

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ  
ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ



UNIVERZITET U BANJA LUCI  
TEHNOLOŠKI FAKULTET  
BANJA LUKA

Prilijeto: 28.03.2022			PRILOGA:
ORG. JED.	BROJ	ARB. ČIFRA	
15/1	642	/22	VRJEDNOST:

## ИЗВЈЕШТАЈ

### о оцјени урађене докторске дисертације

#### I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

На основу члана 61. и 141. Закона о високом образовању („Службени Гласник РС”, број: 67/20), члана 54. Статута Универзитета у Бањој Луци, те члана 19. Статута Научно-наставног вијећа Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци, Научно-наставно вијеће Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци, на 10. сједници одржаној дана 15.03.2022. године, донијело је одлуку (број одлуке 15/3.522-22/22) о именовању Комисије за оцјену и одбрану урађене докторске дисертације кандидаткиње мр Наташе Лакић-Каралић, под називом „Утицај технолошких поступака мљевања пшенице на својства и квалитет типских и намјенских брашна” у сљедећем саставу:

1. Др Горан Вучић, ванредни професор, Технолошки факултет, Универзитет у Бањој Луци, ужа научна област: Управљање и контрола квалитета хране и пића, **предсједник**
2. Др Ладислав Василишин, ванредни професор, Технолошки факултет, Универзитет у Бањој Луци, ужа научна област: Прехрамбене технологије намирница биљног поријекла, **ментор**
3. Др Славица Грујић, редовни професор, Технолошки факултет, Универзитет у Бањој Луци, ужа научна област: Управљање и контрола квалитета хране и пића, **члан**
4. Др Сузана Јахић, ванредни професор, Биотехнички факултет, Универзитет у Бихаћу, ужа научна област: Храна и пиће, **члан**

Комисија је у предложеном року прегледала и оцијенила докторску дисертацију кандидаткиње мр Наташе Лакић-Каралић, под називом „Утицај технолошких поступака мљевања пшенице на својства и квалитет типских и намјенских брашна”, те у складу са важећим универзитетским правилницима и прописима Научно-наставног вијећа Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци и Сенату Универзитета у Бањој Луци подноси Извјештај о оцјени урађене докторске дисертације.

- 1) Навести датум и орган који је именовао комисију;
- 2) Навести састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, научно-наставног звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање и назива универзитета/факултета/института на којем је члан комисије запослен.

## II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

**Име, име једног родитеља, презиме:**

Наташа (Миланко) Лакић-Каралић

**Датум рођења, општина, држава:**

08.06.1979. године, Бихаћ, Босна и Херцеговина

**Назив универзитета и факултета и назив студијског програма академских студија II циклуса, односно последиједипломских магистарских студија и стечено стручно/научно звање:**

Универзитет у Бањој Луци, Технолошки факултет, последиједипломске магистарске студије – научна област Прехрамбене технологије, Магистар техничких наука из области прехрамбених технологија

**Факултет, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране магистарског рада:**

Технолошки факултет Универзитета у Бањој Луци, „Утицај индиректног начина израде тијеста на одређене квалитативне особине хљеба”, Прехрамбене технологије, 28.05.2012. године

**Научна област из које је стечено научно звање магистра наука:**

Научна област Прехрамбене технологије

**Година уписа на докторске студије и назив студијског програма:**

2016. Научна област Прехрамбене технологије

1) Име, име једног родитеља, презиме;

2) Датум рођења, општина, држава;

3) Назив универзитета и факултета и назив студијског програма академских студија II циклуса, односно последиједипломских магистарских студија и стечено стручно/научно звање;

4) Факултет, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране магистарског рада;

5) Научна област из које је стечено научно звање магистра наука/академско звање мастера;

6) Година уписа на докторске студије и назив студијског програма.

## III УВОДНИ ДИО ОЦЈЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наставно-научно вијеће Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци је дана 19.05.2016. године донијело Одлуку број 15/3.1017-4.1/16 о усвајању Извјештаја Комисије о оцјени подобности теме и кандидата за израду докторске тезе кандидата мр Наташе Лакић-Каралић. Сенат Универзитета у Бањој Луци је дана 23.06.2016. године донио Одлуку број 02/04-3.1589-92/16 којом се даје сагласност на Извјештај о оцјени подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације на Технолошком факултету докторанта мр Наташе Лакић-Каралић под насловом „Утицај технолошких поступака мљењења пшенице на својства и квалитет типских и намјенских брашна”.

Докторска дисертација кандидаткиње мр Наташе Лакић-Каралић је написана на српском језику и латиничним писмом. Садржај и изглед дисертације је у свему у складу са Правилником о садржају, изгледу и дигиталном репозиторијуму докторских дисертација на Универзитету у Бањој Луци (фонт Times New Roman, величина слова 12, проред 1,5 и формат А4). Дисертација је написана на 166 страница писаног текста и садржи 51 табелу, 9 слика и 1 графикон. У дисертацији је кориштено 155 литературних извора. Прилози су приказани на 15 страница. Текст

дисертације се састоји из 7 поглавља:

1. Увод.....	1
2. Циљ рада и хипотеза.....	2
3. Теоретски дио.....	5
4. Експериментални дио.....	54
5. Закључци.....	134
6. Литература.....	140
7. Прилози.....	151

На почетку докторске дисертације се налазе странице које нису нумерисане и то: насловна страна на српском језику, упоредна насловна страна на енглеском језику, страна са информацијама о ментору и дисертацији на српском језику, упоредна страна са информацијама о ментору и дисертацији на енглеском језику, страница са изразима захвалности и садржај. На крају дисертације се налази биографија аутора и три изјаве према Правилнику о садржају, изгледу и дигиталном репозиторијуму докторских дисертација на Универзитету у Бањој Луци.

- 1) Наслов докторске дисертације;
- 2) Вријеме и орган који је прихватио тему докторске дисертације
- 3) Садржај докторске дисертације са страничењем;
- 4) Истаћи основне податке о докторској дисертацији: обим, број табела, слика, шема, графикона, број цитиране литературе и навести поглавља.

#### IV УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Хљеб се користио као фундаментална намирница код многих цивилизација. Чак и данас, хљеб и производи од житарица чине базу пирамиде намирница, и њихова конзумација је препоручена према свим смјерницама нутрициониста (Rosell, 2011). Хљеб и производи на бази житарица имају значајну улогу и исхрани човјека, јер имају позитиван ефекат на људско здравље.

Пшенично брашно је основна сировина за производњу великог асортимана производа и један од врло утицајних фактора, јер се његов квалитет у највећој мјери преноси на квалитет готовог производа (Жежељ, 2005). Преносећи у производ своје квалитетне особине и прехранбено-технолошка обиљежја, пшенично брашно у комбинацији са осталим употребљеним сировинама трајно остаје у њему, формирајући при том доминантну квантитативну и квалитативну вриједност производа. Хемијски састав пшеничног брашна показује снажан утицај на технолошки и сензорни квалитет хљеба и осталих пекарских производа (Zhang, 2020).

Цјелокупни квалитет пшеничног брашна се одређује према прехранбеној и технолошкој вриједности, па се изражава кроз прехранбени квалитет (који обухвата садржај свих хранљивих материја) и технолошки квалитет (скуп својстава брашна која током прераде утичу на крајњу вриједност финалног производа). Технолошки квалитет пшеничног брашна се посматра у складу са његовом намјеном. Могуће је да је одређени тип брашна лошег квалитета и неупотребљив за производњу неке врсте производа, док је тај исти тип брашна доброг квалитета и сасвим употребљив у производњи друге врсте производа. Узимајући у обзир те чињенице, у теорији и пракси млинарске индустрије дошло се до појма намјенске погодности пшеничног брашна, те разликујемо брашно за хљеб, брашно за тјестенине, брашно за бисквите, вафле, кексе и друге производе.

У складу са истраживањима Жежеља (2005), од пшеничног брашна које се користи у пекарству треба да се произведе пекарски производ велике запремине, развијене средине, пријатног укуса и мириса и других органолептичких показатеља, и да при том производ што дуже задржава свјежину, а само тијесто као полупроизвод буде повољних реолошких и адхезионих карактеристика, односно да

је pogodно за обраду у свим фазама технолошког процеса. Дакле, пекарско брашно треба да буде одређеног хемијског састава и реолошких особина и да даје тијесто које ће се одликовати великом способношћу задржавања гасова, одговарајућом моћи развоја гасова у току ферментације, те добром стабилношћу и малим степеном омекшања (Ђаковић, 1969; Carson et al., 2009; Finnie et al., 2016).

Дугогодишња производња тјестенине показала је да се квалитетни тјестеничарски производи (одговарајући изглед, отпорност на лом осушеног производа и одрживост чврстоће током кухања) добијају мљењем тврде пшенице *Triticum durum*, односно употребом крупице дурум пшенице (семолине) као основне сировине у тјестеничарској производњи. Дакле, у тјестеничарској индустрији требало би да се користи брашно од дурум пшеница високе стаклавости са високим садржајем протеина (око 18%), односно оптималним садржајем глутена око 28% (Шкробот, 2016), са високом концентрацијом бојених материја и ниским садржајем липолитичких и амилитичких ензима, као и гранулацијом честица од 200 до 350  $\mu\text{m}$  (Gauthier et al., 2006). Међутим, многе земље нису у могућности да произведу дурум пшеницу, првенствено због климатских услова, па из тог разлога, али и због њене знатно више цијене су принуђене користити обичне високостаклаве пшенице, са стаклавошћу 50-70%, а у недостатку истих и са мањим процентом стаклавости (Бејаровић, 2001). Употребом крупице или брашна добијеног од *Triticum aestivum* пшенице, производи се тјестенина која је мекша и еластичнија, свјетложуте боје (Bustos et al., 2015).

У производњи кекса и производа сродних кексу, углавном се користи брашно меких пшеница, са брашненом структуром, нижим садржајем протеина и високим процентом скроба (Гавриловић, 2003). Тијесто за вафел листове израђује се са брашном квалитетне подгрупе Б-2 и Ц-1, са слабом ензимском активношћу и веома фином гранулацијом – пудер брашно. Брашно треба да садржи између 8-10% протеина, слабих квалитетних карактеристика. У производњи бисквита и колача пожељна су брашна која дају тијеста са малим односом отпора растезања према растегљивости. То су, углавном, слабија брашна са растегљивим еластичним љепком, који се у фази печења неће кривити у већој мјери и давати деформисане производе (Ковачевић, 2001).

Намјенска погодност пшеничног брашна за производњу одређеног готовог производа представља степен усклађености и прилагођености његових технолошких својстава са захтјевима технолошког процеса производње и квалитета производа. У случају да пшенично брашно има неодговарајући технолошки квалитет, односно низак степен намјенске погодности, имати ће и негативан утицај у производном процесу, у смислу настајања непожељних појава и погонских проблема, а то се на крају рефлектује на умањење степена искориштења сировина, ефекта производње и квалитета финалног производа.

Основни концепт млинарстава, који се заснива на постепеном уситњавању и наизмјеничном уситњавању и просијавању млива, годинама није доживио промјену, а присутан је и у данашње вријеме. Мљење жита је било изузетно тешко и првобитни млинови су били погођени људима, коњима, водом или вјетром, до појаве парне машине, а потом гасних или електро мотора (Dvorak, 2009). Реализација технолошког процеса мљења пшенице је условљена поставком одговарајућег дијаграма мљења, те вођењем самих поступака на бази контроле квалитета пасажних брашна (Фиштеш, 2009). Истраживања су показала да пасажна брашна показују разлике у садржају и саставу протеина, садржају и својствима пентозана, садржају масти, те типу ензимске активности (Nelson et al., 1977; Ciacco et al., 1982; Prabhasankar et al., 1999; Rani et al., 2001). На сваком пролазишту, у оквиру процеса мљења пшенице, добијају се различите количине полупроизвода и готових производа различитог квалитета. Одређивањем тих разлика и самог квалитета

пасажних брашна остварују се предуслови за производњу различитих врста типских и намјенских брашна. Ако се догоди да неко пасажно брашно показује лошији квалитет, посматрано са гледишта рецамо пекарства, могуће га је употребљавати у некој другој индустрији гдје му је квалитет задовољавајући, или оно се може искористити у мјешавини са другим пасажним брашнима дајући жељени квалитет.

Од стране савремене пекарске, тјестеничарске и кондиторске индустрије, као и од стране широког круга потрошача, постављени су захтјеви у погледу производње и квалитета намјенских врста брашна. Такође, треба имати на уму и чињеницу да се дио квалитетније и скупље пшенице, која се користи као побољшивач у припреми пшенице за мљевање, обезбјеђује из увоза. Постављени експеримент предвиђен за реализовање ове докторске дисертације је подразумијевао могућност производње брашна са што мањим удјелом увозне пшенице, уз очување квалитета брашна и испуњавање захтјева купаца. Концепт постављеног експеримента, поред технолошко-економског ефекта (са нагласком на економски ефекат јер је повољније снабдијевање властитом пшеницом), има и шири друштвени интерес у развоју примарне производње пшенице у региону Босне и Херцеговине и Републике Србије.

Прегледом литературе уочава се да постоје публиковани радови из овог подручја, али је то врло специфична област, због различитости захтјева купаца брашна, због чувања пословне тајне, због мљевања различитих сорти пшеница које су доступне у одређеним регијама, а чији се квалитет и структурно-механичка својства значајно разликују, тако де се резултати многих истраживања не могу непосредно користити у нашој пракси.

У оквиру предметне докторске дисертације постављени су сљедећи циљеви:

- Карактеризација сировина намјењених за производњу различитих врста типских и намјенских брашна.
- Истраживање ефекта кориштења пшеница из примарне производње са подручја које гравитира предметном млину у оптималном односу са увозном пшеницом као побољшивачем квалитета брашна.
- Креирање одговарајућег дијаграма мљевања и примјеном помно одабраних технолошких поступака, производња три типске врсте брашна за израду пекарских производа, двије намјенске врсте брашна за израду тјестеничарских производа, те двије намјенске врсте брашна за израду одабраних производа сродних кексима (намјенско брашно за производњу вафел листова и намјенско брашно за производњу штрудлица), која би проширила палету функционалних производа.
- Утврђивање технолошких параметара квалитета типских и намјенских брашна за пекарску, тјестеничарску и кондиторску индустрију, као и степен задовољења специфичних захтјева потрошача.
- Сагледавање утицаја произведених типских и намјенских врста брашна на квалитетни профил финалних производа: хљеба, тјестенине – макарона, вафел производа и штрудлица са воћним пуњењем.

Како би се у току израде ове докторске дисертације испитала могућност да се у предузећу „Житопродукт 2012” д.о.о. Бања Лука, уз постојеће специфичне услове, опрему и одабрану полазну сировину, произведу типска и намјенска пшенична брашна која имају параметре квалитета усаглашене са идентификованим потребама купаца из одређених индустријских грана, односно за израду пекарских производа, тјестеничарских производа и одабраних производа сродних кексима, постављене су хипотезе:

X1: Правилном селекцијом полазне сировине, примјеном одабраних технолошких поступака мљевања, те избором и моделовањем количинског односа пшеница и пасажних брашна различитих својстава, могу се произвести типска пшенична брашна са одговарајућим технолошким параметрима квалитета потребним

за израду пекарских производа – хљеба.

X2: Правилном селекцијом полазне сировине, примјеном одабраних технолошких поступака мљевења, те избором и моделовањем количинског односа фракција млива одређених својстава, могу се произвести намјенска пшенична брашна са одговарајућим технолошким параметрима квалитета потребним за израду тјестеничарских производа – макарона.

X3: Правилном селекцијом полазне сировине, примјеном одабраних технолошких поступака мљевења, те избором и моделовањем количинског односа фракција млива одређених својстава, може се произвести намјенско пшенично брашно са одговарајућим технолошким параметрима квалитета потребним за израду одабраних производа сродних кексима – вафел производа.

X4: Правилном селекцијом полазне сировине, примјеном одабраних технолошких поступака мљевења, те избором и моделовањем количинског односа пасажних брашна различитих својстава, може се произвести намјенско пшенично брашно са одговарајућим технолошким параметрима квалитета потребним за израду одабраних производа сродних кексима – штрудлица са воћним пуњењем.

Очекује се да ће резултати истраживања и анализа, које су спроведене са циљем доказивања тачности постављених хипотеза, поред научног имати и несумњив практични значај, односно директну примјену и допринос у развоју млинске технологије, посебно у области производње намјенских врста брашна и евентуално у проширењу асортимана истих на тржишту.

Од цјелокупно наведених литературних навода у овој докторској дисертацији (155 литературних навода), у сљедећем попису су само извори који су кориштени у овом Извјештају:

1. Бејаровић, Г. (2001). Технологија производње тестенина, Тиски цвет, Нови Сад
2. Bustos, M. C., Pérez, G. T., León, A. E. (2015). Structure and quality of pasta enriched with functional ingredients. *RSC Advances*, 5, 30780–30792
3. Gauthier, J., Gélinas, P., Beauchemin, R. (2006). Effect of stone-milled semolina granulation on the quality of bran-rich pasta made from khorasan (Kamut®) and durum wheat. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 596–599
4. Гавриловић, М. (2003). Технологија кондиторских производа, Технолошки факултет, Нови Сад, Универзитет у Новом Саду
5. Dvorak, C. (2009). *Wheat: From field to flour*, Nebraska Wheat Board
6. Ђаковић, Љ. (1969). Пшенично брашно, Научна књига, Београд
7. Жежељ, М. (2005). Технологија жита и брашна – прерада брашна, НИП Глас јавности, Београд
8. Zhang, A. (2020). Effect of wheat flour with different quality in the process of making flour products, *Int. J. Metrol. Qual. Eng.* 11, 6
9. ICC Standard Method. No. 115/1, Method for using the Brabender Farinograph, Vienna, Austria: International Association for Cereal Science and Technology, 1992.
10. ICC Standard Method. No. 114/1, Method for using the Brabender Extensograph, Vienna, Austria: International Association for Cereal Science and Technology, 1992.
11. ICC Standard Method. No. 126/1, Method for using the Brabender Amylograph, Vienna, Austria: International Association for Cereal Science and Technology, 1992.
12. ISO Standard 712:2009, Cereals and cereal products – Determination of moisture content – Reference method.
13. ISO Standard 2171:2007, Cereals, pulses and by-products – Determination of ash yield by incineration.
14. ISO Standard 7302:1982, Cereals and cereal products – Determination of total fat content.
15. ISO Standard 20483:2013, Cereals and pulses – Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content – Kjeldahl method.

16. ISO Standard 5529:2007, Wheat – Determination of sedimentation index – Zeleny test.
17. ISO Standard 7971-3:2009, Cereals -- Determination of bulk density, called „mass per hectolitre“ – Part 3: Routine method.
18. ISO Standard 520:2010, Cereals and pulses -- Determination of the mass of 1000 grains.
19. ISO Standard 21415-2:2006, Wheat and wheat flour – Gluten content – Part 2: Determination of wet gluten by mechanical means.
20. ISO Standard 21415-4:2006, Wheat and wheat flour – Gluten content – Part 4: Determination of dry gluten from wet gluten by a rapid drying method.
21. ISO Standard 8586-1:1993, Sensory analysis-general guidance for the selection, training and monitoring of assessors - Part 1: Selected assessors.
22. ISO Standard 8589:2007, Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms.
23. ISO Standard 6658:2005. Sensory analysis – Methodology – General guidance.
24. ISO Standard 13299:2003. Sensory analysis - Methodology - General guidance for establishing a sensory profile.
25. ISO Standard 11035:1994. Sensory analysis - Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach.
26. Калуђерски, Г., Филиповић Н. (1998). Методе испитивања квалитета жита, брашна и готових производа, Технолошки факултет, Нови Сад
27. Ковачевић, М. (2001). Пекарство и посластичарство, Прогрес, Нови Сад
28. Nelson, P. N., and McDonald, C. E. (1977). Properties of wheat flour protein in flour from selected mill streams. *Cereal Chem.* 54:1182-1191
29. Prabhasankar, P., Haridas Rao, P. (1999). Lipids in wheat flour streams, *Journal of Cereal Science*, 30, 315-322
30. Rani, K.U., Prasada Rao, U.J.S., Leejavathi, K., Haridas Rao, P. (2001). Distribution of enzymes in wheat flour mill streams, *Journal of Cereal Science*, 34, 233-242
31. Rosell, C.M. (2011). Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention. The Science of Dough's and Bread Quality, Elsevier Inc.
32. Finnie, S., Atwell, W.A. (2016). Wheat Flour Handbook. Series 2nd edition, AACC International, Inc.
33. Фиштеш, А. (2009). Прилог проучавању могућности рационализације технолошког поступка млевења пшенице применом осмоваљне столице, докторска дисертација, Нови Сад
34. Carson, R. G., Edwards, M. N. (2009). Criteria of wheat and flour quality. Wheat: chemistry and technology. AACC International, Fourth edition p: 97-108. ISBN: 978-1-891127-55-7
35. Ciacco, C.F., D'Appolonia, B.L. (1982). Characterization and gelling capacity of water-soluble pentosans isolated from deifferent mill streams, *Cereal Chemistry*, 59,163-166
36. Шкробот, Д. (2016). Сензорски, нутритивни и функционални профил интегралне тестенине са додатком хељдиног брашна, докторска дисертација, Нови Сад

- 1) Укратко истаћи разлог због којих су истраживања предузета и представити проблем, предмет, циљеве и хипотезе;
- 2) На основу прегледа литературе сажето приказати резултате претходних истраживања у вези проблема који је истраживан (водити рачуна да обухвата најновија и најзначајнија сазнања из те области код нас и у свијету);
- 3) Навести допринос тезе у рјешавању изучаваног предмета истраживања;
- 4) Навести очекиване научне и прагматичне доприносе дисертације.

## V МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

У поглављима Материјал кориштен за реализовање експеримента и Методе рада, кандидаткиња даје детаљан опис кориштених материјала и примјењених метода рада. Као полазни материјал за потребе постављеног експеримента докторске дисертације, кандидаткиња је користила **три врсте пшенице** доступне на тржишту, пшеницу са локалитета Adony (Мађарска), пшеницу са локалитета Војводине (Република Србија) и пшеницу са локалитета Лијевче поље (Република Српска). Пшеница са локалитета Adony и пшеница са локалитета Војводина су се даље мијешале у односима 20:80, 30:70 и 40:60. Од претходно поменутих три мјешавине пшеница, у млину предузећа „Житопродукт 2012” д.о.о. су се произвеле три врсте брашна тип 500 са намјеном за пекарску индустрију. Мјешавина пшеница у односу 40:60 се користила за производњу брашна намијењеног за тјестеничарску индустрију. Пшеница са локалитета Лијевча поља се користила за производњу брашна за индустрију кекса и производа сродних кексима. Дакле, након проведених анализа полазних узорака пшенице и припремљених мјешавина пшеница, приступило се технолошком процесу мљевања у претходно наведеном индустријском млину. Потом су анализирана **пасажна брашна** добијена у оквиру постављеног дијаграма мљевања (56 узорака), те произведена **типска** и **намјенска брашна** (7 узорака). На крају, да би се у потпуности оцијенио квалитет произведеног брашна и да би се утврдило да ли задовољава захтјеве купаца, предметна брашна су кориштена у производњи **хљеба** („Житопека” д.о.о. Бања Лука), **тјестенина – макарона** („Италијана” д.о.о. Бања Лука), **вафел производа** („Мира” а.д. Предузеће за производњу кекса и сродних производа Приједор) и **штрудлица са воћним пуњењем** („Даж Александрија нова” д.о.о. Зворник). Финални производи одабраних индустријских грана пекарства, тјестеничарства и кондиторства су потом били предмет испитивања и оцјењивања квалитета, са циљем сагледавања утицаја произведених типских и намјенских брашна на њихов квалитетни профил.

Лабораторијска испитивања реализована су у лабораторијама Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци (Лабораторија за анализу намирница, Лабораторија за инструменталне анализе, Лабораторија за сензорну анализу намирница), Технолошког факултета у Зворнику – Универзитет Источно Сарајево. Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу и предузећа „Житопродукт 2012” д.о.о. Бања Лука.

У склопу испитивања квалитета пшенице, кандидаткиња је одређивање запреминске масе пшенице вршила према методи ISO 7971-3:2009, одређивање апсолутне масе према методи ISO 520:2010, одређивање седиментационе вриједности (Zeleny тест) према методи ISO 5529:2007, одређивање стаклавости пшенице према методи Калуђерски и Филиповић (1998), док је анализу аминокиселинског садржаја радила екстракцијом користећи 80% етанол и седиментацијом растворених протеина хлороформом (идентификацију је радила користећи хроматографски метод, док спектрофотометријски метод је користила да се утврди концентрација идентификованих аминокиселина) (Грујић-Ињац, 1962; Трајковић и сар., 1983).

У склопу експерименталних испитивања, осим полазних узорака пшенице, кориштени су и узорци пасажних и збирних врста брашна узети са различитих пролазишта у оквиру фаза крупљења, растварања окрајака и гриза, те мљевања гриза и осјевака, у складу са постављеним дијаграмом мљевања, постојећим искуством у индустријској пракси и захтјевима у погледу квалитета готовог производа од стране крајњег корисника. Као пасажна брашна од највећег значаја, узети су узорци пасажних брашна са I и II крупача (IP и IIP), другог сортирер сита (2S), прво и друго



брашно са 1., 2., 3. и 4. пролазишта растварања гриза (1R-4R), прво и друго брашно са 1. и 2. пролазишта мљевања гриза и осјевака (1M-2M).

Од финалних производа узети су узорци пшеничног брашна Т-500 (брашно за пекарску индустрију), крупичасто и оштро брашно намијењено за тјестеничарску индустрију, те брашна намијењена за индустрију кекса и производа сродних кексима (пудер брашно намијењено за производњу вафел листова и намјенско брашно за производњу штрудлица са воћним пуњењем). Типско брашно за пекарску индустрију је заправо комбинација сљедећих одабраних пасажних брашна: брашно са I, II и III крупача, брашно са 1., 2., 3. и 4. пролазишта растварања гриза, брашно са 1. и 2. сортирер сита, брашно са 1., 2., 3., 4. и 5. пролазишта измељавања. Када је ријеч о намјенском брашну за штрудлице, карактерише га процес производње и комбинација пасажних брашна који су исти као и за пшенично брашно Т-500, само се користила искључиво пшеница са локалитета Лијевча поља, уз евентуалне разлике у смислу промјене неких технолошких параметара уситњавања. С друге стране, пудер брашно намијењено за производњу вафел листова се добило након чишћења и разврставања доспјелог материјала (гриза и осјевака) на 5. и 6. чистилицу гриза, чији пропад се одвео на млински ваљак 4R. У циљу производње пшеничног брашна мањих величина честица приступило се „нижем вођењу” млинских ваљака тј. смањењу размака између пара ваљака 4R. За потребе издаваја пудер брашна у матичном ситиу као пресвлаке за просијавање на оквирима сита кориштено је синтетичко влакно нумеричке ознаке No.11. Оштро брашно намијењено за тјестеничарску индустрију се добило на сљедећи начин: крупни и средњи гриз као издвојене фракције у одјељењима планског сита са I и II крупача се издваја и шаље на 1., 2., 3. и 4. чистилицу гриза, након тога се пропад са појединих сејних оквира одводи на млинске ваљке 1R и 2R, послје чега одлази на одјељења сита поменутих ваљака – растварача, гдје се након разврставања и одсијавања материјала на првом дијелу слога рама/оквира, оштро брашно издваја на другом дијелу слога рама гдје се као пресвлака за просијавање користило синтетичко влакно нумеричке ознаке No.7. Крупичасто брашно намијењено за тјестеничарску индустрију се произвело на сљедећи начин: послје издвајања крупног и средњег гриза на одјељењима планског сита I и II крупача, материјал се упућује на 5. и 6. чистилицу гриза, те пропада кроз гриз газу нумеричке ознаке No. 42 без остатка, док кроз гриз газу No. 50 не пропада више од 10%.

У оквиру одређивања квалитета брашна, кандидаткиња је вршила одређивање киселинског степена и величине честица према методи Калуђерски и Филиповић (1998). Заједничке методе које су кориштене за испитивања квалитета пшенице и брашна су: одређивање садржаја воде према методи ISO 712:2009, одређивање садржаја пепела према методи ISO 2171:2007, одређивање садржаја протеина према методи ISO 20483:2013, одређивање садржаја масти према методи ISO 7302:1982, одређивање садржаја скроба према методи Калуђерски и Филиповић (1998), одређивање фаринографских показатеља квалитета према методи Калуђерски и Филиповић (1998) и ICC Standard No115, одређивање екстензографских показатеља квалитета према ICC Standard No 114, одређивање амилографских показатеља квалитета према ICC Standard 126, одређивање глутена и глутен индекса према методи ISO 21415-2 и 21415-4:2006, те користећи Glutomatic system Perten Instruments.

Након пробног печења хљеба у индустријским условима, кандидаткиња је испитала основни хемијски састав готовог производа, односно одредила садржај воде, протеина, пепела, NaCl-а, масти и скроба стандардним методама прописаним Правилником о методама узимања узорака и методама физичких и хемијских анализа за контролу квалитета жита, млинских и пекарских производа, тјестенина и брзо смрзнутих тијеста (Сл. Лист СФРЈ, број 74/88). У оквиру инструменталних

анализа хљеба, одређена је текстура средине хљеба помоћу Texture Analyzer TA–XTplus (Stable Microsystems, Surrey, UK) и Texture Expert software-a, као и боја коре и средине хљеба употребом колориметра Konica Minolta CM260d и у складу са CIELab системом боја. Кандидаткиња је такође у оквиру дескриптивне методе сензорне анализе квалитета хљеба користила методу бодовања.

Након пробне производње тјестенине – макарона у индустријским условима, кандидаткиња је одредила основни хемијски састав некуване тјестенине према горе поменутом Правилнику (садржај воде, протеина, скроба, масти, целулозе, соли, пепела, шећера и киселински степен). Макалоне је потом кувала у складу са упутством Калуђерски и Филиповић (1998), а онда одредила оптимално вријеме кувања, повећање запремине макарона приликом кувања, те проценат раскувавања. Инструменталне анализе су подразумијевале одређивање текстурних својстава примјеном Texture Analyzer TA–XTplus (Stable Microsystems, Surrey, UK) и Texture Expert software-a, те одређивање боје некуване и куване тјестенине употребом колориметра Konica Minolta CM260d и у складу са CIELab системом боја. На крају је, дескриптивном методом бодовања, сензорно оцјењен квалитет узорака некуване и куване тјестенине.

Код испитивања и оцјене квалитета вафел производа, након пробног печења вафел листова и израде вафел производа у индустријским условима, кориштене су хемијске методе анализе (садржај влаге, протеина, пепела, NaCl-a, масти и шећера стандардним методама прописаним горе поменути Правилником) и дескриптивна метода сензорне анализе (метода бодовања).

За испитивања и оцјену квалитета штрудлица са воћним пуњењем, након пробног печења у индустријским условима, кориштене су хемијске методе анализе (садржај влаге, протеина, пепела, NaCl-a, масти, скроба, шећера и целулозе стандардним методама прописаним горе поменути Правилником) и дескриптивна метода сензорне анализе (метода бодовања).

С обзиром на презентоване методе истраживања и начин спровођења експеримента, може се констатовати да су методе примјењене у овој докторској дисертацији савремене и поуздане, а анализирани параметри дају довољно елемената за доношење закључака.

Приликом провођења истраживања кориштене су све методе представљене у плану истраживања у пријави докторске дисертације, као и додатне методе са циљем свеобухватнијег истраживања квалитета финалних пекарских, тјестеничарских и производа сродних кексима.

Статистичка обрада добијених података је адекватно урађена примјеном рачунарског програма IBM SPSS Statistics 26.0 (Armonk, NY, USA). Значајност разлика између аритметичких средина је одређена анализом варијансе са једном независно промјењивом (One Way ANOVA) и вишеструког теста интервала Tukey post-hoc test, те LSD post hoc test и изражена са 95% вјероватноће ( $p < 0,05$ ). Са циљем утврђивања постојања корелационе везе између одређених параметара квалитета урађена је корелациона анализа.

1) Објаснити материјал који је обрађиван, критеријуме који су узети у обзир за избор материјала;

2) Дати кратак увид у примијењени метод истраживања при чему је важно оцијенити сљедеће:

1. Да ли су примијењене методе истраживања адекватне, довољно тачне и савремене, имајући у виду достигнућа на том пољу у свјетским нивоима;
2. Да ли је дошло до промјене у односу на план истраживања који је дат приликом пријаве докторске тезе, ако јесте зашто;
3. Да ли испитивани параметри дају довољно елемената или је требало испитивати још неке, за поуздано истраживање;
4. Да ли је статистичка обрада података адекватна.

## VI РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

Резултати и дискусија у овој докторској дисертацији су приказани кроз 4 потпоглавља која одговарају утврђеном редослиједу плана истраживања и то: резултати испитивања квалитета пшенице и дискусија, резултати испитивања квалитета пасажних брашна и дискусија, резултати испитивања квалитета типских и намјенских врста брашна и дискусија, резултати испитивања квалитета готових производа и дискусија. У сваком од потпоглавља резултати добијени током истраживања су представљени табеларно, те дискутовани и упоређивани са актуелним литературним наводима, односно са резултатима других аутора.

За реализацију постављеног експеримента и испитивање постављених хипотеза, била је потребна обрада важнијих дијелова млинарске, пекарске, тјестеничарске и кондиторске производње и технолошких својстава пшеничног брашна.

Резултати физичко-хемијских показатеља квалитета пшеница које учествују у припремању мљевне смјеше у односима 20:80, 30:70 и 40:60, али и резултати квалитетних показатеља мјешавина, су показали да је мијешањем пшеница постигнут задовољавајући и рационалан квалитет. Дакле, физички и хемијски показатељи квалитета испитиваних узорака пшенице са локалитета Adony и локалитета Војводина указују на разлике у својствима, што оправдава њихово мијешање у датим односима (узорак Adony као побољшивач, узорак Војводина као пшеница нижег квалитета). Узорак пшенице са локалитета Лијевче поље, са аспекта физичких и хемијских параметара, је најнижег квалитета, али као такав је идеалан за производњу брашна намјењеног за индустрију кекса и производа сродним кексима.

Анализом проведених физичко-хемијских и реолошких испитивања пасажних брашна, добијених на основу постављеног дијаграма мљењења и примјеном одабраних технолошких поступака, уочена је одређена разлика у њиховим квалитативним показатељима. Може се констатовати да те разлике потичу од различитог хемијског састава анатомских дијелова пшеничног зрна као и начина вођења технолошких поступака. Горе поменута анализа посматраних показатеља квалитета пасажних брашна указује на значајну могућност формирања намјенских врста брашна.

Експериментална типска брашна намијењена за пекарску индустрију, произведена из мјешавина пшеница са локалитета Adony и Војводина у омјерима 20:80, 30:70 и 40:60, према литературним подацима, гранулометријски и са спекта хемијског састава су погодна за производњу хљеба и пекарских производа. Према фаринографским и екстензографским показатељима, уз мања одступања, сва три анализирана узорка су у оквиру граница прихватљивих за пекарску индустрију, а битно је и да задовољавају постављене захтјеве купаца из пекарске индустрије. Анализирани узорци финалног производа хљеба (три узорка хљеба произведена од три експериментална брашна намијењена за пекарство) имају релативно висок ниво квалитета, и према томе брашно и рецептура кориштена у производњи ових узорака могу се користити у прехранбеној индустрији за производњу пшеничног бијелог хљеба и за даља моделовања параметара квалитета производа или технолошког процеса. Посебно је значајно да од мјешавине пшеница 20:80, са најмањим удјелом побољшивача, могуће је произвести брашно и посљедично хљеб релативно високог квалитета.

Експериментална брашна намијењена за тјестеничарску индустрију гранулометријски не испуњавају услове квалитета (што је и очекивано и прихватљиво с обзиром да је ријеч о намјенским брашнима која су генерално посматрано ситније гранулације у односу на крупницу која се углавном употребљава у производњи тјестенина), док су са аспекта хемијског састава у складу са

критеријумима важећег Правилника и постојеће литературе. Постављени критеријуми квалитета брашна са аспекта садржаја глутена, односно анализираних реолошких параметара дјелимично су задовољени, али комплетна реолошка оцјена није реална нити нам даје праву слику квалитета брашна за потребе у производњи тјестенине. Што се тиче услова које постављају купци из тјестеничарске индустрије за пшеничну крупицу, произведена брашна већим дијелом испуњавају постављене захтјеве, те се може закључити и посебно је важно да посједују задовољавајући технолошки квалитет, што потврђује и висока сензорна оцјена квалитета произведене тјестенине након кувања. Сви анализирани узорци тјестенине – макарона (два експериментална узорка Е1 и Е2, један контролни узорак К) имају задовољавајуће особине кувања и са тог аспекта посматрано прихватљивог су квалитета. Средње оцјене за укупни квалитет некуване тјестенине указују на одличан сензорни квалитет, док средње оцјене за укупни квалитет куваних узорака тјестенине групишу узорак Е1 у категорију тјестенина врло доброг квалитета, а преостала два узорка Е2 и К у категорију тјестенина одличног квалитета. Код експерименталних узорака тјестенине (макарона) утврђена је повећана тврдоћа као и повећана количина лома, у односу на контролни узорак. С обзиром на врло добар или одличан сензорни квалитет произведених макарона, препоручује се додатно експериментисање у правцу оптимизирања технолошког процеса производње са циљем смањења тврдоће макарона и количине лома.

Експериментални узорци брашна намијењени за индустрију кекса и производа сродних кексима, према литературним подацима, испуњавају захтјеве квалитета (према гранулометријском и хемијском саставу), односно за нијансу су квалитетнији и „јачи” од оптималног брашна за посматрану намјену (према одређеним фаринографским и екстензографским параметрима квалитета). Резултати проведених анализа показују да постављени захтјеви квалитета брашна као сировине од стране индустријских прерађивача су највећим дијелом задовољени. Из резултата проведених истраживања произведених одабраних производа сродних кексима (вафел производа са пуњењем од љешника и штрудлица са воћним пуњењем од вишне), произилази да је кориштено намјенско брашно задовољавајућег квалитета и да је погодно за производњу тијеста наведених производа сродних кексима. Средње оцјене за укупни сензорни квалитет анализираних експерименталних и контролних узорака вафел производа и штрудлица указују на сличан квалитет и на висок ниво квалитета испитиваних узорака.

Узевши у обзир резултате свих испитиваних параметара, уз примјењене одабране технолошке поступке у оквиру технолошког процеса мљевања и постављеног дијаграма мљевања, може се констатовати да произведена типска брашна за пекарску индустрију и намјенска брашна за кондиторску индустрију посједују задовољавајући технолошки квалитет и висок степен намјенске погодности. То је значајна констатација за експерименталне врсте типских брашна намјењених за пекарску индустрију, са мањим удјелом побољшивача као скупље увозне пшенице, јер се тиме остварује значајан технолошко-економски ефекат. С друге стране, постоји и могућност проширења асортимана финалних производа млина експерименталним намјенским брашнима за кондиторску индустрију, али зависно од прихватљивости тржишних услова.

Употреба крупица високостаклавих обичних пшеница или одговарајуће врсте намјенских брашна у производњи тјестенине је на нашим просторима економичнија варијанта, с обзиром на вишу цијену коштања семолине као оптималне сировине. Експериментална брашна намјењена за тјестеничарску индустрију посједују задовољавајући технолошки квалитет и степен намјенске погодности, те са економског аспекта, и ако узмемо у обзир висок ниво сензорно оцијењеног квалитета произведених финалних производа, имала би веома добар пласман на тржишту, али

се ту као даљи правац истраживања намеће потреба за превазилажењем проблема тврдоће и веће количине лома. Дакле, истраживања је потребно усмјерити ка оптимизацији и прилагођавању технолошког поступка производње макарона овој врсти сировине, односно намјенском брашну за производњу тјестенина.

Током читавог представљања и анализе резултата, кандидаткиња је своје резултате правилно, јасно и разумљиво коментарисала и критички им приступала, константно их упоређујући са резултатима других аутора из ове области истраживања.

Сагледавши све резултате истраживања може се констатовати да је кандидаткиња својим експерименталним радом дошла до поузданих података, које је обрадила научним методама, те на основу њих **потврдила** тачност хипотеза (X1, X2, X3 и X4), постављених приликом планирања својих истраживања.

Резултати ових истраживања имају додатну вриједност због могућности за директну примјену у индустријским условима пословања, планирању рада млина, за моделовање параметара квалитета полупроизвода и готових производа или технолошког процеса мљењења пшенице, са циљем проширења постојећег асортимана финалних производа, уз извјесне уштеде. Потребно је нагласити да приказани резултати истраживања представљају и важан практични допринос проширењу научних сазнања из ове области, који даје смјернице за будућа истраживања у области производње пшеничног брашна, квалитета прилагођеног потребама тржишта, као надоградњу постојећих и приказаних сазнања.

- 1) Укратко навести резултате до којих је кандидат дошао;
- 2) Оцијенити да ли су добијени резултати јасно приказани, правилно, логично и јасно тумачени, упоређујући са резултатима других аутора и да ли је кандидат при томе испољавао довољно критичности;
- 3) Посебно је важно истаћи до којих нових сазнања се дошло у истраживању, који је њихов теоријски и практични допринос, као и који нови истраживачки задаци се на основу њих могу утврдити или назирати.

## VII ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

На основу анализе укупног садржаја докторске дисертације, Комисија сматра да је дисертација урађена према правилима и принципима научно-истраживачког рада и резултат је оригиналног научног рада кандидаткиње. Резултати добијени у току истраживања показују могућност производње типских и намјенских врста брашна задовољајућег квалитета, уз оптималну селекцију полазне сировине и адекватан одабир технолошких поступака. Истраживања су такође показала, да је могућа одређена уштеда у погледу полазних сировина, када је ријеч о типском брашну намијењеном за пекарску индустрију; да је могуће бити више оријентисан на домаћу производњу пшенице као сировину за производњу намјенског брашна за кондиторску индустрију; те да постоји могућност производње намјенских врста брашна за тјестеничарску индустрију, која су много економичнија варијанта у односу на семолину или крупице високостаклавих пшеница, али уз потребу за даља истраживања у том сегменту у циљу унапређења квалитета финалног производа. Идентификован релативно висок квалитет произведених врста брашна за потребе пекарске и индустрије кекса и производа сродних кексима отвара перспективе за будућа истраживања у смислу њихове употребе у производњи других врста производа.

На основу свеукупног сагледавања предметних истраживања, која представљају оригиналан научни рад, Комисија позитивно оцјењује докторску дисертацију под називом „Утицај технолошких поступака мљењења пшенице на својства и квалитет типских и намјенских брашна” и са задовољством предлаже

Научно-наставном вијећу Технолошког факултета и Сенату Универзитета у Бањој Луци да прихвати позитивну оцјену докторске дисертације кандидаткиње мр Наташе Лакић-Каралић и одобри јој јавну одбрану.

- 1) Навести најзначајније чињенице што тези даје научну вриједност, ако исте постоје дати позитивну вриједност самој тези;
- 2) На основу укупне оцјене дисертације комисија предлаже:
  - да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана,
  - да се докторска дисертација враћа кандидату на дораду (да се допуни или измијени) или
  - да се докторска дисертација одбија

Мјесто: Бања Лука - Бихаћ

Датум: 23.03.2022. године

### ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. Др Горан Вучић,  
ванредни професор Технолошког  
факултета Универзитета у Бањој Луци, ужа  
научна област: Управљање и контрола  
квалитета хране и пића, предсједник

*Goran Vucic*

2. Др Ладислав Василишин,  
ванредни професор Технолошког  
факултета Универзитета у Бањој Луци, ужа  
научна област: Прехрамбене технологије  
намирница биљног поријекла, ментор

*Ladislav Vasilišin*

3. Др Славица Грујић,  
редовни професор Технолошког факултета  
Универзитета у Бањој Луци, ужа научна  
област: Управљање и контрола квалитета  
хране и пића, члан

*Slavica Grujic*

4. Др Сузана Јахић,  
ванредни професор Биотехничког  
факултета Универзитета у Бихаћу, ужа  
научна област: Храна и пиће, члан

*Suzana Jahic*

ИЗДВОЈЕНО МИШЉЕЊЕ: Члан комисије који не жели да потпише извјештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извјештај образложење, односно разлог због којих не жели да потпише извјештај.