

СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ

ИНСТИТУТ ПО КРИОБИОЛОГИЯ И ХРАНИТЕЛНИ ТЕХНОЛОГИИ

доц. д-р инж. Гьоре Наков

**РЕАЛИЗИРАНЕ НА БЕЗОТПАДНИ ТЕХНОЛОГИИ В ХРАНИТЕЛНО-
ВКУСОВАТА ПРОМИШЛЕНОСТ, ЧРЕЗ ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА
РАСТИТЕЛНИ ОТПАДЪЦИ ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА ФУНКЦИОНАЛНИ
ХЛЕБНИ И СЛАДКАРСКИ ИЗДЕЛИЯ**

АВТОРЕФЕРАТ

**за придобиване на научна степен „доктор на науките“
по научна област 5. Технически науки
професионално направление 5.12. Хранителни технологии
научна специалност „Технология на биологично активните
вещества (вкл. ензими, хормони, белтъчини)“**

София, 2024

Дисертационният труд е написан на 273 страници и включва 24 таблици, 63 фигури и 14 уравнения. Библиографията съдържа 298 литературни източника, от които 7 на кирилица и 291 на латиница.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 07.10.2024г. от 13:00 часа в заседателната зала на Институт по криобиология и хранителни технологии, съгласно Правилника за условията и реда за придобиване на научни степен и академични длъжности в Селскостопанската академия пред Научно жури в състав:

1. Доц. д-р Даниела Петкова Митева-Гюрова
2. Доц. д-р Силвия Атанасова Иванова
3. Доц. д-р Красимир Георгиев Димов
4. Проф. д-тн. Цонка Иванова Годжеврџова
5. Проф. д-р Настя Василева Иванова
6. Проф д-сн. Тодор Димитров Димитров
7. Доц. д-р Росен Миланов Чочков

Резервни членове:

1. Доц. д-р Петя Маринова Методиева
2. Доц. д-р Ира Димитрова Танева

Използвани съкращения

APP – ябълкови кори;
DPPH – 1,1-дифенил-2-пикрилхидразил;
EFSA – Европейски орган за безопасност на храните;
FA – факторен анализ;
FAO – организация по прехрана и земеделие;
FN – число на падане;
FNFC (Food with Nutrient Function Claims) – храни с претенции за хранителни функции;
FOSHU (Food for Specified Health Use) – храни за специфични здравни нужди;
FRAP – метод за определяне на антиоксидантна активност, използващ желязо-редуцираща активност;
FUFOSE (The European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe) – съгласувани действия на Европейската комисия относно науката за функционални храни в Европа;
FUSIONS (Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies) – употреба на храни за социални иновации, чрез оптимизиране на стратегии за предотвратяване на отпадъците;
GPP – гроздови пресовки;
HMF – хидроксиметил фурфурол;
HPLC – високоефективна течна хроматография;
MUFA – мононенаситени мастни киселини;
PCA – анализ на главните компоненти;
PLS – частична регресия на най-малките квадрати;
PUFA – полиненаситени мастни киселини;
RE – еквиваленти на ретинол;
RMSE – корен от средноквадратичната грешка;
SFA – наситени мастни киселини;
SSE – сума от квадратите на грешките;
TPC – общи феноли;
БХ – Босна и Херцеговина;
ЕС – Европейски съюз;
ПБ – пшенично брашно;
РБ – Република България;
РСМ – Р. С. Македония;
РХ – Република Хърватия;
ТР – домати пресовки;
ХВП – хранително-вкусова промишленост.

Въведение

Множество изчисления показват, че генерираните хранителни отпадъци в света възлизат на стойност от 936 млрд. щатски долара годишно. Развитите страни генерират повече отпадъци по хранителната верига в сравнение с развиващите се страни. Освен това, около 20% от доставяната храна за индивидуална консумация, представлява загуба на храна или хранителни отпадъци.

Оползотворяването на хранителните отпадъци и страничните продукти може да помогне за подобряване на икономическата, екологичната и социалната устойчивост на хранителната верига при производството на храни. Понастоящем, решението е да се извърши преход към модел на кръгова биоикономика, т.е. да се премине към устойчиво, ресурсно и ефективно валоризиране на биомасата в интегрирани, високопроизводителни производства, като същевременно се използват остатъците и отпадъците от производството.

Кръговата биоикономика е икономическа система, която има за цел да запази стойността на продуктите, материалите и ресурсите за дълъг период от време. Тази цел се постига, чрез минимизиране използването на непокътнатите ресурси, реализиране на икономически растеж от природните ресурси и намаляване количествата на генерираните отпадъци.

Кръговата биоикономика включва използването на възобновяеми биологични ресурси и превръщането им в продукти с добавена стойност. Тук спадат храните за човека и животните, продукти на биологична основа и биоенергия, и имат за цел да сведат до минимум използването на невъзобновяеми ресурси. По този начин ще се увеличи стойността на страничните продукти, допринасяйки за икономически ползи и растеж.

При преработката на плодовете и зеленчуците за производство на различни продукти от тях, в хранително-вкусовата промишленост (ХВП) се генерират големи количества хранителни отпадъци (около 25 – 60% от масата на преработваните плодове и зеленчуци), най-често под формата на пулпа и/или семена. Те са източник на ценни макро- и микро- хранителни вещества, които могат да се считат като функционални съставки. Поради това, целесъобразно е тези хранителни отпадъци да се оползотворяват при производството на различни изделия (хляб, хлебни изделия, сладкарски изделия и др.), с цел

създаване на функционални храни и реализиране на безотпадъчни технологии в ХВП.

1. Литературен обзор

От направения литературен обзор могат да се обобщят следните изводи:

- ✚ Съществуват различни подходи за валоризиране на страничните продукти и за намаляване на отпадъците от ХВП. Това ще помогне за подобряване на икономическата и екологична устойчивост на хранителната верига при производството на храни.
- ✚ При преработката на домати, ябълките и гроздето, се получават странични продукти, които в повечето случаи се използват за храна на животните. Управлението им е трудоемко и изисква допълнителни разходи.
- ✚ Доказано е, че хлебните и сладкарските изделия най-лесно могат да бъдат обогатени с брашно от растителни странични продукти.
- ✚ Недостатъчно проучени са възможностите за влагане на брашно от странични продукти на домати, ябълки и грозде в хлебни и сладкарски изделия. Сушенето е един от най-лесните начини, при който растителните странични продукти могат да бъдат смлени под формата на брашно, и успешно да бъдат прилагани в получаването на нови храни.
- ✚ Оползотворяването на страничните продукти от домати, ябълки и грозде, чрез добавянето им в хлебни и сладкарски изделия (крекери, бисквити и кекс, съответно), налага разработването на нови технологии за получаването им.
- ✚ Липсва единно мнение относно оптималното количество на добавените странични продукти от домати, ябълки и грозде, спрямо масата на бялото пшенично брашно.
- ✚ Липсват данни за задълбочени научни проучвания относно влиянието на добавените количества брашна от домати пресовки, ябълкови кори и гроздови пресовки върху хранителната стойност, антиоксидантната активност и качеството на получените крекери, бисквити и кекс, съответно.
- ✚ Новите храни с добавка на странични продукти от домати, ябълки и грозде имат завишено съдържание на хранителни влакнини, мазнини,

протеини, фенолни съединения, антиоксидантна активност, токоли, и каротеноиди, които доказано действат положително върху една или повече функции в човешкия организъм. Поради това, те могат да се считат за функционални храни.

- ✚ Няма данни за изследване мнението на потребители от Р. България, Р. Хърватия, Р. С. Македония и Босна и Херцеговина, относно управлението и оползотворяването на отпадъци от ХВП.

2. Цел и задачи

Целта на настоящата дисертационна работа е: Реализиране на безотпадни технологии в хранително-вкусовата промишленост, чрез използване на растителни отпадъци и добавяне на обогатените с биологично-активни вещества брашна от тях при получаване на функционални хлебни и сладкарски изделия.

За постигането на тази цел са поставени следните задачи:

1. Изследване мнението на потребители от Р. България, Р. Хърватия, Р. С. Македония и Босна и Херцеговина, относно управлението и оползотворяването на отпадъци от ХВП, и производството на функционални хранителни продукти.
2. Изследване на възможностите за получаване на крекери с добавка на брашно от домати пресовки.
 - 2.1. Изследване на свойствата на пшенично брашно и брашнени смеси.
 - 2.2. Определяне на хранителната стойност и антиоксидантната активност на пшенично брашно, брашно от домати пресовки и крекери.
 - 2.3. Определяне на качеството на получените крекери.
 - 2.4. Определяне на оптимално добавяното количество брашно от домати пресовки в крекери, чрез математически анализ.
3. Изследване на възможностите за получаване на бисквити с добавка на брашно от ябълкови кори.
 - 3.1. Изследване на свойствата на пшенично брашно, брашно от ябълкови кори и брашнени смеси.
 - 3.2. Определяне на хранителната стойност и антиоксидантната активност на получените бисквити.
 - 3.3. Определяне на качеството на получените бисквити.

3.4. Определяне на оптимално добавяното количество брашно от ябълкови кори в бисквити, чрез математически анализ.

4. Изследване на възможностите за получаване на кексове с добавка на брашно от гроздови пресовки.

4.1. Изследване на свойствата на пшенично брашно, брашно от гроздови пресовки и брашнени смеси.

4.2. Определяне на хранителната стойност и антиоксидантната активност на получените кексове.

4.3. Определяне на качеството на получените кексове.

4.4. Определяне на оптимално добавяното количество брашно от гроздови пресовки в кексове, чрез математически анализ.

3. Материали, методи и апаратура за изследване

3.1 Материали и апаратура за изследване

Експериментите са проведени с използването на три търговски бели пшенични брашна (тип 500) с киселинност от 1,5 до 2,0 °Н; добив на мокър глутен от 26 до 28 % и отпускане на глутена от 6 до 9 mm, пресована мая, готварска сол, кристална захар, кокоши яйца, слънчогледово масло, маргарин, краве масло, пълномаслено краве мляко, сода бикарбонат, бакпулвер, разтвор на глюкоза (прясно приготвен) и питейна вода (вложени съгласно рецептурата на съответното изделие), закупени от търговската мрежа на Р. България.

За получаването на готовите изделия (крекери, бисквити и кекс) с добавка на странични продукти от преработката на домати, ябълки и грозде, в лабораторни условия бяха получени съответно брашно от домати пресовки (ТР), брашно от ябълкови кори (АРР) и брашно от гроздови пресовки (GPP).

При извеждането на експериментите, бяха използвани брашнени смеси, които се получават, като спрямо масата на бялото пшенично брашно се добави:

- брашно от домати пресовки в количество 4, 6, 8 и 10%, или
- брашно от ябълкови кори в количество 4, 8, 16, 24 и 32%, или
- брашно от гроздови пресовки в количество 4, 6, 8 и 10%.

Процентните вариации са подбрани, въз основа на информация от прегледа на научната литература, предварителни изследвания и натрупан опит с брашна от други странични продукти от ХВП.

Контролните проби са без добавка на брашната от домати пресовки, ябълкови кори или гроздови пресовки.

3.2 Методи и апаратура за изследване

3.2.1 Маркетингово проучване на потребителско мнение

Проучването на мнението на потребителите относно управлението и оползотворяването на отпадъци от ХВП, е проведено в четири държави, чрез анкетен лист, който съдържа 15 въпроса. Анкетният лист бе достъпен „on line“, чрез приложението Google Docs на четири езика (български, хърватски, македонски и босненски). Анкетираните са характеризирани по отношение на техния пол, възраст и образователен статус.

3.2.2 Рецептура и технология за получаване на крекери, бисквити и кекс

Готовите изделия (крекери, бисквити и кекс) с добавка на брашно от домати пресовки, ябълкови кори или гроздови пресовки (взависимост от вида на изделието), са получени по следния начин:

- Получаване на крекери с добавка на брашно от домати пресовки – според метод представен от Nakov and Ivanova (2020), с малки изменения;
- Получаване на бисквити с добавка на брашно от ябълкови кори – според метод AACC 10-50D (2000), с малки изменения;
- Получаване на кекс с добавка на брашно от гроздови пресовки - по метода на Velioğlu et al. (2017), с малки изменения.

3.2.3 Определяне на свойствата на брашна и брашнени смеси

- Амилографски показатели – Използван е Микро-виско амилограф (Brabender OHG, Duisburg, Germany);
- „Число на падане“ α -амилазна активност – според метод AACC 56-81B (2000).

3.2.4 Определяне на хранителната стойност и антиоксидантната активност на брашна, брашнени смеси и на получените готови продукти

- Подготовка на пробите от готови продукти – AACC 62-20A (2000);
- Влагосъдържание - ISO 6540:1980 (1980);
- Минерални вещества - ISO 5984:2002 (2002);

- Мазнини - ISO 136:2016 (2016);
- Протеини - Mæhre et al. (2018);
- Хранителни влакнини (разтворими, неразтворими и общи) - AACC 32-07.01 (2000);
- Общи въглехидрати - Nakov et al. (2022);
- Енергийна стойност, kcal/100g - Stamatovska et al. (2019);
- pH - AACC 02-52.01 (2000);
- Въглехидратни фракции - съдържанието на различните свободни захари в пробите беше изследвано с помоща на течен хроматограф Nexera-i LC2040C Plus ultra (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan), оборудвана с колона Zorbax Carbohydrate column (4.6×150 mm, 5 µm, Santa Clara, CA, USA) и предколона Zorbax Reliance Cartridge (Santa Clara, CA, USA), както и рефрактометричен детектор RID-20A.
- Общо фенолно съдържание, антиоксидантна активност, фенолни фракции и общи каротеноиди:
 - ✓ За крекери – съгласно метод представен от Brandolini et al. (2022)
 - ✓ За бисквити – съгласно метод представен метод Slinkard and Singleton (1977)
 - ✓ За кексове – съгласно метод представен от Nakov et al. (2018a)
- Токоли и каротеноидни фракции - чрез HPLC, съгласно метод на Hidalgo and Brandolini (2010);
- Масни киселини - чрез газов хроматограф Shimadzu-2010 (Киото, Япония);
- Антоцианини – чрез спектрофотометричен метод представен от Abdel-Aal and Hucl (1999).

3.2.5 Качествена характеристика на получените готови продукти

❖ Физични показатели

Дебелината, диаметърът и факторът на разширяване на получените изделия е определен според метод, представен от Jukić et al., 2019. Обемът на

изделията е определен с помощта на Volscan Profiler (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK).

Текстурни показатели – чрез текстурометър TA-XT2 Plus;

Цвят – чрез CIE L*, a*, b* системата;

Сензорен анализ - съгласно насоките за изследване на етиката и храните, определени от Европейския съюз.

3.2.6 Определяне на оптимално добавяното количество брашно от странични продукти в крекери, бисквити и кекс, чрез математически анализ

- Крекери - използван алгоритъм за линейно програмиране (Yang and Yamashita, 2021);
- Бисквити - по математически зависимости, представени от Wyman et al. (2013);
- Кексове – чрез програмна система Matlab.

3.2.7. Статистически анализ

Експерименталните данни, бяха анализирани, чрез еднопосочен дисперсионен анализ (ANOVA). При откриване на значителни разлики ($p \leq 0,05$), беше изчислена най-малко значимата разлика на Фишер (LSD) при $p \leq 0,05$. Анализите бяха извършени с помощта на статистическата програма XLSTAT. Средните и стандартните стойности на отклонение, бяха изчислени с помощта на програмата Office Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

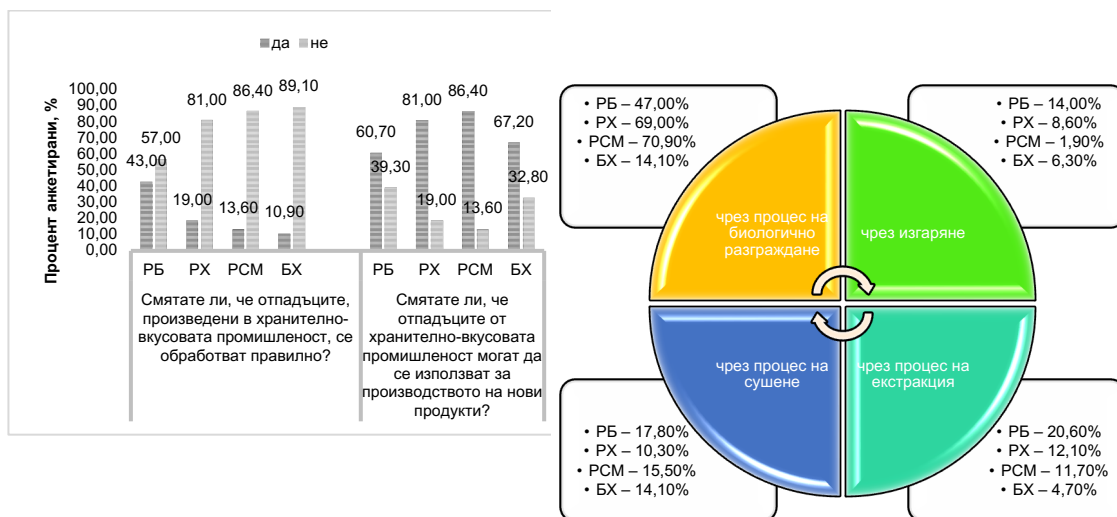
4. Резултати и обсъждане

4.1 Изследване мнението на потребители от Р. България, Р. Хърватия, Р. С. Македония и Босна и Херцеговина, относно управлението и оползотворяването на отпадъци от ХВП

Мнението на потребителите от четирите държави (РБ, РХ, РСМ и БХ) относно управлението и оползотворяването на тези отпадъци, е видно от отговорите в табл. 1 и фиг. 1 – 8.

Таблица 1. „Кой отрасъл на хранително-вкусовата промишленост произвежда най-голямо количество отпадъци?“

	<i>РБ</i>	<i>РХ</i>	<i>РСМ</i>	<i>БХ</i>
<i>Млекопреработка и производство на млечни продукти</i>	4,70	6,90	4,90	7,8
<i>Месопреработка и производство на месни продукти</i>	36,40	24,10	38,80	59,40
<i>Мелничарство, хлебарство и сладкарство</i>	4,70	6,90	1,00	1,60
<i>Рибна промишленост и производство на рибни и морски продукти</i>	14,00	10,30	7,80	3,10
<i>Консервна промишленост и производство на сушени и консервирани плодове, зеленчуци и семена</i>	19,60	15,50	22,30	3,10
<i>Производство на напитки (безалкохолни и алкохолни)</i>	17,80	22,40	6,80	15,60
<i>Производство на захар и захарни изделия</i>	2,80	13,80	18,40	9,40



Фигура 1. Отговори на въпросите:

„Смятате ли, че отпадъците, произведени от ХВП се обработват правилно?“ и „Смятате ли, че отпадъците от ХВП могат да се използват за производството на нови продукти?“

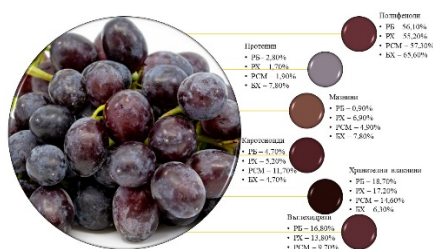
Фигура 2. Отговори на въпроса: „Чрез какъв процес биха могли да се преработят отпадъците, получени от ХВП?“



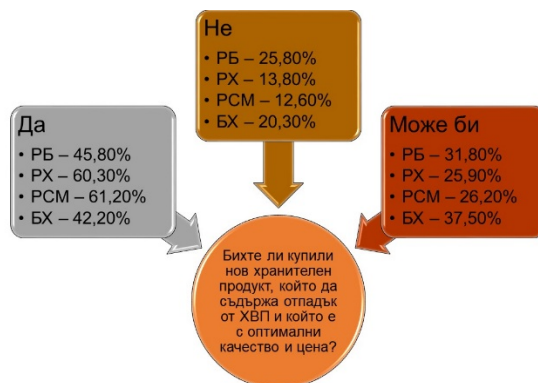
Фигура 3. Отговори на въпроса: „Защо смятате, че отпадъците от ХВП биха могли да бъдат използвани повторно?“



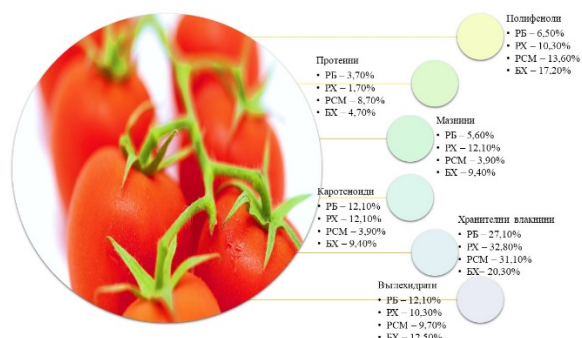
Фигура 5. Продукти, съдържащи отпадъци от ХВП, според анкетираните



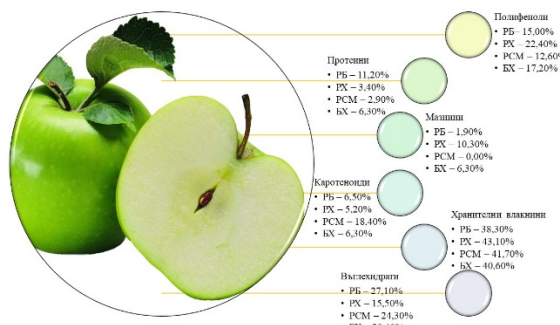
Фигура 7. Отговори на въпроса: „Кои от изброените компоненти смятате, че присъстват в най-голяма степен в



Фигура 4. Отговори на въпроса: „Бихте ли купили нов хранителен продукт, който да съдържа отпадък от ХВП и който е с оптимални качество и цена?“



Фигура 6. Отговори на въпроса: „Кои от изброените компоненти смятате, че присъстват най-много в отпадъците, при производството на домати сок?“



Фигура 8. „Кои от компонентите смятате, че присъстват в най-голяма степен в отпадъците, при производството на ябълков сок и други ябълкови продукти?“

*отпадъците от
винопроизводството?"*

Повече от 50% от всички анкетирани смятат, че управлението на отпадъците от ХВП не е правилно и най-често тези отпадъци се преработват, чрез биологично разлагане.

Повече от 70% от анкетираните не са открили хранителни продукти, съдържащи отпадъци от ХВП, но ако на пазара има такъв продукт, те биха го закупили.

Отпадъците от ХВП съдържат най-много биологичноактивни вещества, както и хранителни влакнини. За отпадъците, които се получават при производството на вино, повече от половината анкетирани смятат, че те съдържат най-много полифеноли; за получените при преработката на ябълки, че съдържат най-много хранителни влакнини; а за получените при преработката на домати, че съдържат най-много каротеноиди.

Поради липсата на продукти на пазара, които да съдържат отпадъци от ХВП от една страна, и желанието на потребителите да консумират такъв вид продукти от друга страна, са разработени технологии за получаване на три вида функционални хранителни продукти (крекери, бисквити и кекс), обогатени с брашно, получено от растителни отпадъци от ХВП – брашно от домати пресовки, брашно от ябълкови кори и брашно от гроздови пресовки, съответно.

4.2 Изследване на възможностите за получаване на крекери с добавка на брашно от домати пресовки

4.2.1 Изследване на свойствата на пшенично брашно и брашнени смеси

4.2.1.1 Амилографска характеристика на пшенично брашно и брашнени смеси

В табл. 2 са представени резултатите за максимален вискозитет, намаляване на вискозитета, възстановяване на вискозитета, краен вискозитет и температура на желатинизация на пшеничното брашно и на смесите, обогатени с брашно от ТР.

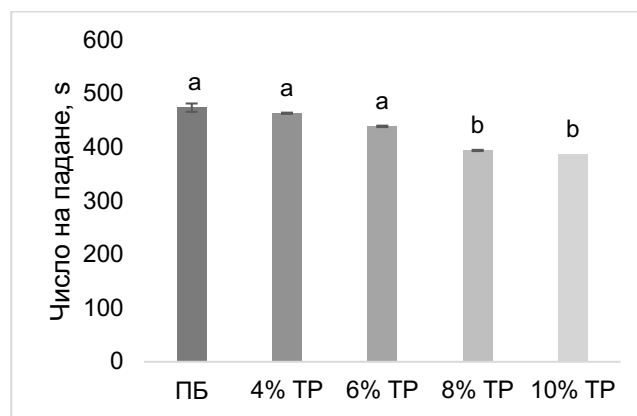
Таблица 2. Амилографски показатели на пшенично брашно и брашнени смеси с добавка на брашно от ТР. (0% ТР – контрола (100% бяло пшенично брашно); смеси с добавка на 4, 6, 8, 10% брашно от ТР)

Добавка на ТР, [%]	Максимален вискозитет, [BU]	Намаляване на вискозитета, [BU]	Възстановяване на вискозитета, [BU]	Краен вискозитет, [BU]	Температура на клейстеризация, [°C]
0 (К)	895,0 ^d ±12,7	297,0 ^d ±4,2	444,5 ^c ±6,4	1042,5 ^a ±14,9	60,7 ^b ±0,6
4	898,5 ^d ±2,1	308,0 ^d ±2,8	457,0 ^c ±14,1	1047,5 ^{bc} ±14,9	61,3 ^{ab} ±0,3
6	946,0 ^c ±5,7	345,0 ^c ±2,8	457,0 ^c ±1,4	1058,0 ^{bc} ±4,2	61,3 ^{ab} ±0,1
8	971,0 ^b ±5,7	390,0 ^b ±14,1	487,0 ^b ±11,3	1068,0 ^b ±2,8	61,5 ^{ab} ±0,5
10	1024,0 ^a ±5,7	422,5 ^a ±10,6 ^a	545,5 ^a ±16,3	1147,0 ^a ±10,0	61,8 ^a ±0,2

Средните стойности са изчислени от три повторения. Стойностите в една и съща колона, с различни експоненти, са статистически различни ($p < 0,05$) след LSD теста на Fisher.

4.2.1.2 „Число на падане“ на пшенично брашно и брашнени смеси

Методът „падащо число (FN)“ е разработен като прост вискозиметричен метод за оценка на активността на α -амилазата (ЕС 3.2.1.1) в пшеничното брашно (*Triticum* spp.).



Фигура 9. „Число на падане“ на пшенично брашно (ПБ) и брашнени смеси с добавка на брашно от ТР. Стълбчетата показват стандартните отклонения. Различните букви показват значителни разлики ($p \leq 0,05$) между пробите.

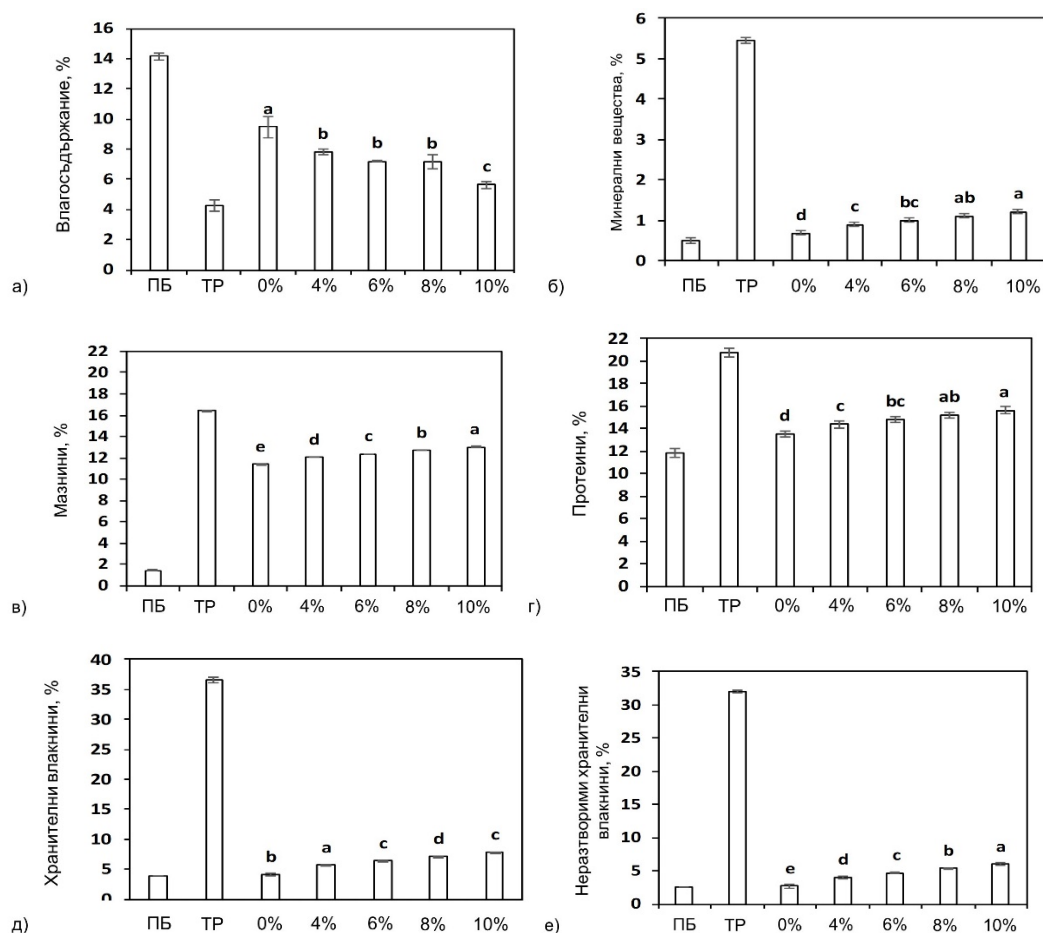
От фиг. 9 се вижда, че най-висока стойност на FN има сместа от пшенично брашно и вода ($475 \pm 7,07$ s), а най-ниско FN има сместа, съдържаща 10% брашно от ТР ($389 \pm 1,19$ s). Фигурата също така показва, че чрез увеличаване на количеството брашно от ТР в сместа, FN намалява.

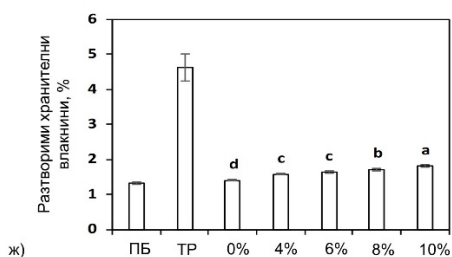
Добавянето на брашно от ТР към бялото пшенично брашно, води до увеличаване на максималния и крайния вискозитет на изследваната суспензия, и незначително намаляване числото на падане, като активността на α -амилазата остава ниска.

4.2.2 Хранителна стойност и антиоксидантна активност на пшенично брашно, брашно от домати пресовки и крекери

4.2.2.1 Химична характеристика на пшенично брашно, брашно от домати пресовки и крекери

На фиг. 10 са показани основните химични показатели на бяло пшенично брашно и брашно от отпадъци, след преработка на домати в доматиен сок, както и на крекери без и с добавка на брашно от ТР.



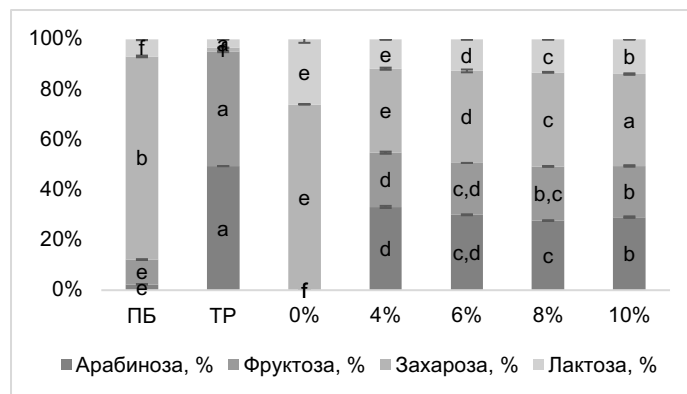


Фигура 10. Химичен състав на пшенично брашно, брашно от ТР и крекери с добавка на брашно от ТР. Стълбчетата показват стандартните отклонения. Различните букви показват значителни разлики ($p < 0,05$) между пробите.

Брашното от ТР има значително по-добра хранителна стойност и антиоксидантна активност, в сравнение с пшеничното брашно, като стойностите на всички изследвани показатели са в пъти по-високи в брашното от ТР.

Добавянето на брашно от ТР в рецептурния състав на крекерите значително подобрява тяхната хранителна стойност като:

- съдържанието на минералните вещества се увеличава до 1,22% спрямо контролните крекери;
- количеството на мазнините се увеличава незначително (с 1,65% за крекерите с 10% добавка на брашно от ТР) спрямо контролната проба;
- съдържанието на протеините е с 15% по-високо от това в контролната проба;
- съдържанието на хранителните влакнини (общи, разтворими и неразтворими) значително нараства спрямо контролните крекери: с 91% се увеличават общите, с 28% разтворимите и със 128% неразтворимите хранителни влакнини.



Фигура 11. Въглехидратни фракции в пшенично брашно, брашно от ТР и крекери с добавка на брашно от ТР. Стълбчетата показват стандартните отклонения. Различните букви показват значителни разлики ($p < 0,05$) между пробите.

Съдържанието на въглехидратните фракции: арабиноза, фруктоза, захароза и лактоза прогресивно се увеличава, с увеличаване на количеството на брашното от ТР в крекерите (фиг. 11).

4.2.2.2 Енергийна стойност на крекери

На фиг. 12 е показана енергийната стойност на крекерите без и с добавка на брашно от домати пресовки. Вижда се, че с увеличаване количеството на брашното от ТР в състава на крекерите, енергийната им стойност се увеличава незначително (от 454,19 kcal/100g в крекерите с 0% брашно от ТР до 460,32 kcal/100g в крекерите с 10% брашно от ТР).



Фигура 12. Енергийна стойност на крекери с добавка на брашно от ТР

4.2.2.3 Каротеноидни фракции и токоли в пшенично брашно, брашно от домати пресовки и крекери

Анализите направени с HPLC показват наличието на лутеин (1,26 mg/kg СВ) и зеаксантин (0,06 mg/kg СВ) в пшеничното брашно и на лутеин (4,14 mg/kg СВ), зеаксантин (0,36 mg/kg СВ), 15-cis-невроспорен (20,59 mg/kg СВ), δ -каротин-изомер (10,00 mg/kg СВ) и *trans*-ликопен (11,89 mg/kg СВ) в брашното от домати пресовки (табл. 3). Общото съдържание на каротеноиди в брашното от ТР (фиг. 13а) е 35 пъти по-голямо от това на пшеничното брашно (1,32 mg/kg СВ и 46,89 mg/kg СВ, съответно).

Таблица 3. Каротеноидни фракции и токоли (mg/kg СВ; средно $\pm$ стандартно отклонение) на пшенично брашно, брашно от ТР и крекери с добавка на брашно от ТР

Показатели	ПБ	ТР	0% (К)	4%	6%	8%	10%
<u>Каротеноиди</u>							
<u>и фракции</u>							
Лутеин	1,26 $\pm$ 0,06	4,14 $\pm$ 0,24	0,53 $\pm$ 0,03	0,64 $\pm$ 0,07	0,59 $\pm$ 0,05	0,57 $\pm$ 0,02	0,59 $\pm$ 0,01
Зеаксантин	0,06 $\pm$ 0,00	0,36 $\pm$ 0,03	0,02 $\pm$ 0,00	0,04 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,00	0,05 $\pm$ 0,00
15-cis-невроспорен	nd	20,59 $\pm$ 1,43	nd ^d	2,24 $\pm$ 0,22	2,46 $\pm$ 0,19	2,77 $\pm$ 0,11	3,47 $\pm$ 0,19
δ -каротин-изомер	nd	10,00 $\pm$ 1,04	nd	1,56 $\pm$ 0,03	1,61 $\pm$ 0,02	1,63 $\pm$ 0,07	1,69 $\pm$ 0,02
<i>trans</i> -ликопен	nd	11,89 $\pm$ 0,75	nd ^c	2,35 $\pm$ 0,09	2,49 $\pm$ 0,04	2,53 $\pm$ 0,09	2,76 $\pm$ 0,00
<u>Токоли</u>							
α -токоферол	nd	55,30 $\pm$ 5,19	18,52 $\pm$ 0,4	21,40 $\pm$ 1,2	23,65 $\pm$ 0,9	24,10 $\pm$ 0,2	25,46 $\pm$ 0,1
			5	7	2	8	7
α -токотриенол	nd	nd	7,76 $\pm$ 0,62	9,10 $\pm$ 0,71	8,83 $\pm$ 0,91	8,64 $\pm$ 0,91	8,81 $\pm$ 0,04
β -токоферол	nd	3,24 $\pm$ 0,38	2,53 $\pm$ 0,05	2,05 $\pm$ 0,34	3,03 $\pm$ 0,90	2,25 $\pm$ 0,81	2,24 $\pm$ 0,18
β -токотриенол	13,00 $\pm$ 0,8	nd	13,21 $\pm$ 0,29	14,51 $\pm$ 1,24	14,15 $\pm$ 1,43	14,47 $\pm$ 0,92	14,36 $\pm$ 0,11
	5						
γ -токоферол	nd	116,65 $\pm$ 4,0	nd ^d	2,17 $\pm$ 0,37	2,80 $\pm$ 0,25	3,94 $\pm$ 0,03	4,55 $\pm$ 0,01
		3					
δ -токоферол	nd	nd	15,57 $\pm$ 0,24	16,09 $\pm$ 0,41	15,43 $\pm$ 1,30	15,20 $\pm$ 1,18	15,02 $\pm$ 0,14
δ -токотриенол	nd	3,47 $\pm$ 0,14	nd	0,90 $\pm$ 0,09	1,55 $\pm$ 0,32	1,60 $\pm$ 0,10	1,19 $\pm$ 0,30

4.2.2.4 Фенолни съединения в пшенично брашно, брашно от домати пресовки и крекери

Рафинираното пшенично брашно не съдържа свободни фенолни съединения, а само три неразтворими свързани фенолни киселини (кумарова, ферулова и ферулова производна). Брашното от ТР съдържа няколко свободни и свързани фенолни киселини и флавоноиди (табл. 4).

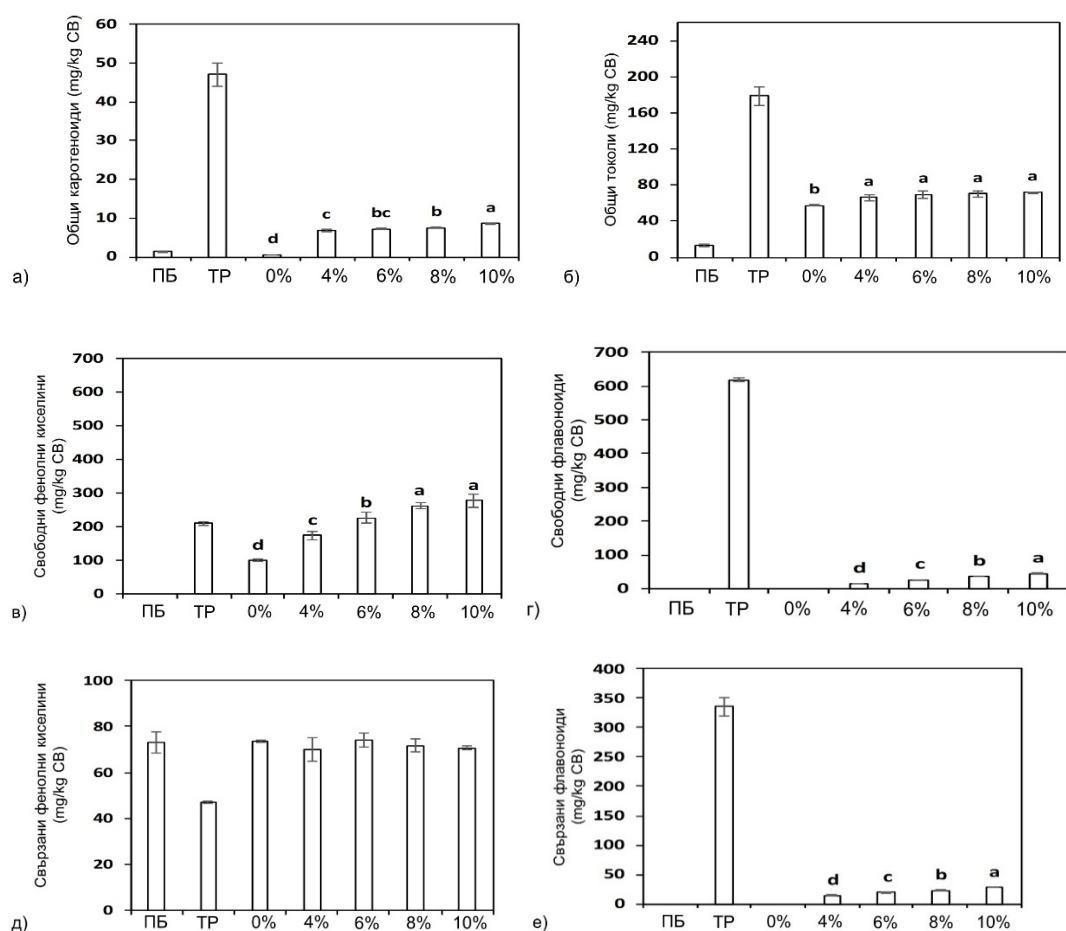
Таблица 4. Фенолно съдържание (средно $\pm$ стандартно отклонение mg/kg СВ) на пшенично брашно, брашно от ТР и крекери с добавка на брашно от ТР

Показатели	ПБ	ТР	0% (К)	4%	6%	8%	10%
Свободни разтворими							
<u>Фенолни</u>							
<u>киселини</u>							
4ОН-бензоена киселина							
дер.			87,60 $\pm$ 4,23	94,78 $\pm$ 8,48	92,90 $\pm$ 9,21	91,06 $\pm$ 3,40	92,21 $\pm$ 8,44
Кумарова киселина		6,84 $\pm$ 0,10		0,40 ^d $\pm$ 0,02	0,57 ^c $\pm$ 0,01	0,74 ^b $\pm$ 0,02	0,92 ^a $\pm$ 0,01
Кумарова киселина							
дер.		49,97 $\pm$ 2,15		3,09 ^d $\pm$ 0,11	4,27 ^c $\pm$ 0,08	5,52 ^b $\pm$ 0,10	6,35 ^a $\pm$ 0,01
Ферулова киселина		28,22 $\pm$ 1,13	2,55 ^c $\pm$ 0,03	4,30 ^b $\pm$ 0,04	4,28 ^b $\pm$ 0,00	4,44 ^b $\pm$ 0,12	5,13 ^a $\pm$ 0,08
Галова киселина		81,98 $\pm$ 2,98	9,93 ^d $\pm$ 0,17	70,99 ^c $\pm$ 2,80	124,81 ^b $\pm$ 7,23	160,65 ^a $\pm$ 4,49	173,12 ^a $\pm$ 10,93
Сиренова киселина		42,53 $\pm$ 0,80					
<u>Флавоноиди</u>							
Нарингенин		39,02 $\pm$ 0,14		2,96 ^c $\pm$ 0,24	5,20 ^b $\pm$ 0,10	6,98 ^a $\pm$ 0,31	7,69 ^a $\pm$ 0,35
Нарингенин							
дер.		33,78 $\pm$ 0,27		0,73 ^d $\pm$ 0,01	1,28 ^c $\pm$ 0,04	1,84 ^b $\pm$ 0,13	2,39 ^a $\pm$ 0,01
Кверцитин							
дер.		56,74 $\pm$ 0,24		1,86 ^d $\pm$ 0,02	3,23 ^c $\pm$ 0,11	4,15 ^b $\pm$ 0,04	5,00 ^a $\pm$ 0,20
Рутин		489,26 $\pm$ 6,50		9,81 ^d $\pm$ 0,03	17,26 ^c $\pm$ 0,18	23,76 ^b $\pm$ 0,55	30,20 ^a $\pm$ 1,17
Неразтворими свързани							
<u>Фенолни</u>							
<u>киселини</u>							
Кафеена киселина		29,75 $\pm$ 0,18					
Кумарова киселина	0,16 $\pm$ 0,01	5,54 $\pm$ 0,65	0,16 ^c $\pm$ 0,01	0,36 ^b $\pm$ 0,03	0,44 ^b $\pm$ 0,04	0,53 ^a $\pm$ 0,03	0,58 ^a $\pm$ 0,05
Кумарова киселина							
дер.		0,26 $\pm$ 0,01					
Ферулова киселина	67,28 $\pm$ 4,21	11,47 $\pm$ 0,92	67,35 $\pm$ 0,44	63,93 $\pm$ 4,79	67,65 $\pm$ 3,09	65,33 $\pm$ 2,86	64,25 $\pm$ 0,51

Ферулова						
киселина						
дер.	5,79±0,38	6,16±0,02	5,88±0,22	6,09±0,03	5,91±0,03	5,83±0,41
<u>Флавоноиди</u>						
Нарингенин	172,46±11,81		3,92 ^c ±0,31	6,05 ^b ±0,50	6,86 ^{ab} ±0,67	8,10 ^a ±0,41
Нарингенин						
дер.	65,47±2,29		4,23 ^b ±0,07	5,50 ^a ±0,53	5,47 ^a ±0,06	6,37 ^a ±0,40
Кверцетин						
дер	98,14±6,23		5,77 ^c ±0,57	7,46 ^c ±0,59	10,28 ^b ±1,07	13,24 ^a ±0,59

nd: не е открито, т.е. под границата на откриване. Стойностите на крекерите в същия ред, с различни експоненти, са статистически различни ($p < 0,05$) след LSD теста на Fisher.

Съдържанието на свободните разтворими фенолни киселини (кумарова киселина, ферулова киселина, галова), свободните разтворими флавоноиди (нарингенин, кверцетин и рутин) и неразтворимите свързани фенолни киселини (кумарова киселина, ферулова киселина), както и неразтворимите свързани флавоноиди прогресивно се увеличава, с увеличаване на количеството на брашното от ТР в крекерите.

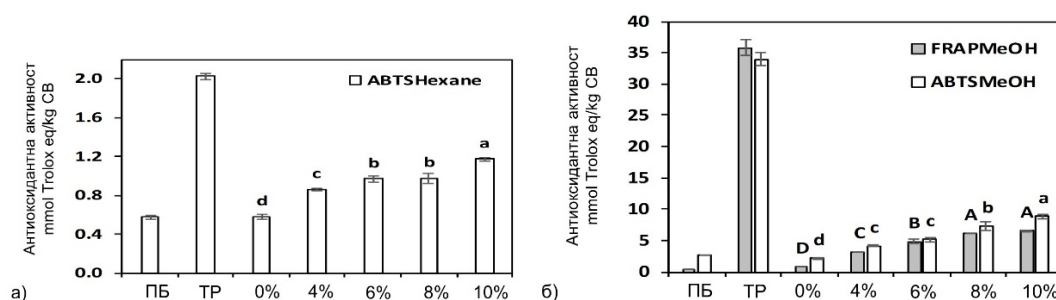


Фигура 13. Общи каротеноиди, общи токоли, свободни фенолни киселини и флавоноиди, свързани фенолни киселини и флавоноиди в пшенично брашно, брашно от ТР и крекери с добавка на брашно от ТР. Стълбчетата показват стандартните отклонения. Различните букви показват значителни разлики ($p < 0,05$) между пробите.

Увеличаването на количеството на брашното от ТР в обогатените крекери, води до прогресивно увеличаване на няколко разтворими свободни фенолни киселини (р-кумарова, р-кумарова дер, ферулова, галова) и флавоноиди (нарингенин, нарингенин дер, кверцетин дер. рутин), както и на някои неразтворими свързани фенолни киселини (кафеена) и флавоноиди (нарингенин, нарингенин дер, кверцитин дер.). Добавянето на 10% брашно от ТР повишава съдържанието на свободни феноли и свързани феноли, съответно с 322% и 133%. Това доведе до значително подобряване на хранителните характеристики на крекерите.

4.2.2.5 Антиоксидантна активност на пшенично брашно, брашно от домати пресовки и крекери

Антиоксидантната активност на липофилните и хидрофилните екстракти е представена на фиг. 14.



Фигура 14. Антиоксидантна активност на: а) липофилни екстракти (в хексан); б) хидрофилни екстракти (в 80% метанол) на пшенично брашно, брашно ТР и крекери с добавка на брашно от ТР. Стълбчетата показват стандартните отклонения. Различните букви показват значителни разлики ($p < 0,05$) между пробите.

Антиоксидантната активност, както на липофилните, така и на хидрофилните екстракти, се увеличава средно с около 120 пъти, спрямо контролните проби.

4.2.2.6 Маслно-киселинен състав на крекери

Масните киселини, определени в крекерите с различно съдържание на брашно от ТР, са показани в табл. 5.

Таблица 5. Масни киселини в крекери с добавка на брашно от ТР

Масна киселина, %	0% ТР	4% ТР	6% ТР	8% ТР	10% ТР
Палмитинова (C16:0)	20,28 ^d ±0,01	20,54 ^c ±0,01	20,58 ^c ±0,07	20,88 ^b ±0,01	21,35 ^a ±0,01
Стеаринова (C18:0)	4,16 ^e ±0,00	4,18 ^d ±0,00	4,54 ^c ±0,01	4,77 ^b ±0,00	4,92 ^a ±0,02
Олеинова (C18:1)	31,09 ^d ±0,01	32,04 ^c ±0,01	32,06 ^c ±0,11	32,19 ^b ±0,01	33,10 ^a ±0,01
Линолова (C18:2)	38,60 ^d ±0,14	39,24 ^c ±0,02	39,31 ^c ±0,01	40,66 ^b ±0,01	41,74 ^a ±0,01
MUFA	33,52 ^e ±0,01	33,99 ^d ±0,01	34,28 ^c ±0,02	33,92 ^b ±0,11	33,75 ^a ±0,01
PUFA	40,64 ^d ±0,16	40,41 ^c ±0,01	40,21 ^c ±0,01	40,78 ^b ±0,02	40,94 ^a ±0,02
SFA	25,83 ^d ±0,01	25,62 ^c ±0,01	25,53 ^b ±0,01	25,52 ^a ±0,09	25,35 ^a ±0,01

Стойностите на крекерите в същия ред, с различни експоненти, са статистически различни ($p < 0,05$) след LSD теста на Fisher.

Количеството на палмитиновата, oleиновата и линоловата киселина нараства средно с около 5 – 7%, с увеличаване на количеството добавено брашно от ТР.

4.2.3 Качество на получените крекери

4.2.3.1 Физична, текстурна характеристика и цвят на крекери

Физичните характеристики на крекерите с различно съдържание на брашно от ТР са показани в табл. 6.

Таблица 6. Физични показатели на крекери с добавка на брашно от ТР

Показатели	0% TP	4% TP	6% TP	8% TP	10% TP
Диаметър, (mm)	35,8±0,0 ^a	35,1±3,0 ^a	34,9±2,0 ^a	34,3±0,7 ^a	34,5±1,8 ^a
Дебелина, (mm)	8,4±0,9 ^a	7,8±0,0 ^{ab}	7,6±0,4 ^{ab}	6,7±0,2 ^{bc}	6,1±0,1 ^c
Фактор на разширяване,	4,3±0,5 ^b	4,5±0,4 ^b	4,6±0,5 ^b	5,2±0,3 ^{ab}	5,7±0,2 ^a
Обем, (cm ³)	7,1±0,1 ^a	4,9±0,1 ^b	4,6±0,3 ^b	3,7±0,1 ^c	3,5±0,0 ^c
Специфичен обем, (cm ³ /g)	1,8±0,1 ^a	1,7±0,0 ^{ab}	1,5±0,01 ^{bc}	1,5±0,1 ^c	1,4±0,1 ^c

Средните стойности са изчислени от три повторения. Стойностите в една и съща колона, с различни експоненти, са статистически различни ($p<0,05$) след LSD теста на Fisher.

Добавянето на брашно от TP значително намалява твърдостта на крекерите от 65,42 N (контрола) до 26,28 N (крекери с добавка на 10% TP) и увеличава дъвкаемостта им, с увеличаване съдържанието на брашното от TP (табл. 7).

Таблица 7. Текстурни показатели на крекери с добавка на брашно от TP

Показатели	0% TP	4% TP	6% TP	8% TP	10% TP
Твърдост, (N)	65,4 ^a ±9,5	42,7 ^b ±5,0	36,4 ^{bc} ±3,5	30,0 ^{cd} ±2,7	26,3 ^d ±4,4
Дъвкаемост, (N)	4,8 ^d ±2,6	8,0 ^c ±1,9	10,4 ^{bc} ±1,7	12,0 ^{ab} ±1,9	13,8 ^a ±3,0

Средните стойности са изчислени от три повторения. Стойностите в една и съща колона, с различни експоненти, са статистически различни ($p<0,05$) след LSD теста на Fisher.

Данните в табл. 8 показват цвета на тестото и на готовите крекери.

Таблица 8. Цвят на тесто и крекери с добавка на брашно от ТР

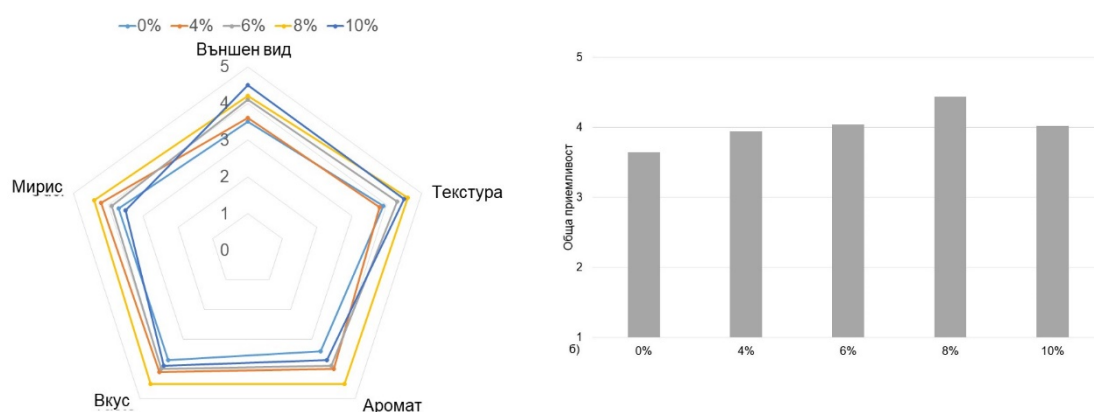
Параметър	0% ТР	4% ТР	6% ТР	8% ТР	10% ТР
<i>Тесто</i>					
L^*	68,5 ^a ±2,5	68,1 ^a ±2,5	65,6 ^b ±2,2	62,8 ^{ab} ±2,8	58,1 ^c ±1,3
a^*	-0,4 ^e ±0,04	5,4 ^d ±0,9	8,1 ^c ±0,3	9,7 ^b ±0,8	10,9 ^a ±0,9
b^*	19,7 ^d ±0,3	25,7 ^c ±0,4	27,8 ^b ±0,4	28,3 ^{ab} ±0,1	28,4 ^a ±0,5
<i>Крекери</i>					
L^*	69,7 ^a ±0,8	66,1 ^b ±1,2	61,9 ^c ±0,7	61,0 ^c ±1,6	58,4 ^d ±2,3
a^*	-0,7 ^a ±0,03	3,8 ^a ±0,7	6,8 ^a ±1,2	7,3 ^b ±0,3	7,6 ^c ±1,6
b^*	16,9 ^a ±0,2	23,9 ^{ab} ±0,6	25,3 ^{bc} ±2,3	26,9 ^c ±1,1	27,5 ^d ±1,2

Средните стойности са изчислени от три повторения. Стойностите в една и съща колона, с различни експоненти, са статистически различни ($p < 0,05$) след LSD теста на Fisher.

Цвятът на тестото, респективно на готовите крекери става по-тъмен с увеличаване на количеството на брашното от ТР.

4.2.3.2 Сензорна характеристика на крекери

Сензорният анализ на крекерите показва (фиг. 15), че всичките с добавка на брашно от ТР имат добра приемливост.

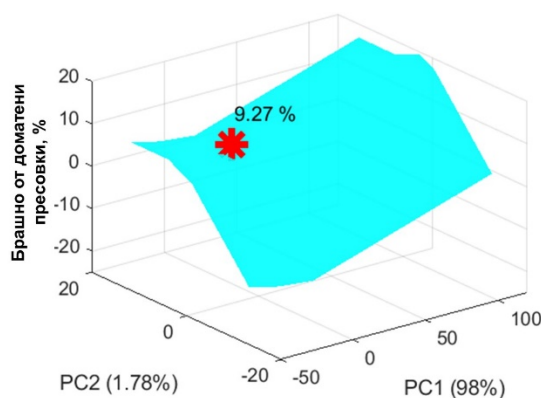


Фигура 15. Сензорен профил (а) и обща приемливост (б) на крекери с добавка на брашно от ТР

Крекерите с добавка на 8% брашно от ТР имат най-добра обща приемливост, текстура, аромат, вкус и мирис.

4.2.4 Определяне на оптимално добавяното количество брашно от домати пресовки в крекери, чрез математически анализ

На фиг. 16 е показан получения модел в графичен вид. Нанесен е оптималния процент на добавката на брашно от домати пресовки в крекери.

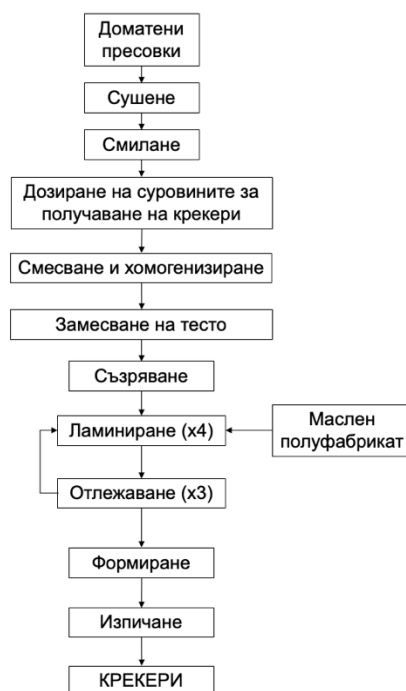


Фигура 16. Определяне на оптималното количество брашно от ТР в крекери

Оптимално добавяното количество брашно от ТР в крекерите, определено чрез математически анализ, трябва да бъде 9,27%, което потвърждава заключенията от сензорния анализ.

4.2.5 Примерна схема на технологичните операции за оползвотворяване на домати пресовки и получаване на крекери

В резултат на проведените изследвания в настоящата дисертация е предложена схема на технологичните операции за оползвотворяване на домати пресовки и получаване на крекери (фиг. 17).



Фигура 17. Примерна схема на технологичните операции за оползвотворяване на домати пресовки и получаване на крекери

4.3 Изследване на възможностите за получаване на бисквити с добавка на брашно от ябълкови кори

4.3.1 Изследване на свойствата на пшенично брашно, брашно от ябълкови кори и брашнени смеси

4.3.1.1 Химична характеристика и антиоксидантна активност на пшенично брашно и брашно от ябълкови кори

Химичният състав и антиоксидантната активност на бялото пшенично брашно и брашното от АРР, използвани при приготвянето на бисквитите, са представени в табл. 9.

Таблица 9. Химичен състав и антиоксидантна активност (DPPH и FRAP методи) на пшенично брашно и брашно от ябълкови кори

Показатели, %	Пшенично брашно	Брашно от ябълкови кори
Влагосъдържание	12,01±0,07	3,23±0,09
Минерални вещества	0,50±0,07	4,78±0,01
Мазнини	1,38±0,14	10,15±0,24

Протеини	13,21±0,60	3,20±0,98
Разтворими влакнини	4,71±0,10	32,03±1,44
Неразтворими влакнини	2,50±0,09	11,86±0,31
Общи хранителни влакнини	7,21±0,54	43,89±1,85
Общи въглехидрати	84,91±1,25	81,87±1,19
арабиноза	0,20±0,01	-
фруктоза	-	3,52±0,01
маноза	0,32±0,01	2,23±0,01
галактоза	0,11±0,00	-
захароза	0,04±0,00	1,58±0,00
лактоза	1,53±0,01	-
Общи феноли, (µg GAE/100 g CB)	101,4±18,22	1086,7±15,50
DPPH, (µg TE/g CB)	96,6±0,50	228,1±1,42
FRAP, (µg TE/g CB)	378,0±11,3	7142,3±218,6

Средните стойности са изчислени от три повторения.

Брашното от APP има значително по-виско съдържание на минерални вещества, мазнини, хранителни влакнини (разтворими, неразтворими и общи), общи феноли и антиоксидантна активност, в сравнение с бялото пшенично брашно.

4.3.1.2 Амилографска характеристика на пшенично брашно и брашнени смеси

В табл. 10 са представени амилографските показатели на пшенично брашното и смесите с нарастващи концентрации на брашното от APP, определени с помощта на микро-виско амилограф (максимален вискозитет, намаляване на вискозитета, възстановяване на вискозитета, краен вискозитет и температура на желатинизация).

Таблица 10. Амилографски показатели на пшенично брашно и брашнени смеси с добавка на брашно от APP. 0% APP – контрола (100% бяло пшенично брашно); смеси с добавка на 4, 8, 16, 24, 32% брашно от APP

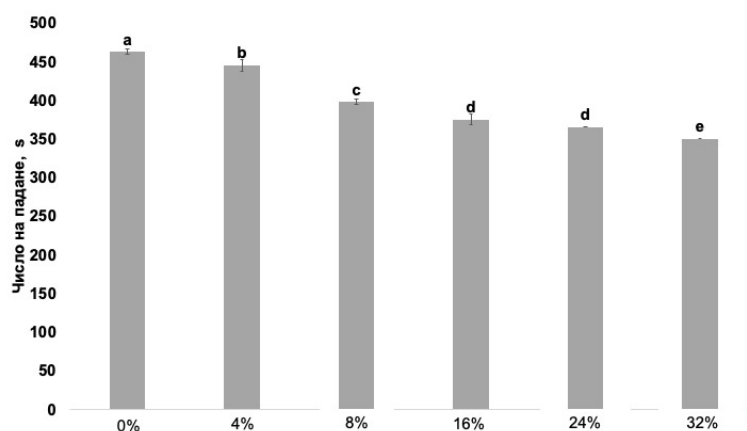
Добавка на АРР, [%]	Максимален вискозитет, [BU]	Намаляване на вискозитета, [BU]	Възтановяване на вискозитета, [BU]	Краен вискозитет, [BU]	Температура на клесйтеризация, [°C]
0 (К)	320,0 ^a ±4,04	208,0 ^a ±2,63	167,0 ^a ±5,66	279,0 ^a ±7,07	61,1 ^d ±0,71
4	291,5 ^b ±7,78	182,0 ^{ab} ±2,79	162,0 ^{ab} ±0,00	271,5 ^{ab} ±4,95	61,2 ^d ±0,35
8	275,5 ^{bc} ±0,71	161,0 ^{bc} ±4,24	154,0 ^{ab} ±1,31	268,5 ^{abc} ±6,36	62,1 ^c ±0,00
16	261,0 ^c ±1,41	151,5 ^c ±4,95	158,5 ^b ±0,71	268,0 ^{abc} ±4,24	62,4 ^{bc} ±0,07
24	260,0 ^c ±1,52	142,5 ^c ±2,12	140,0 ^c ±2,83	260,0 ^{bc} ±0,00	63,1 ^{ab} ±0,07
32	259,0 ^c ±1,40	138,0 ^c ±1,41	137,5 ^c ±0,71	258,5 ^c ±0,71	63,8 ^a ±0,42

Средните стойности са изчислени от три повторения. Стойностите в една и съща колона с различни експоненти са статистически различни ($p < 0,05$) след LSD теста на Fisher.

Увеличаването на количеството на брашното от АРР в брашнените смеси води до намаляване на максималния и крайният вискозитет на суспензията и увеличаване на температурата на желатинизация на нишестето.

4.3.1.3. „Число на падане“ на пшенично брашно и брашнени смеси

От фиг. 18 се вижда, че най-висока стойност на FN има сместа от пшенично брашно и вода, т.е. контролата ($463 \pm 3,54$ s), а най-ниска – сместа, съдържаща 32% брашно от АРР ($350 \pm 0,00$ s).



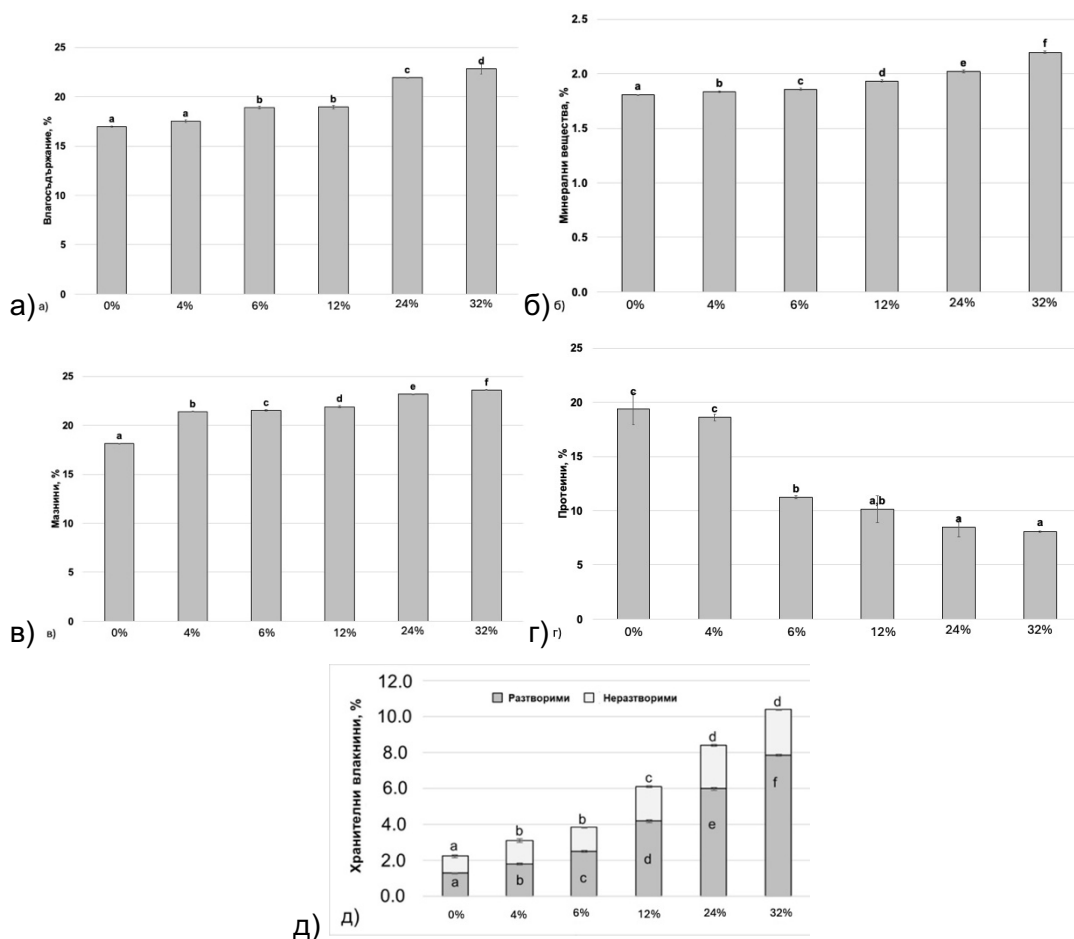
Фигура 18. „Число на падане“ на пшенично брашно и брашнени смеси с добавка на брашно от АРР

С увеличаване количеството на брашното от APP в брашнените смеси, числото на падане намалява незначително. Всички брашнени смеси имат сравнително високи стойности на падащото число (ниска α -амилазна активност), което е желателно при производството на бисквити.

4.3.2 Хранителна стойност и антиоксидантна активност на получените бисквити

4.3.2.1 Химична характеристика на бисквити

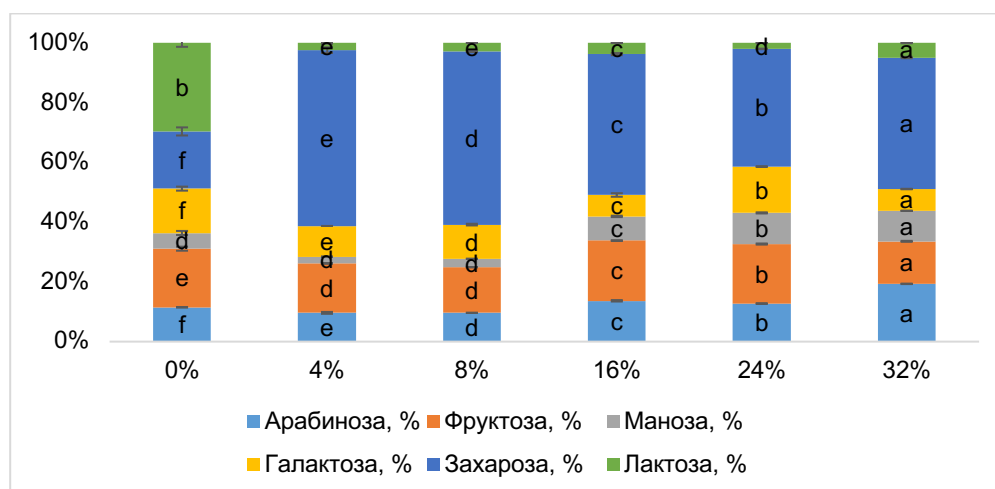
На фиг. 19 са представени химичните параметри на различните проби.



Фигура 19. Химичен състав на бисквити с добавка на брашно от APP

Добавянето на брашно от APP в рецептурата, води до незначително увеличаване на влагосъдържанието, минералните вещества и мазнините в бисквитите, но значително се увеличава съдържанието на хранителните

влакнини. На фиг. 20 е показано съдържанието на основните въглехидратни фракции в бисквитите без и с добавка на брашно от APP.

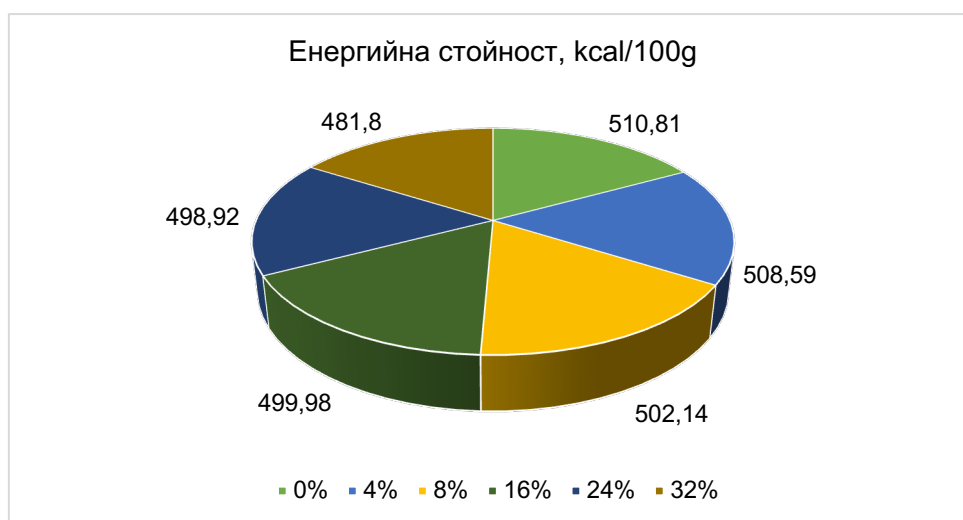


Фигура 20. Въглехидратни фракции в бисквити с добавка на брашно от APP

В бисквитите с най-високо съдържание на брашно от APP (32%) е установено, че количеството на въглехидратните фракции арабиноза, фруктоза, маноза, галактоза, захароза и лактоза, са както следва: 1,69%; 1,24%; 0,89%; 0,64%; 3,84% и 0,43%, съответно.

4.3.2.2 Енергийна стойност на бисквити

Енергийната стойност на бисквитите с различно съдържание на брашно от APP е представена на фиг. 21.

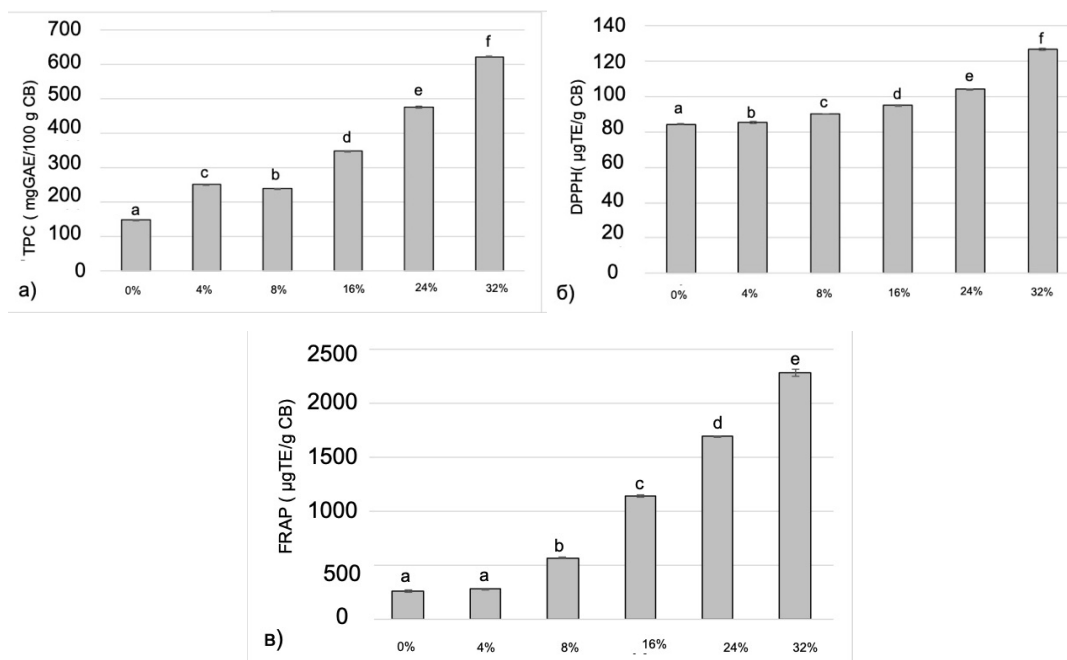


Фигура 21. Енергийна стойност на бисквити с добавка на брашно от APP

От фигурата се вижда, че с увеличаване количеството на брашното от APP в бисквитите, тяхната енергийна стойност намалява, като разликата между контролата и бисквитите с 32% брашно от APP е 29,01 kcal/100g.

4.3.2.3 Общо съдържание на феноли и антиоксидантна активност на бисквити

Общото съдържание на феноли и антиоксидантната активност на бисквитите с различно съдържание на брашно от APP е представено на фиг 22.



Фигура 22. а) Общо съдържание на феноли (TPC) и антиоксидантна активност (б – DPPH метод, в – FRAP метод) в бисквити с добавка на брашно от APP

ANOVA показва значителни разлики между различните видове бисквити. Общото съдържание на феноли в контролата (фиг. 22а) е 146,15 mg GAE/g и добавянето дори на най-малкото количество брашно от APP в бисквитите (4%), води до значително повишаване на съдържанието на TPC (250,6 mg GAE/g). Бисквитите с добавка на 32% брашно от APP достигат съдържание на TPC от 622,12 mg GAE/g.

4.3.3 Качество на получените бисквити

4.3.3.1 Физична характеристика и цвят на бисквити

В табл. 11 са представени средните стойности на физичните показатели на бисквитите.

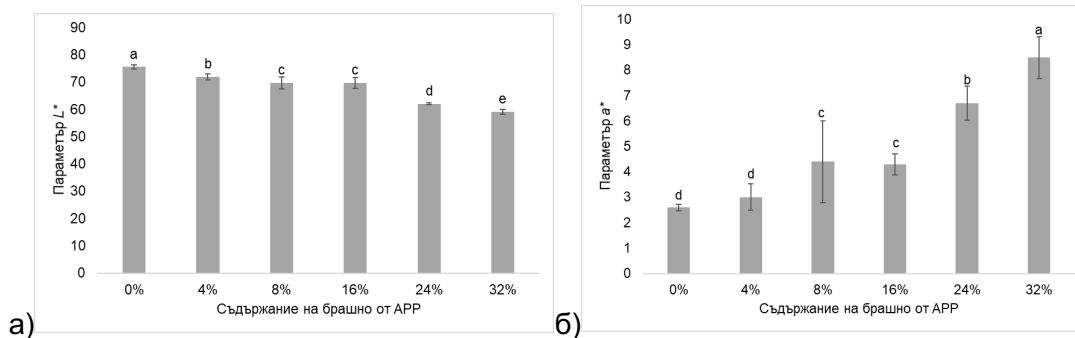
Таблица 11. Физични показатели на бисквити с добавка на брашно от APP

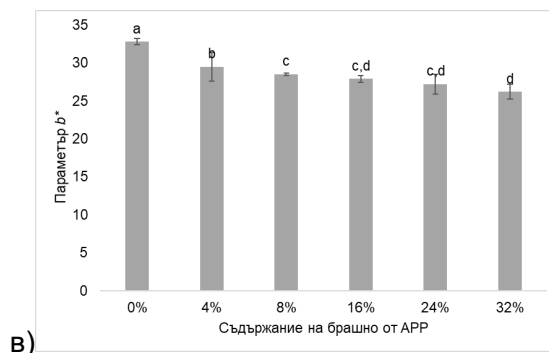
Добавка на APP, (%)	Диаметър, (cm)	Дебелина, (cm)	Обем, (cm ³)
0 (К)	4,10 ^a ±0,07	2,51 ^a ±0,01	34,5 ^a ±0,55
4	4,15 ^a ±0,02	2,30 ^b ±0,02	31,4 ^{ab} ±0,38
8	4,16 ^a ±0,02	2,29 ^b ±0,02	31,2 ^{ab} ±0,77
16	4,17 ^a ±0,02	2,16 ^c ±0,22	29,3 ^b ±3,00
24	4,17 ^a ±0,02	1,84 ^d ±0,02	24,9 ^c ±0,12
32	4,19 ^a ±0,02	1,69 ^e ±0,01	22,3 ^c ±0,93

Средните стойности са изчислени от три повторения. Стойностите в една и съща колона, с различни експоненти са статистически различни ($p < 0,05$), след LSD теста на Fisher.

Добавянето на брашно от APP в рецептурата на бисквитите, води до значително намаляване на дебелината и обема им, но диаметърът не се променя.

На фиг. 23 е показана промяната на цвета на получените бисквити.





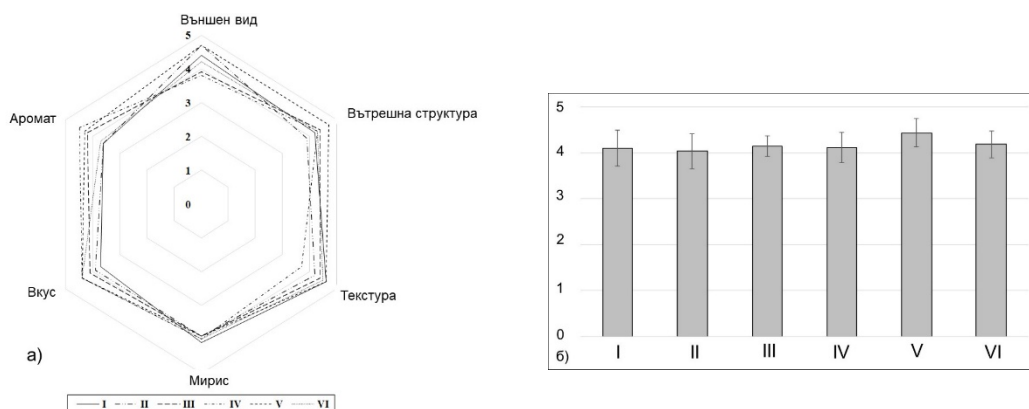
Фигура 23. Цвят на бисквити с добавка на брашно от APP, чрез CIE Lab системата

Стълбчетата показват стандартните отклонения. Различните букви показват значителни разлики ($p \leq 0,05$) между пробите.

С увеличаване на количеството на брашното от APP в бисквитите, те стават по-тъмни на цвят.

4.3.3.2 Сензорна характеристика на бисквити

Резултатите от сензорния анализ на получените шест вида бисквити са показани на фиг. 24а.

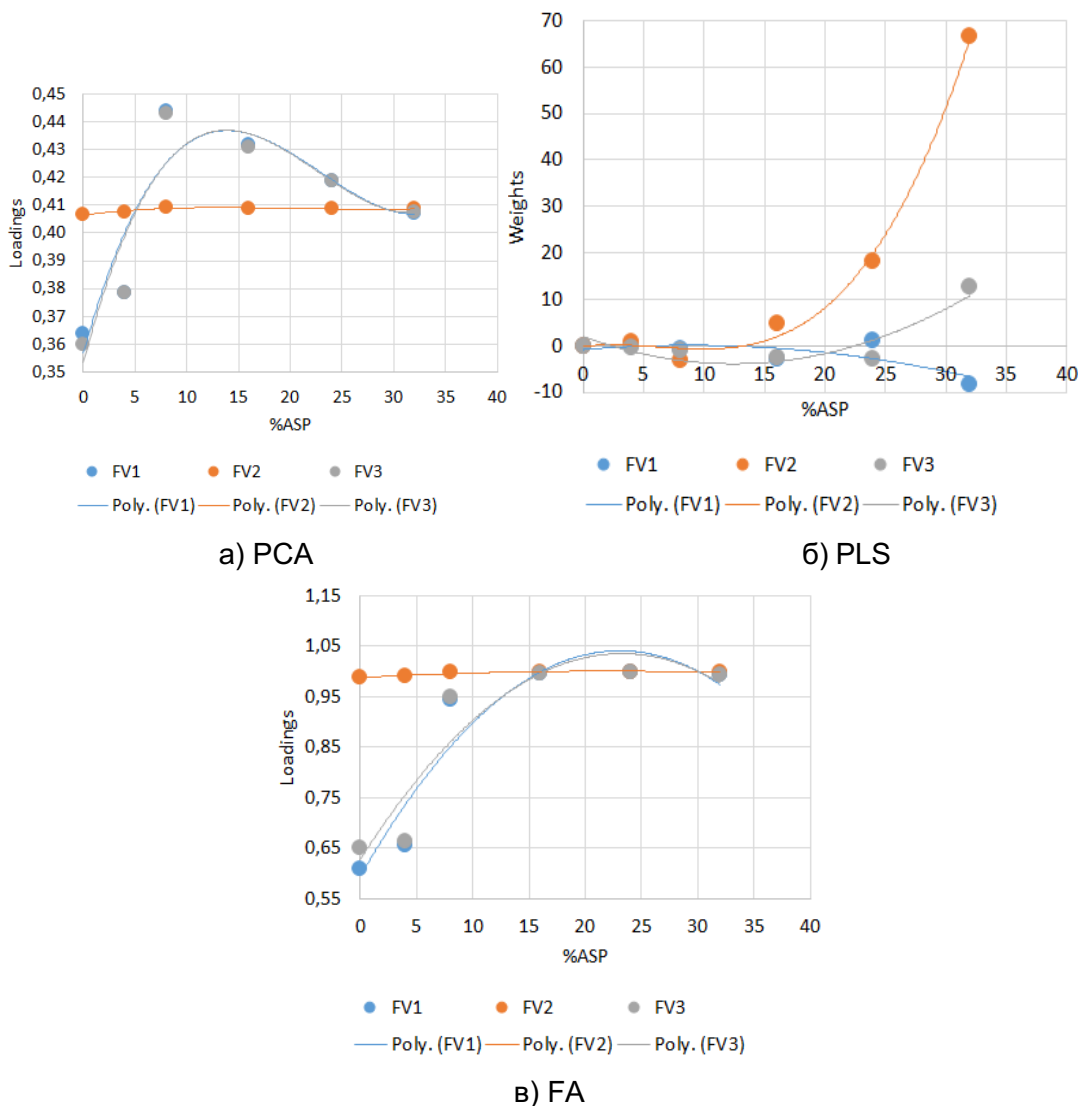


Фигура 24. Сензорен профил (а) и общо качество (б) на бисквити с добавка на брашно от APP

Бисквитите с 24% добавка на брашно от APP са най-предпочитани от консуматорите, тъй като имат най-добри сензорни качества (външен вид, вътрешна структура, текстура, вкус и аромат).

4.3.4 Определяне на оптимално добавяното количество брашно от ябълкови кори в бисквити, чрез математически анализ

На фиг. 25 са представени получените тегловни коефициенти за количеството остатъчни продукти от ябълки, при използване на вектори от признаци.



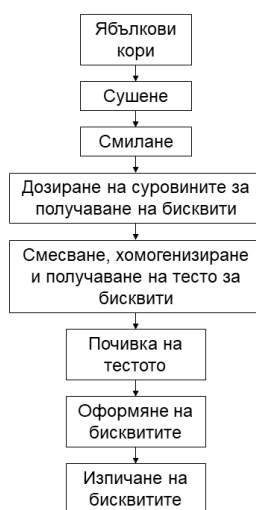
Фигура 25. Тегловни коефициенти за количеството остатъчни продукти от брашно от APP

Оптимално добавяното количество брашно от APP в бисквитите, определено чрез математически анализ, трябва да бъде 23,58%, което потвърждава заключенията от сензорния анализ. Сравнявайки с резултатите от сензорния анализ, се потвърждава, че метода FA дава най-

добри резултати при определяне на оптималното количество брашно от APP в бисквитите.

4.3.5 Примерна схема на технологичните операции за оползвотворяване на домати пресовки и получаване на крекери

В резултат на проведените изследвания в настоящата дисертация е предложена схема на технологичните операции за оползвотворяване на ябълкови кори и получаване на бисквити (фиг. 26).



Фигура 26. Примерна схема на технологичните операции за оползвотворяване на ябълкови кори и получаване на бисквити

4.4 Изследване на възможностите за получаване на кексове с добавка на брашно от гроздови пресовки

4.4.1 Изследване на свойствата на пшенично брашно, брашно от гроздови пресовки и брашнени смеси

4.4.1.1 Химична характеристика и антиоксидантна активност на пшенично брашно и брашно от гроздови пресовки

Резултатите от химичния анализ на пшеничното брашно и на брашното от гроздови пресовки са представени в табл. 12.

Таблица 12. Химичен състав и антиоксидантна активност на пшенично брашно и брашно от гроздови пресовки

Показатели, %	Пшенично брашно	Брашно от гроздови пресовки
Влагосъдържание	13,40±0,08	4,04±0,06
Минерални вещества	0,53±0,03	6,51±0,01
Мазнини	1,39±0,01	14,95±0,06
Протеини	13,21±0,60	12,48±0,98
Разтворими хранителни влакнини	4,00±0,10	3,24±0,11
Неразтворими хранителни влакнини	2,48±0,06	51,16±1,32
Общи хранителни влакнини	6,48±0,25	54,4±1,46
Общи въглехидрати	84,87±1,11	66,06±1,01
арабиноза	0,1±0,00	2,1±0,01
фруктоза	0,2±0,01	1,8±0,00
захароза	1,1±0,01	-
лактоза	0,2±0,00	-
Общи феноли, (µg GAE/100 g CB)	100,2±17,41	5373,36±15,462
DPPH, (µg TE/L CB)	10,06±0,02	336,62±0,24
FRAP, (µg TE/g CB)	272,50±12,49	24985,00±20,45

Брашното от GPP има значително по-високо съдържание на минерални вещества, мазнини, неразтворими и общи хранителни влакнини, общи феноли и антиоксидантна активност, в сравнение с бялото пшенично брашно.

4.4.1.2 Амилографска характеристика на пшенично брашно и брашнени смеси

В табл. 13 са представени стойностите на анализираниите амилографски показатели на пшеничното брашно и на смесите, обогатени с брашно от GPP.

Таблица 13. Амилографски показатели на пшенично брашно и брашнени смеси с добавка на брашно от GPP

Добавка на GPP, [%]	Максимален вискозитет, [BU]	Намаляване на вискозитета, [BU]	Възстановяване на вискозитета, [BU]	Краен вискозитет, [BU]	Температура на желатинизация, [°C]
0 (К)	628,0 ^d ±3,84	327,5 ^b ±0,54	451,5 ^d ±0,65	777,5 ^c ±2,02	61,1 ^a ±0,28
4	735,0 ^c ±1,31	328,0 ^b ±0,73	487,5 ^c ±0,71	880,5 ^b ±0,71	62,5 ^b ±0,35

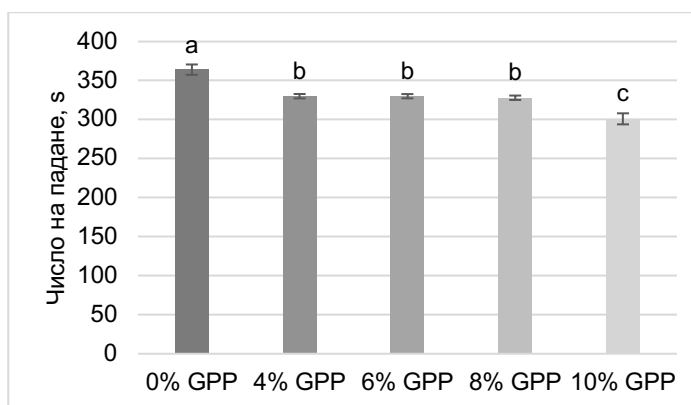
6	795,5 ^b ±2,19	319,0 ^c ±1,31	495,0 ^{bc} ±1,41	961,5 ^a ±3,44	62,5 ^b ±0,35
8	823,5 ^b ±0,71	296,0 ^d ±1,01	507,0 ^{ab} ±0,90	968,0 ^a ±0,00	62,8 ^b ±0,42
10	884,5 ^a ±6,36	331,5 ^a ±1,62	523,8 ^a ±0,30	971,0 ^a ±1,41	63,0 ^b ±0,35

Средните стойности са изчислени от три повторения. Стойностите в една и съща колона с различни експоненти са статистически различни ($p < 0,05$) след LSD теста на Fisher.

С увеличаване на количеството на брашното от GPP в брашнените смеси, се увеличава максималният и крайният вискозитет на суспензията.

4.4.1.3 „Число на падане“ на пшенично брашно и брашнени смеси

На фиг. 27 са представени стойностите на „падащото число“ на пшенично брашно и на брашнените смеси с различно съдържание на брашно от GPP.



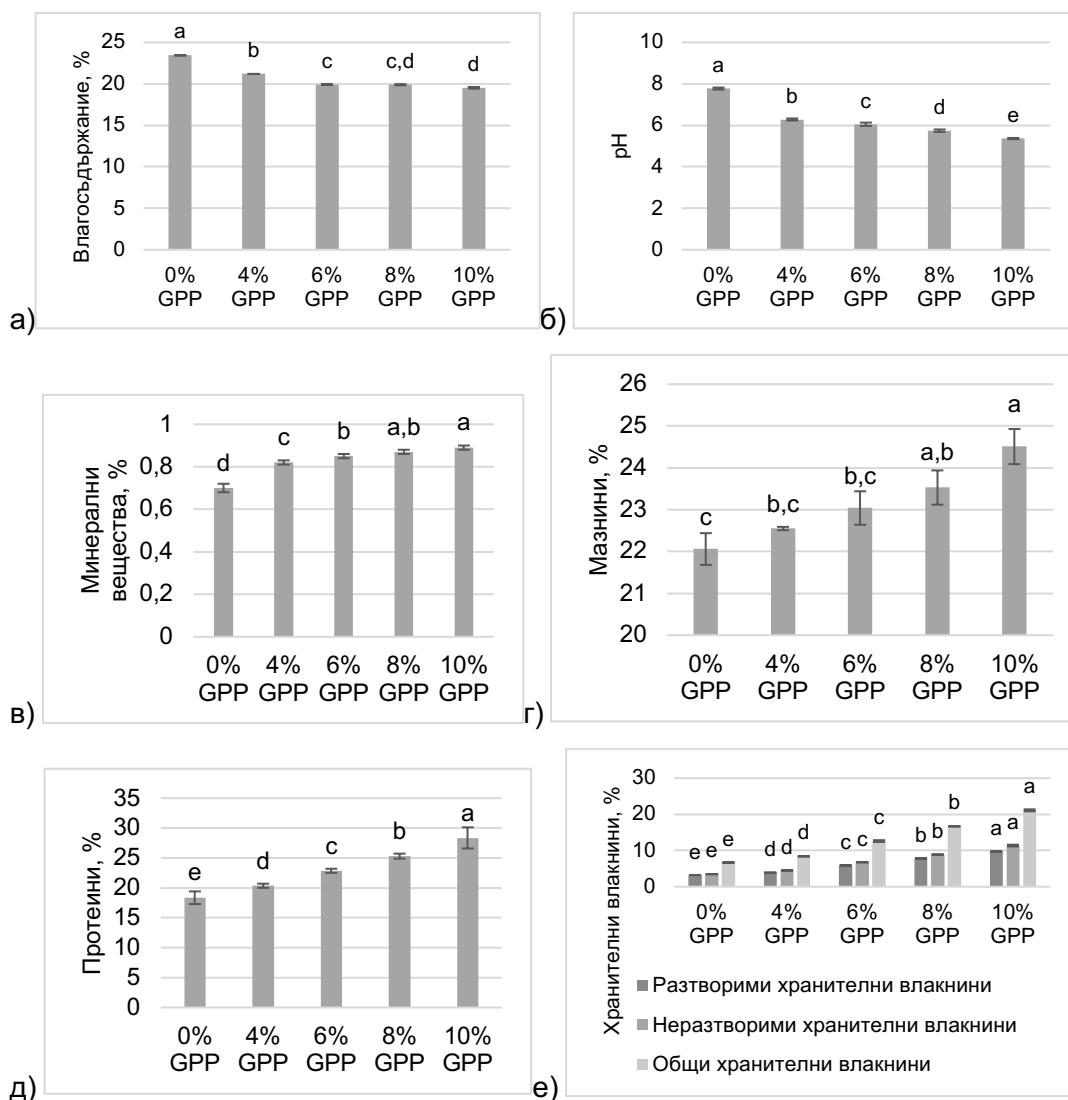
Фигура 27. „Число на падане“ на пшенично брашно и брашнени смеси с добавка на брашно от GPP

Резултатите, представени на фиг. 46, показват, че пшеничното брашно (контрола) има най-висока стойност за FN ($364 \pm 6,66$ s). Относно брашнените смеси, тези които съдържат 4 и 6% брашно от GPP, имат най-високо FN ($330 \pm 2,83$ s и $330 \pm 2,73$ s, съответно).

4.4.2. Хранителна стойност и антиоксидантна активност на получените кексове

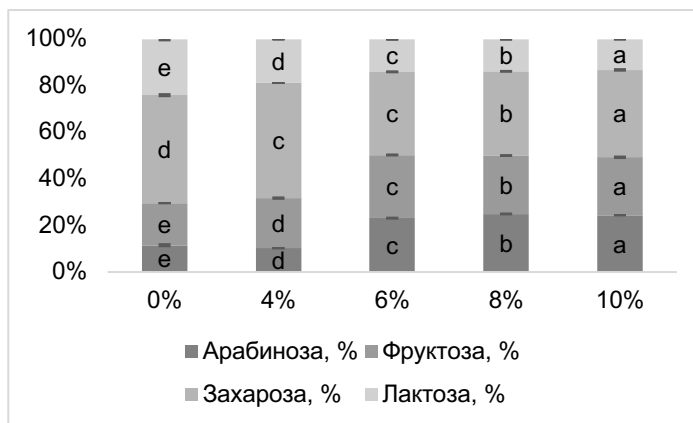
4.4.2.1 Химична характеристика на кексове

Резултатите от химичния състав на кексовете, с различно съдържание брашно от GPP са представени на фиг. 28.



Фигура 28. Химичен състав на кексове с добавка на брашно от GPP
 Стълбчетата показват стандартните отклонения. Различните букви показват значителни разлики ($p < 0,05$) между пробите.

Брашното от гроздови пресовки се отличава със значително по-добра хранителна стойност в сравнение с бялото пшенично брашно. Добавянето на брашно от GPP в кексовете, води до увеличаване съдържанието на: минералните вещества с около 27%; протеините с около 54%; мазнините с около 11%; общите, разтворимите и неразтворимите хранителни влакнини с около 215, 201 и 227%, съответно. Кексовете с 10% брашно от GPP имат най-добри хранителни качества. На фиг. 29 са представени резултатите за въглехидратните фракции, определени в кексовете с различно съдържание на брашно от GPP.



Фигура 29. Въглехидратни фракции в кексове с добавка на брашно от GPP. Стълбчетата показват стандартните отклонения. Различните букви показват значителни разлики ($p < 0,05$) между пробите.

От фигурата се вижда, че количеството на въглехидратните фракции арабиноза, фруктоза, захароза и лактоза, в кексовете, се увеличава прогресивно с увеличаване съдържанието на брашното от GPP.

4.4.2.2 Енергийна стойност на кексове

На фиг. 30 са представени даните за енергийната стойност на кексовете с различно съдържание на брашно от GPP.



Фигура 30. Енергийна стойност на кексове с добавка на брашно от GPP

Кексовете с 10% брашно от GPP имат най-висока енергийна стойност – 881,8 kcal/g, като разликата спрямо контролата е 46,38 kcal/g.

4.4.2.3 Фенолни съединения в кексове

Свободните феноли, идентифицирани в брашното от GPP и в кексовете, са представени в табл. 14.

Таблица 14. Фенолни киселини, фенилетаноиди и флавоноиди (mg/kg СВ) в брашно от GPP и кексове с добавка на брашно от GPP

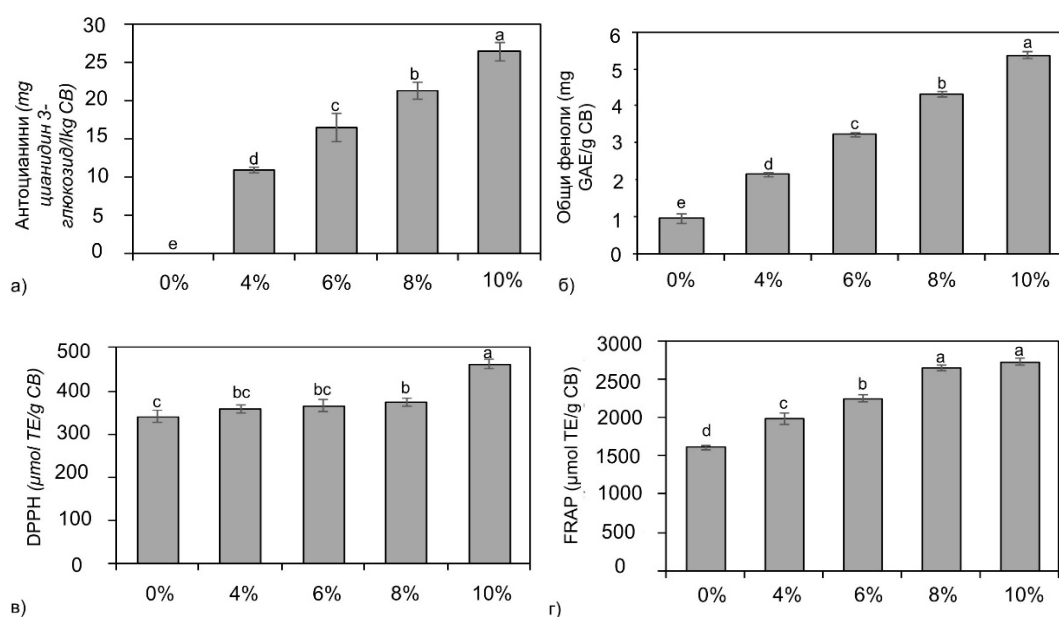
Показатели	GPP	0%	4%	6%	8%	10%
<u>Фенолни киселини</u>						
Галова киселина	40,1 ± 3,09	4,1 ± 0,66 ^d	4,7 ± 0,13 ^{cd}	5,6 ± 0,19 ^{ab}	6,4 ± 0,06 ^{ab}	7,4 ± 0,89 ^a
Протокатехинова киселина	53,8 ± 33,85	n.d.	1,9 ± 0,06 ^d	2,6 ± 0,01 ^b	3,1 ± 0,15 ^b	4,2 ± 0,11 ^a
Елагова киселина	32,2 ± 3,07	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<u>Фенилетаноиди</u>						
Тирозол	74,3 ± 0,93	68,9 ± 5,04 ^a	64,5 ± 0,06 ^{ab}	60,3 ± 0,66 ^{bc}	57,9 ± 2,24 ^c	49,9 ± 0,36 ^d
<u>Флавоноиди</u>						
Катехин	795,5 ± 63,35	n.d. ^e	12,8 ± 2,20 ^d	19,1 ± 3,93 ^c	25,2 ± 1,04 ^b	32,0 ± 0,65 ^a
Производно на катехин	11,3 ± 1,51	n.d. ^e	0,6 ± 0,07 ^d	0,8 ± 0,03 ^c	1,3 ± 0,01 ^b	1,9 ± 0,09 ^a
Производно на катехин	34,7 ± 9,27	n.d. ^e	0,4 ± 0,03 ^d	0,7 ± 0,01 ^c	1,0 ± 0,08 ^b	1,5 ± 0,02 ^a
Производно на катехин	51,6 ± 2,48	n.d. ^e	0,9 ± 0,01 ^d	1,1 ± 0,10 ^c	1,4 ± 0,03 ^b	1,6 ± 0,03 ^a
Производно на катехин	91,6 ± 3,49	n.d. ^e	0,6 ± 0,02 ^c	1,0 ± 0,08 ^b	1,0 ± 0,22 ^{ab}	1,3 ± 0,06 ^a
Производно на катехин	70,9 ± 1,08	n.d. ^e	0,1 ± 0,01 ^d	0,33 ± 0,03 ^c	0,67 ± 0,02 ^b	0,87 ± 0,06 ^a
Производно на катехин	13,0 ± 3,42	n.d. ^e	0,73 ± 0,02 ^d	1,14 ± 0,00 ^c	1,53 ± 0,01 ^b	1,95 ± 0,02 ^a
Производно на катехин	25,7 ± 6,80	n.d. ^e	0,6 ± 0,06 ^b	0,8 ± 0,10 ^b	1,0 ± 0,08 ^a	1,2 ± 0,01 ^a
Производно на епикатехин	224,5 ± 24,69	n.d. ^e	2,0 ± 0,42 ^d	3,8 ± 0,14 ^c	4,9 ± 0,05 ^b	7,0 ± 0,20 ^a
Мирицетин	8,4 ± 0,97	n.d. ^e	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Кверцетин	56,3 ± 10,17	n.d. ^e	2,3 ± 0,28 ^b	2,9 ± 0,39 ^b	3,6 ± 0,32 ^a	4,1 ± 0,04 ^a
Апигенин	38,9 ± 8,51	n.d. ^e	0,8 ± 0,02 ^c	1,0 ± 0,06 ^b	1,3 ± 0,04 ^a	1,3 ± 0,12 ^a
Кемпферол	39,1 ± 10,89	n.d. ^e	1,0 ± 0,04 ^d	1,2 ± 0,06 ^c	1,4 ± 0,11 ^b	1,7 ± 0,04 ^a
Общи фенолни киселини	126,1 ± 10,9	4,1 ± 0,7 ^d	6,6 ± 0,2 ^c	18,2 ± 0,2 ^b	9,5 ± 0,1 ^b	11,6 ± 1,0 ^a
Общи фенилетаноиди	74,3 ± 0,9	68,9 ± 5,0 ^a	64,5 ± 0,1 ^{ab}	60,3 ± 0,7 ^{bc}	57,9 ± 2,2 ^c	49,9 ± 0,4 ^d
Общи флавоноиди	1461,5 ± 66,2	n.d. ^e	33,0 ± 2,9 ^d	34,3 ± 5,2 ^c	44,4 ± 1,8 ^b	56,3 ± 0,6 ^a
ОБЩО:	1661,9 ± 78,0	73,0 ± 5,7 ^d	94,1 ± 3,1 ^{cd}	102,9 ± 6,1 ^{bc}	111,7 ± 3,9 ^{ab}	117,7 ± 1,3 ^a

n.d.: не е открито, т.е. по-ниско от границата на откриване; Стойностите на показателите за кексовете в същия ред, с различни експоненти, са статистически различни ($p < 0,05$) след LSD теста на Fisher.

Катехинът и неговите производни, са най-разпространените феноли в брашното от GPP (1094,3 mg/kg СВ, т.е. 65,8% общо), но те не се съдържат в контролната проба. В кексовете, обогатени с брашно от GPP, бяха открити всички феноли, присъстващи в брашното от GPP (с изключение на елагова киселина и мирицетин), като стойностите се увеличават в съответствие с нарастващите количества на брашното от GPP. Следователно общото количество на феноли в изделията, обогатени с брашно от GPP, е значително по-високо от това на контролното изделие. Това потвърждава полезността на този страничен продукт, за подобряване на хранителните стойности на хлебните продукти.

4.4.2.4 Антоцианини, общи феноли и антиоксидантна активност на кексове

На фиг. 32 е представено общото съдържание на антоцианините и фенолите, както и на антиоксидантната активност (DPPH и FRAP метод) на кексове с различно съдържание на брашно от GPP.



Фигура 31. Антоцианини (а), общи феноли (б) и антиоксидантна активност: (в) DPPH метод, (г) FRAP метод, в кексове с добавка на брашно от GPP. Стълбчетата показват стандартните отклонения. Различните букви показват значителни разлики ($p < 0,05$) между пробите.

Чрез статистическата обработка на данните (ANOVA) са определени значителни разлики между кексовете, за всички изследвани характеристики.

4.4.2.5 Маслно-киселинен състав на кексове

В табл. 15 е представен маслно-киселинният състав на кексовете с различно съдържание на брашно от GPP.

Таблица 15. Маслни киселини в кексове с добавка на брашно от гроздови пресовки

Масна киселина, %	0% GPP	4% GPP	6% GPP	8% GPP	10% GPP
Палмитинова (C16:0)	25,21 ^c ± 0,31	25,75 ^b ± 0,21	26,08 ^{ab} ± 0,04	26,26 ^a ± 0,01	26,47 ^a ± 0,03
Стеаринова (C18:0)	4,90 ^d ± 0,01	5,03 ^c ± 0,04	5,16 ^b ± 0,04	5,20 ^b ± 0,01	5,28 ^a ± 0,01
Олеинова (C18:1)	43,61 ^b ± 0,86	45,20 ^a ± 0,28	45,06 ^a ± 0,06	45,30 ^a ± 0,01	45,63 ^a ± 0,10
Линолова (C18:2)	20,00 ^c ± 0,21	21,06 ^b ± 0,03	21,70 ^a ± 0,28	21,80 ^a ± 0,28	21,95 ^a ± 0,14
MUFA	48,70 ^a ± 0,43	48,89 ^{ab} ± 0,14	49,00 ^d ± 0,10	49,30 ^{cd} ± 2,06	49,38 ^{bc} ± 1,10
PUFA	20,15 ^e ± 0,37	20,18 ^d ± 0,10	20,30 ^c ± 0,15	20,90 ^b ± 0,03	21,30 ^a ± 1,01
SFA	30,80 ^e ± 0,13	31,29 ^d ± 0,01	31,61 ^c ± 0,01	31,90 ^b ± 0,01	32,20 ^a ± 1,01

Стойностите на кексовете в същия ред, с различни експоненти, са статистически различни ($p < 0,05$) след LSD теста на Fisher.

Чрез статистическата обработка на данните (ANOVA) са определени значителни разлики между изделията за всички установени маслни киселини. Съдържанието на палмитиновата, стеариновата, олеиновата и линоловата маслни киселини се увеличава, с увеличаването на количеството на брашното от GPP.

4.4.3 Качество на получените кексове

4.4.3.1 Физична, текстурна характеристика и цвят на кексове

В табл. 16 са представени основните физични показатели на кексовете, с различно съдържание на брашно от GPP.

Таблица 16. Физични показатели на кексове с добавка на брашно от GPP

Добавка на GPP, (%)	Диаметър, (mm)	Дебелина, (mm)	Обем, (cm ³)
0 (K)	57,25 ^a ±0,21	34,05 ^a ±0,64	128,00 ^a ±1,41
4	57,10 ^a ±0,57	33,40 ^{ab} ±0,42	127,00 ^a ±0,10
6	56,80 ^a ±0,71	32,20 ^{bc} ±0,42	126,50 ^a ±0,71
8	56,50 ^a ±0,14	31,05 ^c ±0,49	123,50 ^b ±0,71
10	55,05 ^b ±0,21	30,80 ^c ±0,71	120,50 ^c ±0,71

Средните стойности са изчислени от три повторения. Стойностите в една и съща колона, с различни експоненти, са статистически различни ($p < 0,05$) след LSD теста на Fisher.

Увеличаването на количеството на брашното от GPP в кексовете, води до незначително намаляване на диаметъра, дебелината и обема на изделията. Твърдостта, еластичността, плътността и дъвкаемостта на получените кексове са представени в табл. 17.

Таблица 17. Текстурни показатели на кексове с добавка на брашно от GPP

Добавка на GPP, (%)	Твърдост, (N)	Еластичност, (mm)	Плътност	Дъвкаемост, (N)
0%	35,48 ^e ±0,50	0,84 ^a ±0,01	0,58 ^a ±0,01	17,19 ^d ±0,25
4%	44,15 ^d ±0,37	0,83 ^{ab} ±0,01	0,55 ^b ±0,01	19,97 ^c ±0,97
6%	52,47 ^c ±0,69	0,82 ^b ±0,01	0,53 ^b ±0,01	21,87 ^b ±0,78
8%	57,35 ^b ±0,68	0,79 ^c ±0,01	0,53 ^b ±0,01	22,95 ^b ±0,23
10%	63,88 ^a ±0,09	0,79 ^c ±0,01	0,51 ^c ±0,01	26,67 ^a ±0,11

Средните стойности са изчислени от три повторения. Стойностите в една и съща колона, с различни експоненти, са статистически различни ($p < 0,05$) след LSD теста на Fisher

Твърдостта на кексовете значително се увеличава с увеличаване на количеството на брашното от GPP в изделията. Незначително се увеличава

дъвкаемостта, но се намалява еластичността и плътността. Параметрите на цвета L^* , a^* , b^* се променят при добавянето на брашно от GPP (табл. 18).

Таблица 18. Цвят на кексове с добавка на брашно от GPP

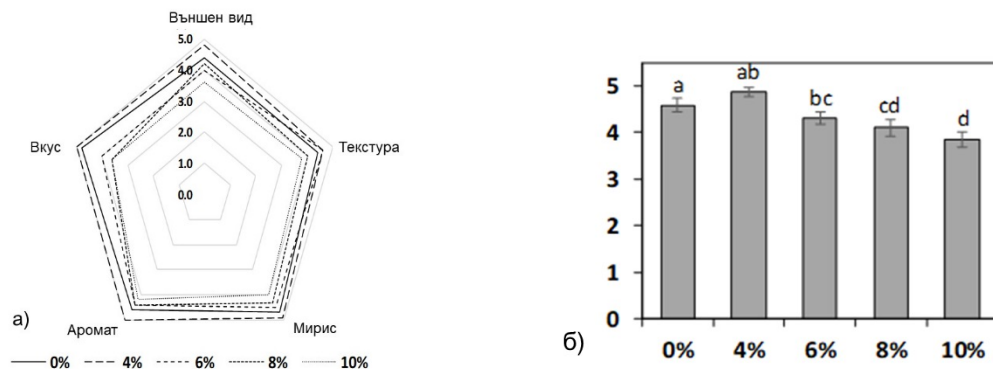
Добавка на GPP, %	L^*	a^*	b^*
0 (К)	58,17 ^a ±1,22	43,11 ^a ±1,43	71,29 ^b ±2,17
4	55,32 ^b ±0,88	35,61 ^b ±0,91	72,15 ^b ±1,52
6	54,72 ^b ±0,28	32,07 ^c ±0,62	74,11 ^a ±0,10
8	53,60 ^b ±0,42	31,26 ^c ±0,14	74,18 ^a ±0,21
10	50,73 ^c ±0,52	29,41 ^d ±1,33	74,39 ^a ±1,41

Средните стойности са изчислени от три повторения. Стойностите в една и съща колона, с различни експоненти, са статистически различни ($p < 0,05$) след LSD теста на Fisher

Контролните кексове са най-светли ($L^* = 58,17$), следвани от кексовете с 4, 6 и 8% добавка на брашно от GPP, които имат сравнително еднаква яркост, докато кексовете с добавка на 10% брашно от GPP имат най-тъмен цвят ($L^* = 50,73$).

4.4.3.2 Сензорна характеристика на кексове

Сензорният анализ показва, че кексовете с добавка на 4% брашно от GPP са получили най-високи оценки (фиг. 32а) за всичките пет изследвани сензорни показателя (външен вид, текстура, мирис, аромат и вкус). Контролната проба има задоволителен брой точки, но резултатите са пониски, в сравнението с останалите проби.



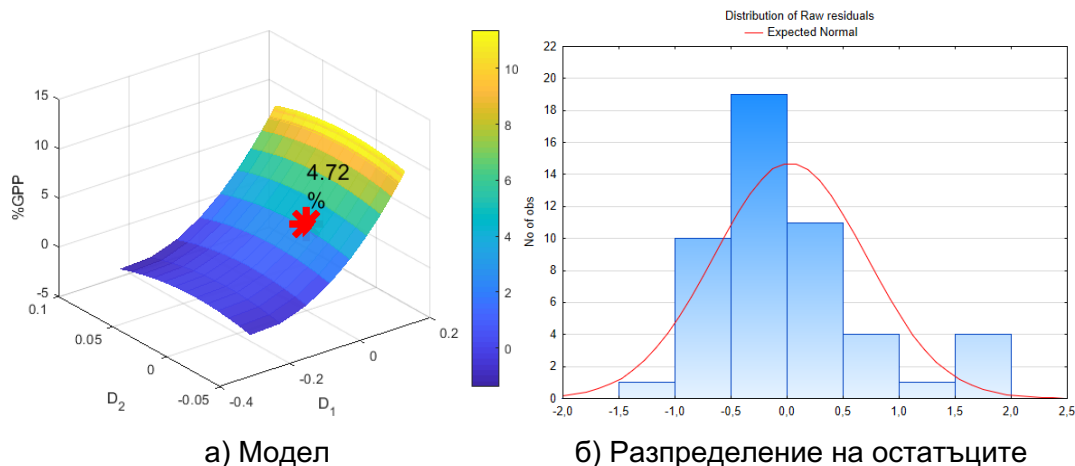
Фигура 32. Сензорен профил (а) и обща приемливост (б) на кексове с добавка на брашно от GPP

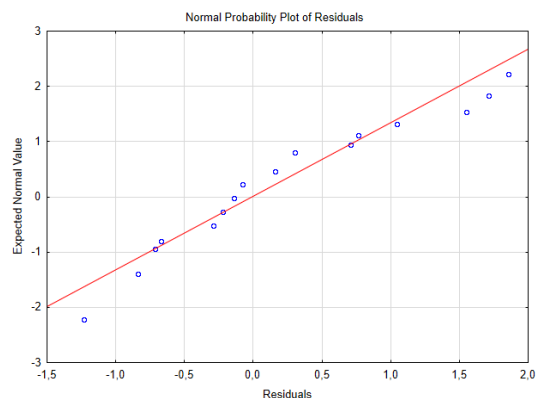
Различните букви показват значителни разлики ($p < 0,05$) между пробите.

С най-добра обща оценка (най-добра обща приемливост) по отношение на сензорния анализ са кексовете, обогатени с 4% брашно от GPP (фиг. 32б).

4.4.4 Определяне на оптимално добавяното количество брашно от гроздови пресовки в кексове, чрез математически анализ

Прилагайки алгоритъм за линейно програмиране е определено подходящото количество добавено брашно от GPP, което възлиза на 4,72%. На фиг. 33 е показан в графичен вид полученият модел и подходящото количество брашно от GPP, което следва да се добави в кексовете.





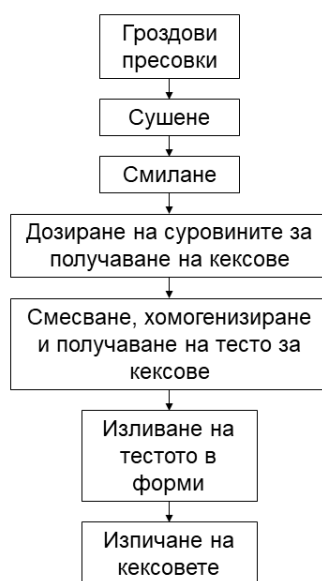
в) Диаграма на нормалната вероятност на остатъците

Фигура 33. Определяне на оптималното количество брашно от GPP в кексове

Оптимално добавяното количество брашно от GPP в кексовете, определено чрез математически анализ, трябва да бъде 4,72%, което потвърждава заключенията от сензорния анализ.

4.4.5 Примерна схема на технологичните операции за оползвотворяване на гроздови пресовки и получаване на кексове

В резултат на проведените изследвания в настоящата дисертация е предложена схема на технологичните операции за оползвотворяване на гроздови пресовки и получаване на кексове (фиг. 34).



Фигура 34. Примерна схема на технологичните операции за оползвотворяване на гроздови пресовки и получаване на кексове

5 **Обобщени изводи**

Проведените изследвания и получените резултати позволяват да се направят следните обобщени изводи:

1. За първи път е изследвано мнението на потребители от Р. България, Р. Хърватия, Р. С. Македония и Босна и Херцеговина, относно управлението и оползотворяването на отпадъци от ХВП, и производството на функционални хранителни продукти. Повече от 70% от анкетираните не са открили хранителни продукти, съдържащи отпадъци от ХВП, но ако на пазара има такъв продукт, те биха го закупили.

2. За първи път са изследвани процесите на оползотворяване на растителни отпадъци, получени при преработката на домати, ябълки и грозде.

3. На базата на комплексни изследвания за получаване на крекери с добавка на брашно от домати пресовки, бисквити с добавка на брашно от ябълкови кори и кекс с добавка на брашно от гроздови пресовки, са получени три вида функционални хлебни и сладкарски изделия (крекери, бисквити и кекс), обогатени с брашно от домати пресовки, ябълкови кори и гроздови пресовки, съответно, с което се доказват възможностите за реализиране на безотпадъчни технологии в ХВП.

4. Брашната от домати пресовки, ябълкови кори и гроздови пресовки имат много висока хранителна стойност и антиоксидантна активност, в сравнение с бялото пшенично брашно. Изключително високо е съдържанието на минералните вещества (с 970%, 856% и 1128%, съответно, повече, спрямо бялото пшенично брашно), общите хранителни влакнини (с 856%, 374% и 739% повече), и общите феноли (с 20290%, 971% и 5252% повече).

5. Брашнените смеси, съдържащи брашно от домати пресовки, брашно от ябълкови кори или брашно от гроздови пресовки се характеризират с ниска α -амилазна активност.

6. Чрез математически анализ е определено оптимално добавяното количество брашно от домати пресовки в крекери (9,27%), брашно от ябълкови кори в бисквити (23,58%) и брашно от гроздови пресовки в кексове (4,72%), спрямо масата на бялото пшенично брашно.

7. Установена е висока хранителна стойност и антиоксидантната активност на получените крекери, бисквити и кекс, с добавка на брашно от домати пресовки, ябълкови кори и гроздови пресовки, съответно, спрямо контролните проби, като:

- количеството на минералните вещества в обогатените крекери се увеличава със 77%, в обогатените бисквити – с 22%, а в обогатените кексове – с 27%;

- количеството на протеините е с 15% повече в обогатените крекери, с 58% по-малко в обогатените бисквити, и с 54% повече в обогатените кексове;

- количеството на разтворимите хранителни влакнини се увеличава с 28% в крекерите с брашно от домати пресовки, със 189% в бисквитите с брашно от ябълкови кори, и с 202% в кексовете с брашно от гроздови пресовки;

- количеството на неразтворимите хранителни влакнини се увеличава със 128%, 128% и 228%, съответно в обогатените крекери, бисквити и кексове;

- количеството на общите хранителни влакнини се увеличава с 91% в обогатените крекери, с 373% в обогатените бисквити, и с 216% в обогатените кексове;

- количеството на общите феноли в обогатените крекери е със 170% повече, в обогатените бисквити – с 352% повече, а в обогатените кексове – с 450% повече;

- антиоксидантната активност на обогатените крекери е по-висока със 120%, в обогатените бисквити – с 50%, а в обогатените кексове – с 47%;

- обогатените крекери имат значително по-високо съдържание на токоли (с 59%) и общи каротеноиди (с 1612%);

- в маслото на обогатените крекери са установени в най-големи количества: линолова киселина – от 39,24 до 41,74 %, олеинова киселина – от 32,04 до 33,10%, и палмитинова киселина – от 20,54 до 21,355; а в обогатените кексове – от 21,06 до 21,95% линолова киселина, от 45,20 до 45,63% олеинова киселина, и от 25,75 до 26,47% палмитинова киселина.

8. Качеството на получените три вида обогатени хлебни и сладкарски изделия, в сравнение с контролните проби, е както следва:

- крекерите с добавка на 8% брашно от домати пресовки се характеризират с най-добра обща приемливост, текстура, аромат, вкус и мирис. Всички видове обогатени крекери имат по-тъмен цвят, значително по-малък обем (с около 50%), малка твърдост и голяма дъвкаемост;

- бисквитите с добавка на 24% брашно от ябълкови кори имат най-добър външен вид, вътрешна структура, текстура, вкус и аромат. Всички видове обогатени бисквити имат по-тъмен цвят, значително по-малка дебелина (с около 33%) и по-малък обем (с около 35%);

- кексовете с добавка на 4% брашно от гроздови пресовки имат най-добър външен вид, текстура, мирис, аромат, вкус и обща приемливост. Всички видове обогатени кексове имат по-тъмен цвят и по-голяма твърдост.

9. Поради завишеното съдържание на минерални вещества, хранителни влакнини, мазнини, протеини, фенолни съединения, токоли и каротеноиди, и високата антиоксидантна активност, които доказано действат положително върху една или повече функции в човешкия организъм, получените изделия (крекери, бисквити и кекс) с добавка на странични продукти от домати, ябълки и грозде, съответно, могат да се считат за функционални храни.

6 Приноси на дисертацията

6.1 Научни приноси

1. Създадена е база от данни и са изведени математически модели за определяне на оптимално добавеното количество брашно от домати пресовки в крекери, брашно от ябълкови кори в бисквити и брашно от гроздови пресовки в кексове.

2. Доказано е високо съдържание на биологично-активни вещества в изследваните брашна от домати и гроздови пресовки и ябълкови кори, което ги прави ценна суровина за получаване на функционални хлебни и сладкарски изделия.

3. Установено е, че вложените брашна в брашнените смеси повишават температурата на клейстеризацията на нишестето.

6.2 Научно-приложни приноси

1. За първи път са подбрани най-подходящите математически модели, чрез които е определено оптимално добавяното количество брашно от домати пресовки в крекери (9,27%), брашно от ябълкови кори в бисквити (23,58%) и брашно от гроздови пресовки в кексове (4,72%).

2. Доказана е високата хранителна стойност и антиоксидантна активност на брашната от домати пресовки, ябълкови кори и гроздови пресовки, поради което те са използвани като ценна суровина за получаване на хлебни и сладкарски изделия (крекери, бисквити и кекс) с функционални свойства.

6.3 Приложни приноси

1. Проучена е възможността за оползотворяване на странични продукти, получени от преработката на домати, ябълки и грозде, и реализиране на безотпадъчни технологии в ХВП, чрез производство на хлебни и сладкарски изделия (крекери, бисквити и кексове).

2. Разработени са три рецептури и технологии за производство съответно на обогатени с брашно от домати пресовки крекери, обогатени с брашно от ябълкови кори бисквити, и обогатени с брашно от гроздови пресовки кексове.

3 Предложени са три примерни схеми на технологичните операции за оползотворяване на домати пресовки, ябълкови кори и гроздови пресовки, чрез получаване на крекери, бисквити и кексове.

4. Лабораторно получени са три вида функционални хлебни и сладкарски изделия (крекери, бисквити и кексове), обогатени с брашно от домати пресовки, ябълкови кори и гроздови пресовки, съответно. Установено е, че с най-добро сензорно качество са крекерите с добавка на 8% брашно от домати пресовки, бисквитите с добавка на 24% брашно от ябълкови кори и кексовете с добавка на 4% брашно от гроздови пресовки.