

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ
Мр Јелене Додић

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
1. Датум и орган који је именовao комисију 12.04.2007. Наставно-научно веће Технолошког факултета Универзитета у Новом Саду
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: 1. Др Стеван Попов, ванредни професор, Биотехнологија, 01.12.2003.год, Технолошки факултет, Нови Сад, ментор 2. Др Јасна Мاستиловић, виши научни сарадник, Технологија жита и брашна, 15.06.2006.год, Научни институт за прехранбене технологије, Нови Сад, председник 3. Др Миодраг Лазић, редовни професор, Прехранбена биотехнологија, 21.06.2006.год, Технолошки факултет, Лесковац, члан
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
1. Име, име једног родитеља, презиме: Јелена, Михаило, Додић
2. Датум рођења, општина, Република: 15.04.1971. год, Нови Сад, Србија
3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе 01.09.2000. год, Нови Сад, Прилог проучавању биосинтезе ксантана
4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука Технологија фармацеутских производа, Фармацеутско инжењерство
III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Оптимизација технолошког поступка припреме квасног теста за замрзаване пекарске производе
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Докторска дисертација садржи 111 страна, 41 слику, 32 табеле и 139 литературних навода у 7 поглавља: 1. Увод; 2. Поставка проблема у којем су дефинисани основни циљеви и радна хипотеза; 3. Преглед литературе која је до сада објављена у области производње замрзаног квасног теста са посебним освртом на утицај састава, количине и квалитета употребљених сировина и поступка производње на његов квалитет и квалитет од њега добијеног готовог пекарског производа; посебна пажња посвећена је физичким, хемијским, а нарочито биохемијским променама које се у тесту дешавају током замрзавања, складиштења замрзнутог теста и одмрзавања; дат је и преглед математичких модела замрзавања и одмрзавања хране који су предложени у новијој литератури, са

нагласком на њихове предности и недостатке у домену дефинисања режима замрзавања и одмрзавања квасних теста у индустријским размерама.

4. **Материјал и методе** у којем су наведене употребљене сировине и детаљно објашњене методе анализе сировина, незамрзаног и замрзаног теста и од њега добијеног готовог производа, као и експериментални услови и поступци припреме теста и готовог пекарског производа.
5. **Резултати и дискусија** су подељени у више целина у оквиру којих је објашњен утицај квалитета и разлози употребе сировина расположивих на нашем тржишту на квалитет замрзаног теста и од њега добијеног готовог производа, извршена процена времена замрзавања и одмрзавања комада квасног теста на основу резултата фитовања добијених експерименталних података, дефинисано је оптимално и максимално време складиштења замрзнутог теста у примењеним условима и детаљно објашњен је утицај додатка ксантана, к-карагенана и карбоксиметилцелулозе у замрзавано тесто у циљу добијања пекарског производа супериорних карактеристика. Сви резултати дискутовани су са технолошког аспекта, као и на основу статистичке анализе којом је објективно процењен утицај примене изабраног поступка припреме теста, додатка хидроколоида у тесто и дужине складиштења замрзнутог теста на квалитет од њега добијеног готовог пекарског производа.
6. **Закључак** обједињује најважнија научна сазнања произашла из испитивања и тумачења резултата ове докторске дисертације;
7. **Литература** даје преглед коришћених литературних навода.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Увод и поставка проблема дају приказ проблема савремене пекарске производње као и преглед предности и недостатака примене технике замрзавања при њиховом решавању. У том смислу, јасно је дефинисан циљ дисертације и постављена радна хипотеза.

Преглед литературе износи досадашња сазнања из области технологије замрзаног теста и од њега добијеног готовог пекарског производа, при чему је дат детаљан преглед сировина, рецептура и поступака припреме теста који су широко примењивани у светским размерама, као и њихов утицај на квалитет готовог производа. Посебан осврт на физичке, хемијске и биохемијске феноменолошке промене у замрзаном тесту указује на актуелност проблема и поред многобројних до сада публикованих истраживања. Дат је свеобухватан преглед математичких модела у области замрзавања и одмрзавања хране које савремена литература предлаже, при чему је указано на очигледан недостатак оних који описују промене које се дешавају приликом процесуирања квасног теста. На овај начин јасно су презентована објављена сазнања у испитиваној области коришћена приликом тумачења добијених резултата.

Експериментални део даје детаљна објашњења свих примењених метода анализе сировина, међупроизвода и производа као и поступака њихове припреме, што омогућава проверу и репродукцију приказаних резултата у мери у којој то биотехнолошки оглед дозвољава.

Резултати и дискусија. Редослед приказаних резултата прати ток самог научног истраживања и прегледно и јасно тумачи добијене резултате.

- Најпре су приказани резултати испитивања активности различитих форми комерцијалног пекарског квасца доступних на нашем тржишту у замрзаном хлебном тесту чији састав одговара традиционалној рецептури, а за чију формулацију су употребљене сировине са нашег тржишта. Утврђен је утицај специфичног састава сировина, састава теста и поступка припреме на вредности испитиваних показатеља. У примењеним условима доказана је могућност примене формованог пекарског квасца за припрему замрзаног теста које је складиштено до 28 дана, што је у даљем раду коришћено.
- У наставку истраживања испитан је режим замрзавања и одмрзавања округло обликованих комада хлебног теста традиционалног састава чија је маса бирана у складу са потребама пекарске технологије. Фитовањем експерименталних података изведене су корелације између температуре замрзавања, односно одмрзавања, и времена које је потребно да се у комаду квасног теста достигне задата температура. Предложена је и неопходна процедура која омогућава једноставну и брзу имплементацију дефинисаних корелација у индустријским условима.
- На основу активности квасца у замрзаном тесту објашњен је утицај режима замрзавања и одмрзавања на функционалност примењеног микроорганизама при чему је посебна пажња посвећена технолошком аспекту проблема.

- Испитан је утицај додатка хидроколоида (ксантан, к-карагенан и карбоксиметилцелулоза) на квалитет незамрзаваног и замрзваног теста које је у замрзнутом стању складиштено до 28 дана. Поређењем ферментографских, матурографских и екстензографских показатеља добијена је целовита слика промена технолошких особина теста које се јављају као последица промена на квасцу и глутену током описаног процесуирања теста.
- Снимци електронском микроскопијом омогућили су упоредну анализу и додатну потврду промена на глутену, као и одсуство промена морфологије скроба, које су последица операција замрзавања, складиштења теста у замрзнутом стању до 28 дана и одмрзавања, као и третмана хидроколоидима. Доказан је позитиван ефекат додатка неких хидроколоида у хлебно замрзавано тесто у смислу минимизације физичке деградације глутенског матрикса која је последица технолошких операција примењиваних при производњи замрзаваног теста.
- Детаљном оценом квалитета готовог пекарског производа добијеног од теста без и са додатком хидроколоида које је у замрзнутом стању складиштено до 28 дана, добијена је целовита слика утицаја додатка примењених хидроколоида на основне показатеље његовог квалитета (специфичну запремину, чврстину средине и боју коре и средине).
- Испитан је и утицај дужине складиштења готовог производа на његов квалитет. Резултати инструменталних метода анализе дали су објективну процену побољшања квалитета готовог производа добијеног од замрзаваног теста које је последица додатка примењених хидроколоида у замрзавано тесто.

Закључак наводи најважнија научна сазнања произашла из ове докторске дисертације и потврђује полазну хипотезу.

Литература даје јасан и прецизан приказ коришћених литературних навода.

VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживања која су обухваћена овом дисертацијом извршена су у потпуности уз коришћење сировинске базе доступне на нашем тржишту. Добијени резултати могу се резимирати у оквиру следећих закључака:

- За припрему замрзнутог квасног теста оправдана је употреба комерцијалног формованог пекарског квасца *Saccharomyces cerevisiae*. Замрзавањем квасног теста и његовим складиштењем у замрзнутом стању до 28 дана деградира се активност квасца, али је, и по истеку наведеног периода, њен ниво прихватљив за пекарску производњу.
- На ферментативну активност квасаца у значајној мери утичу замрзавање и одмрзавање, али је и утицај складиштења замрзнутог теста до 28 дана изражен у истој мери. Овакви резултати указују да инактивација ензима квасца до које долази током замрзавања ћелијског садржаја применом ниских температура није у потпуности реверзибилан процес. Механичко оштећење ћелијских мембрана које се дешава услед раста кристала леда током складиштења замрзнутог теста најзначајнији је узрок накнадне деградације активности квасца.
- Умањење ферментативне активности квасца може се контролисати применом оптималног режима замрзавања и одмрзавања. Математичким релацијама описане су криве замрзавања ($-20\pm 1^\circ\text{C}$ и $-35\pm 1^\circ\text{C}$) и одмрзавања ($4\pm 1^\circ\text{C}$; $20\pm 1^\circ\text{C}$ и $35\pm 1^\circ\text{C}$) квасног теста које омогућавају предвиђање потребног времена трајања примењене операције у дефинисаним условима.
- Са аспекта активности ћелија квасца тесто је пожељно замрзавати на $-35\pm 1^\circ\text{C}$ до постизања $-15\pm 1^\circ\text{C}$ у центру комада теста. Да би се постигле супериорне карактеристике готовог производа које зависе од активности квасца, квасно тесто је потребно одмрзавати на $4\pm 1^\circ\text{C}$ у току 6-12 сати (у зависности од величине комада), након чега завршну ферментацију треба водити на $35\pm 1^\circ\text{C}$ до потпуног развоја теста.
- Додатак ксантана ($0,02\pm 0,1\%$), к-карагенана ($0,2\pm 1\%$) и карбоксиметилцелулозе ($0,2\pm 1\%$) у тесто, као и дужина складиштења замрзнутог теста до 28 дана доводе до смањења специфичне ферментативне активности квасца. Додатком хидрофилних гума у тесту се смањује количина слободне воде услед чега је умањена активност амилолитичког комплекса брашна, што у крајњој инстанци лимитира активност квасца. Овакво деловање хидроколоида у тесту даје своје позитивне ефекте током складиштења замрзнутог теста. Контролом миграције слободне воде хидроколоиди контролишу интензитет раста кристала леда током складиштења замрзнутог теста што минимизује механичка оштећења ћелија квасца, па је смањење специфичне ферментативне активности квасца у замрзнутом тесту са хидроколоидима мање него код контролног узорка.

- Квалитет готовог производа добијеног од замрзаног теста, у првом реду његова специфична запремина и чврстина средине, деградира се продужењем времена складиштења замрзнутог теста до 28 дана. Овакво неприхватљиво деловање умањује се додатком ксантана ($0,02 \div 0,1\%$), к-карагенана ($0,2 \div 1\%$) и карбоксиметилцелулозе ($0,2 \div 1\%$) у тесто које ће се замрзавати. У том смислу, додатак ксантана у десет пута мањој количини у односу на к-карагенан и карбоксиметилцелулозу, остварује сличан ефекат.
- Додатком ксантана ($0,1 \div 0,5\%$), к-карагенана ($0,1 \div 0,5\%$) и карбоксиметилцелулозе ($0,1 \div 0,5\%$) смањује се специфична ферментативна активност квасца у незамрзаном тесту, али се умањује интензитет деградације конституената теста која је изазвана замрзавањем, складиштењем замрзнутог теста до 28 дана и одмрзавањем. У том смислу, највеће негативне ефекте у незамрзаном тесту показује ксантан, али су и позитивни ефекти његових интеракција са осталим конституентима замрзаног теста највећи. Нешто лошије особине има замрзано тесто са карбоксиметилцелулозом, док додатак к-карагенана, чак и у највећој примењеној количини, нема значајан утицај на квалитет замрзаног теста. Уочене промене последица су способности хидроколоида да контролишу миграцију воде у замрзнутом тесту, која је у различитој мери изражена код примењених хидрофилних гума.
- Деградација квалитета глутена и активности квасца у замрзаном тесту у највећој мери је минимизована додатком $0,5\%$ односно $0,3\%$ ксантана, респективно. Додатак $0,1\%$ карбоксиметилцелулозе умањује негативне ефекте примењених технолошких операција на активност квасца и квалитет замрзаног теста. Од свих примењених концентрација, садржај к-карагенана од $0,3\%$ у највећој мери минимизује непожељно смањење активности квасца у замрзаном тесту, док је садржај истог хидроколоида од $0,5\%$ показао очекивани импакт на деградацију квалитета теста.
- Побољшање квалитета замрзаног теста додатком хидроколоида резултује побољшањем квалитета од њега добијеног готовог производа. Код готових пекарских производа, позитиван утицај додатка хидрофилних гума долази до изражаја током складиштења хлеба од 24h до 72h. Негативни утицаји изазвани старењем хлеба добијеног од замрзаног теста које је у замрзнутом стању складиштено до 28 дана умањени су, у највећој мери, додатком $0,5\%$ ксантана, $0,5\%$ к-карагенана или $0,3\%$ карбоксиметилцелулозе у хлебно тесто.
- Оптималан рок складиштења замрзнутог квасног теста чији су састав и начин припреме дефинисани у оквиру горенаведених закључака је 7 дана. У наредних 7 дана складиштења долази до деградације квалитета конституената теста у мери која је прихватљива са аспекта пекарске производње. Складиштење замрзнутог теста у периоду дужем од 14 дана доводи до неприхватљивог погоршања квалитета замрзаног теста и од њега добијеног готовог производа, а отвара се и питање економске оправданости таквог начина производње.

VII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Резултати су, графички и табеларно, јасно и прегледно приказани. Статистички је утврђен утицај дужине складиштења замрзнутог теста и садржаја хидроколоида у тесту на квалитет замрзаног теста и од њега добијеног готовог пекарског производа. Резултати су дискутовани са технолошког и статистичког аспекта. Тумачење резултата је студиозно и детаљно уз поређења са сазнањима објављеним за теста сличног састава и начина припреме. Донесени су и нови закључци који су поткрепљени резултатима добијеним употребом различитих метода.

VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме и садржи све елементе који су значајни за овакав рад.

Оригиналан допринос науци ове докторске дисертације огледа се у свеобухватности истраживања у домену квалитета сировина, састава и начина производње замрзаног теста и од њега добијеног готовог пекарског производа.

Испитан је сировински састав теста и квалитет употребљених сировина карактеристичан за наше поднебље са аспекта њихове примене у производњи замрзаног теста, о чему нема публикованих резултата. Доказана је могућност употребе комерцијалног пекарског квасца и комерцијалног брашна које по садржају и квалитету глутена не одговара у потпуности литературним препорукама.

Предложене су математичке релације које омогућавају предвиђање трајања операција замрзавања и одмрзавања квасног теста у дефинисаним условима који су уобичајени у пекарској производњи, о чему нема литературних података. Дефинисани су оптимални услови замрзавања и одмрзавања квасног теста који омогућавају очување активности квасца у замрзаном тесту на прихватљивом нивоу.

На основу активности квасца у замрзаном тесту са хидроколоидима, матурографских и екстензограмских показатеља квалитета као и његове микроструктуре доказан је позитиван утицај додатка хидроколоида у замрзавано тесто са аспекта његовог квалитета. Јасно изражене промене микроструктуре замрзнутог теста током његовог складиштења доприносе разумевању феномена који се дешавају у тесту услед његовог замрзавања, одмрзавања и складиштења у замрзнутом стању до 28 дана, као и интеракција између конституента теста и додатих хидроколоида.

Доказано да је за припрему замрзаног теста могуће користити сировине чији квалитет није оптималан, али да се тиме значајно скраћује период складиштења у коме не долази до неприхватљиве деградације његовог квалитета са неколико седмица колико препоручује литература, на свега 7 до 14 дана.

Квалитет готовог пекарског производа добијеног од замрзаног теста које се састоји од сировина уобичајено присутних на нашем тржишту, а које је припремљено уз предложене минималне модификације традиционалног начина припреме хлеба, задовољавајући је из угла конзумента.

Недостаци дисертације нису уочени.

IX ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, комисија са задовољством констатује да је докторска дисертација мр Јелене Додић у потпуности остварила постављене циљеве истраживања, као свеобухватан истраживачки рад у домену производње замрзнутог квасног теста и од њега добијеног готовог пекарског производа. Аналитички приступ проблему, изузетно познавање како теоријских поставки тако и експерименталних техника, примена савремених инструменталних метода и детаљан увид у друга сазнања објављена у литератури само су неке карактеристике овог изузетног рада. Дисертација је значајан допринос упознавању корелације између састава замрзнутог теста, квалитета његових инградијената и технологије производње и његовог квалитета и квалитета од њега добијеног производа. Резултати ових истраживања отварају пут широкој употреби технике замрзавања квасних теста у свакодневној пекарској пракси на нашем поднебљу.

Полазећи од позитивне оцене докторске дисертације мр Јелене Додић, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Технолошког факултета и Сенату Универзитета у Новом Саду да одобри одбрану овог рада.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ: