



**УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“ – БИТОЛА
ТЕХНОЛОШКО - ТЕНИЧКИ ФАКУЛТЕТ - ВЕЛЕС**



Иновативни технологии за храна и нутриционизам

**РЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА БРАШНА ОД РАЗЛИЧНИ СОРТИ НА
ПЧЕНИЦА**
докторски проект

Кандидат

Албулена Џуркај
Врој на индекс 33d

Ментор

Вонр. проф. д-р Викторија Стаматовска

СОДРЖИНА

1. Вовед.....	3
2. Преглед на литература.....	3
3. Материјали и методи.....	5
<i>3.1. Материјали.....</i>	<i>5</i>
<i>3.2. Методи.....</i>	<i>5</i>
<i>3.2.1 Статистичка обработка на добиените резултати.....</i>	<i>5</i>
4. Резултати и дискусија	5
5. Заклучок.....	10
6. Користена литература.....	11

РЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА БРАШНА ОД РАЗЛИЧНИ СОРТИ НА ПЧЕНИЦА

Албулена Цуркај

Технолошко-технички факултет - Велес,
Универзитет „Св. Климент Охридски“ - Битола,
Република Северна Македонија
ORCID iD 0009-0008-3495-5012
albulena.dzurkaj@uklo.edu.mk

Вонр. проф. д-р Викторија Стаматовска

Технолошко-технички факултет - Велес,
Универзитет „Св. Климент Охридски“ - Битола
Република Северна Македонија
ORCID iD 0009-0003-6255-4615
viktorija.stamatovska@uklo.edu.mk

Апстракт

Во овој докторски проект анализирани се реолошките карактеристики на теста добиени од четири вида на пченично брашно, кои се произведени од тврда пченица *Triticum durum* (сорта *Cobato*) и мека пченица *Triticum aestivum* (сорти *Adelaide*, *Bisanzio* и *AGB-28*), со цел да се предвиди нивната понатамошна примена.

Испитувањата се спроведени со помош на апаратите: фаринограф и екстензограф, според меѓународните стандарди ISO 5530-1:2003 и ISO 5530-2:2012. Податоците се статистички обработени со примена на методите ANOVA и Fisher-ов LSD-тест за најмала значајна разлика ($p < 0,05$), користејќи ги софтверските алатки XLSTAT 2019 и Microsoft Office Excel 2019.

Способноста за впивање на вода е во границите од 53,70% кај брашното од *Triticum durum* пченицата до 54,70% кај брашното од пченицата *AGB-28*. Стабилноста на тестото е статистички значајно ($p < 0,05$) највисока кај брашното од *Triticum durum* пченицата (7,75 минути). Степенот на омекнување определен 10 минути од почетокот на замесување има пониски вредности во споредба со степенот на омекнување определен 12 минути по постигнувањето на максималното омекнување на тестата. Тесто од брашното од пченицата *Adelaide* покажа најголема енергија за растегнување и највисока растегливост. Различното време на ферментација дава статистички значајни разлики ($p < 0.05$) во максималната отпорност на тестото. Максималната отпорност на тестата не надминува 400 BU.

Брашна не би требало да се користат за производство на леб, бидејќи крајниот производ би бил со мал волумен. Испитуваните брашната спаѓаат во В и С квалитетните групи, кои се препорачуваат за производство на кекси, но не и за производство на леб.

Клучни зборови: пченица, брашно, реолошки карактеристики

1. Вовед

Реолошките карактеристики на брашното се критични показатели за неговиот квалитет и соодветност за различни процеси на производство на храна, особено во пекарската индустрија (Рајмундо и сор.- Raymundo et al., 2020).

Реолошката карактеризација на тестото од пченично брашно е од суштинско значење за да се генерираат информации во врска со квалитетот на суровината и текстурните и сензорните карактеристики на готовиот производ. Методите кои се користат за мерење на реолошките својства на тестото од пченично брашно традиционално се поделени на описни емпириски техники и фундаментални мерења. Емпириските реолошки методи вклучуваат користење на апарати како што се на пример фаринограф, миксограф, екстензограф и алвеограф (Јазар - Yazar, 2023).

Уреди како што се фаринографот и екстенографот се широко користени за да се проценат реолошките својства на пченичното брашно. Со помош на фаринографот се дава увид за способност за впивање на вода, времето на развој на тестото и стабилноста на тестото, додека екстензографот ја мери еластичноста на тестото и отпорноста на тестото (Нејли и сор. - Neji et al., 2023).

Основните компоненти кои придонесуваат за реолошките својства на брашното се протеините, особено глутенот и јаглехидратите, првенствено скробот. Протеините на глутенот (глијадин и глутенин), кога се хидрирани формираат вискоеластична мрежа, а притоа се одговорни за еластичноста и растегливоста на тестото (Ричард и сор. - Richard et al., 2025). Скробот, најзастапената компонента во пченичното брашно, влијае на вискозноста на тестото, клајстеризацијата и процесите на ретроградација за време на печењето. Липидите и другите состојки, како што се пентозаните и ензимите, исто така влијаат на реологијата на тестото со модифицирање на интеракциите помеѓу глутенот и скробот (Брорсен и сор. - Brorsen et al., 2011).

Брашното добиено од различни сорти пченица покажува значителна разновидност во неговите реолошки својства. Овие варијации се препишуваат на генетските разлики меѓу сортите пченица, кои влијаат на составот на клучните компоненти (протеините, скробот и липидите) (Шеври и сор.- Shewry et al., 2015) и на факторите на животната средина (квалитетот на почвата, климатските услови и земјоделските практики) (Кхалид и сор. - Khalid et al., 2023). Варијациите во овие својства значително влијаат на функционалните перформанси на брашното при мешање, ферментација и печење, што на крајот го одредува квалитетот на крајниот производ (Дела Валле и сор. - Della Valle et al., 2022).

Истражувањата во докторски проект се фокусирани на карактеризирање на реолошките својства на тесто добиено од брашното од различни сорти на пченица (тврда пченица *Triticum durum* (сорта *Cobato*) и мека пченица *Triticum aestivum* (сорти *Adelaide*, *Bisanzio* и *AGB-28*)), со цел да се идентификува нивната соодветност за примена при производство на одредени пекарски производи.

2. Преглед на литература

Пченицата (*Triticum* sp. L.) е важна житна култура и во прехранбената индустрија и во индустријата за добиточна храна. На глобално ниво, околу две третини од вкупното производство на пченица е наменето за храна (Густафссон - Gustafsson, 2022). Таа се користи за производство брашно кое понатаму служи како клучна состојка при производството на различни производи базирани на житарки (леб, печива, бисквити, кекси, колачи, тестенини и др.). Потрошувачката на производи на база на пченица обезбедува главно јаглехидрати (околу 72%) и протеини (од 10 до 18%), а особено, интегралните пченични производи и пченични трици се добар извор на диететски влакна и други биоактивни соединенија (Дзики и сор. - Dziki et al., 2024).

Постојат повеќе видови пченица, со многу илјади сорти и над 1600 вариетети, но најраширени се видовите: обична (мека) пченица – *Triticum aestivum* L и тврда пченица – *Triticum durum*. Овие видови, меѓу себе се разликуваат, како според бројот на хромозомите, изгледот на растението, класот и зрното, така и според хемискиот и технолошкиот квалитет. Енергетската вредност на пчениците е различна помеѓу видовите, но во просек изнесува 1570 kJ на 100 g зрно (Василевски, 2011).

Технолошкиот квалитет на пченицата е предмет на опсежни истражувања ширум светот и е одраз на варијацијата во вредностите на технолошките квалитетни компоненти како што се содржината на протеини, хектолитарската маса на семето; за брашното способноста за впивање на вода, стабилност на тестото, развој на тесто, растегливост на тестото, содржина на влажен глутен итн. (Шекуларац, 2018).

Карактеризацијата на реологијата на тестото е важен параметар во евалуацијата на квалитетот на пченица и укажува на својствата за ракување со тестото и тенденцијата на тестото да се собира. За карактеризација на реолошките својства на тестото од брашно за пекарските производи (бисквити, леб, кекси и слични производи) се користат неколку методи, вклучувајќи фаринограф и екстензограф и протеините присутни во пченичното брашно управуваат со овие реолошки својства. Молекуларната големина и структурата на глутенските полимери кои ги сочинуваат главните структурни компоненти на пченицата се поврзани со нивните реолошки својства преку современите концепти за реологија (Константинеску и сор. - Constantinescu et al., 2015).

Пенг и сор. (Peng et al., 2022), пченицата ја поделиле во четири категории врз основа на употребата и јачината на глутен: (1) Јака глутенска пченица: ендоспермот е тврд и пченичното брашно произведува многу јак глутен, кој е погоден за печење леб; (2) Средно јака глутенска пченица: ендоспермот е тврд, а глутенот е прилично јак и е погоден за правење на инстант тестенини, кнедли, парен леб, тестенини и сл.; (3) Средна глутенска пченица: ендоспермот е тврд, а јачината на глутен е умерена и е погоден за правење тестенини, кнедли, леб на пареа и друга храна; и (4) Слаба глутенска пченица: ендоспермот е мек, а глутенот е слаб и е погоден за правење колачи, кекси, бисквити и слични производи.

Содржината на протеините во брашното зависи од видот и сортата на пченицата, почвата, климатските услови за време на производството и др. Таа изнесува: 7-9% во брашно за бисквити, 9-10% во брашно за печива, 12,5-13,5% во брашно за леб, 14-15% во високобелковинското брашно и 45% во глутенското брашно (Василевски, 2011).

Технолошкиот квалитет на одредено брашно кој е одраз на технолошкиот квалитет на пченицата од која е добиено, секогаш треба да се разгледува во согласност со неговата намена. Еден вид брашно е неупотребливо за една намена, па затоа е некавалитетно за истата намена, додека истото брашно може да се користи за други намени, и во тој случај да е квалитетно (Стаматовска и Наков, 2024). Според Данза и сор. (Danza et al., 2014) тврдите сорти пченица, богати со протеини, се претпочитаат за производство на леб поради нивната супериорна јачина и еластичност на глутен. Спротивно на тоа, сортите на мека пченица со помала содржина на протеини се идеални за колачи, бидејќи нивната послаба мрежа на глутен резултира со нежна текстура.

Во принцип, пчениците со висок процент на протеини даваат силно (јако) брашно со висок процент на протеини, погодно за производство на леб, Брашната со висок процент на протеини формираат висок (нараснат) леб, Пчениците со помал процент на протеини даваат меко брашно кое содржи помало количество протеини. Помалото количество протеини овозможува формирање на ронливо тесто и полесна структура и се употребува за производство на бисквити, печива, кекси и други слични производи, Ниско протеинските брашна формираат сплескан леб (Василевски, 2011).

Во производството на бисквити и кекси пожелно е брашно од кое се добиваат теста со низок однос на отпорот на растегнување и растегливоста. Тоа се генерално послаби брашна со ратеглив еластичен глутен, кој во голема мера нема да се искривува за време на печењето и да даца деформирани производи (поради помалата содржина на вода и помалата цврстина). Мора да се внимава брашното да нема пренизок капацитет за клајстеризација, бидејќи нема да се добијат задоволителни резултати (доаѓа до предвремено одвојување на водата, односно кога се печат премногу цврсти теста практично не доаѓа до желатинизација). Типичното брашно за бисквити и кекси се одликува со енергија од 28 cm², цврстина на истегнување 100 од BU, растегливост 211 mm и максимална вискозност од 210 BU. Вредностите на отпорност на тестото, дефинирани со стандардниот метод, кој се зема како еден од показателите за технолошкиот квалитет на брашното, треба да бидат максимум 300 BU, а максималната вредност на отпор треба да се движи од 220-450 BU. Вредностите за растегливост на тестото треба да бидат што е можно повисоки, помеѓу 150-200 mm. Од перспектива на правење бисквити, се претпочита брашно со ниска ензимска активност. (Лакиќ-Каралиќ -Lakić-Karalić, 2022).

3. Материјали и методи

Експерименталниот дел од овој докторски проект е изведен во акредитираната лабораторија Msillos (Херхе -Ксеркс-Косово).

3.1. Материјали

Предмет на испитување се четири вида на брашно, кои се добиени со мелење (лабораториски млин, MakineryYucebas- Измир, Турција) на тврда пченица *Triticum durum* (сорта *Cobato*) и мека пченица *Triticum aestivum* (сорти *Adelaide*, *Bisanzio* и *AGB-28*), реколта 2022/2023 година. Сеидбата, култивирањето и жнеењето е спроведено на експериментални полиња од страна на компанијата KOAL Seeds Sh.p.k. (Косово).

3.2. Методи

Реолошките својства на подготвените тестата од четирите вида на брашно се определени со помош на фаринограф и екстензограф. (Brabender, Germany) според ISO 5530-1:2003 и ISO 5530-2:2012, соодветно.

3.2.1 Статистичка обработка на добиените резултати

Резултатите од истражувањето се претставени како просечни вредности добиени од три повторени мерења. За графичка обработка на податоците и идентификација на статистички значајни разлики се применети методите ANOVA и Fisher-ов LSD-тест за најмала значајна разлика ($p < 0,05$), користејќи ги софтверските алатки XLSTAT 2019 и Microsoft Office Excel 2019.

4. Резултати и дискусија

Со помош на фаринограф се мери отпорот кој го дава тестото при замес. Фаринографот помага во определување на физичките промени на тестото што се случуваат по време на замесување и ферментација и притоа можат да се добие информација за дејството на ензимите во тестото. Овој уред дава и информација за развојот на тестото, времето на стабилност при замесување на тестото, омекнување при мешање, способност за апсорпција на вода и ферментација на тестото (Јурич - Јуриќ, 2014).

Резултатите добиени од реолошките испитувања за карактеристики на тестото од различните видови на брашно, определени со фаринограф се претставени во табела 1. Прикажаните вредности се средна вредност од три измерени вредности \pm стандардната девијација (SD). Вредностите со различни букви во ист ред статистички значајно се разликуваат ($p < 0,05$) ANOVA, Fisher's LSD.

	Вид на брашно			
	AGB-28	<i>Bisanzio</i>	<i>Adelaide</i>	<i>Triticum durum</i>
Способност за впивање на вода (%)	54,70 \pm 1,27 ^a	53,85 \pm 0,21 ^a	54,35 \pm 0,21 ^a	53,70 \pm 0,85 ^a
Време на развој на тестото (min)	1,45 \pm 0,07 ^b	1,85 \pm 0,21 ^{ab}	1,80 \pm 0,14 ^{ab}	2,10 \pm 0,14 ^a
Стабилност на тестото (min)	2,15 \pm 0,07 ^c	2,80 \pm 0,42 ^{bc}	3,75 \pm 0,21 ^b	7,75 \pm 0,64 ^a
Степен на омекнување 10 min. од почетокот на замесување (BU)	111,00 \pm 25,46 ^a	60,00 \pm 5,66 ^{bc}	84,50 \pm 0,71 ^{ab}	40,50 \pm 7,78 ^c
Степен на омекнување 12 min по постигнување на максималното омекнување на тестото (BU)	134,50 \pm 27,58 ^a	75,50 \pm 6,36 ^b	110,50 \pm 3,54 ^{ab}	74,50 \pm 13,44 ^b
Квалитетен број	23,00 \pm 2,83 ^a	31,50 \pm 0,71 ^a	36,50 \pm 4,95 ^a	69,50 \pm 34,65 ^b

Табела 1: Реолошки карактеристики на теста од различни видови брашна, определени со помош на фаринограф

Способноста за впивање на вода е количеството на вода (%), која е потребна за добивање на тесто со стандардна конзистенција од 500 фаринографски единици (FU) (Bakal – Бакал, 2023). Просечните вредности за способноста за впивање на вода на пченичното брашно се движат од 50 до 70% (Хана-Нана, 2018). Од прикажаните резултати може да се види дека способноста за впивање на вода е во границите од 53,70% кај брашното од *Triticum durum* пченицата до 54,70% кај брашното од пченицата AGB-28. За брашно од слаба мека пченица треба да се движи од 50-55%. (Лакиќ-Каралиќ -Lakić-Karalić, 2022). Статистичката обработка на податоците покажа дека помеѓу различните видови брашна не постои статистички значајна разлика ($p > 0,05$) во однос на способноста за впивање на вода.

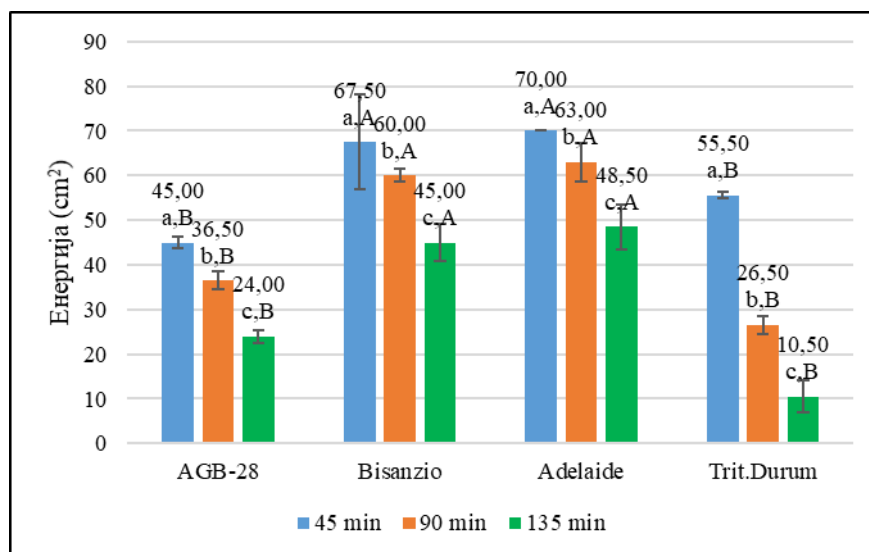
Времето потребно за развој на тестото е статистички значајно и различно ($p < 0,05$) за сите анализирани видови брашна и се движи од 1,45 min за брашното од пченицата AGB-28 до 2,10 min за брашно од пченицата *Triticum durum*. Стабилноста на тестото укажува на времето за кое тестото ја одржува конзистенцијата на 500 FU (Шекуларац, 2018). Утврдено е дека брашната добиени од тврда пченица покажуваат поголема стабилност на тестото од брашната добиени од мека пченица (Акбар и сорб. - Akbar et al., 2020).

Тестото од *Triticum durum* пченицата има статистички значајно ($p < 0,05$) поголема стабилност (7,75 min) и е со подобар квалитет од тестото од пченицата AGB-28 (2,15 min), од тестото од пченицата *Bisanzio* (2,80 min) и од тестото од пченицата *Adelaide* (3,75 min). Тестото со добар квалитет има период на стабилност на тестото од 4-12 минути (Шекуларац, 2018).

Степенот на омекнување на тестото е определен 10 минути од почетокот на замесување и 12 минути по постигнувањето на максималното омекнување на тестото. Резултатите покажуваат дека степенот на омекнување определен 10 минути од почетокот на замесување има пониски вредности (од 40,50 брабенброви единица (BU) до 110 BU) во споредба со степенот на омекнување определен 12 минути по постигнувањето на максималното омекнување на тестото (74,50 BU до 134,50 BU). Доколку степенот на омекнување е поголем се смета дека тестото потешко ќе издржи за време на ферментацијата. Дополнително, колку вредноста за овој параметар е помала, толку тестото е поквалитетно (Стаматовска и Наков, 2024).

Промените во вредноста на степенот на омекнување се поврзани со промените во вредноста на квалитетниот број, така што брашното со повисоки вредности за степенот на омекнување имаат пониски вредности на квалитетниот број (Јанковиќ - Јанковиќ, 2018). Квалитетниот број помага при определување на квалитетната група во која влегува едно брашно (Bakal – Бакал, 2023). Од прикажаните резултати за овој параметар во табела 1 се гледа дека квалитетните броеви за сите видови брашна се од 23 до 69,50. Според табелата по Hankoczy (Клариќ –Клариќ, 2017), брашното од пченицата AGB-28 спаѓа во C2 групата, брашната од *Bisanzio* и *Adelaide* пчениците спаѓаат во C1 квалитетната група, а брашното од *Triticum durum* пченицата спаѓа во V1 квалитетна група. Брашната од квалитетна група V се брашна со добри пекарски квалитетни својства, додека брашната од C групата се брашна со послаб квалитет, пониска апсорпциона моќ и несоодветни пекарски квалитетни својства за производство на леб. Брашната од квалитетните групи V и C се препорачуваат за производство на кекси (Гавриловиќ- Gavrilović, 2003; Клариќ –Клариќ, 2017).

На графиконите од 1 до 5 се претставени резултатите добиени со помош на екстензограф. Прикажаните вредности се средна вредност од три измерени вредности \pm стандардната девијација (SD). Малите букви означуваат статистички значајна разлика ($p < 0,05$) помеѓу времето за ферментација на тестото, а големите букви означуваат статистички значајна разлика ($p < 0,05$) помеѓу различните видови брашна ($p < 0,05$) ANOVA, Fisher's LSD.

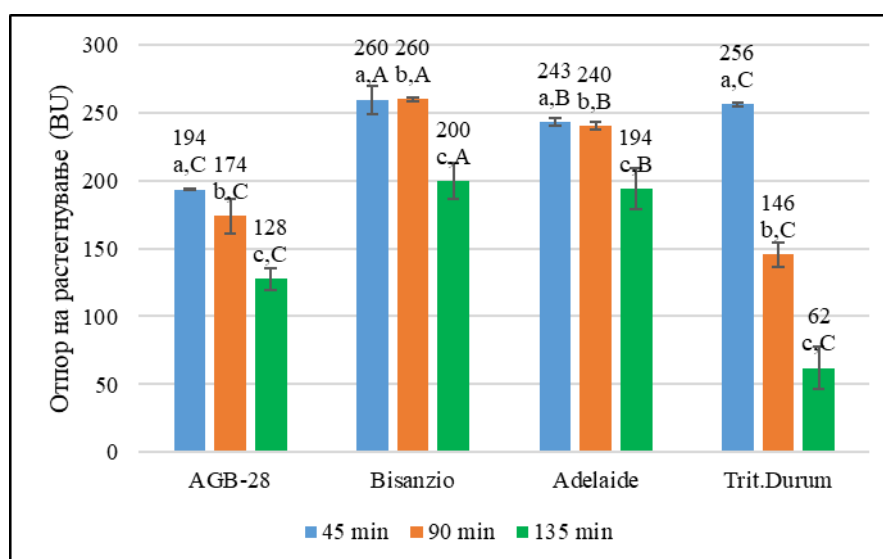


Графикон 1: Енергија потребна за растегнување на тесто

Најголема енергија за растегнување на тестото (графион 1) е определено при замесување на тесто од брашното од пченицата *Adelaide* (70 cm² за 45 min ферментација, 63 cm² за 90 min ферментација и 48,50 cm² за 135 min ферментација).

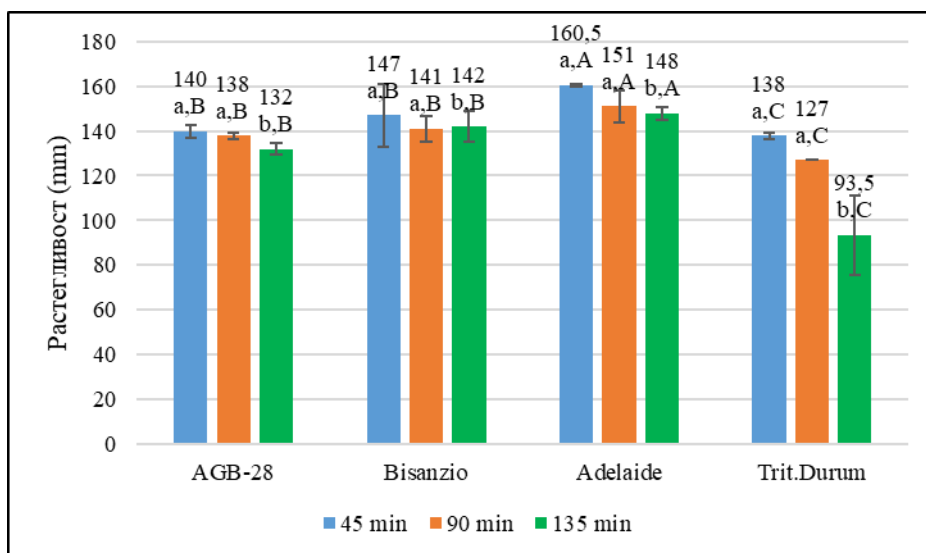
Оваа енергија е статистички значајно повисока од енергијата за растегнување на тестата од AGB-28 и *Triticum durum*. Резултатите покажуваат дека постои статистички значајна разлика ($p < 0,05$) во потребната енергија за растегнување на тестото при различно време на ферментација. Брашното е слабо, ако е потрошено помалку енергија за растегнување. Доколку енергијата е поголема тогаш се смета дека брашното е појако, бидејќи е потрошено повеќе енергија за растегнување т.е. квалитетот на брашното е подобар (Клариќ –Klarić, 2017).

Вредностите за отпорот на растегнување на тестото (графикон 2) при 45 минутна ферментација на тестото се статистички највисоки ($p < 0,05$) во споредба со отпорот на тестото при ферментација од 90 и 135 минути. Највисоки вредности за овој параметар има тестото замесено од брашно од пченицата *Bisanzio* (260 BU за 45 min ферментација, 260 BU за 90 min ферментација и 200 BU за 135 min ферментација).



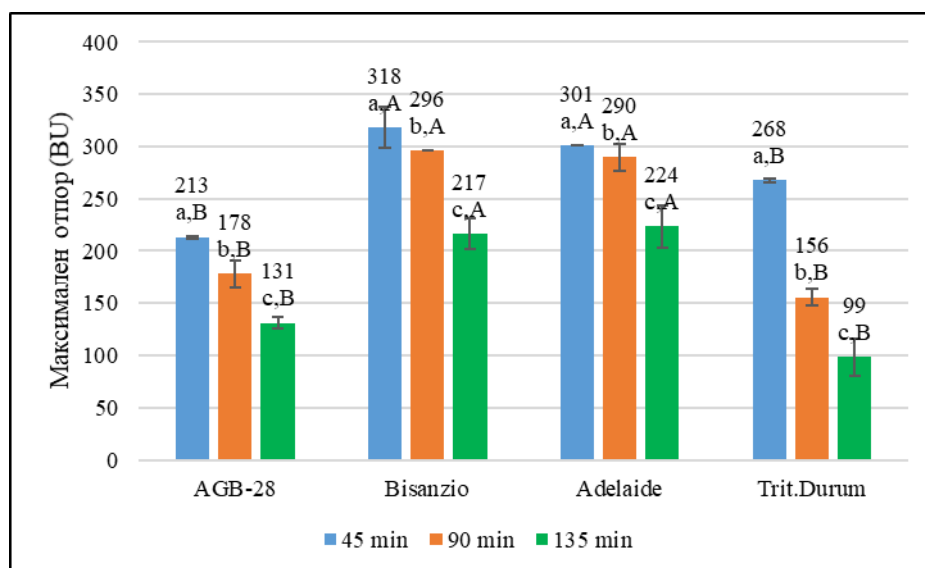
Графикон 2: Отпор на растегнување на тесто

За добар квалитет на брашното потребно е вредностите за растегливост на тестото да бидат средни (ниту многу мали, ниту многу големи). Ако растегливоста е под 80 mm, тоа покажува дека тестото има краток глутен односно цврт глутен, што го прави помалку растежливо. Тестото подготвено од такво брашно не ги задржува добро гасовите, што значи дека останува мало во волумен дури и по одмор. Од друга страна, брашната кои имаат вредност на растегливост поголема од 120 mm исто така не се погодни за производство на леб, бидејќи тестото е премногу растежливо, не се зголемува добро во волумен кога мирува, вискозно е и се отпушта (Хана-Нана, 2018), Од резултатите прикажани на графикон 3 може да се види дека постои статистички значајна разлика ($p < 0.05$) помеѓу растегливоста на тесто кое ферментира 135 min во споредба со тестата кои ферментираат 45 и 90 min. Највисока растегливост е определена кај тестото замесено од пченицата *Adelaide* (160,5 mm за 45 min ферментација, 151 mm за 90 min ферментација и 148 mm за 135 min ферментација), а најниска во тестото замесено од пченицата *Triticum durum* (138 mm за 45 min ферментација, 127 mm за 90 min ферментација и 93,5 mm за 135 min ферментација).



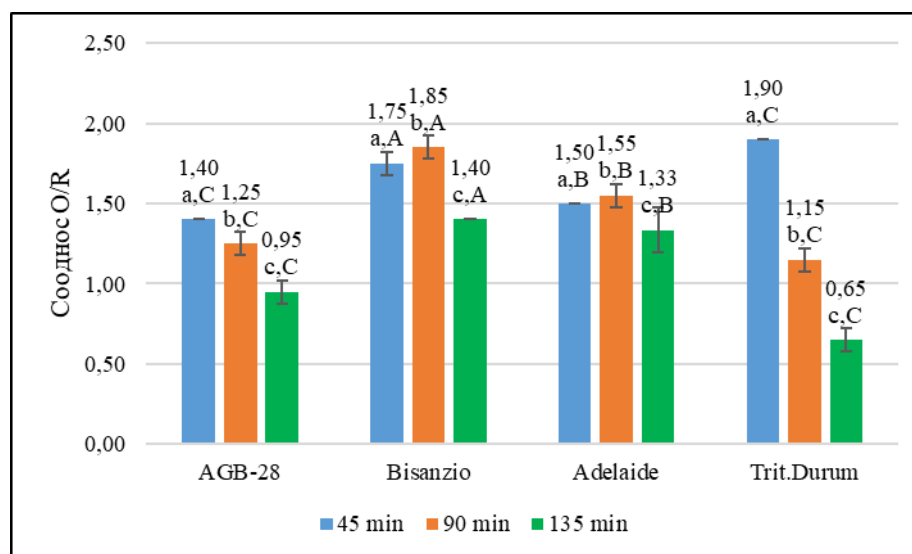
Графикон 3: Растегливост на тесто

Максималниот отпор на тестото е поврзан со волуменот на прехранбениот производ (најчесто леб). Резултатите од графикон 4 покажуваат дека максималниот отпор на различните видови теста при различното време на ферментација се движат од 99 BU (ферментација на тесто од 135 min од пченица *Triticum durum*) до 318 BU (ферментација на тесто од 45 min од пченица *Bisanzio*). Различното време на ферментација дава статистички значајни разлики ($p < 0.05$) во максималната отпорност на тестото. Максималниот отпор на тестата не надминува 400 BU при што екстензографските криви се рамни, со слаби карактеристики, а волуменот на леб испечен од овие теста би бил мал. Според овој параметар сите видови анализирани брашна не би требало да се користат за производство на леб, бидејќи крајниот производ би бил со мал волумен.



Графикон 4: Максимален отпор на тесто

На графикон 5 се претставени добиените резултати од пресметаниот сооднос помеѓу отпорноста и растегливоста.



Графикон 5: Сооднос помеѓу отпорноста и растегливоста на тесто

Соодносот помеѓу отпорот на растегнување (O) и растегливоста на тестото (R) помага при предвидување на волуменот на лебот. Од резултатите може да се види дека различното време за ферментација дава статистички значајно ($p < 0.05$) различен сооднос. За постигнување добар волумен на лебот како најповолен се смета O/R од 1,5 до 2,5. Не е пожелно да е помал од 0,8, бидејќи тоа укажува на глутен без способност за задржување на гасовите, а повеќе од 4 значи прецврст и нееластичен глутен (Клариќ –Klarić, 2017).

5. Заклучок

Испитувањата на реолошките карактеристики на брашна од различни сорти на пченица (тврда пченица *Triticum durum* (сорта *Cobato*) и мека пченица *Triticum aestivum* (сорти *Adelaide*, *Bisanzio* и *AGB-28*), обезбеди увид во стабилноста, способноста за апсорпција на вода, омекнувањето, растегливоста и отпорноста на тестото, овозможувајќи оценка на квалитетот на брашната. Според резултатите, анализирани видови брашна не би требало да се користат за производство на леб, бидејќи крајниот производ би бил со мал волумен. Овие брашна според добиените резултати можеби би нашле поголема примена во производството на кекси и производи слични на кексите. За тоа да се потврди во иднина се планира да се спроведат дополнителни физичко-хемиски истражувања на брашната. Исто така, се планира лабораториски да се подготват одредени видови на кекси и сензорно да се анализираат.

6. Користена литература

Василевски Г. (2011). Преработка на жито и брашно. Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Факултет за земјоделки науки и храна, Скопје.

Стаматовска, В., & Наков, Ѓ. (2024). *Практикум за квалитет на брашно и леб*. Универзитет “Св. Климент Охридски” Битола, Технолошко технички факултет.

Шекуларац М. А. (2018). Варирање особина технолошког квалитета сорти пшенице (*Triticum aestivum* L.), Докторска дисертација. Универзитет у Приштини, Пољопривредни факултет, Лешак,

Akbar, Q.A., Arif, S., Yousaf, S., Khurshid S., & Sahar, N. (2020). Effects of flour particle size on farinographic properties of wheat dough. *Sarhad Journal of Agriculture*, 36(4), 1136-1140. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2020/36.4.1136.1140>

Bakal B. (2023). Kvalitet hljeba od različitih vrsta pšeničnog brašna, Master rad. Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet, Banja Luka.

Brorsen, B. W., Rayas-Duarte, P., Kerr, R. M., & Ji, D. (2011). Predicting Rheological Properties of Wheat Dough Based on Wheat Characteristics. *Journal of Agricultural Science*, 4(3), p79. doi: 10.5539/JAS.V4N3P79

Cecchini, C., Bresciani, A., Menesatti, P., Pagani, M. A., & Marti, A. (2021). Assessing the Rheological Properties of Durum Wheat Semolina: A Review. *Foods*, 10(12), 2947. <https://doi.org/10.3390/foods10122947>

Constantinescu G., Buculei A., & Rebenciuc I. (2015). Study on the influence of flour protein content on the dough rheological properties for bakery products. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 21(4), 332-337. ISSN (online): 2068-9551

Danza, A., Mastromatteo, M., Lecce, L., Spinelli, S., Laverse, J., Lampignano, V., Contò, F., Nobile, M. A. Del, Danza, A., Mastromatteo, M., Lecce, L., Spinelli, S., Laverse, J., Lampignano, V., Contò, F., & Nobile, M. A. Del. (2014). Effect of Wholemeal Durum Wheat Varieties on Bread Quality. *Food and Nutrition Sciences*, 5(11), 977–988. doi: 10.4236/FNS.2014.511108

Della Valle, G., Dufour, M., Hugon, F., Chiron, H., Saulnier, L., & Kansou, K. (2022). Rheology of wheat flour dough at mixing. *Current Opinion in Food Science*, 47, 100873. doi: 10.1016/J.COFS.2022.100873

Dimitrios, A. (2024). Durum Wheat: Uses, Quality Characteristics, and Applied Tests. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.110613

Dziki, D., Krajewska, A., & Findura, P. (2024). Particle Size as an Indicator of Wheat Flour Quality: A Review. *Processes*, 12(11), 2480. <https://doi.org/10.3390/pr12112480>

Gavrilović M. (2003). *Tehnologija konditorskih proizvoda* (drugo izdanje), Novi Sad.

Gustafsson L. (2022). Baking quality of winter wheat – the effect of variety, cultivation site and nitrogen supply, Master thesis in Food science. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Molecular Sciences.

Hana M. (2018). Reološka svojstva tijesta od brašna sorti ozime pšenice roda 2017. godine, Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.

ISO 5530-1:2003 Wheat flour — Physical characteristics of doughs. Part 1: Determination of water absorption and rheological properties using a farinograph.

ISO 5530-2:2012 Wheat flour — Physical characteristics of doughs. Part 2: Determination of rheological properties using an extensograph.

Janković Z. M. (2018). Proteinski profili pšenice i njihov uticaj na tehnološka svojstva brašna, Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

Jurić, T. (2014). Sorte pšenica Bc-instituta priznate od 2010. do 2014. godine. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.

Khalid, A., Hameed, A., & Tahir, M. F. (2023). Wheat quality: A review on chemical composition, nutritional attributes, grain anatomy, types, classification, and function of seed storage proteins in bread making quality. *Frontiers in nutrition*, *10*, 1053196. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1053196>

Khatkar, B. S. (2005). Dynamic rheological properties and bread-making qualities of wheat gluten: effects of urea and dithiothreitol. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *85*(2), 337–341. doi: 10.1002/JSFA.1974

Klarić F. (2017). *Suvremene tehnologije u pekarstvu i slastičarstvu – sirovine i proizvodi*. Biblioteka „Kruh za život”, TIM Z IP, Zagreb.

Lakić-Karalić N. (2022). Uticaj tehnoloških postupaka mljevenja pšenice na svojstva i kvalitet tipskih i namjenskih brašna, Doktorska disertacija. Univerziteta u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet, Banja Luka.

Neji, C., Semwal, J., Máthé, E., & Sipos, P. (2023). Dough Rheological Properties and Macronutrient Bioavailability of Cereal Products Fortified through Legume Proteins. *Processes* 2023, Vol. 11, Page 417, *11*(2), 417. doi: 10.3390/PR11020417

Peng, Y., Zhao, Y., Yu, Z., Zeng, J., Xu, D., Dong, J., & Ma, W. (2022). Wheat Quality Formation and Its Regulatory Mechanism. *Frontiers in plant science*, *13*, 834654. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.834654>

Raymundo, A., Torres, M. D., & Sousa, I. (2020). Rheology and Quality Research of Cereal-Based Food. *Foods* 2020, Vol. 9, Page 1517, *9*(11), 1517. doi: 10.3390/FOODS9111517

Richard, R., Lovegrove, A., Tosi, P., Casebow, R., Poole, M., Wingen, L. U., Griffiths, S., & Shewry, P. R. (2025). Genetic analysis of grain protein content and deviation in wheat. *Journal of Cereal Science*, *121*, 104099. doi: 10.1016/J.JCS.2024.104099

Shewry, P. R., & Hey, S. J. (2015). The contribution of wheat to human diet and health. *Food and Energy Security*, *4*(3), 178. doi: 10.1002/FES3.64

Yazar, G. (2023). Wheat Flour Quality Assessment by Fundamental Non-Linear Rheological Methods: A Critical Review. *Foods (Basel, Switzerland)*, *12*(18), 3353. <https://doi.org/10.3390/foods12183353>