

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
УНИВЕРСИТЕТ „ПРОФ. Д-Р АСЕН ЗЛАТАРОВ” Бургас
КАТЕДРА БИОТЕХНОЛОГИЯ**

ГЪОРЕ НАКОВ

**Изследване на нискомолекулни биологично активни
вещества във функционални бисквити**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд за присъждане на
образователна и научна степен "ДОКТОР"
по научна специалност: 02.11.11. Технология
на биологично активни вещества

Бургас, 2019

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
УНИВЕРСИТЕТ „ПРОФ. Д-Р АСЕН ЗЛАТАРОВ” Бургас
КАТЕДРА БИОТЕХНОЛОГИЯ**

ГЪОРЕ НАКОВ

**Изследване на нискомолекулни биологично активни
вещества във функционални бисквити**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд за присъждане на
образователна и научна степен "ДОКТОР"
по научна специалност: 02.11.11. Технология
на биологично активни вещества

Научни ръководители:

Проф. д-тн Цонка Годжевъргова
Доц. д-р. Настя Василева

Бургас, 2019

Дисертационният труд е обсъден на разширен катедрен съвет при катедра Биотехнология, Университет „проф. д-р Асен Златаров” - гр. Бургас, на заседание, състояло се на 09.07.2019 г. и е насочен за разкриване на процедура за защита пред жури, определено със заповед2019 г. на Ректора на Университет „проф. д-р Асен Златаров”.

Дисертационния труд съдържа 175 страници, 20 таблици и 85 фигури. В библиографията са включени 173 заглавия.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на от часа в зала 219, ОК, Университет „проф. д-р Асен Златаров” Бургас.

Материалите за защитата са на разположение на интересувашите в деловодството на Университет „проф. д-р А. Златаров” Бургас

Автор: Гьоре Наков

Заглавие: Изследване на нискомолекулни биологично активни вещества във функционални бисквити

Използвани съкращения

- AACC - (American Association for Cereal Chemistry) - Американската асоциация по химия на зърнените култури;
- Altered food – Променени храни;
- ANOVA - (Analysis of Variance) - Анализ на отклоненията;
- Biological response modifiers - Биологично отговорни модификатори;
- BU - Брабендерови единици;
- CDV - Сърдечно-съдова система;
- CIE - Международната комисия по осветление;
- CIE L*a*b* - система за определяне цвета на бисквитите;
- DLG (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft) Германски стандарт за сензорен анализ;
- DNA - Дезоксирибонуклеинова киселина;
- DPPH - 2,2-дифенил-1-пикрилхидразил;
- Enhanced commodities – Подобрени храни;
- FDA - Администрация по храните и лекарствата;
- FUFUSE - Европейска концепция за функционалните храни;
- GOPOD – глюкоза оксидаза/пероксидаза;
- High Molecular Weight Glutenin Subunits (HMW-GS) - Глутенови единици, с високо молекулно тегло;
- HMF – Хидрокси метил-фурфурал;
- Intestinal transit time – Време за преминаване през червата;
- LDL – (Low density Lipoprotein) - Липопротеин с ниска плътност (лош холестерол);
- LSD – (Least Standard Deviation) - най-малки статистически важни различия;

- Pathogenassociated molecular patterns - Патогенни молекулярни модели;
- Rapidly Digestible Starch (RDS)- Бързо смилаемо нишесте;
- Resistant Starch (RS) – Устойчиво нишесте;
- SCFF - Scientific Concepts of Functional Food – Научни концепции за функционални храни;
- Slowly Digestible Starch (SDS)- Бавно смилаемо нишесте;
- World Health Organization (WHO) – Световна здравна организация;
- XL Stat – (Statistical software & data analysis add-on for Excel) - Статистически софтуер и анализ на данните приложение на Excel;
- Enriched food – Обогатени храни.

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременният начин на живот, който много често включва хранене с рафинирани мазни и бързи храни, води до нарушение на нормалното функциониране на някои органи и функции в човешкия организъм. Това се изразява в нарушено храносмилане и метаболизъм на въглехидратите, увреждане на сърдечно-съдовата система, черния дроб, бъбреците, панкреаса, все по-чести случаи на заболявания като: рак, алергии, затлъстяване и др.

Нездравословното хранене и ежедневната храна, която приемаме, доста често са основните причини за заболявания, които могат да имат фатален край. Установено е, че липсата на някои хранителни вещества и хранителни добавки в човешкия организъм причинява остеопороза, запек и анемия. Известни хранителни добавки, които се влагат в традиционните хранителни продукти, допринасят в значителна степен за предотвратяване и лечение на някои болести. Това може да се използва, като едно добро начало в успешната борба за лечение на болести, причинени от нездравословно хранене. Необходимо е да се промени начина на хранене на човека, за да се запази неговото здраве и да се предотврати приемането на различни лекарствени средства. Още бащата на медицината Хипократ е дал следния съвет на учениците си: *"Нека храната ви бъде лекарство и лекарството - храна."*

Нутрициологията е комплексна наука за храните и храненето на човека. Като наука на XXI век тя дава насоки за оптималното хранене в съчетание с модерния начин на живот. Много трудно е да се направи разлика между хранителните продукти, които действат лечебно и промишлено обогатените продукти, които са допълнително обогатени с различни хранителни добавки (нутриенти). Последните подобряват здравословното състояние или пък действат превантивно по отношение на различни заболявания.

Една от задачите на хранителновкусовата промишленост е производството на функционални храни, които да имат приятен вкус и задоволителна цена. Задачата на специалистите по хранене е да докажат на потребителите какви са предимствата от консумирането на такива храни.

Концепцията за функционалните храни е амбициозна и дългосрочна, но най-важно е тя да бъде изградена върху научна основа, за да може всеки да я разпознае и приеме.

Функционалните храни са храни, които съдържат съставки, които действат положително върху една или повече функции в организма, както и върху метаболизма на въглехидратите, мазнините, белтъците, а също така осигуряват правилното функциониране на храносмилателната система, кръвното налягане, сърдечно-съдовата система, нервната система, работата на панкреаса и др. Или по-краткото определение за функционални храни е „храни, които осигуряват ползи за здравето извън основното хранене“.

Ечемиченото и лимецовото брашна са богати на нискомолекулни биологично активни вещества, които оказват положително въздействие върху човешкото здраве.

В настоящата дисертация е направена разработка и изследване на функционални бисквити (обогатени с ечемичено и лимецово брашно).

I. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на настоящата дисертация е изследване на някои биологично активни вещества и физико-химични характеристики на получените функционални бисквити, обогатени с ечемичено и лимецово брашно.

За реализиране на целта са поставени следните задачи:

- (1) Определяне на биологично активните вещества и химичните свойства на използваните брашна (пшенично, ечемичено и лимецово) и флейкован лимец;
- (2) Определяне вискозитета на водната суспензия на използваните брашна с помощта на Brabender-ов амилограф;
- (3) Получаване на функционални бисквити обогатени с ечемичено и лимецово брашно и три вида подсладители;
- (4) Определяне на физичните характеристики на произведените функционални бисквити;
- (5) Определяне на химичните характеристики на функционалните бисквити;
- (6) Определяне на биологично активните вещества във функционалните бисквити;
- (7) *In vitro* разграждане на нишестето, съдържащо се във функционалните бисквити;
- (8) Определяне на сензорните характеристики на функционалните бисквити;
- (9) Проучване мнението на потребителите за използване на зърнени хранителни продукти в ежедневието..

II. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Мнение на потребителите (в РБ, РМ и РХ) за използване на зърнени хранителни продукти в ежедневието

Най-често консумирани от хората са зърнените култури и техните производни. Те са предпочитани заради положителното въздействие, което оказват върху човешкото здраве и преди всичко поради тяхната висока антиоксидантна активност (Lachman *et al.*, 2012). Продуктите на зърнена основа като бисквити, сухари и леки закуски представляват значителен източник на енергия (Benjamin and Simpson, 2012). Постоянното хранене с пълнозърнести храни намалява mortalитетa при хората (Dean *et al.*, 2007). Бисквитите са вид сладкиши, със зърнена основа и съдържат голямо количество захари и мазнини (Lourencetti, 2013).

За да проучим мнението на потребителите, за отношението им към зърнените хранителни продукти, проведехме анкета на 109 човека от Република Македония (РМ), 146 човека от Република България (РБ) и 143 човека от Република Хърватска (РХ).

Анкетният лист съдържа и въпроси като: посочете Вашия пол, възраст и образователен статус. Възрастовият състав и образователният статус на анкетираните лица от трите държави, които са попълнили анкетния лист, е посочен в таблица 1.

Таблица 1. Възрастов състав и образователен статус на анкетираните лица

		България		Македония		Хърватия	
		Брой	%	Брой	%	Брой	%
Пол	мъж	27	81,90	36	33,00	20	14,00
	жена	122	18,10	73	67,00	123	86,00
Възраст	под 20	10	6,70	13	11,90	4	2,80
	21-30	47	31,50	50	45,90	44	30,80
	31-40	42	28,20	22	20,20	45	31,50
	41-50	38	25,50	21	19,30	33	23,10
	51-60	8	5,4	3	2,80	15	10,50
	над 60	4	2,70	-	-	2	1,40
Образование	основно	2	1,30	-	-	4	2,80
	средно	39	26,20	38	34,90	28	19,60
	висше	102	68,50	66	60,60	84	58,7
	доктор	6	4,00	5	4,60	27	18,90-

Участниците в анкетата в РБ (81,50%), РМ (67,00%) и РХ (85,30%), използват зърнени храни в тяхното ежедневно хранене. С отговор – „понякога“ в РМ са отговорили 17,80%, в РБ - 26,60%, а в РХ – 14,00%.

6,40% от анкетираните в РБ и по 0,70% от анкетираните в РМ и РХ са отговорили, че „не консумират зърнени храни“. Причините, поради които анкетираните лица са отговорили с „не“ са, че 42,90% от анкетираните в РБ не използват зърнени храни, защото са на диета. 28,60% от тях не харесват такива храни, а 19,00% отговарят, че страдат от целиакия. Непоносимост към зърнените храни имат само 9,50% от анкетираните в РБ. В РМ с равен процент (33,30%) са страдащите от целиакия и тези, които са на диета. 26,00% от анкетираните в РМ не харесват зърнените храни, а 6,70% имат непоносимост към такива продукти. В РХ най-много души са отговорили, че не ядат зърнени храни поради това, че спазват определена диета (44,40%). 33,90% от анкетираните в РХ не харесват зърнените храни, а 16,70% имат непоносимост към тях.

Отговорите на въпроса: „От зърнените храни най-често консумирате?“ показват, че запитаните най-много консумират хляб (79,80% в РБ; 78,90% в РМ и 85,30% в РХ). Хлябът е една от основните храни, използвана в ежедневното хранене. Той представлява продукт, който се получава от брашно, вода и други съставки. Noorfarahzilah *et. al.*, 2014 сочат, че хлябът би могъл да се произведе чрез замяна на 15% от пшеничното брашно с ечемичено и полученият хляб ще бъде напълно приемлив за хората. Този хляб съдържа достатъчно количество протеини (лизин), хранителни влакнини, β -глюкани и минерални вещества. Вторият продукт в РБ, който е консумиран най-често са бисквитите (58,90%). Те могат да бъдат добър функционален продукт, ако за тяхното производство се използват суровини с доказани функционални свойства (Pasqualone *et al.*, 2015). В сравнение с анкетираните в РМ и РХ вторият най-често консумиран продукт от зърнените храни са мюсли (съответно 56,00% и 65,00%).

От отговорите на въпроса: „От важно значение ли е за Вас, да имате подробна информация за състава и хранителната стойност на бисквитите?“ се вижда, че за всички анкетираните, е важно да имат подходяща информация за състава и хранителната стойност на бисквитите. По 11,00% от тях в РБ и РМ са отговорили, че за тях не е важна тази информация. Този процент в РХ е по-нисък и е 9,10%. В предишни наши анкетирания проучихме мнението за това, как би могла да се класифицира по важност информацията, съдържаща се на етикета на един хранителен продукт. От направените изследвания установихме, че за анкетираните е най-важна информацията за срока на годност на продукта, а най-малко важна - количеството сол (Nakov *et al.*, 2017).

Отговорите на въпроса: „Смятате ли, че интегралните зърнени продукти (произведени от цяло зърно) оказват положителен ефект върху здравето?“ показват, че 55,00% от участниците в РБ, 61,50% от участниците в РМ и 54,50% от участниците в РХ смятат, че продуктите, произведени от пълнозърнесто брашно, оказват положителен ефект върху здравето на хората.

В Република България анкетираните консумират бисквити най-много един път в месеца (32,20%). В Република Хърватия веднъж или два пъти седмично (30,80%), докато в Република Македония анкетираните консумират бисквити веднъж седмично (26,80%).

55,90% в РХ, 51,70% в РБ и 42,20% в РМ от анкетираните купуват бисквити от пълнозърнесто брашно, защото смятат, че те са полезни за тяхното здраве.

От въпроса: „Съгласни ли сте да платите по-висока цена за бисквити, които са с променен или подобрен хранителен състав (в сравнение със стандартните бисквити)?“ се вижда, че повечето от половината анкетираните са съгласни, да платят по-висока цена (66,10% в РМ; 60,40% в РБ и 62,90% в РХ).

От отговорите на въпроса: „Ще си купите ли бисквити, които при редовно консумиране биха могли да намалят риска от сериозни заболявания?“ се вижда, че повечето от анкетираните в РМ (69,70%), РБ (65,10%) и РХ (63,60%), са отговорили с „да“. Само 4,50% (РМ), 4,10% (РБ) и 9,80% (РХ) са дали отговор: „в зависимост от цената“.

Зърното от ечемик е от семейство *Poaceae*, род *Triticeae* и *Hordeum*. Отглежданият в света ечемик е от род *Hordeum vulgare*. Той е зърнена култура, която още в Неолита се е използвала за производството на хляб. Счита се, че в началото ечемикът започва да се отглежда в Югозападната част на Азия или Северна Африка. Дивите форми на ечемика (*Hordeum spontaneum*) все още могат да се открият в Западна Азия (Ullrich, 2008). Отговорите на въпроса: „За какво се използва ечемикът?“ показват, че най-голяма част от анкетираните смятат, че ечемикът се използва в производството на бира (в РМ – 92,70%; в РБ – 79,50% и в РХ – 94,40%). Малка част от анкетираните в РМ и РХ смятат, че ечемикът се използва в производството на бисквити. 45,90% от анкетираните в РБ смятат, че ечемикът се използва в производството на хляб.

Лимецът (*Triticum monococtum* L.) е една от най-древните зърнени култури, подходяща за екологично земеделие. В сравнение с останалите зърнени култури той е по-устойчив на заболявания и може да се отглежда при по-сух климат. Днес лимецът се отглежда на териториите на медитеранските страни, но интересът към този вид пшеница става все по-голям в световен мащаб. Увеличават се научните изследвания за

хранителните ценности на лимеца, преди всичко в превенцията от ракови заболявания, диабет и хронични заболявания (Наков *et al.*, 2016a).

Отговорите на въпроса: „Каква зърнена култура е лимецът (*Triticum monosocum L.*)?“ показват, че 72,50% от анкетираните в РМ и 63,60% от РХ са отговорили, че до сега не са чували за този вид зърнена култура. Причината е, че на пазара в тези две държави не се предлага лимец и хората не са информирани за него и неговите хранителни характеристики. За разлика от тях, лимецът е известен на пазара в РБ и неговата консумация все повече се увеличава.

Амилографски анализ

Един от най-важните параметри, който отчита микро-виско амилографа, е максималният вискозитет (който се получава в резултат на желатинизацията (клайстеризацията) на нишестето). Освен този параметър са важни и намаляването на вискозитета, с което се изразява стабилността по време на смесването при висока температура (намаляване на вискозитета = максимален вискозитет – вискозитет при 92⁰C/5 минути), както и ефектът на връщането (от англ. “setback”), което означава склонността към ретроградиране на нишестеното желе (ефект на връщане = вискозитет при 50⁰C – вискозитет при 92⁰C/5 минути).

Максималните стойности на вискозитета говорят за висока или ниска амилолитична активност на брашното. Ако действието на амилазата е слабо, т.е. ако амилолитичната активност на брашното е малка, максималният вискозитет е голям (Jurđić, 2010).

При загряване на нишестената суспензия започва желатинизация на нишестето и разтваряне на нишестените гранули във водата. По този начин вискозитетът се увеличава. След охлаждане на суспензията става свързване на близко разположените полимерни вериги с помощта на водородни връзки, т.е. извършва се ретроградиране. Желатинизацията и ретроградирането оказват значително влияние върху текстурата на хранителните изделия (Krušelj, 2016).

В таблица 2 са представени амилографски данни за суспензията от вода и смес от пшенично и лимецово брашно.

Таблица 2. Средни стойности на параметрите, получени при амилографски анализ на суспензия от вода и различни съотношения на пшенично и лимецово брашно

Вид бисквити	Максимален вискозитет (BU)	Намаляване на вискозитета (<i>Breakdown</i>) (BU)	Ретроградиране на нишесте (BU)	Краен вискозитет (BU)
100% ПШ	860,25±6,80	185,50±5,00	513,50±3,50	1188,30±4,50
70% ПШ+30%Л	840,50 ±8,80	146,05±1,90	499,00±1,00	1193,50±2,60
50% ПШ+50%Л	818,00 ±2,40	144,50±1,90	495,00±2,10	1168,50±6,50
30% ПШ+70%Л	734,50 ±8,90	89,00±3,90	478,50±3,50	1124,50±2,10
100%Л	592,00 ±3,60	72,50±2,80	494,50±2,10	1014,00±3,50

*ПШ - Пшенично брашно; Л - Брашно от лимец. ** Показаните данни са средно аритметична стойност от 3 замервания ± стандартно отклонение

Най-висок максимален вискозитет е определен в суспензия от вода и 100% пшенично брашно (860,25±6,77 BU), докато най-нисък е определен в суспензията от вода и 100% брашно от лимец (592,00±3,64 BU). Увеличаването на процентът на брашно от лимец в суспензиите предизвиква постепенно намаляване на максималния вискозитет. Способността на нишестето към ретроградиране (*set back*) е най-висока в суспензията от вода и 100% пшенично брашно и намалява, когато суспензията е от вода и различни съотношения на брашната. Суспензията от вода и 100% брашно от лимец има задоволителна способност към ретроградиране на нишестето, която не е много различна от суспензията от вода и 70% пшенично и 30% лимецово брашно. В резултат на това крайният вискозитет е максимален в суспензията от вода и 100% пшенично брашно.

Brandolini *et al.* (2008) са изследвали 65 проби от *T. monocoocum* и шест сорта *T. aestivum*. Те са установили, че лимецовото брашно има по-висок максимален вискозитет, по-малка степен на намаляване на вискозитета и почти една и съща способност към ретроградиране. Подобни резултати са докладвани и от Løje *et al.* (2003). Нашите резултати се различават от докладваните по-горе. Причината за това е, че ние използвахме смес от два вида брашно, за получаване на функционални бисквити. В пълнозърнестото брашно от лимец съдържанието на нишесте е по-ниско, в сравнение с пшеничното брашно, главно поради наличието на трици (в лимец: 21,10-26,80; Gebruers *et al.*, 2008). Ето защо стойностите за максимален вискозитет на суспензиите от вода и пълнозърнесто брашно са задължително по-ниски, от тези на суспензията от вода и 100% бяло пшенично брашно.

Амилографските данни на суспензията от вода и смес от ечемичено и пшенично брашно (в различни съотношения) са представени в таблица 3.

Таблица 3. Средни стойности на параметри, получени при амилографски изследвания на суспензия от вода и различни съотношения на пшенично и ечемичено брашно

Вид бисквити	Максимален вискозитет (BU)	Намаляване на вискозитета (Breakdown) (BU)	Ретроградиране на нишесте (BU)	Краен вискозитет (BU)
100%ПШ	860,30±6,80	185,50±5,00	513,50±3,50	1188,30±4,50
70%ПШ+30%Е	850,30±2,80	183,40±0,40	517,50±2,40	1184,50±1,40
50%ПШ+50%Е	825,50±7,00	182,50±0,70	522,50±0,60	1165,50±2,10
30%ПШ+70%Е	808,10±0,70	140,30±0,90	557,50±7,30	1225,30±1,10
100%Е	794,00±6,90	90,50±0,10	598,50±6,40	1302,00±2,40

*ПШ - Пшенично брашно; Е – Ечемичено брашно. ** Показаните данни са средно аритметична стойност от 3 замервания ± стандартно отклонение

От данните показани в таблицата се вижда, че най-висок максимален вискозитет е определен в суспензията от вода и 100% пшенично брашно (860,25±6,80BU), а най-нисък - в суспензията от вода и 100% ечемичено брашно (794,00±6,90 BU). С намаляване на пшеничното брашно и същевременно увеличаване на ечемиченото брашно в суспензията, максималният вискозитет намалява. Същото е доказано и от други автори (Krušelj, 2016; Kosović, 2017). Ниските стойности на вискозитета показват, че ензимната активност в брашното е висока. Такива брашна имат голяма способност за газообразуване и много малка възможност за задържане на газовете. Обикновено те са получени чрез смилане на покълнала пшеница (Janković, 2016). Установено е, че високият вискозитет може да бъде в резултат на по-голямото количество β-глюкани, за които е известно в литературата, че увеличават вискозитета (Aastrup, 1979; Gamel *et al.*, 2012; Kosović, 2017).

Най-високо намаляване на вискозитета е определено в суспензията от вода и 100% пшенично брашно (185,50±5,00 BU), а най-ниско - в суспензията от вода и 100% ечемичено брашно (90,50±0,10 BU). С намаляване на количеството пшенично брашно и същевременно увеличаване на количество ечемичено брашно в суспензията става по-малко намаляване на вискозитета. Една от причините за намаляване на вискозитета може да бъде формирането на здрава мрежа от протеини, която поддържа нишестените гранули (Kosović, 2017).

От таблицата се вижда, че най-висок ефект на връщане (ретроградиране) е определен в суспензията от вода и 100% ечемичено брашно (598,50±6,40 BU), а най-нисък - в суспензията от вода и 100%

пшенично брашно ($513,50 \pm 3,50$ BU). Същото е установено от Kosović, 2017.

Крайният вискозитет на смес от пшенично и ечемичено брашно в различно съотношение показва, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно в суспензията, той се увеличава от $1188,3 \pm 4,50$ BU (в суспензия от 100% пшенично брашно и вода) до $1302,00 \pm 2,40$ BU (в суспензия от 100% ечемичено брашно и вода).

В тази дисертация са разработени и изследвани три типа бисквити: с пшенично брашно (контрола); обогатени с лемецово брашно; обогатени с ечемичено брашно (0:100; 30:70; 50:50; 70:30 и 100:0). Използвани са три вида подсладители: захароза; глюкозен разтвор и смес от глюкозен разтвор и захароза. Общият брой на обогатените (функционални) бисквити е 27.

Физични характеристики на бисквити

В таблица 4 са представени физичните характеристики на бисквитите (загуби при изпичане, обем, диаметър, дебелина и фактор на раширяване), произведени с подсладител смес от захароза и глюкозен разтвор.

В процеса на изпичане водата в тестото се изпарява. Крайният резултат от този процес са бисквити с характерна структура. Най-големи загуби при изпичането са получени в бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно ($15,16 \pm 1,01\%$), а най-малки - при контролните бисквити (100% пшенично брашно) – $6,99 \pm 2,33\%$. Данните от таблицата показват, че с намаляване на ечемиченото брашно в бисквитите загубите при изпичане намаляват. Това се наблюдава и в бисквитите от пшенично и лимецово брашно, т.е. с увеличаване на брашното от лимец загубите при изпичане намаляват.

Най-голям обем в тази група имат бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно ($26,33 \pm 1,67 \text{cm}^3$), докато с най-малък са бисквитите произведени от 100% пшенично брашно ($7,89 \pm 1,54 \text{cm}^3$). В бисквитите, обогатени с лимецово брашно, с увеличаване на количеството на лимецовото брашно обемът се увеличава. В бисквитите, обогатени с ечемичено брашно, с увеличаване количеството на ечемиченото брашно обемът намалява.

Таблица 4. Физични характеристики на бисквити, произведени с подсладител смес от захароза и глюкозен разтвор

Вид бисквити	Загуби при изпичане (%)	Обем (cm ³)	Диаметър (cm)	Дебелина (cm)	Фактор на разширяване
100%ПШ	6,99±2,33	7,89±1,54	5,33±0,41	1,05±0,05	50,76
70%ПШ+30%Л	11,49±0,86	20,67±2,91	6,04±0,25	1,91±0,09	31,62
50%ПШ+50%Л	14,31±0,60	23,89±2,01	6,65±0,41	1,58±0,18	42,09
30%ПШ+70%Л	14,56±0,29	24,11±0,69	7,22±0,31	1,20±0,15	60,17
100%Л	15,16±1,01	26,33±1,67	7,95±0,11	0,93±0,13	85,49
70%ПШ+30%Е	12,96±0,87	24,89±0,77	5,61±0,22	1,92±0,27	29,21
50%ПШ+50%Е	10,95±0,83	24,22±1,02	5,67±0,20	2,35±0,28	24,13
30%ПШ+70%Е	8,06±1,08	21,56±0,19	5,87±0,14	3,10±0,20	18,94
100%Е	8,40±0,55	20,67±2,67	5,38±0,15	3,24±0,29	16,60

*ПШ - Пшенично брашно; Е – Ечемичено брашно; Л - Брашно от лимец. ** Показаните данни са средно аритметична стойност от 3 замервания ± стандартно отклонение

Най-малък диаметър имат бисквитите от 100% пшенично брашно (5,33±0,41 cm), а най-голям – бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец (7,95±0,11 cm). С увеличаване на количеството ечемичено брашно се увеличава и диаметърът на бисквитите. Същото са установили и Nou *et al.*, 2012.

Дебелината на бисквитите е още един физичен параметър, който бе изследван. Констатирано е, че най-малка дебелина имат бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец (0,93±0,13 cm). Най-голяма е дебелината на бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно (3,24±0,29 cm).

Съотношението диаметър/дебелина умножено по 10 представлява фактора на разширяване на бисквитите. Стойностите на този параметър за бисквитите, произведени с подсладител смес от глюкозен разтвор и захароза са представени в таблица 4. Вижда се, че най-голям фактор на разширяване имат бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец (85,49), а най-малък - бисквитите от 100% ечемичено брашно (16,60).

В бисквитите, обогатени с лимецово брашно, с увеличаване количеството на лимецово брашно, факторът на разширяване се повишава. От друга страна за бисквитите, обогатени с ечемичено брашно, факторът на разширяване намалява, с увеличаване на ечемиченото брашно.

В таблица 5 са представени, физичните характеристики (загуби при изпичане, обем, диаметър, дебелина, фактор на разширяване) на бисквити, произведени с подсладител глюкозен разтвор.

Най-големи загуби след изпичане имат бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно (18,10±2,54%), докато най-малки са загубите при изпичане на бисквитите, произведени от: 30% пшенично брашно и 70% ечемичено брашно (11,91±0,17%) и 100% брашно от лимец (11,91±1,02%).

От таблица 5 се вижда, че в бисквитите от пшенично и лимецово брашно, с увеличаване на количеството лимецово брашно, загубите при изпичане намаляват.

Таблица 5. Физични характеристики на бисквитите, произведени с подсладител глюкозен разтвор

Вид бисквити	Загуби при изпичане (%)	Обем (cm ³)	Диаметър (cm)	Дебелина (cm)	Фактор на раширяване
100%ПШ	13,77±0,60	23,11±0,77	4,11±0,11	3,95±0,08	10,41
70%ПШ+30%Л	12,57±1,30	23,78±1,02	4,33±0,24	5,85±0,15	7,40
50%ПШ+50%Л	12,02±0,64	22,67±1,15	4,37±0,19	6,93±0,05	6,31
30%ПШ+70%Л	11,91±1,02	24,22±0,77	4,15±0,34	7,71±0,16	5,38
100%Л	11,91±0,17	21,56±2,14	4,47±0,46	8,00±0,16	5,59
100%Е	18,10±2,54	22,67±0,67	4,32±0,51	4,94±0,13	9,87
30%ПШ+70%Е	11,90±1,11	23,33±0,00	4,28±0,07	5,32±0,16	8,05
50%ПШ+50%Е	13,09±0,55	21,78±1,54	4,25±0,09	5,81±0,30	7,31
70%ПШ+30%Е	12,68±0,96	24,67±1,15	4,23±0,23	7,52±0,16	5,63

*ПШ - Пшенично брашно; Е - Ечемичено брашно; Л - Брашно от лимец. ** Показаните данни са средно аритметична стойност от 3 замервания ± стандартно отклонение

Данните за обема на бисквитите, в които като подсладител е използван глюкозен разтвор са представени в таблица 5. Най-голям обем имат тези, произведени от 70% пшенично брашно и 30% ечемичено брашно (24,67±1,15cm³). Най-малък обем е получен за бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец (21,56±2,14cm³).

Нарастването на дебелината би могло да предизвика намаляване на диаметъра на бисквитите. Измененията в диаметъра и дебелината променят и факторът на раширяването (Shukla *et al.*, 2016). Диаметърът на бисквитите, в които като подсладител е използван глюкозен разтвор е представен в таблица 5. Бисквитите от 100% пшенично брашно имат най-малък диаметър (4,11±0,11cm), а най-голям тези, произведени от 100% брашно от лимец (4,47±0,46cm). От таблицата се вижда, че в бисквитите, обогатени с ечемичено брашно, диаметърът намалява с намаляване на количеството ечемичено брашно.

Дебелината на бисквитите, в които като подсладител е използван глюкозен разтвор е представена в таблица 5. Прави впечатление, че най-дебели са бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно (8,00±0,16cm). С намаляване на количеството лимецово брашно се наблюдава намаляване на дебелината на бисквитите. С най-малка дебелина са бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно (3,95±0,08cm).

Факторът на раширяване на бисквитите, с използван подсладител глюкозен разтвор, е представен в таблица 5. Данните показват, че най-голям фактор на раширяване имат бисквитите, произведени от 100%

пшенично брашно (10,41). Най-малък фактор на раширяване имат бисквитите, произведени от 30% пшенично брашно и 70 % ечемичено брашно (5,38). С намаляване на количеството лимецово и ечемичено брашно в бисквитите, този фактор намалява.

В таблица 6 са представени данни за физичните характеристики на бисквитите, произведени с подсладител захароза.

Таблица 6. Физични характеристики на бисквити, произведени с подсладител захароза

Вид бисквити	Загуби при изпичане (%)	Обем (cm ³)	Диаметър (cm)	Дебелина (cm)	Фактор на раширяване
100%ПШ	11,36±2,00	20,00±2,00	5,15±0,24	5,39±0,26	9,55
70%ПШ+30%Л	12,31±0,61	18,00±0,67	6,33±0,15	4,32±0,07	13,30
50%ПШ+50%Л	12,82±0,63	21,11±1,02	6,17±0,09	4,64±0,21	13,30
30%ПШ+70%Л	13,72±0,78	22,67±0,67	7,13±0,59	4,07±0,11	17,52
100%Л	13,37±1,67	21,11±1,39	8,88±0,48	2,76±0,25	32,17
100%Е	10,62±0,80	23,11±0,38	5,37±0,41	5,62±0,20	9,56
30%ПШ+70%Е	12,88±0,66	27,78±1,39	5,17±0,21	5,05±0,08	10,23
50%ПШ+50%Е	12,88±0,97	23,67±0,33	5,25±0,44	5,08±0,26	10,33
70%ПШ+30%Е	11,87±2,06	26,00±1,76	5,60±0,62	4,84±0,19	11,57

*ПШ - Пшенично брашно; Е – Ечемичено брашно; Л - Брашно от лемец. **Показаните данни са средно аритметична стойност от 3 измервания ± стандартно отклонение

От таблицата се вижда, че най-големи загуби при изпичане са определени в бисквитите, произведени от 30% пшенично и 70% лимецово брашно (13,72±0,78%), докато най-малки загуби са установени при бисквитите, произведени от 100 % ечемичено брашно (10,62±0,80%). С намаляване на количеството ечемичено брашно намаляват загубите при изпичане в бисквитите, обогатени с ечемичено брашно. Същото е установено и в бисквитите, обогатени с лимецово брашно.

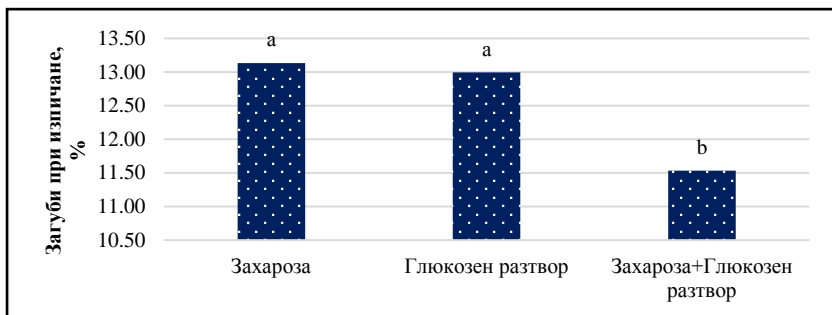
Данните за обема на бисквитите, произведени с подсладител захароза, са представени в таблица 6. От таблицата се вижда, че най-малък обем имат бисквитите, произведени от 70% пшенично брашно и 30% лимецово брашно (18,00±0,67cm³). Най-голям е обемът на бисквитите със състав от 30% пшенично брашно и 70% ечемичено брашно (27,78±1,39cm³). С увеличаване на количеството лимецово брашно се наблюдава увеличаване на обема на бисквитите.

Резултатите за диаметъра на бисквитите, произведени с подсладител захароза са представени в таблица 6. С най-малък диаметър са произведените от 100% пшенично брашно (5,15±0,24cm), а с най-голям – изготвените от 100% брашно от лемец (8,88±0,48cm). При бисквитите, обогатени с ечемичено брашно, се наблюдава нарастване на диаметъра, с повишаване на количеството пшенично брашно.

Данните за дебелината на бисквитите, в които като подсладител е използвана захароза, са показани в таблица 6. Вижда се, че най-тънки са бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец ($2,76 \pm 0,25 \text{cm}$), докато най-дебели са бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($5,39 \pm 0,24 \text{cm}$).

В таблица 6 са представени данните за фактора на раширяване на бисквитите със захароза. Вижда се, че най-малък фактор на раширяване имат бисквитите от 100% пшенично брашно, а най-голям бисквитите от 100% брашно от лимец (32,17). С увеличаване на количеството ечемичено брашно този фактор намалява, което се наблюдава в бисквитите, обогатени с ечемичено брашно.

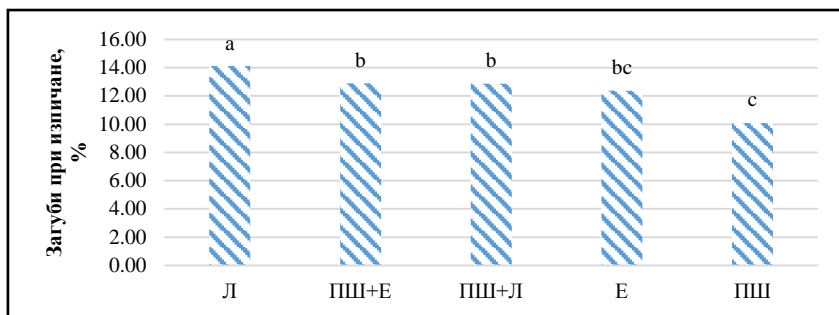
На фигура 1 е представено влиянието на използваните подсладители върху загубите при изпичане.



Фиг. 1. Влияние на различни подсладители върху загубите при изпичане на бисквитите

От фигурата се вижда, че загубите при изпичане в бисквитите, в които като подсладител е използвана смес от глюкозен разтвор и захароза, са статистически значими в сравнение с бисквитите, в които като подсладители са използвани отделно захароза и разтвор на глюкоза.

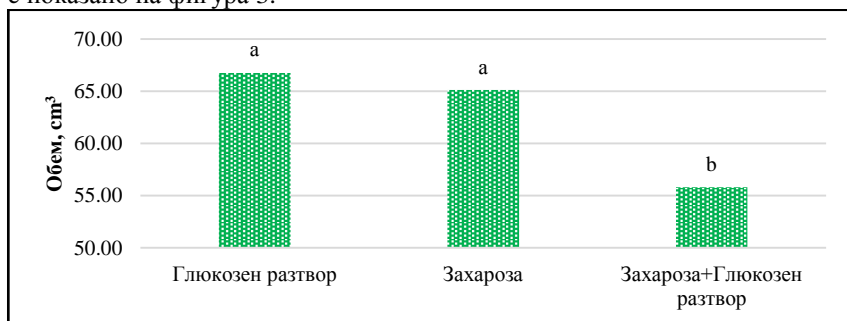
Фигура 2 представя влиянието на различните видове брашна върху загубите при изпичане.



Фиг. 2. Влияние на различни видове брашна върху загубите при изпичане на бисквитите

Загубите при изпичане, получени при всичките видове бисквити, са статистически значими. Изключение от това правят бисквитите, произведени от ечемичено брашно.

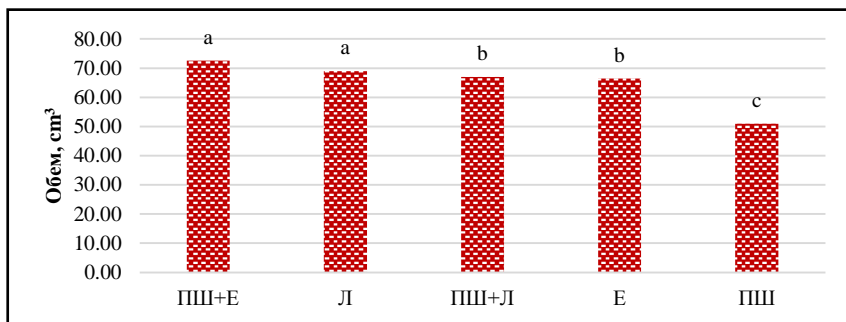
Влиянието на различните подсладители върху обема на бисквитите е показано на фигура 3.



Фиг. 3. Влияние на различни подсладители върху обема на бисквитите

От фигурата се вижда, че обемът на бисквитите, в които като подсладител е използвана смес от захароза и глюкозен разтвор, е статистически значим ($p < 0,05$) в сравнение с обема на бисквитите, в които отделно са употребени подсладителите захароза и глюкозен разтвор.

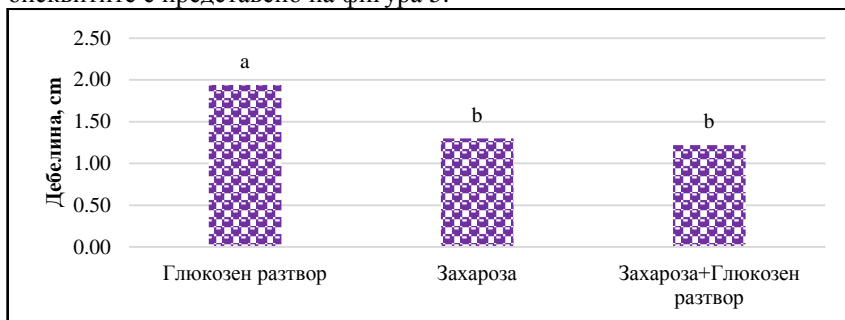
Влиянието на различните видове брашна върху обема на бисквитите е показано на фигура 4.



Фиг. 4. Влияние на различните брашна върху обема на бисквитите

Обемът на бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно е статистически значим, в сравнение с обемите на всички останали произведени бисквити.

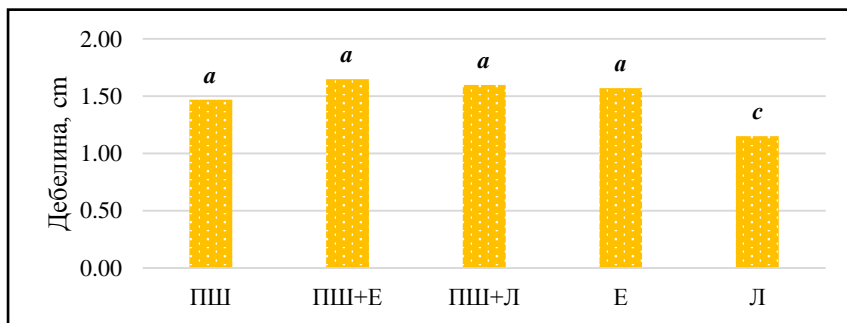
Влиянието на различните подсладители върху дебелината на бисквитите е представено на фигура 5.



Фиг. 5. Влияние на различни подсладители върху дебелината на бисквитите

Установено е, че дебелината на бисквитите, които са произведени с подсладител глюкозен разтвор е статистически значима ($p < 0,05$), в сравнение с дебелината на бисквитите, в които като подсладител е използвана захароза и смес от захароза и глюкозен разтвор.

Фигура 6 представя влиянието на различните брашна върху дебелината на бисквитите.



Фиг. 6. Влияние на различни брашна върху дебелината на бисквитите

Фигурата показва, че дебелината на бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно е статистически значима, в сравнение с дебелината на бисквитите, произведени със 100% брашно от лимец.

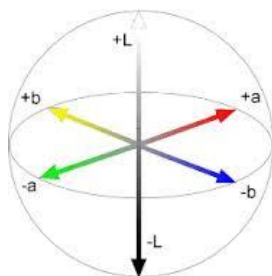
Много често потребителите оценяват качеството на продукта според неговия цвят и външен вид.

Цветът на даден продукт се получава чрез връзка между светлината и продукта. Самият цвят е под влияние на три елемента: физико-химичен състав на продукта; спектрален състав на източника на светлината, която облъчва продукта и спектрална чувствителност на очите на наблюдателя.

В системата CIE $L^*a^*b^*$ координатите за цвета на един продукт са:

- ✓ L^* - светлост / яркост /, $L^*=0$ - черен цвят, $L^*=100$ - бял цвят
- ✓ a^* - зелен цвят (-) / червен цвят (+)
- ✓ b^* - син цвят (-) / жълт цвят (+)

Цветовото пространство на система CIE $L^*a^*b^*$ е представено на фигура 7.



Фиг. 7. Цветово пространство на система CIE $L^*a^*b^*$

В таблица 7 са показани стойностите за L^* , a^* , b^* параметрите от CIE $L^*a^*b^*$ системата на бисквитите, в които като подсладител е използвана смес от глюкозен разтвор и захароза.

Стойностите за L^* параметъра на бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно са най-високи, т.е този вид е най-светъл ($68,32 \pm 3,66$). Най-ниски стойности за този параметър имат бисквитите от 100% лимецово брашно ($45,70 \pm 2,06$). В разработката на Divyashree *et al.*, 2016 е определен цветът на контролните бисквити (произведени от 100% пшенично брашно) чрез параметрите L^* , a^* , b^* . Те са установили, че стойностите за параметърът L^* са $68,41 \pm 0,19$ и са много близки до стойностите, които определяхме ние. Останалите параметри имат по-високи стойности от нашите.

С увеличаване на количеството ечемичено брашно в бисквитите, обогатени с ечемичено брашно, стойностите за L^* параметъра намаляват, т.е бисквитите стават по-тъмни. От друга страна, в бисквитите, произведени от пшенично и лимецово брашно, различните количества от двата вида брашна почти не оказват влияние върху този параметър.

Стойностите за a^* параметъра на бисквитите с подсладител смес от захароза и разтвор на глюкоза са представени в таблица 7. Този параметър разкрива дали един обект притежава червен или зелен цвят. С увеличаване на положителните стойности, цветът на изследвания обект е по-червен. При намаляване на стойностите, цветът на изследвания обект е по-зелен. От таблицата се вижда, че стойностите за параметър a^* в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно са $2,65 \pm 0,58$. Най-високи стойности за този параметър имат бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец ($9,00 \pm 2,80$). Стойностите за параметъра a^* на останалите видове бисквити са в границите от $3,04 \pm 0,50$ до $8,57 \pm 0,41$. Това показва, че всички видове бисквити имат червен цвят.

Стойностите за b^* параметъра в бисквити с подсладител смес от захароза и разтвор на глюкоза са представени в таблица 7. Те показват дали един изследван обект притежава жълт или син цвят. С повишаването на положителните стойности, цветът на изследвания обект е по-жълт. При намаляване на стойностите за параметър b^* , изследваният обект има по-син цвят. От направените изследвания установихме, че най-ниски стойности за този параметър имат бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($18,94 \pm 0,67$). Най-високи стойности за b^* са отчетени за бисквитите, произведени от 30% пшенично и 70% ечемичено брашно ($27,82 \pm 1,75$).

Параметърът ΔE показва връзката между човешкото възприятие на цвета на бисквитите и общата промяна на цвета. При сравнение на получените стойности за този параметър се вижда, че всички видове бисквити влизат в групата с големи разлики на видимостта (>6). Това

означава, че разликите между цвета на тестото и готовите бисквити могат да се забележат и с човешко око. Kosović, 2017 е установила, че още при 20% добавено ечемичено брашно получените продуктите влизат в групата с видима разлика на цвета. При увеличаване на количеството ечемичено брашно, различието между цветовете на тестото и готовите продукти нараства.

Таблица 7. Стойности в CIE L*a*b* системата за определяне цвета на бисквитите с подсладител смес от глюкозен разтвор и захароза

Подсладител	Бисквити	CIE L*a*b*			ΔE
		L*	a*	b*	
смес от захароза и глюкозен разтвор	100%ПШ	68,32±3,66	2,65±0,58	18,94±0,67	9,79
	70%ПШ+30%Е	57,80±1,49	6,05±0,80	26,61±1,30	11,23
	50%ПШ+50%Е	56,81±3,16	4,09±1,02	24,83±0,77	10,30
	30%ПШ+70%Е	55,45±3,61	7,78±1,12	27,82±1,75	9,27
	100%Е	53,22±2,79	3,04±0,50	24,65±0,88	6,54
	70%ПШ+30%Л	51,70±2,78	5,91±0,94	25,83±0,73	7,92
	50%ПШ+50%Л	50,68±2,35	6,40±1,32	26,42±1,14	8,41
	30%ПШ+70%Л	47,61±2,02	8,57±0,41	25,87±1,11	13,27
	100%Л	45,70±2,06	9,00±2,80	27,60±1,88	6,02

*ПШ - Пшенично брашно; Е – Брашно от ечемик; Л - Брашно от лимец. ** Показаните данни са средни стойности от 15 измервания ± стандартното отклонение

В таблица 8 са показани стойностите на CIE L*a*b* системата, чрез които се определя цвета на бисквитите с подсладител глюкозен разтвор.

Таблица 8. Стойности в CIE L*a*b* системата за определяне цвета на бисквитите с подсладител – глюкозен разтвор

Вид подсладител	Бисквити	CIE L*a*b*			ΔE
		L*	a*	b*	
Глюкозен разтвор	100%ПШ	67,67±1,23	4,23±1,35	30,53±2,10	20,90
	30%ПШ+70%Е	64,31±0,70	3,04±0,64	23,91±1,68	18,64
	50%ПШ+50%Е	64,36±0,61	2,81±0,60	25,61±1,76	21,57
	70%ПШ+30%Е	65,65±1,69	4,37±1,06	29,10±1,98	21,42
	100%Е	58,47±1,82	3,94±0,56	27,89±1,10	15,40
	30%ПШ+70%Л	68,14±1,70	3,42±0,91	28,08±1,32	11,41
	50%ПШ+50%Л	65,54±1,31	4,47±0,98	27,91±1,35	10,02
	70%ПШ+30%Л	62,58±1,16	5,85±0,56	27,29±1,31	8,81
	100%Л	59,99±1,86	7,23±0,76	26,68±0,91	14,33

*ПШ - Пшенично брашно; Е – Брашно от ечемик; Л - Брашно от лимец. ** Показаните данни са средни стойности от 15 измервания ± стандартното отклонение.

Глюкозният разтвор е по-малко сладък от захарозата, но той е по-активен при Maillard-овата реакция, която протича по време на изпичането. Най-често продуктите, които съдържат глюкозен разтвор имат по-светъл цвят (Sauvain et al., 2006). От таблицата се вижда, че най-висока стойност за параметъра L* имат бисквитите, произведени от 30% пшенично и 70% лимецово брашно (68,14±1,70). Най-ниски стойности за

този параметър имат бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($58,47 \pm 1,82$). В бисквитите, обогатени с ечемичено брашно, с увеличаване на последното, стойностите за този параметър намаляват. При бисквитите, обогатени с лимецово брашно, с увеличаване на брашното от лимец, стойностите за параметъра L^* нарастват.

Стойностите за параметъра a^* в бисквити, произведени с подсладител глюкозен разтвор са представени в таблица 8. От таблицата се вижда, че най-ниски стойности за този параметър имат бисквитите, произведени от 50% пшенично и 50% ечемичено брашно ($2,81 \pm 0,60$). Най-високи стойности за същия параметър са отчетени за бисквитите от 100% лимецово брашно ($7,23 \pm 0,76$). В бисквитите, обогатени с лимецово брашно се констатира, че с намаляване на количеството брашно от лимец, стойностите на a^* се увеличават.

Параметърът b^* показва дали един изследван обект притежава жълт или син цвят. Стойностите за този параметър в бисквити с подсладител глюкозен разтвор са представени в таблица 8. Най-ниски стойности за този параметър имат бисквитите, произведени от 30% пшенично и 70% ечемичено брашно ($23,91 \pm 1,68$), докато най-високи стойности за параметър b^* са отчетени за бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($30,53 \pm 2,10$). При бисквитите, обогатени с ечемичено брашно, стойностите за този параметър се увеличават, с намаляване на количеството ечемичено брашно. Същите изводи са направени и от Kosović, 2017. Понижаване на стойностите за параметър b^* се наблюдава в бисквитите, обогатени с лимецово брашно, което става при намаляване на количеството лимецово брашно.

Стойностите за параметъра ΔE показват, че всички видове бисквити влизат в групата с големи разлики на видимостта (>6). Това е причината разликите между цвета на тестото и готовите бисквити да се забелязват и с човешко око.

В таблица 9 са представени данните за параметрите L^* , a^* , b^* в бисквити с подсладител захароза.

Таблица 9. Стойности в CIE $L^*a^*b^*$ системата за определяне цвета на бисквити с подсладител – захароза

Вид подсладител	Бисквити				ΔE
		L^*	a^*	b^*	
Захароза	100%ПШ	66,92±1,93	2,48±1,42	27,50±1,50	15,73
	30%ПШ+70%Е	59,15±0,31	5,32±0,65	27,15±0,88	11,63
	50%ПШ+50%Е	60,62±0,80	4,38±0,51	26,37±0,92	12,58
	70%ПШ+30%Е	60,05±0,24	3,89±0,55	26,48±0,91	11,38
	100%Е	59,13±2,94	3,16±0,36	24,76±0,76	10,96
	30%ПШ+70%Л	61,30±2,63	1,49±0,82	25,10±1,28	9,06
	50%ПШ+50%Л	57,05±3,36	3,21±0,65	25,97±1,18	8,86
	70%ПШ+30%Л	53,05±2,43	5,34±0,88	26,36±1,06	10,45
	100%Л	45,67±3,41	3,23±0,93	22,37±1,47	5,35

*ПШ - Пшенично брашно; Е – Брашно от ечемик; Л - Брашно от лимец. ** Показаните данни са средни стойности от 15 измервания ± стандартното отклонение

Факторите, от които зависи цвета на крайния продукт са: *Maillard*-овата реакция, която протича между протеините и захарите; цвета на използваните съставки; рецептурния състав и времето на изпичане (Gurung *et al.*, 2016). Захарозата придава сладост и цвят на бисквитите (Cauvain *et al.*, 2006).

Най-високи стойности за параметър L^* имат бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно (66,92±1,93), докато най-ниски - бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец (45,67±3,41). От таблицата се вижда, че когато бисквитите са обогатени с ечемичено брашно, с намаляване на количеството ечемичено брашно, стойностите за този параметър се увеличават. Понижаване на стойностите на параметър L^* се наблюдава при намаляване на количеството брашно от лимец.

Резултатите за параметър a^* в бисквитите с подсладител захароза са представени в таблица 9. Най-ниски стойности имат бисквитите, произведени от 30% пшенично брашно и 70% брашно от лимец (1,49±0,82), а най-високи стойности са определени в бисквитите, произведени от 70% пшенично брашно и 30% брашно от лимец (5,34±0,88). От таблицата се вижда, че в бисквитите, обогатени с ечемичено брашно, с намаляване на количеството ечемичено брашно, стойностите за параметър a^* се понижават. С намаляване на количеството брашно от лимец, стойностите за този параметър се увеличават.

В таблица 9 са представени стойностите за параметър b^* . Най-ниски са неговите стойности за бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец (22,37±1,47). Най-високи стойности за b^* са отчетени при бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно (27,50±1,50). От

таблицата се вижда, че в бисквитите, обогатени с лимецово брашно, с намаляване на количеството брашно от лимец, стойностите за този параметър се увеличават. Стойностите за параметъра ΔE показват, че почти всички видове бисквити влизат в групата с големи разлики на видимостта (>6). Това означава, че разликите между цвета на тестото и готовите бисквити, могат да се забележат и с човешко око. Изключение правят бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно, които влизат в групата със средни разлики във видимостта (3-6).

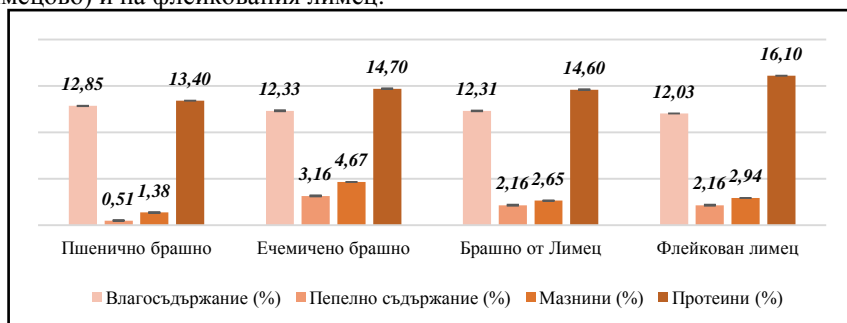
По време на изпичането на бисквитите, протичат реакции на *Maillard* и карамелизиране, които предизвикват потъмняване на бисквитите. При протичане на тези реакции става раширяване на тестото, което се дължи на изпаряване на водата както и на създаване на термична експанзия на газове (Rao and Bhargavi, 2017).

Реакциите на *Maillard* протичат между протеините и редуциращите захари по повърхността на бисквитите (Edwards, 2007).

Химични характеристики на произведените функционални бисквити

Биохимичните и физиокохимичните реакции които протичат в тестото по време на изпичането му включват: денатуриране на белтъците, разрушаване на нишестената структура и разтапяне на мазнините (Rao and Bhargavi, 2017).

На фигура 8 са представени химичните показатели на използваните за производството на бисквити брашна (бяло пшенично, ечемичено, лимецово) и на флейкования лимец.



Фиг. 8. Химични показатели на брашна и на флейкован лимец

От фигурата се вижда, че с най-високо влагосъдържание е пшеничното брашно ($12,85 \pm 0,02\%$), а с най-ниско – флейкованият лимец ($12,03 \pm 0,00\%$). Влагосъдържанието на пшеничното брашно трябва да е в

граница от 11 до 14%. Количеството влага в брашното, е много важен параметър, който показва качеството на брашното. Високото влагосъдържание влияе и върху срока на съхранение на брашното, т.е. предизвиква развитие на микроорганизми (Saeid *et al.*, 2013).

Koehler *et al.*, 2013 са определили, че влагосъдържанието в пшеничното брашно е 12,60%, а в ечемиченото – 12,10%. Тези данни са много близки до представените от нас.

Различното влагосъдържание на брашната, се дължи на различните видове зърнени култури, генетичните, агрономичните и др. условия (Saeid *et al.*, 2013).

Минералните вещества оказват важна роля, за това дали един продукт ще бъде функционален, а също и за положителното влияние върху здравето на човека (Saeid *et al.*, 2013). От фигура 8 се вижда, че най-ниско е количеството на минералните вещества в пшеничното брашно ($0,51 \pm 0,04\%$), а най-високо – в ечемиченото брашно ($3,16 \pm 0,05\%$).

Okafor *et al.*, 2015 в своите изследвания са определили $0,56 \pm 0,30\%$ минерални вещества в пшеничното брашно. Тези резултати са почти еднакви с определените от нас. Количеството минерални вещества, определено от Saeid *et al.*, 2013 в различни видове пшенично брашно, е в границите от 0,387 до 0,720%. Пепелното съдържание, определено от Koehler *et al.*, 2013 в пшеничното брашно е 1,70%, а в ечемиченото – 2,30%. Много автори твърдят, че увеличеното количество на минерални вещества, се дължи на наличието на обвивката на зърното в брашното (Saeid *et al.*, 2013).

Най-голямо количество мазнини има ечемиченото брашно ($4,67 \pm 0,01\%$), а най-малко – пшеничното брашно ($1,38 \pm 0,04\%$) – фиг. 8.

Okafor *et al.*, 2015 са определили $1,30 \pm 0,62\%$ мазнини в пшеничното брашно. Тези данни са почти еднакви с нашите, получени за пшенично брашно. Gurung *et al.*, 2016 в своите изследвания са определили $1,26 \pm 0,08\%$ мазнини в пшеничното брашно, а Divyashree *et al.*, 2016 в същото брашно са установили $1,55 \pm 0,16\%$ мазнини. В зависимост от вида и сорта на зърнените култури, количеството мазнини е различно (Koehler *et al.*, 2013).

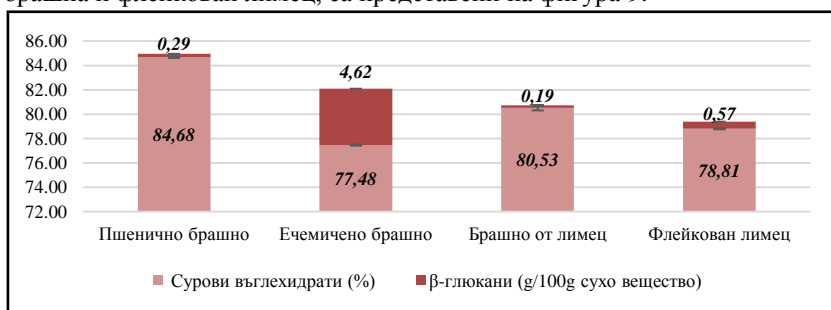
Hidalgo *et al.* 2014 в своя литературен обзор установяват, че количеството мазнини в лимеца, е повече в сравнение с пшеничното брашно. При сравняване на получените резултати от нашите изследвания можем да заключим същото.

На фигура 8 се вижда, че най-голямо количество протеини има в флейкования лимец ($16,10 \pm 0,00\%$), а най-малко – в пшеничното брашно ($13,40 \pm 0,00\%$).

Количеството протеини, определено в различни видове пшенични брашна, е в границите от 8,67 до 12,47% (Saeid *et al.*, 2013), което е близо

до получените от нас данни. Divyashree *et al.*, 2016 са определили $9,31\pm 0,18\%$ протеини в пшеничното брашно, а Gurung *et al.*, 2016 – $11,88\pm 0,50\%$. Протеините в брашното не са само индикатор за неговата хранителна стойност. Те оказват голямо влияние и върху реологичните свойства на тестото (Saeid *et al.*, 2013). Количеството протеини в зърнените култури е в границите не по-малко от 6 и не повече от 20%. Това зависи от генотипа, условията на отглеждане и др. (Koehler *et al.*, 2013).

Получените резултати за количеството на сурови въглехидрати и β -глюкани, определени в използваните при производството на бисквити брашна и флейкован лимец, са представени на фигура 9.



Фиг. 9. Сурови въглехидрати и β -глюкани в брашна и флейкован лимец

От фигурата се вижда, че пшеничното брашно съдържа $84,68\pm 0,05\%$ сурови въглехидрати (най-голямо количество), ечемиченото – $77,48\pm 0,06\%$ (най-малко количество), брашното от лимец – $80,53\pm 0,22\%$, а флейкованият лимец – $78,81\pm 0,06\%$.

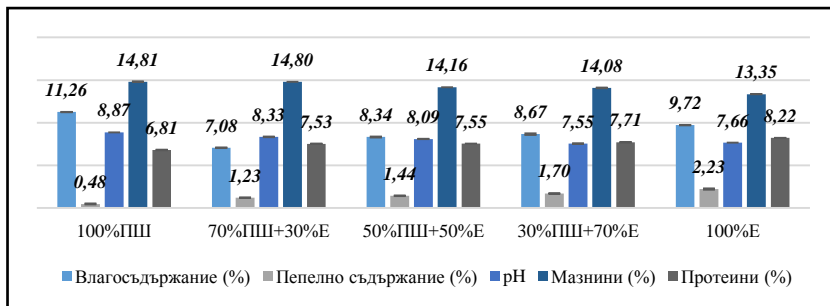
Относно съдържанието на β -глюкани пшеничното брашно съдържа $0,29\pm 0,00$ g/100g сухо вещество, ечемиченото – $4,62\pm 0,00$ g/100g сухо вещество (най-много), брашното от лимец – $0,19\pm 0,04$ g/100 g сухо вещество (най-малко), а флейкованият лимец – $0,57\pm 0,00$ g/100g сухо вещество.

Mariotti *et al.*, 2014 в своите изследвания са установили, че количеството на β -глюкани в пшеничното брашно е $0,136$ g/100g сухо вещество, а в ечемиченото – $2,923$ g/100g сухо вещество. Съдържанието на β -глюкани в ечемичените продукти може да варира в зависимост от типа и сорта на ечемика, използван в производството (National Barley Food Council, 2018).

От направеният анализ установихме, че лимецовото брашно и флейкованият лимец нямат съществени разлики в химичните показатели. От друга страна самият процес на флейковане на лимеца допълнително би оскъпил продукта (бисквитите) и поради това в представените по-долу

резултати сме избрали, за производството на бисквити да използваме само лимецово брашно.

На фигура 10 са представени стойностите на химичните показатели (влагосъдържание, пепелно съдържание, рН, мазнини и протеини) в бисквити: произведени от 100% пшенично брашно; бисквити в съотношения на пшенично:ечемичено брашно (70:30, 50:50, 30:70); бисквити от 100% ечемичено брашно. Като подсладител се използва смес от захароза и глюкозен разтвор.



Фиг. 10. Химични показатели на бисквити, произведени от пшенично и ечемичено брашно, с подсладител смес от захароза и глюкозен разтвор

От представените на фигура 10 резултати, се вижда, че най-голямо влагосъдържание имат контролните бисквити (100% ПШ) – $11,26 \pm 0,02\%$, а най-малко – бисквитите, произведени от 70% пшенично и 30% ечемичено брашно ($7,08 \pm 0,04\%$). От фигурата се вижда, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, влагосъдържанието на бисквитите се увеличава. Същата тенденция се наблюдава, относно пепелното съдържание на бисквитите.

Най-ниско пепелно съдържание имат контролните бисквити (100% ПШ) – $0,48 \pm 0,02\%$; а най-високо – бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($2,23 \pm 0,06\%$). Gurung *et al.*, 2016 са определили $0,76 \pm 0,17\%$ пепелно съдържание в пшенични бисквити.

Bulbulušić *et al.*, 2014 са установили, че температурата на изпичане не оказва влияние върху количеството минерални вещества в бисквитите, произведени от различно съотношение на ечемичено и пшенично брашно.

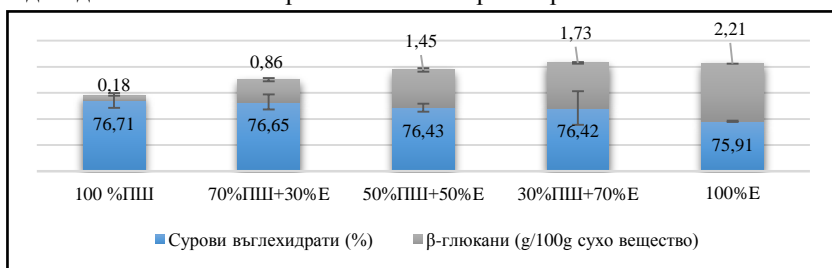
рН стойностите (фиг. 10) на всички видове бисквити са в границите от $7,55 \pm 0,03$ до $8,87 \pm 0,00$. Džafić *et al.*, 2015 в своите изследвания посочват рН стойност от $8,79 \pm 0,04$ за бисквитите от 100% пшенично брашно. Тези стойности са много близки до получените от нас, за бисквитите от същия тип брашно. Bulbulušić *et al.*, 2014 са получили

близки ($7,78 \pm 0,26$) до определените от нас рН стойности в бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно.

От фигура 10 се вижда, че най-голямо количество мазнини имат контролните бисквити (100% ПШ) – $14,81 \pm 0,02\%$, а най-малко – бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($13,35 \pm 0,35\%$). Наблюдава се тенденция, че с увеличаване на количеството ечемичено брашно в рецептурния състав на бисквитите, количеството на мазнините намалява.

Бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно имат най-малко количество протеини ($6,81 \pm 0,05\%$). Най-високо количество протеини имат бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($8,22 \pm 0,01\%$). Освен това, с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, се увеличава съдържанието на протеини в бисквитите.

На фигура 11 са представени данните за количеството сурови въглехидрати и β -глюкани в бисквитите, обогатени с ечемичено брашно с подсладител смес от захароза и глюкозен разтвор.



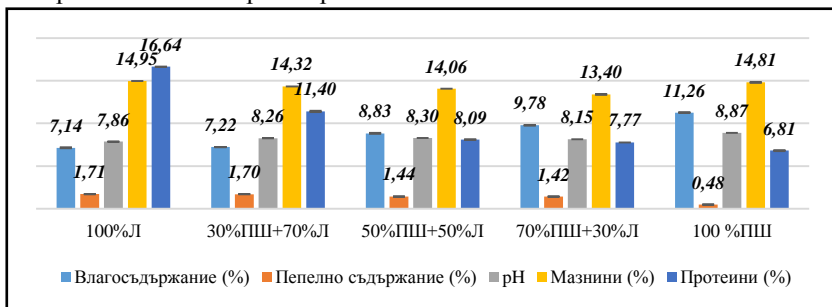
Фиг. 11. Сурови въглехидрати и β -глюкани в бисквитите, произведени от пшенично и ечемичено брашно, с подсладител смес от захароза и глюкозен разтвор

От фигурата се вижда, че най-високо съдържание на сурови въглехидрати имат бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($76,71 \pm 0,18\%$), а най-ниско – бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($75,91 \pm 0,02\%$). Наблюдава се и това, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно в бисквитите, намалява количеството на сурови въглехидрати. Gurung *et al.*, 2016 са определили незначително по-големи количества (около 1%) на сурови въглехидрати ($77,72 \pm 0,44\%$), в сравнение с произведените от нас бисквити със 100% пшенично брашно.

Количеството на β -глюкани (фиг. 11) е най-малко в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($0,18 \pm 0,00$ g/100g сухо вещество), а най-голямо - в бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($2,21 \pm 0,00$ g/100g сухо вещество). От фигурата се вижда, че с увеличаване на количеството ечемичено брашно в бисквитите, съдържанието на β -

глюкани се увеличава. Kosović, 2017 е достигнала до същите изводи, изследвайки макаронени изделия, произведени с различно количество ечемичено брашно (10, 20, 30, 40 и 50%). Bulbulušić *et al.*, 2014 установяват, че количеството β -глюкани в бисквити, произведени от 100% ечемичено брашно, изпечени при температура 150 °C, са в количество от $2,51 \pm 0,04$ g/100g сухо вещество.

На фигура 12 са представени данните за химичните показатели (влагодържание, пепелно съдържание, рН, мазнини и протеини) за бисквити: произведени от 100% брашно от лимец; бисквити в съотношения на пшенично:лимецово брашно (30:70, 50:50, 70:30); бисквити от 100% пшенично брашно. Подсладителят тук, също е смес от захароза и глюкозен разтвор.



Фиг. 12. Химични показатели на бисквити, произведени от пшенично и лимецово брашно, с подсладител смес от захароза и глюкозен разтвор

От представените на фигурата данни се вижда, че най-ниско влагодържание имат бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец ($7,14 \pm 0,06\%$), а най-високо – бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($11,26 \pm 0,02\%$). Установихме, че с увеличаване количеството на брашото от лимец, влагодържанието на бисквитите намалява.

С най-високо пепелно съдържание са бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец ($1,71 \pm 0,01\%$), а с най-ниско – бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($0,48 \pm 0,02\%$). От фигурата се вижда, че с увеличаване количеството на лимецовото брашно, нараства пепелното съдържание в бисквитите.

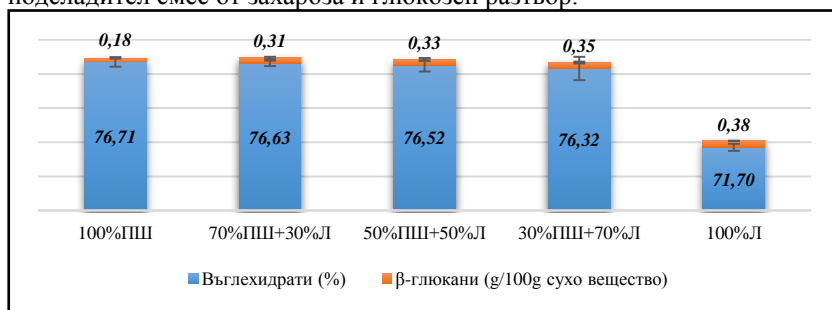
Стойностите на рН в бисквитите са в границите от $7,86 \pm 0,01$ (бисквити от 100 % лимецово брашно) до $8,87 \pm 0,00$ (бисквити от 100 % пшенично брашно).

От фигура 12 е видно, че най-високо съдържание на мазнини имат бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец ($14,95 \pm 0,00\%$), а най-ниско – бисквитите, произведени от 70% пшенично брашно и 30% брашно

от лимец ($13,40 \pm 0,04\%$). С увеличаване на количеството брашно от лимец (до 70%), съдържанието на мазнини се увеличава.

Най-високо съдържание на протеини имат бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец ($16,64 \pm 0,02\%$), а най-ниско – бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($6,81 \pm 0,05\%$). С увеличаване на количеството на лимецовото брашно, съдържанието на протеини се увеличава.

На фигура 13 са представени данните за сурови въглехидрати и β -глюкани в бисквитите, произведени от пшенично и лимецово брашно, с подсладител смес от захароза и глюкозен разтвор.

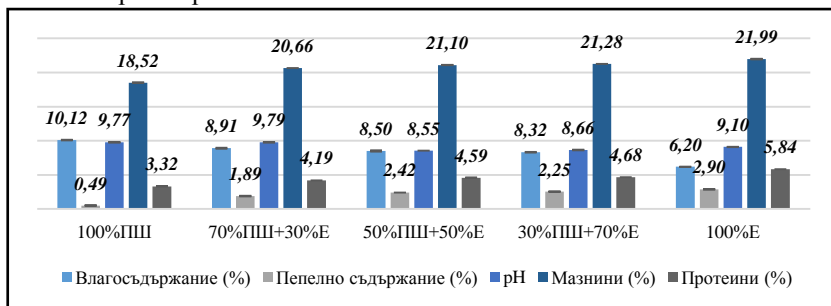


Фиг. 13. Сурови въглехидрати и β -глюкани в бисквити, произведени от пшенично и лимецово брашно, с подсладител смес от захароза и глюкозен разтвор

От фигурата се вижда, че най-високо съдържание на сурови въглехидрати, е определено в бисквитите със 100% пшенично брашно ($76,71 \pm 0,28\%$), а най-ниско – в бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно ($71,70 \pm 0,10\%$). С увеличаване количеството на лимецовото брашно в бисквитите, намалява съдържанието на сурови въглехидрати.

Относно съдържанието на β -глюкани, най-високи стойности са определени в бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец ($0,38 \pm 0,10$ g/100g сухо вещество), а най-ниски – в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($0,18 \pm 0,00$ g/100g сухо вещество). Вижда се, че с увеличаване количеството на брашното от лимец, се увеличава съдържанието на β -глюкани в бисквитите.

На фигура 14 са представени данните за химичните показатели (влагосъдържание, пепелно съдържание, рН, мазнини и протеини) в бисквити, произведени от пшенично и ечемичено брашно, с подсладител глюкозен разтвор.



Фиг. 14. Химични показатели на бисквити, произведени от пшенично и ечемичено брашно, с подсладител глюкозен разтвор

От фигурата се вижда, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно в бисквитите, влагосъдържанието им намалява. Най-голямо влагосъдържание имат бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно (10,12±0,04%), а най-ниско – бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно (6,20±0,03%).

Видно е също, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, в рецептурния състав на бисквитите, се увеличава и пепелното съдържание. Най-голямо пепелно съдържание имат бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно (2,90±0,05%), а най-ниско – бисквитите, от 100% пшенично брашно (0,49±0,07%).

Džafić *et al.*, 2015 са определили съдържание на минерални вещества в бисквити, произведени от 100% пшенично брашно – 1,49±0,16%. Okafor *et al.*, 2015 в бисквити от 100% пшенично брашно са определили 0,56±0,30% пепелно съдържание. Тези данни са почти еднакви с определените от нас.

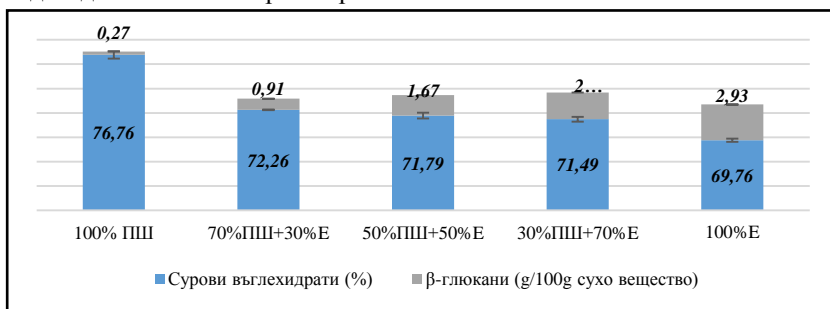
pH стойностите на бисквитите са в граници от 8,55±0,01 (за бисквити, произведени от 50% пшенично и 50% ечемичено брашно) до pH 9,77±0,04 (в бисквити, произведени от 100% пшенично брашно). Bulbulušić *et al.*, 2014 посочват pH стойност от 7,78±0,26 в бисквити, произведени от 70% ечемичено и 30% пшенично брашно. Тези pH стойности са по-ниски от нашите, получени за същия вид бисквити.

От фигура 14 се вижда, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, се увеличава съдържанието на мазнини в бисквитите. Най-малко мазнини съдържат бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно (18,52±0,01%), а най-голямо – бисквитите,

произведени от 100% ечемичено брашно ($21,99 \pm 0,05\%$). Divyashree *et al.*, 2016 са определили $17,08 \pm 0,31\%$ мазнини в бисквити от 100% пшенично брашно. Тези данни са много близки до нашите, получени за същия вид бисквити.

Най-ниско съдържание на протеини има в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($3,32 \pm 0,03\%$), а най-високо – в бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($5,84 \pm 0,01\%$). С увеличаване количеството на ечемиченото брашно, се увеличава съдържанието на протеини в бисквитите.

На фигура 15 е представено количеството на сурови въглехидрати и β -глюкани в бисквити, произведени от пшенично и ечемичено брашно, с подсладител глюкозен разтвор.

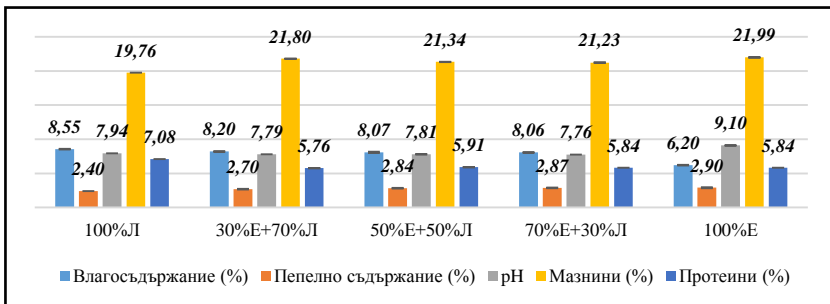


Фиг. 15. Сурови въглехидрати и β -глюкани в бисквити, произведени от пшенично и ечемичено брашно, с подсладител глюкозен разтвор

От фигурата се вижда, че най-високо съдържание на сурови въглехидрати, е определено в бисквитите от 100% пшенично брашно ($76,76 \pm 0,30\%$), а най-ниско – в бисквитите, от 100% ечемичено брашно ($69,76 \pm 0,12\%$). Вижда се, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, се увеличава съдържанието на сурови въглехидрати в бисквитите. Окафор *et al.*, 2015 са определили $76,52 \pm 0,15\%$ сурови въглехидрати в бисквити, произведени от 100% пшенично брашно. Тези данни са почти еднакви с получените от нас за този параметър.

Най-високо съдържание на β -глюкани е определено в бисквитите от 100% ечемичено брашно ($2,93 \pm 0,01$ g/100g сухо вещество), а най-ниско – в бисквитите от 100% пшенично брашно ($0,27 \pm 0,00$ g/100g сухо вещество). Установено е, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, се увеличава количеството на β -глюкани. Vulbulušić *et al.*, 2014 в бисквити, произведени от 70% ечемичено и 30% пшенично брашно, са определили $2,16 \pm 0,07$ g/100g сухо вещество β -глюкани, което е много близко до определените от нас.

На фигура 16 са представени данните за химичните показатели (влагосъдържание, пепелно съдържание, рН, мазнини и протеини) в бисквити, произведени от пшенично и лимецово брашно, с подсладител глюкозен разтвор.



Фиг. 16. Химични показатели на бисквити, произведени от лимецово и пшенично брашно, с подсладител глюкозен разтвор

От фигурата се вижда, че с увеличаване количеството на брашното от лимец, влагосъдържанието на бисквитите намалява. Най-високо влагосъдържание имат бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($10,12 \pm 0,04\%$), а най-ниско – бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно ($8,55 \pm 0,04\%$).

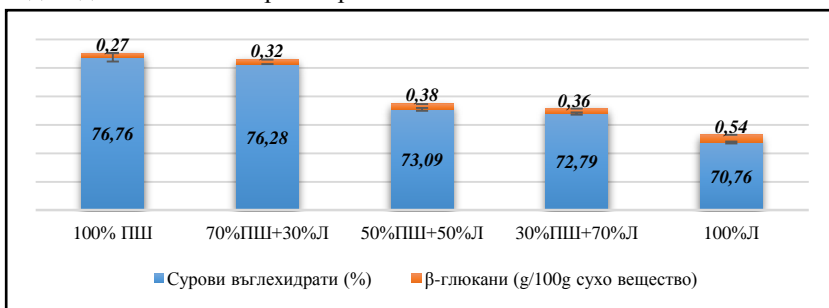
С увеличаване количеството на брашното от лимец, се увеличава и пепелното съдържание в бисквитите. Най-ниско пепелно съдържание имат бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($0,49 \pm 0,07\%$), а най-високо – бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно ($2,40 \pm 0,01\%$).

pH стойностите на тези видове бисквити са в границите от $6,26 \pm 0,05$ (в бисквити, произведени от 30% пшенично брашно и 70% брашно от лимец) до $9,77 \pm 0,01$ (в бисквити от 100% пшенично брашно).

Най-високо съдържание на мазнини имат бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец ($14,95 \pm 0,00\%$), а най-ниско – бисквитите, произведени от 70% пшенично брашно и 30% брашно от лимец ($13,40 \pm 0,04\%$).

Най-голямо е количеството на протеините при бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец ($16,64 \pm 0,02\%$), а най-малко – в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($6,81 \pm 0,05\%$). От фигурата също така се вижда, че с увеличаване количеството на брашното от лимец, се увеличава количеството на протеини в произведените бисквити.

На фигура 17 са представени данните за сурови въглехидрати и β -глюкани в бисквити, произведени от пшенично и лимецово брашно, с подсладител глюкозен разтвор.

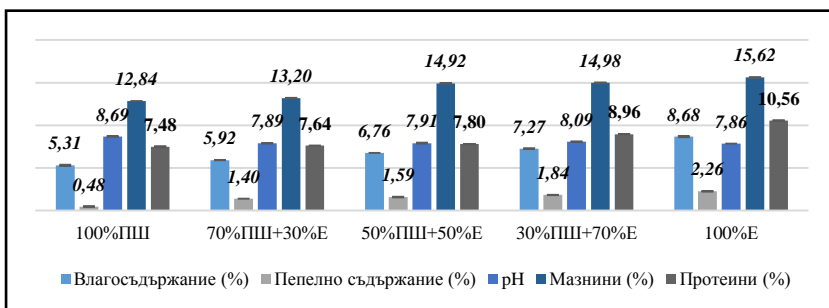


Фиг. 17. Сурови въглехидрати и β -глюкани в бисквити, произведени от пшенично и лимецово брашно, с подсладител глюкозен разтвор

Най-високо съдържание на сурови въглехидрати е определено в бисквитите от 100% пшенично брашно ($76,76 \pm 0,30\%$), а най-ниско – в бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно ($70,76 \pm 0,06\%$). Вижда се, че с увеличаване количеството на лимецовото брашно, намалява съдържанието на сурови въглехидрати.

Най-високо съдържание на β -глюкани, е определено в бисквити, произведени от 100% лимецово брашно ($0,54 \pm 0,00$ g/100g сухо вещество), а най-ниско – в бисквитите от 100% пшенично брашно ($0,27 \pm 0,00$ g/100g сухо вещество).

На фигура 18 са представени данните за химичните показатели (влажосъдържание, пепелно съдържание, рН, мазнини и протеини) на бисквити, обогатени с ечемичено брашно, с подсладител захароза.



Фиг. 18. Химични показатели на бисквити, обогатени с ечемичено брашно, с подсладител захароза

От фигурата се вижда, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, се увеличава влагосъдържанието на бисквитите. Най-голямо влагосъдържание имат бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($8,68 \pm 0,06\%$), а най-малко – бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($5,31 \pm 0,07\%$).

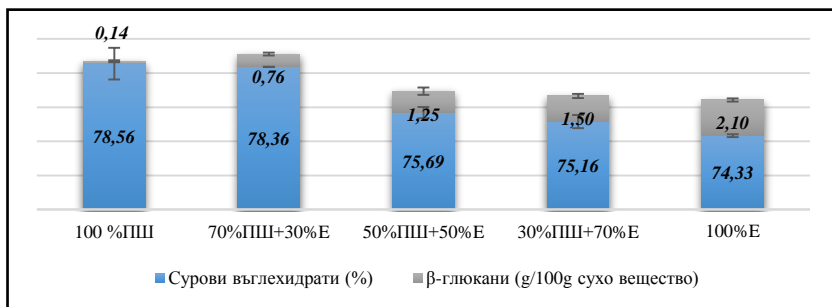
Най-голямо пепелно съдържание имат бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($2,26 \pm 0,04\%$), а най-малко – бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($1,12 \pm 0,01\%$). От фигурата се вижда, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно в състава на бисквитите, се увеличава пепелното им съдържание. Čukelj, 2013 е определила $1,59 \pm 0,00\%$ минерални вещества в бисквити, които съдържат 75% ечемичено брашно.

От представените данни за рН се вижда, че най-висока рН стойност имат бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($8,69 \pm 0,02$), а най-ниска – бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($7,86 \pm 0,01$). С намаляване количеството на пшеничното брашно, рН стойностите на бисквитите намаляват. Bulbulušić *et al.*, 2014 в бисквити от 50% пшенично и 50% ечемичено брашно са определили $8,30 \pm 0,02$ рН стойност, която е по-голяма от рН стойността за същия вид бисквити, произведени от нас.

Най-малко е количеството на мазнините (фиг. 18), в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($12,84 \pm 0,01\%$), а най-голямо – в бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($15,62 \pm 0,01\%$). От фигурата също така се вижда, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, съдържанието на мазнини в бисквитите се увеличава. Čukelj, 2013 в бисквити от 100% пшенично брашно е определила $10,21 \pm 0,06\%$ мазнини. Тези данни са по-ниски от нашите, получени за същия вид бисквити. Същият автор в бисквити, които съдържат 75% ечемичено брашно, е определил $15,63 \pm 0,63\%$ мазнини. Данните за съдържанието на мазнини в този вид бисквити, са много близки до получените от нас.

Най-голямо количество протеини имат бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($10,56 \pm 0,05\%$), а най-ниско – бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($7,48 \pm 0,09\%$). С увеличаване количеството на ечемиченото брашно, се увеличава и количеството на протеините в бисквитите.

На фигура 19 са представени данните за съдържанието на сурови въглехидрати и β -глюкани, в бисквитите от пшенично и ечемичено брашно, с подсладител захароза.

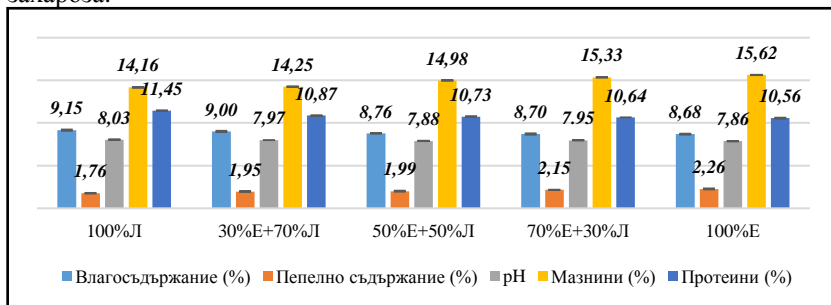


Фиг. 19. Сурови въглехидрати и β-глюкани в бисквити, обогатени с ечемичено брашно, с подсладител захароза

Най-високо съдържание на сурови въглехидрати е определено в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($78,56 \pm 0,93\%$), а най-ниско – в бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($74,33 \pm 0,08\%$). От фигура 19 се вижда, че когато количеството на ечемиченото брашно се увеличава, съдържанието на сурови въглехидрати намалява.

От представените данни за количеството на β-глюкани в бисквитите, се вижда, че най-високо съдържание на β-глюкани имат бисквитите от 100% ечемичено брашно ($2,10 \pm 0,09$ g/100g сухо вещество), а най-ниско – бисквитите от 100% пшенично брашно ($0,14 \pm 0,06$ g/100g сухо вещество). Вижда се, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, съдържанието на β-глюкани също се увеличава. Същата тенденция са установили и Bulbulušić *et al.*, 2014.

На фигура 20 са представени данните за химичните показатели (влажосъдържание, пепелно съдържание, рН, мазнини и протеини) в бисквити, произведени от пшенично и лимецово брашно, с подсладител захароза.



Фиг. 20. Химични показатели на бисквити, обогатени с лимецово брашно, с подсладител захароза

От фигурата се вижда, че най-голямо влагосъдържание имат бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец ($9,15 \pm 0,08\%$), а най-малко – бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($5,31 \pm 0,07\%$). С увеличаване количеството на брашното от лимец влагосъдържанието на бисквитите се увеличава.

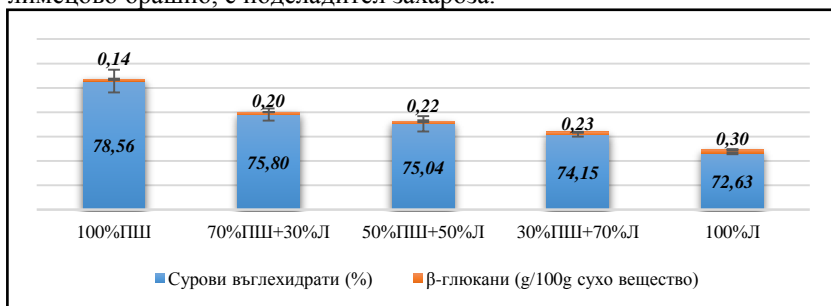
Най-високо пепелно съдържание имат бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец ($1,76 \pm 0,03\%$), а най-ниско – бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($0,49 \pm 0,01\%$). От фигурата се вижда, че с увеличаване количеството на брашното от лимец, се увеличава и пепелното съдържание на бисквитите.

pH стойностите на произведената група бисквити, са в границите от $7,91 \pm 0,05$ (в бисквити от 50% пшенично и 50% лимецово брашно) до $8,69 \pm 0,02$ (в бисквити от 100% пшенично брашно).

Най-малко количество мазнини имат бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($12,84 \pm 0,01\%$), а най-голямо – бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно ($14,16 \pm 0,01\%$). От фигурата също така се вижда, че с увеличаване количеството на брашно от лимец, се увеличава и съдържанието на мазнини в бисквитите.

Данните за съдържашото се количество протеини в бисквитите, произведени от пшенично и лимецово брашно, с подсладител захароза показват, че най-голямо количество протеини имат бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец ($11,45 \pm 0,04\%$), а най-малко – бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($7,48 \pm 0,09\%$). От фигура 20 също така се вижда, че с увеличаване количеството на брашното от лимец, се увеличава и количеството на протеини в бисквитите.

На фигура 21 са представени данните за съдържанието на сурови въглехидрати и β -глюкани в бисквити, произведени от пшенично и лимецово брашно, с подсладител захароза.



Фиг. 21. Сурови въглехидрати и β -глюкани в бисквити, обогатени с лимецово брашно, с подсладител захароза

Най-високо съдържание на сурови въглехидрати е определено в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($78,56 \pm 0,93\%$), а най-ниско – в бисквитите от 100% лимецово брашно ($72,63 \pm 0,08\%$). От фигурата се вижда, че с намаляване количеството на пшеничното брашно, намалява съдържанието на сурови въглехидрати в бисквитите.

Най-високо е количеството на β -глюкани в бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно ($0,30 \pm 0,04$ g/100g сухо вещество), а най-ниско – в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($0,14 \pm 0,06$ g/100g сухо вещество). От фигурата се вижда, че с увеличаване количеството на лимецовото брашно, се увеличава и количеството на β -глюкани.

В таблица 10 са показани стойностите за съдържанието на общи полифеноли, антиоксидантна активност и общи каротеноиди в използваните за производството на бисквити брашна и флейкован лимец.

Таблица 10. Съдържание на общи полифеноли, антиоксидантна активност и общи каротеноиди в брашна и флейкован лимец

Суровини	Общи полифеноли (mg GAE/g сухо вещество)	Антиоксидантна активност (% DPPH)	Общи
			каротеноиди (mg/kg сухо вещество)
Пшенично брашно	$1,24 \pm 0,20$	$11,68 \pm 0,45$	$3,60 \pm 0,70$
Ечемичено брашно	$3,07 \pm 0,00$	$12,12 \pm 0,53$	$6,20 \pm 0,57$
Лимецово брашно	$1,59 \pm 0,50$	$12,08 \pm 0,11$	$8,00 \pm 0,00$
Флейкован лимец	$1,75 \pm 0,70$	$12,12 \pm 0,19$	$7,40 \pm 0,28$

*Показаните резултати са средна аритметична стойност от 3 последователни измервания \pm стандартно отклонение

Най-голямо количество общи полифеноли има ечемиченото брашно ($3,07 \pm 0,00$ mg GAE/g сухо вещество), а най-малко – пшеничното брашно ($1,24 \pm 0,20$ mg GAE/g сухо вещество). Ćukelj, 2013 потвърждава получените от нас резултати. В изследванията си тя прави сравнение на количеството общи полифеноли в пшенично и ечемичено брашно. Установява, че ечемикът има по-високо съдържаните на общи полифеноли спрямо пшеничното брашно.

От таблица 10 се вижда, че процесът „флейковане” на лимеца влияе незначително върху количеството общи полифеноли. До същото заключение са стигнали и Goudar *et al.*, 2016.

Относно антиоксидантната активност на суровините (пшенично, ечемичено и лимецово брашно, и флейкован лимец) се установи, че най-

голяма стойност за този параметър има ечемиченото брашно ($12,12 \pm 0,53\%$ DPPH), а най-малка – пшеничното брашно ($11,68 \pm 0,45\%$ DPPH).

Fogarasi *et al.*, 2015 са изследвали различни видове лимецово и ечемичено брашно. Установили са, че антиоксидантната активност, определена с помощта на DPPH радикала в ечемиченото брашно, е по-голяма в сравнение с различните видове брашна от лимец. Тези резултати се потвърждават и от нас.

От таблица 10 е видно, че най-голямо количество общи каротеноиди, има в лимецовото брашно ($8,00 \pm 0,00$ mg/kg), а най-малко – в пшеничното брашно ($3,60 \pm 0,70$ mg/kg). Gurung *et al.*, 2016 считат, че пшеничното брашно не е добър източник на каротеноиди. Този извод потвърждава получените от нас резултати за общи каротеноиди в брашната. Hidalgo *et al.*, 2014 са установили, че съдържанието на общи каротеноиди в лимецовото брашно е в граници от 5,33 до 13,64 mg/kg. В тези граници са и получените от нас резултати. Установява се, че процесът „флейковане” на лимеца влияе незначително върху количеството общи каротеноиди.

Таблица 11. Съдържание на общи полифеноли, антиоксидантна активност и общи каротеноиди в бисквитки с подсладител смес от захароза и глюкозен разтвор

Вид бисквитки	Общи полифеноли (mg GAE/g сухо вещество)	Антиоксидантна активност (% DPPH)	Общи каротеноиди (mg/kg сухо вещество)
100%ПШ	$0,95 \pm 0,07$	$9,78 \pm 0,05$	$1,80 \pm 0,28$
70%ПШ+30%Е	$1,23 \pm 0,06$	$11,23 \pm 0,04$	$1,89 \pm 0,14$
50%ПШ+50%Е	$1,31 \pm 0,05$	$12,90 \pm 0,04$	$2,00 \pm 0,57$
30%ПШ+70%Е	$1,67 \pm 0,07$	$13,00 \pm 0,04$	$2,20 \pm 0,28$
100%Е	$1,75 \pm 0,05$	$13,20 \pm 0,23$	$3,80 \pm 0,28$
100%Л	$1,47 \pm 0,05$	$12,58 \pm 0,02$	$4,20 \pm 0,11$
70%Л+30%ПШ	$1,22 \pm 0,02$	$12,03 \pm 0,14$	$4,00 \pm 0,28$
50%Л+50%ПШ	$1,09 \pm 0,07$	$11,83 \pm 0,07$	$3,60 \pm 0,00$
30%Л+70%ПШ	$1,31 \pm 0,05$	$11,55 \pm 0,04$	$3,20 \pm 0,39$

*ПШ - Пшенично брашно; Е – Брашно от ечемик; Л - Брашно от лимец. ** Показаните резултати са средно аритметична стойност от 3 последователни измервания \pm стандартно отклонение

В таблица 11 са представени резултатите за общите полифеноли, антиоксидантната активност и общите каротеноиди в бисквитки, произведени с подсладители захароза и глюкозен разтвор.

Най-ниски стойности за общи полифеноли са определени в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно ($0,95 \pm 0,07$ mgGAE/g), а най-високи – в бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно

(1,75±0,05 mgGAE/g). За бисквитите, произведени от пшенично и ечемичено брашно в различни съотношения, е характерно това, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, общите полифеноли се увеличават.

От таблица 11 се вижда, че най-голяма антиоксидантна активност имат бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно (13,20±0,23% DPPH), а най-ниска – бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно (9,78±0,05% DPPH). В бисквитите, произведени от пшенично и ечемичено брашно в различни съотношения, е характерно това, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, се увеличава антиоксидантната активност на произведените бисквити. Увеличаване на антиоксидантната активност се наблюдава и в бисквитите, произведени от пшенично и лимецово брашно, при увеличаване количеството на лимецовото брашно.

Най-малко количество на каротеноиди е определено в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно (1,80±0,28 mg/kg), а най-голямо – в бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно (4,20±0,11 mg/kg). В бисквитите, обогатени с ечемичено брашно, се увеличава количеството общи каротеноиди, с увеличаване количеството на ечемиченото брашно. Същото е установено и при бисквитите, обогатени с лимецово брашно, когато се увеличава количеството на лимецовото брашно.

Таблица 12. Съдържание на общи полифеноли, антиоксидантна активност и общи каротеноиди в бисквити с подсладител глюкозен разтвор

Вид бисквити	Общи полифеноли (mg GAE/g сухо вещество)	Антиоксидантна активност (% DPPH)	Общи каротеноиди (mg/kg сухо вещество)
100%ПШ	0,76±0,09	10,23±0,04	2,04±0,85
70%ПШ+30%Е	0,77±0,07	11,99±0,02	2,51±0,57
50%ПШ+50%Е	0,95±0,05	12,20±0,06	3,20±0,28
30%ПШ+70%Е	1,38±0,04	12,55±0,01	4,80±0,00
100%Е	1,94±0,00	12,87±0,10	6,11±0,28
100%Л	1,41±0,04	11,99±0,01	7,20±0,11
70%Л+30%ПШ	0,86±0,09	11,57±0,04	6,44±0,00
50%Л+50%ПШ	0,85±0,02	11,20±0,07	6,01±0,57
30%Л+70%ПШ	0,84±0,05	10,99±0,01	5,75±0,57

*ПШ - Пшенично брашно; Е – Брашно от ечемик; Л - Брашно от лимец. ** Показаните резултати са средна аритметична стойност от 3 последователни измервания ± стандартно отклонение

В таблица 12 са представени резултатите за общи полифеноли, антиоксидантна активност и общи каротеноиди в бисквити, произведени с подсладител глюкозен разтвор.

От данните за общи полифеноли се вижда, че съдържанието им е най-малко в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно

(0,76±0,06 mg GAE/g), а най-голямо – в бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно (1,94±0,00 mg GAE/g). В бисквитите, произведени в комбинация от пшенично и ечемичено брашно, с намаляване количеството на ечемиченото брашно, намалява и съдържанието на общи полифеноли. Намаляване на общите полифеноли се наблюдава и в бисквитите, обогатени с лимецово брашно, когато количеството на брашното от лимец намалява.

Антиоксидантната активност е най-ниска при бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно (10,23±0,04% DPPH), а най-висока – при бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно (12,87±0,10% DPPH). Намаляване на антиоксидантната активност се наблюдава в бисквитите, произведени в комбинация от пшенично и ечемичено брашно, с намаляване количеството на ечемиченото брашно. От друга страна, увеличаване на антиоксидантната активност, се наблюдава в бисквитите, произведени от пшенично и лимецово брашно, с увеличаване на лимецовото брашно.

Най-ниско е съдържанието на общи каротеноиди в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно (2,04±0,85 mg/kg), а най-високо – в бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно (7,20±3,11 mg/kg). Увеличаване количеството на общите каротеноиди се наблюдава в бисквитите, произведени от пшенично и лимецово брашно, с увеличаване количеството на лимецовото брашно. Същата тенденция се наблюдава и при бисквитите от пшенично и ечемичено брашно, с увеличаване количеството на ечемиченото брашно.

Таблица 13. Съдържание на общи полифеноли, антиоксидантна активност и общи каротеноиди в бисквити с подсладител захароза

Вид бисквити	Общи полифеноли (mg GAE/g сухо вещество)	Антиоксидант на активност (% DPPH)	Общи каротеноиди (mg/kg сухо вещество)
100%ПШ	0,85±0,07	9,48±0,04	3,40±0,85
70%ПШ+30%Е	1,60±0,09	9,74±0,02	4,50±0,57
50%ПШ+50%Е	2,20±0,04	9,93±0,04	5,80±0,70
30%ПШ+70%Е	2,48±0,03	10,08±0,11	6,00±0,13
100%Е	2,69±0,07	10,88±0,01	6,00±0,28
100%Л	1,38±0,05	12,07±0,02	7,20±0,85
70%Л+30%ПШ	1,07±0,08	12,02±0,02	5,00±0,00
50%Л+50%ПШ	1,01±0,01	11,96±0,01	4,20±0,00
30%Л+70%ПШ	0,88±0,00	11,91±0,14	4,00±0,85

*ПШ - Пшенично брашно; Е – Брашно от ечемик; Л - Брашно от лимец. **Показаните резултати са средна аритметична стойност от 3 последователни измервания ± стандартно отклонение

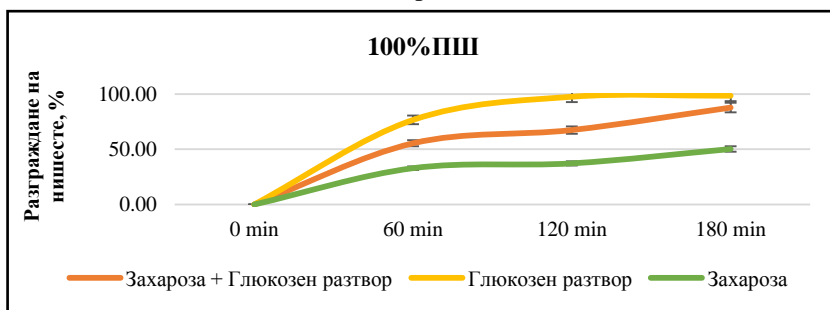
В таблица 13 са представени данните за общи полифеноли, антиоксидантна активност и общи каротеноиди в бисквитки, произведени с подсладител захароза.

Най-голямо количество общи полифеноли има в бисквитките, произведени от 100% ечемичено брашно ($2,69 \pm 0,07$ mg GAE/g), а най-ниско – в бисквитките, произведени от 100% пшенично брашно ($0,85 \pm 0,07$ mg GAE/g). От таблицата се вижда, че в бисквитките, обогатени с ечемичено брашно, съдържанието на общи полифеноли се увеличава, с увеличаване количеството на ечемиченото брашно. В бисквитките, произведени със смес от пшенично и лимецово брашно, с намаляване на лимецовото брашно намалява и съдържанието на общи полифеноли в тях.

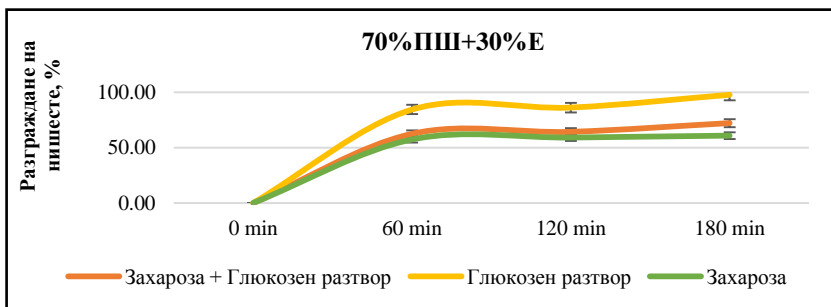
Най-ниска антиоксидантна активност имат бисквитките, произведени от 100% пшенично брашно ($9,47 \pm 0,02\%$ DPPH), а най-висока – бисквитките, произведени от 100% брашно от лимец ($12,07 \pm 0,02\%$ DPPH). Намаляване на антиоксидантната активност се наблюдава в бисквитките, произведени в комбинация от пшенично и ечемичено брашно, с увеличаване на количеството пшеничното брашно. Същото е установено и в бисквитките, обогатени с лимецово брашно.

Най-високо е съдържанието на общи каротеноиди в бисквитките, произведени от 100% лимецово брашно ($7,20 \pm 0,85$ mg/kg), а най-ниско – в бисквитките, произведени от 100% пшенично брашно ($3,40 \pm 0,85$ mg/kg). В бисквитките, обогатени с ечемичено брашно, с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, общите каротеноиди се увеличават. От друга страна, с намаляване количеството на лимецовото брашно в бисквитки, произведени от пшенично и лимецово брашно, общите каротеноиди намаляват.

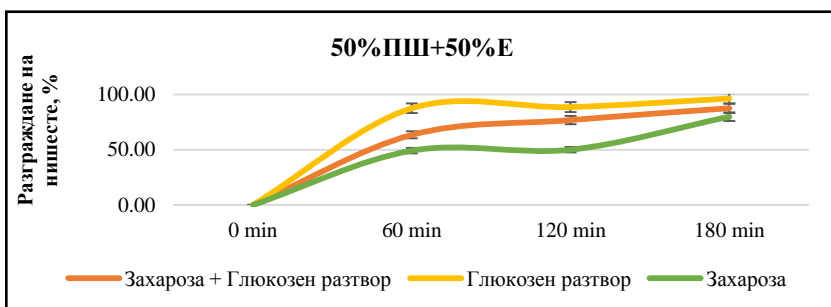
In vitro разграждане на нишестето Пшенично и ечемичено брашно



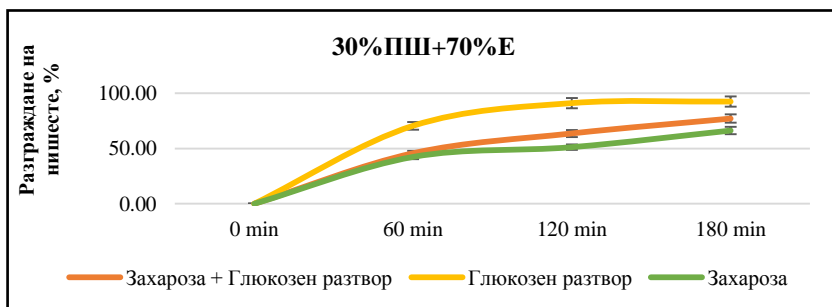
Фиг. 22. *In vitro* разграждане на нишестето в бисквитки от 100% пшенично брашно



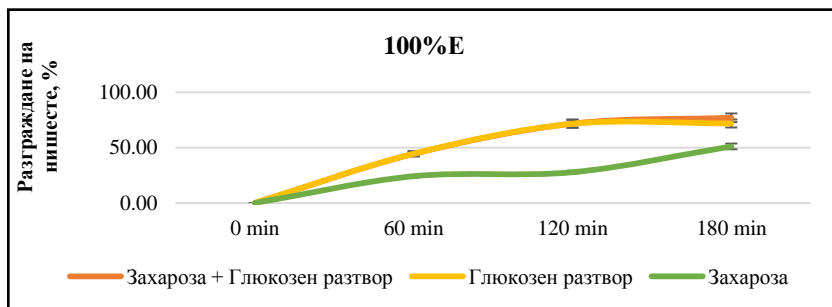
Фиг. 23. *In vitro* разграждане на нишестето в бисквити от 70% пшенично и 30% ечемичено брашно



Фиг. 24. *In vitro* разграждане на нишестето в бисквити от 50% пшенично и 50% ечемичено брашно



Фиг. 25. *In vitro* разграждане на нишестето в бисквити от 30% пшенично и 70% ечемичено брашно



Фиг. 26. *In vitro* разграждане на нишестето в бисквити от 100% ечемичено брашно

На фигури 22 ÷ 26, са представени данните за *in vitro* разграждането на съдържащото се нишесте в бисквити, обогатени с ечемичено брашно, в различни количествени съотношения на брашната, съответно: 100% пшенично брашно; пшенично:ечемичено брашно (70:30, 50:50, 30:70); и 100% ечемичено брашно.

Бисквитите са произведени с различни подсладители – захароза; глюкозен разтвор; захароза+глюкозен разтвор. От фигурите се вижда, че за време 60 min, в най-ниска степен се разгражда нишестето в бисквитите, произведени от 100% ечемичено брашно ($24,21 \pm 0,11\%$), а в най-голяма – в бисквитите, произведени от 50% пшенично и 50% ечемичено брашно ($87,52 \pm 0,16\%$).

За време 120 min при *in vitro* разграждане на нишестето в най-ниска степен то се разгражда в бисквитите от 100% ечемичено брашно с подсладител захароза ($27,80 \pm 0,29\%$). Най-висока степен на разграждане е установена в бисквитите от 100% пшенично брашно с подсладител глюкозен разтвор ($97,51 \pm 0,41\%$).

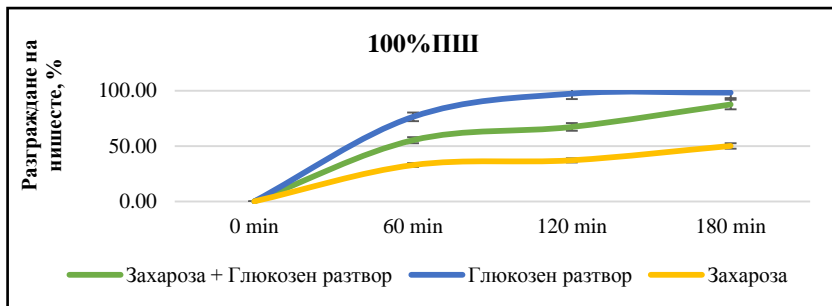
На 180-та min е установено, че *in vitro* разграждането на нишестето в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно с подсладител захароза е в най-малка степен ($50,16 \pm 0,50\%$), а в най-голяма – в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно с подсладител глюкозен разтвор ($98,40 \pm 0,54\%$).

От получените резултати би могло да се обобщи, че когато подсладителя е захароза, разграждането на нишестето във всички видове бисквити е в най-малка степен. Когато подсладителят е глюкозен разтвор, разграждането на нишестето в бисквитите след 120 min е в най-голяма степен (освен в бисквитите от 100% ечемичено брашно).

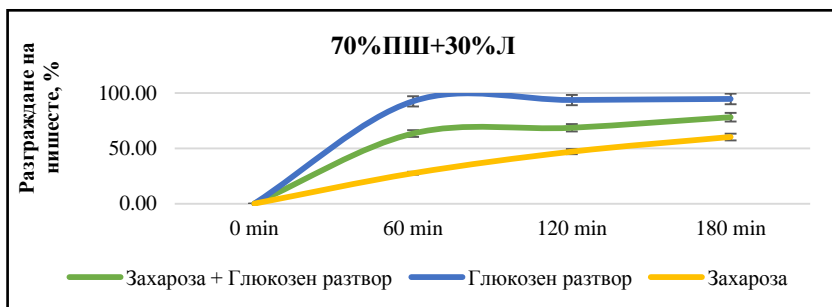
Kosović, 2017 е установила, че с увеличаване количеството на ечемиченото брашно, *in vitro* разграждането на нишестето намалява. Това

съвпада с получените от нас резултати за бисквитите, произведени от пшенично и ечемичено брашно с подсладител захароза.

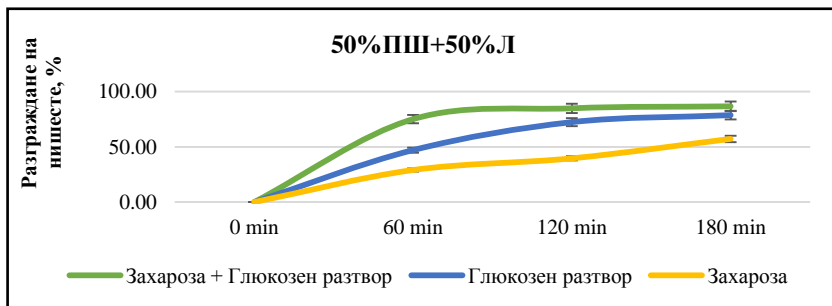
Пшенично и лимецово брашно



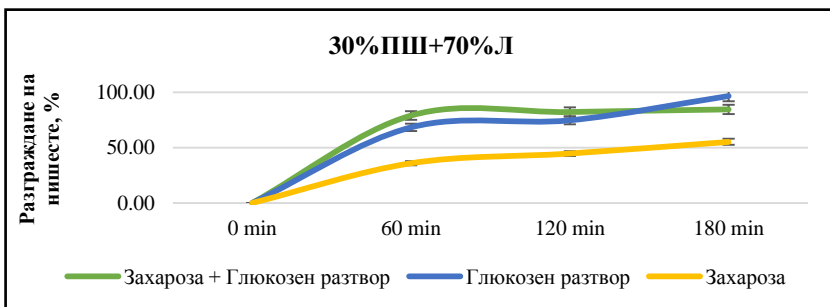
Фиг. 27. *In vitro* разграждане на нишестето в бисквити от 100% пшенично брашно



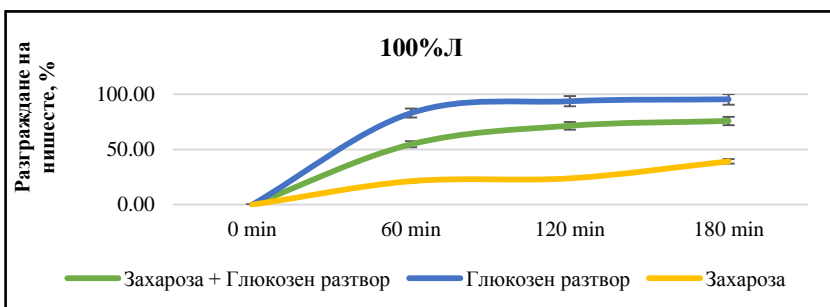
Фиг. 28. *In vitro* разграждане на нишестето в бисквити от 70% пшенично и 30% лимецово брашно



Фиг. 29. *In vitro* разграждане на нишестето в бисквити от 50% пшенично и 50% лимецово брашно



Фиг. 30. *In vitro* разграждане на нишестето в бисквити от 30% пшенично и 70% лимецово брашно



Фиг. 31. *In vitro* разграждане на нишестето в бисквити от 100% лимецово брашно

На фигури 27 ÷ 31, са представени данните за *in vitro* разграждането на нишестето в бисквитите, произведени от пшенично и лимецово брашно, в различни количествени съотношения на брашната, съответно: 100% пшенично брашно; пшенично:лимецово брашно (70:30, 50:50, 30:70); и 100% лимецово брашно. Бисквитите са произведени с добавка на същите подсладители, както представените по-горе (захароза; глюкозен разтвор; и захароза + глюкозен разтвор). От фигурите се вижда, че за време 60 min, *in vitro* разграждането на нишестето е в най-ниска степен при бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец с подсладител захароза (21,30±1,15%), а в най-голяма степен – при бисквитите, произведени от 70% пшенично и 30% лимецово брашно с подсладител глюкозен разтвор (92,64±0,09%).

In vitro разграждането на нишестето за време 120 min, е в най-висока степен в бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно с подсладител глюкозен разтвор (97,51±0,41%), а в най-ниска степен – при

бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно с подсладител захароза ($23,86 \pm 1,01\%$).

За време 180 min в най-голяма степен се разгражда нишестето при бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно с подсладител глюкозен разтвор ($98,40 \pm 0,54\%$), а в най-ниска степен – при бисквитите, произведени от 100% брашно от лимец с подсладител захароза ($39,20 \pm 0,98\%$).

От представените резултати на фигури 76 ÷ 85 би могло да се обобщи, че най-бавно *in vitro* разграждане имат бисквитите, произведени в различно съотношение на пшенично и лимецово брашно, с подсладител захароза. Причината за това е, че захарозата е дизахарид и се разгражда по-бавно от глюкозата, която е монозахарид.

Villemejeane *et al.*, 2016 са изследвали *in vitro* разграждането на нишесте в бисквити, обогатени с хранителни влакнини и протеини. Те установяват, че с увеличаване на времето до 180 min, разграждането на нишестето се увеличава.

Shumoy *et al.*, 2017 са правили *in vitro* разграждане на нишесте в различни нишестени каши, при което установяват, че процентът на разграденото нишесте за време 180 min, е в границите от 68 до 98%. Тези данни съвпадат с получените от нас при *in vitro* разграждането на нишестето в бисквитите.

Сензорен анализ на функционалните бисквити

Сензорният анализ е научна дисциплина, която се използва за измерване, анализиране и тълкуване на човешките реакции към продукти (Lawless and Heymann, 1988). Добрият вкус, заедно с другите характеристики е един от най-важните критерии за избор на хранителен продукт (Heiniö *et al.*, 2016). С помощта на сензорния анализ се получава по-пълна и по-достоверна информация за качеството на хранителните продукти (Mandić and Perl, 2006). Храненето е динамичен процес: веществата в храната се променят с времето, т.е. промените се появяват по време на дъвченето (Heiniö *et al.*, 2016). Храните на зърнена основа, като бисквити или мюсли, са едни от най-големите източници на енергия (Benjamin and Simpson, 2012). Много голям проблем в днешно време е консумирането на големи количества захар, което причинява сериозни вреди на здравето (Zoulias *et al.*, 2002).

В таблица 14 са представени средни точки при оценяване на сензорното качество на бисквитите по различни параметри (външно оценяване: външност, повърхност, форма, увреждане; визуално оценяване на структурата; оценяване на дъвкаемостта; оценяване на мириса и вкуса). От направения сензорен анализ на функционални бисквити установихме,

че най-много точки са получени за бисквитите, произведени от 100% пшенично брашно (контрола). При бисквитите, произведени с подсладител смес от глюкозен разтвор и захароза, отново контролните бисквити (100% ПШ) са получили най-голям брой точки. Въпреки това и те, заедно с останалите бисквити, влизат в категорията на продукти с много добро качество.

Бисквитите, произведени с подсладител глюкозен разтвор, са получили най-малко точки. Една част от тях влизат в групата на продукти с добро качество, а друга част са определени с много добро качество.

Почти всички видове бисквити, произведени с подсладител захароза, влизат в групата на продукти с много добро качество. Изключение от това правят бисквитите, произведени от 100% лимецово брашно, които са определени в групата на продукти с добро качество.

Таблица 14. Сензорен анализ на функционални бисквити

Външно оценяване: външност, повърхност, форма, увреждане	Визуално оценяване на структурата	Дъвкаемост	Мирис и вкус	Средна оценка	Бисквити
Бисквити с пшенично и ечемичено брашно с подсладител смес от захароза и глюкозен разтвор					
4,87	4,67	4,07	4,40	4,50	100% ПШ
4,53	4,40	4,20	3,73	4,22	70% ПШ+30%Е
4,53	4,00	4,07	3,60	4,05	50% ПШ+50%Е
4,60	4,53	4,00	3,67	4,20	30% ПШ+70%Е
3,67	4,00	4,07	4,20	3,98	100% Е
Бисквити с пшенично и лимецово брашно с подсладител смес от захароза и глюкозен разтвор					
4,87	4,67	4,07	4,40	4,50	100% ПШ
3,53	3,80	3,67	4,20	3,80	70% ПШ+30% Л
4,20	4,47	4,13	3,80	4,15	50% ПШ+50% Л
4,47	3,87	4,07	3,93	4,09	30% ПШ+70% Л
3,13	4,13	4,07	4,13	3,87	100% Л
Бисквити с пшенично и ечемичено брашно с подсладител глюкозен разтвор					
3,93	3,93	3,60	2,87	3,58	100% ПШ
3,67	4,07	3,60	2,87	3,55	70% ПШ+30% Е
3,33	3,40	3,53	2,93	3,30	50% ПШ+50% Е
3,40	3,53	3,40	2,93	3,31	30% ПШ+70% Е
3,67	2,60	3,47	2,80	3,14	100% Е
Бисквити с пшенично и лимецово брашно с подсладител глюкозен разтвор					
3,93	3,93	3,60	2,87	3,58	100% ПШ
3,17	3,73	3,60	3,40	3,48	70% ПШ+30% Л
4,00	4,00	3,47	3,27	3,69	50% ПШ+50% Л
3,73	3,73	3,87	3,87	3,80	30% ПШ+70% Л
4,47	3,53	3,87	3,73	3,90	100% Л
Бисквити с пшенично и ечемичено брашно с подсладител захароза					
4,93	5,00	4,40	4,00	4,58	100% ПШ
3,40	4,67	4,00	4,40	4,12	70% ПШ+30% Е
3,60	3,47	4,00	4,67	3,94	50% ПШ+50% Е
3,60	4,40	4,13	4,47	4,15	30% ПШ+70% Е
4,27	4,33	3,87	4,13	4,15	100% Е
Бисквити с пшенично и лимецово брашно с подсладител захароза					
4,93	5,00	4,40	4,00	4,58	100% ПШ
4,00	3,93	4,00	3,60	3,88	70% ПШ+30% Л
3,73	3,67	3,67	4,07	3,79	50% ПШ+50% Л
3,93	3,40	4,00	3,40	3,68	30% ПШ+70% Л
2,93	2,80	2,80	2,80	2,83	100% Л

Изводи

1. Получени са функционални бисквити чрез добавяне на различен процент ечемичено (от 30 до 100%) и лимецево брашно (от 30 до 100%) към пшеничено брашно и три вида подсладители – глюкоза, захароза и смес от глюкоза и захароза.

2. Установено е, че физичните характеристики на обогатените бисквити с ечемичено и лимецево брашно (загуби при изпичане, обем, дебелина, диаметър се , цвят), зависят както от вида на брашното, така и от вида на подсладителя. По-добри физични показатели осигурява добавянето на ечемичено брашно и подсладител захароза.

3. Определени са химичните показатели на всички видове функционални бисквити. Установено е, че с увеличаване на количеството лимецево и ечемичено брашно във функционалните бисквити, при използването на трите подсладителя, влагосъдържанието, пепелното съдържание, мазнините и протеините се увеличават около 2 пъти, а съдържанието на суровите въглехидрати намалява около 1,5 пъти.

4. Установено е, че от трите подсладителя, глюкозата най-силно влияние върху химичните показатели влагосъдържанието, пепелното съдържание, мазнините, а захарозо-глюкозния разтвор върху показателите протеини и сурови въглехидрати.

5. Определено е количеството на биологично активните вещества в бисквитите: общи полифеноли; антиоксидантна активност; общи каратеноиди; β -глюкани:

5.1. В групата на ечемичено-пшеничните бисквити е установено, че произведените от 100% ечемичено брашно и с трите подсладителя (смес от захароза и глюкозен разтвор; глюкозен разтвор; захароза), притежават най-високо съдържание на: общи полифеноли (1,75 \pm 0,05; 1,94 \pm 0,00; 2,69 \pm 0,07 mg GAE/g сухо вещество); общи

каротеноиди ($3,80 \pm 0,28$; $6,11 \pm 0,28$; $6,00 \pm 0,28$ mg/kg сухо вещество); антиоксидантна активност ($13,20 \pm 0,23$; $12,87 \pm 0,10$; $10,88 \pm 0,01\%$ DPPH); β -глюкани ($2,21 \pm 0,00$; $2,93 \pm 0,01$; $2,10 \pm 0,09$ g/100 g сухо вещество);

5.2. В бисквитите произведени от 100% лимецово брашно с трите подсладителя е определено най-високо съдържание на: общи полифеноли ($1,47 \pm 0,05$; $1,41 \pm 0,04$; $1,38 \pm 0,05$ mg GAE/g сухо вещество); общи каротеноиди ($4,20 \pm 0,11$; $7,20 \pm 0,11$; $7,20 \pm 0,85$ mg/kg сухо вещество); антиоксидантна активност ($12,58 \pm 0,02$; $11,99 \pm 0,01$; $12,07 \pm 0,02\%$ DPPH); β -глюкани ($0,38 \pm 0,01$; $0,54 \pm 0,00$; $0,30 \pm 0,04$ g/100 g сухо вещество);

6. Доказано е, че *in vitro* разграждането на нишестето в бисквитите от пшенично- ечемичено брашно и с пшенично- лимецово брашно е с най-малка степен при използването на подсладител захароза (40-50%) и с най-голяма степен при подсладител глюкоза (80-98%). С увеличаването на ечемиченото и лимецовото брашно степента на *in vitro* разграждането на нишестето намалява.

7. При анкетно проучване на живеещи в Република България, Република Македония и Република Хърватия е установено, че на пазара почти не се предлагат хранителни продукти, обогатени с ечемичено и лимецово брашно.

8. От сензорния анализ е установено, че бисквитите, обогатени с ечемичено брашно с подсладител смес от захароза и глюкозен разтвор и само захароза са получили най-висока оценка.

НАУЧНО ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

1. Доказано е високо съдържание на биологично активни вещества във функционалните бисквити получени от ечемичено-пшеничено и лемецево-пшеничено брашно.

2. Установено е силното влияние на вида на брашното и вида на подсладителя върху физичните и химични характеристики на функционалните бисквити.

3. Получените резултати имат теоретичен и приложен принос в областта на получаване и охарактеризиране на функционални храни, доказване на биологично активните вещества в тях и осигуряване на здравословно хранене.

4. Представените резултати за *in vitro* разграждане на нишестето във функционалните бисквити, направени за първи път в Република България могат да дадат представа за това, какви промени стават по време на храносмилането на храните, които съдържат нишесте.

Списък на публикациите по темата на дисертационния труд:

1. **Nakov G.** Koceva Komlenić D., Ivanova N., Godjevargova T., Damyanova S., Šušak A. (2017). *Sensory analysis of biscuits form einkorn flour, barley flour, flaking einkorn and wheat flour in different proportions and different sugars*. Proceedings of the 9th International congress FLOUR-BREAD`17 and 11th Croatian Congress of CEREAL TECHNOLOGISTS” BRAŠNO-KRUH”, Opatija, Croatia, pp:105-114. ISSN 1848-2562. **(Научна публикация в издание, което е реферирано и индексирано в световноизвестни бази данни с научна информация – Scopus).**

2. **Gjore Nakov**, Nastia Ivanova, Tzonka Godjevargova, Stanka Damyanova (2018). *Public opinion survey about consumption of cereals and their products in the Republic of Macedonia and the Republic of Bulgaria*. Applied Researches in Technics, Technologies and Education, 6(1), pp: 62-68. ISSN 1314-8796. **(Научна публикация в нереферирано списание с научно рецензиране).**

3. **Gjore Nakov** (2019). *Quality evaluation of cookies produced from wheat and barley flour*. Applied Researches in Technics, Technologies and Education, 2019, 7(2), ISSN 1314-8796. **(Научна публикация в нереферирано списание с научно рецензиране) (под печат).**