.

У поглављу **Литература**, наводи се 245 референци које су коришћене у писању дисертације. Литература је цитирана на уобичајен и правилан начин, а избор референци је актуелан 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**

Истраживања која су урађена у оквиру докторске дисертације, верификована су у следећим часописима и саопштењима на скуповима међународног и националног значаја:

### **Радови објављени у међународним часописима (категорија M21)**

Janić Hajnal, E., Orčić, D., Torbica, A., Kos, J., Mastilović, J., Škrinjar, M. (2015). *Alternaria* toxins in wheat from Autonomous Province of Vojvodina, Serbia: A preliminary survey. *Food Additives and Contaminants*, DOI 10.1080/19440049.2015.1007533.

### **Радови објављени у водећим часописима националног значаја (категорија M51)**

Janić Hajnal, E., Orčić, D., Mastilović, J., Milovanović, I., Kos, J. (2014). The choice of preparation method for the determination of *Alternaria* toxins from wheat samples by LC-MS/MS. *Food&feed research*, 41, 2, 131-138.

### **Радови саопштени на скуповима међународног значаја (штампани у целини) (категорија M33)**

Janić Hajnal, E., Belović, M., Plavšić, D., Mastilović, J., Bagi, F., Budakov, D., Kos, J. (2014). Possibilities of visual and instrumental identification of wheat infection with field fungi. Proceedings II International congress „ Food Technology, Quality and Safety„ Novi Sad, 28-30.10.2014. Institute of Food Technology, Novi Sad, Serbia.

## VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу добијених резултата изведени су закључци који се односе на:

### 1. Учесталост, ниво и узроке контаминације пшенице *Alternaria* токсинима:

- Анализа учесталост инциденције *Alternaria* токсина у пшеници са подручја Војводине указују на евидентну појаву значајног броја партија пшенице контаминираних са ТеА, праћену спорадичном појавом партија контаминираних са АОН и АМЕ
- Како просечне, тако и максималне концентрације ТеА у пшеници из Војводине произведене у трогодишњем периоду од 2011. до 2013 године биле су више од званично објављених вишегодишњих података од стране Европске агенције за безбедност хране (EFSA). Утврђене концентрације АМЕ и АОН у пшеници из Војводине су далеко ниже од концентрације ТеА као најчешћег контаминента из групе *Alternaria* токсина.
- Прелиминарно има индиција да се највише, екстремне концентрације испитиваних *Alternaria* токсина у пшеници из појединих производних година и из најугроженијих региона могу повезати са надпросечним дневним температурама са једне и повећаном сумом падавина у мају и јуну са друге стране.
- Инокулација пшеница са *Alternaria tenuissima* доводи по повећања концентрације ТеА у зреној маси у односу на нетретирану пшеницу, док третман исте пшенице фунгицидом утиче на смањење присуства овог *Alternaria* токсина што указује да инфекција продире у зрно у већем обиму код инокулисаних узорака пшенице, док је у нетретираним и заштићеним мање изражена.

### 2. Повезаност присуства *Alternaria* токсина у пшеници са одабраним показатељима технолошког калитета:

- На бази добијених резултата није било могуће потврдити повезаност присуства и концентрације *Alternaria* токсина у пшеници са уделом тамнокличиних зрна као визуелном манифестацијом инфекције пшенице гљивама из рода *Alternaria*.

### 3. Утицај примене испитиваних технолошких поступака на редукцију садржаја *Alternaria* токсина у финалним производима:

- Концентрација *Alternaria* токсина у плеви пшенице је значајно виша у односу на зрену масу овршене пшенице што указује на извесну заштитну функцију плеве од продирања *Alternaria* токсина у унутрашњи део ендосперма зрна пшенице.
- Применом поступака чишћења пшенице убичајених у пракси рада силосне и млинске чистионе постиже се значајна редукција присуства свих испитиваних *Alternaria* токсина у зреној маси.
- У поступку млинске прераде пшенице, чак и у случају прераде пшенице у којој је удео *Alternaria* токсина испод границе детекције у фракцијама млевења пшенице у које доспевају периферни делови пшеничног зрна, односно каснијим пролазиштима крупљења и млевања, као и споредним производима мељаве, може се очекивати повишен садржај *Alternaria* токсина.
- Фракције брашна добијене млевењем пшенице и разврставањем млива се међусобно у великој мери и статистички значајно разликују у погледу садржаја *Alternaria* токсина, што упућује на технолошку могућност редукције и управљања садржајем *Alternaria* токсина у финалним производима млевења укључивањем фракција млевења са ниским садржајем *Alternaria* токсина у композицију финалних производа и одбацивањем фракција са повишеним садржајем *Alternaria* токсина.
- Анализом кумулативних кривих *Alternaria* токсина у производима млевења и кластер анализом утврђених концентрација *Alternaria a* токсина у фракцијама млевења закључено је да се одвајањем белих брашна уз свесно избегавање повећања приноса брашна додавање фракција добијених на задњим пролазиштима крупљења и млевења може добити финални производ – бело брашно, са технолошки прихватљивим приносом у ком је концентрација

<p><i>Alternaria</i> токсина у односу на полазну сировину вишеструко редукована.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Применом поступка екструдирања може се постићи вишеструко смањење концентрације <i>Alternaria</i> токсина у екструдираним производима у односу на полазно пшенично брашно при чему степен редукције присуства <i>Alternaria</i> токсина зависи од процесних параметара екстудирања.</li> <li>• Оптимални ефекти процеса екстудирања у случају коришћења једнопужног екструдера остварују се у случају високе влаге полазног материјала (<math>w=24\%</math>) велике брзине протока материјала (<math>q=25 \text{ kg/h}</math>) и средње брзине обртања пужа екструдера (<math>v=390 \text{ обртаја/минут}</math>) при чему се постиже редукција <math>TeA=60-65 \%</math>, <math>AOH=90 \%</math> и <math>AME=95 \%</math>.</li> </ul> <p>4. Анализу ризика у погледу контаминације <i>Alternaria</i> токсинима у ланцу производње, промета и прераде пшенице:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• У ланцу производње, промета, складиштења и прераде пшенице као производи са ниским ризиком у погледу појаве и концентрације <i>Alternaria</i> токсина могу се истаћи бела брашна и хидротермички обрађени производи, као што су на пример екстудирани производи од пшенице.</li> <li>• Као производи високог ризика у погледу појаве и концентрације <i>Alternaria</i> токсина истичу се плева добијена током жетве пшенице, нечистоће добијене у процесу силосног и млинског поступка чишћења пшенице, тамне фракције брашна добијене у поступку млевења пшенице и споредни производи млевења пшенице – мекиње и осевци.</li> </ul>
<p><b>VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА</b></p> <p>Кандидат Елизабет Јанић Хајнал, дипл. инж., је у потпуности обавио истраживања која су била предвиђена планом у пријави ове дисертације. Добијени резултати су проистекли из оригинално постављених лабораторијских експеримената, у циљу потврђивања постојећих и добијања нових сазнања о учесталости и нивоу контаминације пшенице <i>Alternaria</i> токсинима и могућностима примене одабраних технолошких поступака на редукцију присуства <i>Alternaria</i> токсина у финалним производима. Резултати истраживања су систематично и прегледно приказани, а дискусија заснована на добром познавању истраживане научне области и на најновијим научним сазнањима, те се начин приказа и тумачења резултата истраживања оцењује позитивно.</p>
<p><b>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b></p>
<p>1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.</p>
<p>2. Да ли дисертација садржи све битне елементе Дисертација садржи све битне елементе.</p>
<p>3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци Дисертација даје вишеструки оригинални допринос науци, почев од одабира оптималног начина припреме узорка пшенице за одређивање <i>Alternaria</i> токсина, развоја и валидације LC-MS/MS методе за истовремено читавање три <i>Alternaria</i> токсина (<math>TeA</math>, <math>AOH</math> и <math>AME</math>) у једном пропуштању узорка, прегледу учесталости појаве <i>Alternaria</i> токсина у пшеници из Војводине, утврђивању нивоа редукције <i>Alternaria</i> токсина из пшенице у финалним производима поступцима чишћења, млевења и разврставња млива и екстудирања, изналазљу оптималних процесних параметара екстудирања са аспекта редукције <i>Alternaria</i> токсина и дефинисању производа ниске и високе ризичности у ланцу производње, промета и прераде пшенице.</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања Недостаци дисертације нису уочени.</p>

<b>X ПРЕДЛОГ:</b>
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
<b>Полазећи од позитивне оцене докторске дисертације Елизабет Јанић Хајнал, дипл. инж., комисија предлаже да се прихвати ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ, а кандидату одобри одбрана рада.</b>

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

---

**Проф. др Марија Шкрињар, редовни професор**  
Технолошки факултет Нови Сад

---

**др Јасна Мاستиловић, научни саветник**  
Институт за прехранбене технологије Нови Сад

---

**Проф. др Ева Лончар, редовни професор**  
Технолошки факултет Нови Сад

---

**др Александра Торбица, научни саветник**  
Институт за прехранбене технологије Нови Сад