

ИКОНОМИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ВАРНА

Факултет „Стопански”

Катедра „Стокосзнание”

Дана Асенова Стефанова

**ПОДОБРЯВАНЕ НА ПОТРЕБИТЕЛНИТЕ СВОЙСТВА НА
ХЛЯБА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ДОБАВКИ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация

за присъждане на образователна и научна степен „Доктор”

по професионално направление 3.8. Икономика

докторска програма „Стокосзнание”

Варна

2017 г.

Дисертационния труд е разработен в общ обем от 184 страници, включващи основен текст, 31 фигури и 9 таблици. Цитирани са 235 литературни източника, 47 от които на кирилица и 188 на латиница.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 2017 г. от часа в зала на Икономически университет – Варна на заседание на научно жури, назначено със заповед № РД 06 – 1771 от 29. 06. 2017 г. на ректора на Икономически университет – Варна.

Материалите по защитата на дисертацията са на разположение на интересувашите се на интернет страницата на Икономически университет – Варна www.ue-varna.bg.

ИКОНОМИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ВАРНА

Факултет „Стопански”

Катедра „Стокознание”

Дана Асенова Стефанова

ПОДОБРЯВАНЕ НА ПОТРЕБИТЕЛНИТЕ СВОЙСТВА НА ХЛЯБА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ДОБАВКИ

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация

за присъждане на образователна и научна степен „Доктор”
по професионално направление 3.8. Икономика
докторска програма „Стокознание”

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:

Доц. д-р Денка Йорданова Златева

НАУЧНО ЖУРИ:

1. Доц. д-р Денка Йорданова Златева
2. Доц. д-р Събка Димитрова Пашова
3. Проф. д-р Христо Николов Кожухаров
4. Проф. д-р инж. Гроздан Иванов Караджов
5. Доц. д-р инж. Росен Миланов Чочков

РЕЦЕНЗЕНТИ:

1. Проф. д-р Христо Николов Кожухаров
2. Проф. д-р инж. Гроздан Иванов Караджов

Варна

2017 г.

Дисертационният труд е обсъден и е насочен за защита на заседание на разширен състав към катедра „Стокознание“ при Икономически университет - Варна на 28.06.2017 г.

Авторът на дисертационния труд е бил редовен докторант към катедра „Стокознание“ при Икономически университет – Варна.

Автор: Дана Асенова Стефанова

Заглавие: Подобряване на потребителните свойства на хляба чрез използване на добавки

Тираж:

Отпечатан в Печатна база на Икономически университет-Варна

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Актуалност на темата

На съвременния етап хлебопекарната индустрия се намира пред необходимостта да произвежда продукти, отговарящи на потребностите на консуматорите, които удовлетворяват стремежа към рационално и здравословно хранене. В тази насока се усъвършенстват традиционните и се създават нови рецептури и технологии за производство на хляб. Повишаването на качеството, подобряването на потребителните свойства (особено на биологичната ценност) и удължаването на съхраняемостта на хляба са аспекти с голяма теоретична и практико-приложна значимост.

Решаването на тези проблеми и подобряването на потребителните свойства на хлебопекарната продукция зависят от качеството на изходните суровини, от правилното провеждане на отделните етапи от технологичния процес и от целенасоченото използване на добавки от различен произход, влияещи върху свойствата на тестените полуфабрикати и качеството на хляба.

С цел повишаване на биологичната ценност на хляба в много страни се прилага допълнителното му обогатяване с биологично активни вещества. Това е т. нар. хранителен подход, който се прилага основно за борба с дефицитни състояния на организма и по-конкретно - за преодоляване на дефицита на минерални вещества. Недостигът им в храните и здравните последици, породени от това, са проблем, който засяга повече от половината от населението в света. В България ситуацията не е различна. Установено е, че с храненето не се набавят нужните количества минерални вещества и съществува дефицит по отношение на редица макро- и микроелементи: калций, магнезий, желязо, цинк, селен и др. Традиционно високата консумация на хляб е национална характеристика на храненето в България. Независимо, че в последните години се отбелязва спад в консумацията му, хлябът продължава да заема основен дял в дневния хранителен прием на българите. Обогатяването на хляба с допълнителни количества минерални вещества разкрива възможност за преодоляване на дефицита им.

За подобряване на потребителните свойства на хляба в световен мащаб широко се прилага използването на млечнокисели бактеријни закваски в хлебопроизводството. Благодарение на тях се повишава ефективността на ферментацията в тестените полуфабрикати, повишават се обемът и шупливостта на хляба, подобряват се вкусовите и ароматичните му свойства, повишава се хранителната ценност и др. Използването на млечнокисели закваски способства и за удължаване на съхраняемостта на хляба.

Липсват комплексни и пълни изследвания относно възможността за едновременно въвеждане на лиофилизирани бактеријни млечнокисели закваски и минерални вещества (цинк и селен) при производството на хляб. Това е основание за целенасочени изследвания по проблема. Той е в съзвучие с основната тенденция в отрасъла в настоящия момент, а именно - непрекъснато обогатяване на асортиментната структура на хлебопекарната продукция посредством увеличаване на броя и разнообразяване вида на използваните суровини.

2. Изследователска теза

Основната **изследователска теза** на настоящия дисертационен труд е, че посредством едновременното влагане на минерални соли, съдържащи цинк и селен, и лиофилизирани млечнокисели бактериийни закваски, ще се разкрие възможност за подобряване на някои потребителни свойства на хляба и най-вече - за повишаване на биологичната му ценност.

3. Обект и предмет на изследването

Обект на изследването в настоящия дисертационен труд е възможността за подобряване на потребителните свойства на хляба, приготвен от пшенично брашно тип 500.

Предмет на изследването е влиянието на цинк- и селенсъдържащи съединения (под формата на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$) и лиофилизирани млечнокисели закваски върху потребителните свойства на хляба.

4. Цел и задачи на дисертационния труд

Цел на дисертационния труд:

Изследване на влиянието на есенциалните микроелементи цинк и селен (под формата на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$) и лиофилизирани млечнокисели закваски върху потребителните свойства на хляба.

За постигане на така формулираната цел е необходимо реализирането на следните **задачи**:

1. Определяне на необходимите количества минерални соли ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$), с които да се извърши обогатяването на хляба за постигане на среднодневния препоръчителен прием на есенциалните микроелементи цинк и селен.
2. Изследване на промените в свойствата на тестените полуфабрикати в резултат на използването на минерални вещества ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$) и млечнокисели закваски.
3. Установяване на влиянието на минерални вещества и млечнокисели закваски върху качеството на хляба.
4. Проучване на промените в потребителните свойства на хляба в резултат на използването на минерални вещества ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$) и млечнокисели закваски.
 - 4.1. Установяване на влиянието на минерални вещества и млечнокисели закваски върху биологичната ценност на хляба.
 - 4.2. Установяване на влиянието на минерални вещества и млечнокисели закваски върху съхраняемостта на хляба.

5. Аprobация

Основна част от резултатите в дисертационния труд са представени на научни конференции и са публикувани в специализирани научни издания.

Практическото прилагане на резултатите от научното изследване е извършено във фирма „ЗИВ” ЕООД – гр. Варна. Очакваният ефект от производството на хляб, обогатен с минерални вещества (цинков сулфат хептахидрат и натриев селенит пентахидрат) и лиофилизирани млечнокисели закваски, може да се търси в позиционирането на продукта на пазара на хлебни изделия със здравословни претенции и в разширяването на асортиментната листа на предлаганите продукти на хлебопекарната индустрия.

II. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд се състои от въведение, изложение в три глави, заключение и списък на използваната литература. Общият обем е 184 страници, включващи основен текст, 31 фигури и 9 таблици. Цитирани са 235 литературни източника, 47 от които на кирилица и 188 на латиница.

Структурата на съдържанието на дисертационния труд е, както следва:

Въведение

Цел и задачи на дисертационния труд

Първа глава

Литературен обзор

1. Потребителни свойства на хляба
2. Значение на минералните вещества за храненето на човека
 - 2.1. Потребност на човешкия организъм от минерални вещества
 - 2.2. Възможности за обогатяване на хляба с минерални вещества
 - 2.3. Методи за количествено определяне на минерални вещества в храните
 - 2.4. Влияние на добавените минерални вещества върху свойствата на тестените полуфабрикати и потребителните свойства на хляба
3. Приложение на млечнокисели закваски в хлебопроизводството
 - 3.1. Млечнокисели закваски, използвани при производството на хляб
 - 3.2. Влияние на млечнокиселите закваски върху свойствата на тестените полуфабрикати и потребителните свойства на хляба

Обобщение

Втора глава

Материали и методи на изследване

1. Опитен материал
 - 1.1. Суровини за приготвяне на тестените полуфабрикати и хляба
 - 1.2. Маяно тесто
 - 1.3. Главно тесто
 - 1.4. Хляб
2. Методи на изследване
 - 2.1. Методи за определяне на качествените показатели на брашното
 - 2.2. Методи за определяне на свойствата на тестените полуфабрикати
 - 2.2.1. Методи за определяне на свойствата на маяно тесто
 - 2.2.2. Методи за определяне свойствата на главното тесто
 - 2.3. Методи за определяне на качеството на хляба
 - 2.4. Методи за определяне съдържанието на минералните елементи цинк и селен
 - 2.5. Методи за определяне развитието на млечнокисели бактерии в хранителна среда, обогатена с цинк и селен

Трета глава

Резултати и обсъждане

1. Изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху свойствата на тестените полуфабрикати и хляба

- 1.1. Експериментално определяне на необходимото количество цинкови и селенови съединения за повишаване на биологичната ценност на хляба
- 1.2. Резултати от определяне съдържанието на цинк и селен в хляба след обогатяване с $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$
- 1.3. Резултати от изследване на общ брой млечнокисели бактерии в хранителна среда, обогатена с $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$
- 1.4. Изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху свойствата на тестените полуфабрикати
 - 1.4.1. Влияние на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху киселинността на маяното тесто
 - 1.4.2. Влияние на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху степента на увеличение на обема на маяното тесто
 - 1.4.3. Влияние на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху ферментационните загуби на маяното тесто
 - 1.4.4. Влияние на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху киселинността на главното тесто
 - 1.4.5. Влияние на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху ферментационните загуби на главното тесто
- 1.5. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху свойствата на хляба
 - 1.5.1. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху киселинността на хляба
 - 1.5.2. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски, върху шупливостта на хлебната средина
 - 1.5.3. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху формоустойчивостта на хляба
 - 1.5.4. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху стареенето на хляба
 - 1.5.5. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху микробиологичната развала на хляба
 - 1.5.6. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху сензорния профил на хляба

Заклучение

Изводи

Приноси с научен и научно-приложен характер

Литература

III. КРАТКО ИЗЛОЖЕНИЕ НА СЪДЪРЖАНИЕТО НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Глава първа Литературен обзор

Направен е обстоен литературен обзор, от който може да се заключи, че редица изследователи по света работят за подобряване на потребителните свойства на хляба чрез използване на различни добавки от минерален и органичен произход.

Има достатъчно литературни данни за обогатяване на хляба с калций, желязо и магнезий, но възможността за обогатяването му с цинк и особено със селен, представлява засилен интерес през последните години. Това се дължи на факта, че съдържанието им в традиционните за хранителния прием в нашата страна продукти е под референтните стойности за хранителен прием. Във връзка с това един от най-удачните начини за решаването на проблемите, свързани с дефицита на минерални вещества, е създаването на обогатени хранителни продукти като алтернатива на приемането на хранителни добавки.

Редица автори установяват положителното въздействие на млечнокиселите закваски при производството на хляб. Доказано е, че се постига съкращаване на времето за приготвяне на тестените полуфабрикати и подобряване на свойствата им; подобряване на обемния добив на хляба, шупливостта, формоустойчивостта и вкусовите и ароматични свойства. Друг позитивен аспект при използването на млечнокисели закваски при производството на хляб е удължаването на съхраняемостта му чрез забавяне на стареенето и потискане на микробиологичните процеси на развала.

От проучването на литературните източници се установи, че много автори по света провеждат научни изследвания, свързани с възможността за подобряване на потребителните свойства на хляба посредством различни добавки, но въздействието на използваните в настоящия дисертационен труд закваски и минерални вещества не е проучено. Има редица изследвания за механизма на участието на цинк и селен в биохимичните процеси, както и за ролята на млечнокиселите закваски в хлебопроизводството, но липсват целенасочени изследвания върху потребителните свойства на хляб, приготвен с едновременното влагане на цинк- и селенсъдържащи съединения и млечнокисели бактерийни закваски. В повечето случаи авторите съсредоточават вниманието си върху въздействието, което добавките оказват върху отделни свойства на тестените полуфабрикати или хляба.

Във връзка с това интересът ни беше насочен към възможността за подобряване на потребителните свойства на хляба чрез едновременното добавяне на минералните вещества цинк и селен и лиофилизирани млечнокисели закваски.

Глава втора Материали и методи на изследване

В хода на експерименталната работа се изследват тестени полуфабрикати (маяно и главно тесто) и хляб, като за приготвянето им се използват: пшенично брашно тип

500, вода, готварска сол, пресувана мая за хляб. При замесване на маяното тесто се влагат поотделно *лиофилизирани млечнокисели закваски* със състав:

- Закваска BR Z1: *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* var. *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*;

- Закваска BR Z3: *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* var. *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus*.

Закваските се произвеждат в лиофилизиран вид от микробиологична лаборатория „Ел Би Булгарикум“ ЕАД – гр. София.

За целите на дисертационния труд, при приготвяне на тестото в състава му се включват и химически чисти *минерални соли*, а именно: цинков сулфат хептахидрат ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) и натриев селенит пентахидрат ($Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$), производство на фирма Merck - Германия.

За целите на експерименталната работа хлебното тесто се приготвя по двуфазния метод.

Маяното тесто се приготвя с 40 % от общото количество пшенично брашно тип 500 и цялото количество пресувана мая (900 g на 100 kg брашно), при съотношение между брашно и вода 1:1. Водата, използвана за замесване на тестото, е с температура 32 °С, като по този начин се регулира температурата на тестото. Предварително в нея се разтварят добавките, които са предназначени за внасяне по рецептура.

Количеството за влагане на лиофилизираните закваски при двуфазния метод на приготвяне на тестото е съобразено с препоръките на производителя и е 70 g на 100 kg брашно. Закваските се влагат при замесване на маяното тесто без предварителното им активиране.

С цел повишаване на биологичната ценност на хляба се използват обогатяващи дабавки под формата на водоразтворими съединения: цинков сулфат хептахидрат ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) и натриев селенит пентахидрат ($Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$). Съгласно Наредба № 47 от 28 Декември 2004 г. за изискванията към хранителни добавки, издадена от Министерство на здравеопазването (обн. ДВ, бр. 5 от 14 Януари 2005 г.), съединенията са разрешени за използване като компоненти на хранителни добавки. Добавените количества са изчислени така, че в готовия продукт да се постигнат нива, близки до препоръчителните среднодневни стойности за хранителен прием, които съгласно Наредба № 23 от 19 юли 2005 г. са: за цинк 11 mg/d; за селен 55 µg/d.

Проследяват се промените, които настъпват в технологичните свойства на маяното тесто при продължителност на ферментацията 2, 4 и 6 h.

Пробите **главно тесто** се замесват от цялото количество маяно тесто (претърпяло ферментация с гореуказаната продължителност), останалите количества брашно и вода (предвидени по рецептурата), като се прибавя и готварска сол (1,3 kg на 100 kg брашно). Тестото съзрява 50 min в термостат при температура 35 °С, като на 25^{-тата} минута се премесва. Окончателната ферментация е необходима за разсейване на структурните напрежения, възникнали при замесването на тестото, и за възстановяване на нарушените в резултат на механичното въздействие структурни връзки.

Хлябът се изпича при температура 220 °С. Продължителността на изпичането е 30-35 min (докато температурата в центъра на хлебната средина достигне 96 – 98 °С).

Показателите, характеризиращи качеството на хляба, се определят 3 h след изпичането му.

Методите на изследване, използвани за определяне на качествените показатели на използваните суровини, както и на свойствата на тестените полуфабрикати (маяно и главно тесто) и хляба, са следните:

► За определяне на основните качествени показатели на **брашното** са използвани физични и химични методи, както следва: **Влажност, в %**. Влажността се определя, като аналитично претеглената проба (около 5 g) се изсушава в сушилнен шкаф до постоянна маса при температура 105 °С, съгл. БДС EN ISO 712:2010; **Добив на мокър глютен, в %**. Добивът на мокър глютен се определя, като се замеси тестено топче от 25 g брашно и нужното количество вода. След замесването тестеното топче престоива 20 min във вода, след което се извършва отмиването на глутена под слаба струя течаща вода. Отмитият глютен се подсушава неколkokратно чрез притискане между дланите, след което се определя количествения му добив на 100 g брашно, съгл. БДС EN ISO 21415-1:2008 – ръчен метод; **Отпускане на глутена, в mm**. Този показател се определя посредством разликата (в mm) между началния и крайния диаметър на глутеново топче с маса 4 g след 60-минутен престой при температура 30 °С, съгл. БДС 754:80; **Надсявка, в %**. Надсявката характеризира едрината на брашнените частици и се определя посредством ситов анализ, съгл. БДС 754:80; **Пепелно съдържание, в %**. Аналитично претеглената в тигел проба (2 – 3 g) се овъглява, след което се изгаря (с използване на ускорител) в муфелна пещ при температура 700 °С. Изгарянето продължава, докато цветът на пепелта стане сиво-бял, съгл. БДС ISO 2171:2000; **Титруема киселинност, в °Н**. За определяне на титруемата киселинност 10 g брашно се суспендира в 100 cm³ дестилирана вода, престоива 1 h, след което се филтрува. 50 cm³ от филтрата се титруват с 0,1 N NaOH при индикатор фенолфталеин, съгл. БДС 754:80; **Диастазна активност, в mg малтоза**. Диастазната активност на брашното се изразява посредством количеството малтоза (в mg), което се образува за 1 час в 10 g брашно при 30 °С. Определянето се извършва по цианидния метод.

► Методи за определяне на свойствата на **тестените полуфабрикати**: **Влажност, в %**. Влажността на тестото се определя чрез изсушаване в сушилнен шкаф на аналитично претеглена проба (5 g) до постоянна маса при температура 105 °С; **Активна киселинност (pH)**. Активната киселинност се измерва в 10 %-ен разтвор с помощта на електронен pH-метър; **Титруема киселинност, в °Н**. За определяне на титруемата киселинност 10 g тесто се суспендира в 100 cm³ дестилирана вода, престоива 1 h, след което се филтрува и филтрата се титрува с 0,1 N NaOH при индикатор фенолфталеин; **Степен на увеличение на обема, в пъти**. Степента на увеличение на обема на маяното тесто се определя като отношение между обема на тестото след ферментация (V) и обема му преди ферментация (V₀). За целта ферментацията на тестото се провежда в градуиран съд; **Ферментационни загуби, в %**. Ферментационните загуби се определят като разлика (в g) между масата на тестото преди и след ферментация.

► Методи за определяне на качествените показатели на **хляба**: **Сухо вещество, в %**. За определяне съдържанието на сухо вещество се взема $\frac{1}{4}$ симетрична част от хляба (така, че да се запази съотношението кора към средина в цялото изделие), нарязва се на ситно и се претегля на аналитична везна, след което се суши при температура 105°C до постоянна маса, съгл. БДС 3412:79; **Влажност на хлебната средина, в %**. Влажността на хлебната средина се определя по арбитражен метод, чрез изсушаване на пробата в сушилен шкаф при температура 105 °C до постоянна маса, съгл. БДС 3412:79; **Шупливост на хлебната средина, в %**. Шупливостта на хлебната средина представлява отношение между обема на шуплите и общия обем на средината. Определя се съгл. БДС 3412:79; **Активна киселинност (рН)**. Активната киселинност се измерва в 10 %-ен разтвор с помощта на електронен рН-метър; **Титруема киселинност, в °Н**. Подготвя се воден извлек от пробата и се филтрува. Отпипетират се 50 cm³ от филтрата и се титруват с 0,1 N NaOH при индикатор фенолфталеин, съгл. БДС 3412:79; **Формоустойчивост (разстилаемост на подов хляб), Н/Д**. Измерва се средния диаметър на пробата подов хляб (като средна аритметична величина от две измервания на диаметъра в противоположна посока) и височината му в най-високата част. Показателят се определя по отношението на височината към диаметъра на подовия хляб; **Преснота на хляба**. Преснотата на хляба се определя посредством измерване на деформационните характеристики на хлебната средина. За целта се използва автоматичен пенетрометър тип AP-4/2. Измерват се обща, пластична и еластична деформация на хлебната средина в пенетрометрични единици (п.е.) 24; 48 и 72 h след изпичане на изделието; **Общ брой плесени и дрожди**. Определянето на общ брой плесени и дрожди се извършва съгл. БДС ISO 21527-2:2011. Това е специфициран хоризонтален метод за изброяване на осмофилни дрожди и ксерофилни плесени в продукти, предназначени за човешка консумация, чрез техника на изброяване на колонии при (25 ± 1) °C; **Сензорен анализ**. Оценяването е проведено съгласно лабораторен метод за анализ на храни и БДС EN ISO 13299:2016 (Сензорен анализ. Методология. Общо ръководство за установяване на сензорен профил), с помощта на които се оценява качеството на хляба по отношение на: обем, цвят на кората, цвят на средината, дъвкаемост, шупливост, вкус и аромат. Принципът на оценяването се свежда до това, че отделните свойства, които допринасят за формиране на общото впечатление, създавано от продукта, се идентифицират, а техният интензитет се оценява количествено. На базата на интензивността на усещанията, получени при сензорното оценяване на отделните органолептични свойства на хляба, се формира цялостната представа (респективно оценката) за качеството на изследваната проба.

► Методи за определяне съдържанието на минералните елементи **цинк и селен**: За определяне съдържанието на минералните елементи цинк и селен е използвана валидирана методика за мултиелементен анализ с използване на атомно емисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма (ICP-AES - inductively coupled plasma atomic emission spectrometry). Съдържанието на **Se** е определено чрез атомно емисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма и хидриден генератор (HG-ICP-AES - hydride generation inductively coupled plasma atomic emission spectrometry), с цел повишаване чувствителността на метода. Съдържанието на **Zn** е определено чрез класически ICP-OES чрез впръскване на минерализирана проба в плазмата под формата

на аерозол. Предварителната пробоподготовка е извършена чрез микровълнова система за минерализация. Минерализирането на пробата се извършва съгласно БДС EN 13805:2015 „Хранителни продукти. Определяне на микроелементи. Разлагане под налягане”.

► Методи за определяне развитието на *млечнокисели бактерии* в хранителна среда, обогатена с цинк и селен: За целите на дисертационния труд са проучени възможностите за развитие на млечнокиселите бактерии, влизащи в състава на използваните търговски стартерни култури за хляб, в среда, обогатена с цинк и селен. За характеризирание и идентификация на млечнокиселите бактерии са използвани морфологични и културални методи, както и молекулярно – генетични методи. Предмет на изследване са изолати от млечнокисели бактерии, получени след ферментация на маяно тесто в продължение на 6 h.

Експерименталните изследвания, свързани с разработването на дисертационния труд, са извършени в периода 2014 г. – 2016 г. в лабораториите на:

- › катедра “Стокознание” при Икономически Университет – Варна;
- › катедра “Технология на зърнените, фуражните, хлебните и сладкарските продукти” при Университет по хранителни технологии – Пловдив;
- › SGS България ЕООД – гр. Варна;
- › Институт за изследване и развитие на храните – гр. Пловдив;
- › Ел Би Булгарикум ЕАД – гр. София;
- › Регионална здравна инспекция – гр. Варна.

Глава трета Резултати и обсъждане

1. Изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху свойствата на тестените полуфабрикати и хляба

1.1. Експериментално определяне на необходимото количество цинкови и селенови съединения за повишаване на биологичната ценност на хляба

Във връзка с поставената цел на дисертационния труд е изследвана възможността за повишаване на биологичната ценност на хляба чрез повишаване съдържанието на цинк и селен. Имайки предвид проучените литературни източници и технологията за получаване на хляб, считаме, че подходяща форма за внасяне на цинк и селен са водоразтворимите неорганични съединения цинков сулфат хептахидрат ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) и натриев селенит пентахидрат ($Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$). Предимствата на тези съединения са, че са много добре разтворими, могат да се доставят като химически чисти вещества, без странични примеси, достъпни са пазарно, не променят рН на средата, не променят вкуса, цвета и аромата на приготвените тестени полуфабрикати и готовия хляб. Освен това от технологична гледна точка не представлява сложност влагането на определеното количество добавки.

За да се определи необходимото количество добавки за получаване на обогатен с Zn и Se хляб се имат предвид следните фактори:

- Съдържанието на Zn и Se в пшенично брашно тип 500;
- Молекулната маса на съединенията цинков сулфат хептахидрат ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) и натриев селенит пентахидрат ($Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$) и атомната маса на определяемите компоненти цинк и селен;
- Среднодневната консумация на хляб в България, която съгласно НСИ е 250 g;
- Определените за България препоръчителни (среднодневни) стойности за хранителен прием съгласно Наредба № 23/19.07.2005 г., които са, както следва:
 - › за цинк 11 mg/d;
 - › за селен 55 µg/d.

За целите на настоящето изследване нужните количества за обогатяване на хляба са изчислени така, че да се постигне цялостно покриване на ежедневните нужди на организма от цинк и селен от консумацията на среднодневното количество хляб.

Отчитайки горните фактори установихме, че оптималното количество за обогатяване с цинк е 0,165 g $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ за 1 kg брашно, а за селен 720 µg $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ за 1 kg брашно.

Въз основа на извършените изчисления беше приготвена обогатена проба хляб. В табл. 1 са представени средните стойности от аналитичните изследвания за съдържанието на цинк и селен в mg/kg в пшенично брашно тип 500, контролна проба хляб и обогатена проба хляб.

Таблица 1

Съдържание на цинк и селен, определено посредством ICP-OES и HG-ICP-AES метод

Изследвана проба	Съдържание на цинк mg/kg	Съдържание на селен mg/kg
Пшенично брашно тип 500	6,67 ± 0,55	0,045 ± 0,01
Контролна проба хляб	5,99 ± 0,49	0,038 ± 0,008
Обогатена проба хляб	35,34 ± 2,4	0,216 ± 0,043

Забележка: В стойностите са представени и стандартните отклонения от резултата.

От резултатите, представени в таблицата, е видно, че съдържанието на цинк в пшенично брашно тип 500 ($6,67 \pm 0,55$ mg/kg) е в границите на доверителния интервал с този на контролната проба хляб ($5,99 \pm 0,49$ mg/kg). Внасянето на определеното количество цинк под формата на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ води до съществено нарастване на количеството му в хляба спрямо контролната проба хляб. В обогатения хляб обаче се установява загуба на цинк спрямо предварителните разчети – около 5 %. Трудно е категорично да се посочат причините, които водят до намаляване на количеството на микроелемента. Промените вероятно се дължат от една страна на метаболитната дейност на различните микроорганизми в тестото, от друга - на процесите, които настъпват в тестото под влияние на технологичните условия. Имайки предвид това, считаме за целесъобразно да се увеличи предварително изчисленото количество за обогатяване на $0,174$ g $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ / 1 kg брашно. По този начин биха се компенсирани

тези загуби и ще се постигат посочените референтни стойности за хранителен прием на цинк.

Представените резултати в табл. 1 показват, че съдържанието на селен в пшенично брашно тип 500 е $0,045 \pm 0,01$ mg/kg, а при контролната проба - $0,038 \pm 0,008$ mg/kg. В резултат на това е изчислено необходимото количество добавка - 720 μ g $\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ /1 kg брашно, за да се достигнат референтните стойности за хранителен прием. Допълването до съответните количества би повишило значително биологичната ценност на хляба. Можем да отбележим, че технологичните загуби на селен от неорганичната добавка натриев селенит пентахидрат са променливи в зависимост от диапазона на концентрации на селен в изследвания хляб. Имайки предвид резултатите от допълнителното изследване, препоръчваме вложеното количество селен от добавката да покрие ежедневната потребност от 55 μ g на ден. Би могло да се допълни, че за терапевтични цели (хранителни добавки, съдържащи селен), количеството дневен прием на микроелемента е два пъти по-високо от препоръчания дневен прием от 55 μ g. При обогатяване на хляба с така определеното количество селен не би следвало да се получи предозиране и токсичен ефект върху човешкия организъм, т.к. токсичното влияние на селена се проявява при прием 1540 - 1600 μ g/d.

На основа на получените резултати беше преизчислено необходимото количество добавка на 880 μ g $\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ за 1 kg брашно. По този начин в приготвената проба хляб ще се постигнат нива, близки до препоръчителния дневен прием.

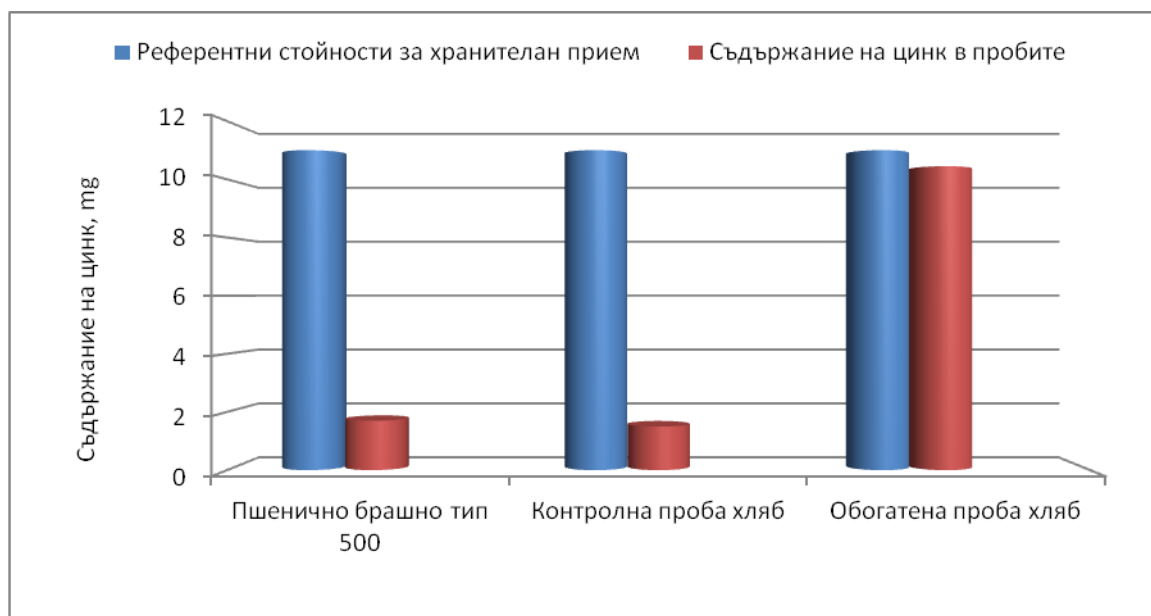
1.2. Резултати от определяне съдържанието на цинк и селен в хляба след обогатяване с $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Биологичната ценност на хляба е едно от основните му потребителни свойства. Тя се дължи на съдържащите се в него незаменими аминокиселини, витамини и биоелементи, които не се синтезират в човешкия организъм, а е необходимо да се набавят от храната. Биологичната ценност може да се реализира само при бионалична (биодостъпна) форма на компонентите, от които ще се извърши биосинтеза. В допълнение бионаличната фракция е онази част от общото количество вещества и в частност биоелементи, които са налични за директно усвояване от организма. Бионаличността определя до каква степен даден химичен елемент може да се използва от организма при биохимичния синтез. В конкретния случай химичните елементи Zn и Se са в разтворима форма, поради което се усвояват лесно, преминават през клетъчната мембрана и участват в биохимичните процеси.

В резултат на извършените експериментални изследвания, с оглед повишаване на биологичната ценност на хляба са достигнати дневните препоръчителни нива за прием на цинк и селен. Тези нива са достатъчни за постигане на бионаличност от Zn и Se в хляба и за осигуряване на възможност елементите да участват в процесите на биосинтеза в човешкия организъм.

Казаното до тук се илюстрира с данните, представени на фигура 1, където са представени получените резултати за съдържание на цинк в изследваните проби от

пшенично брашно тип 500, контролна проба хляб и обогатената проба хляб, съпоставени с референтните стойности за хранителен прием. Изчисленията са съобразени с установената среднодневна консумация на хляб в България от 250 g.

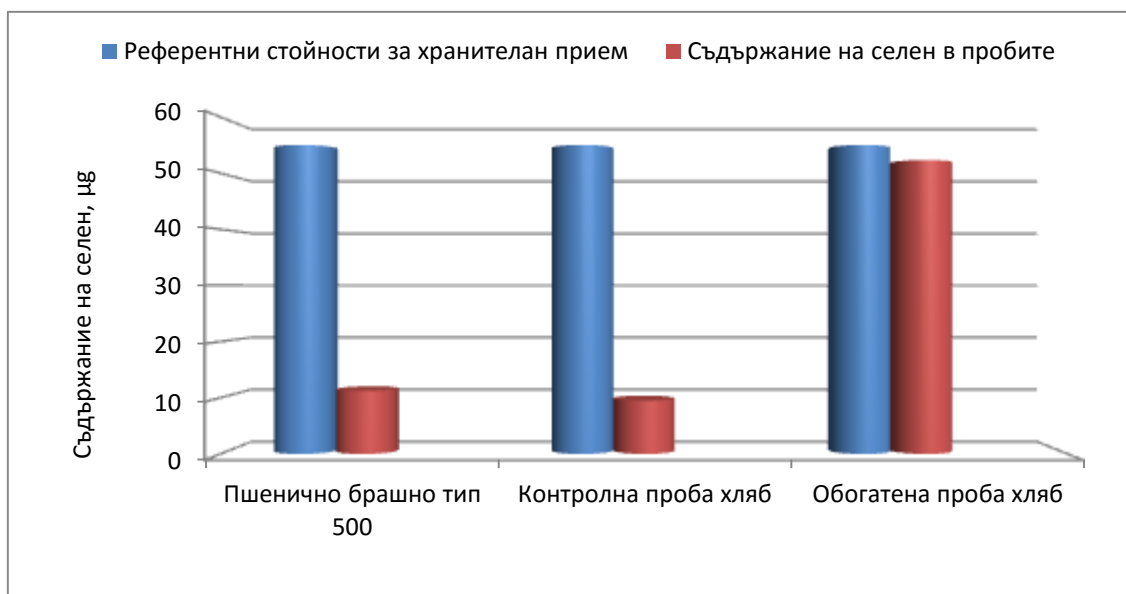


Фиг. 1. Съдържание на цинк в изследваните проби (mg/250g) спрямо референтните стойности за хранителен прием

От фигурата се вижда, че среднодневната консумацията на необогатен хляб задоволява едва 13 % от потребността на организма от цинк. Внасянето на обогатяваща добавка $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ повишава бионаличността на цинкови йони и от там - биологичната ценност на хляба. Съдържанието на цинк в обогатената проба хляб се повишава до 10,45 mg/250 g, което представлява около 95 % от препоръчителния среднодневен прием.

На фиг. 2 са представени резултати за съдържание на селен в пшенично брашно тип 500, в контролната проба хляб и в обогатена проба хляб, съпоставени с референтните стойности за хранителен прием.

От фигурата се вижда, че влагането на допълнително изчисленото количество $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ води до повишаване на биологичната ценност на хляба, свързана с покриване на ежедневната нужда на организма от селен. При контролната проба хляб съдържанието на селен задоволява в незначителна степен препоръчителния прием от 55 $\mu g/d$. След обогатяването с $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ се постигат стойности, много по-близки до препоръчителните. Установено е, че в 250 g от обогатения хляб се съдържат около 95,13 % от количеството, съответстващо на референтните стойности за хранителен прием.



Фиг. 2. Съдържание на селен в изследваните проби ($\mu\text{g}/250\text{g}$) спрямо референтните стойности за хранителен прием

От проведените изследвания установихме, че добавките цинков сулфат хептахидрат ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) в количество $0,174 \text{ g/kg}$ брашно и натриев селенит пентахидрат ($\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) в количество $880 \mu\text{g/kg}$ брашно могат да се използват за повишаване съдържанието на цинк и селен в хляба, като по този начин се постигнат нива, близки до препоръчителните среднодневни стойности за хранителен прием. Производството и консумацията на хляб с повишена биологична ценност разкрива възможност за преодоляване на дефицита на тези микроелементи в храненето на населението.

1.3. Резултати от изследване на общ брой млечнокисели бактерии в хранителна среда, обогатена с $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

За целта на дисертационния труд бяха извършени морфологични, микроскопски и електрофоретични изследвания за определяне на възможността за развитие на млечнокиселите бактерии от закваските в присъствие на завишени нива на цинк и селен. Проучено бе конкретното влияние на цинков сулфат хептахидрат и натриев селенит пентахидрат върху млечнокиселите бактерии. В тази връзка бяха приготвени и изследвани проби маяно тесто със следния състав (таблица 2):

Компоненти по рецептурата при различните проби хляб

Изследвани проби	Компоненти по рецептура					
	Брашно	Вода	Закваска BR Z1	Закваска BR Z3	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	Na ₂ SeO ₃ ·5H ₂ O
Проба №1	+	+	+	-	-	-
Проба №2	+	+	+	-	+	
Проба №3	+	+	+	-	-	+
Проба №4	+	+	+	-	+	+
Проба №5	+	+	-	+	-	-
Проба №6	+	+	-	+	+	-
Проба №7	+	+	-	+	-	+
Проба №8	+	+	-	+	+	+

Забележка: Със знак „+” са обозначени съставките, които са включени в рецептурата на съответната проба хляб. Със знак „-” са обозначени съставките, които не са включени в рецептурата на съответната проба хляб.

Резултатите от проведените морфологични и микроскопски изследвания са представени в таблица 3. Млечнокиселите бактерии са идентифицирани по вид на формата, цвят, размер и микроскопска картина. Определен е общият брой на млечнокиселите бактерии след 6 часа ферментация върху хранителна среда М 17.

Таблица 3

Характеристика и клетъчна морфология на млечнокисели бактерии от използваните стартерни култури

Изследвана проба	Хранителна среда	Брой, cfu/cm ²	Колониална характеристика			Клетъчна морфология	
			Размер L/M/S	Цвят	Форма R/S	Микроскопска картина	Идентификация
Проба №1	М 17	2,6 x 10 ⁹	L	Бял	S	Овални коки	Lactococcus lactis
Проба №2	М 17	1,6 x 10 ⁸	L	Бял	S	Овални коки	Lactococcus lactis
Проба №3	М 17	1,5 x 10 ⁸	L	Бял	S	Овални коки	Lactococcus lactis
Проба №4	М 17	4,3 x 10 ⁸	L	Бял	S	Овални коки	Lactococcus lactis
Проба №5	М 17	1,0 x 10 ⁸	L	Бял	S	Овални коки	Lactococcus lactis
Проба №6	М 17	2,0 x 10 ⁸	L	Бял	S	Овални коки	Lactococcus lactis
Проба №7	М 17	1,8 x 10 ⁸	L	Бял	S	Овални коки	Lactococcus lactis
Проба №8	М 17	1,9 x 10 ⁹	L	Бял	S	Овални коки	Lactococcus lactis

Забележка: Размер: L – над 1,5 mm; M от 0,5 – 1,5 mm; S – до 0,5 mm.

Форма: R – неправилна форма; S – кръгла форма с равни краища.

От проведени микроскопски и начални морфологични изследвания се установи, че изолираните бактерии се развиват под формата на млечнобели колонии с правилна кръгла форма с равни краища (S), остро изпъкнала гладка повърхност и големина над 1,5 mm. Наблюдаваните проби под микроскоп представляват овални коки, разположени поединично и в групи. Установената морфология показва тяхната принадлежност към род *Lactococcus lactis*.

Резултатите на млечнокиселите изолати, представени в табл. 3, показват, че общият брой на микроорганизмите след шестчасовата ферментация нараства при всички наблюдавани проби. Установено е, че след края на съзряването общият брой е от порядъка на $10^8 - 10^9$ cfu/cm², докато изходната концентрация на микроорганизмите е около 10^6 cfu/cm².

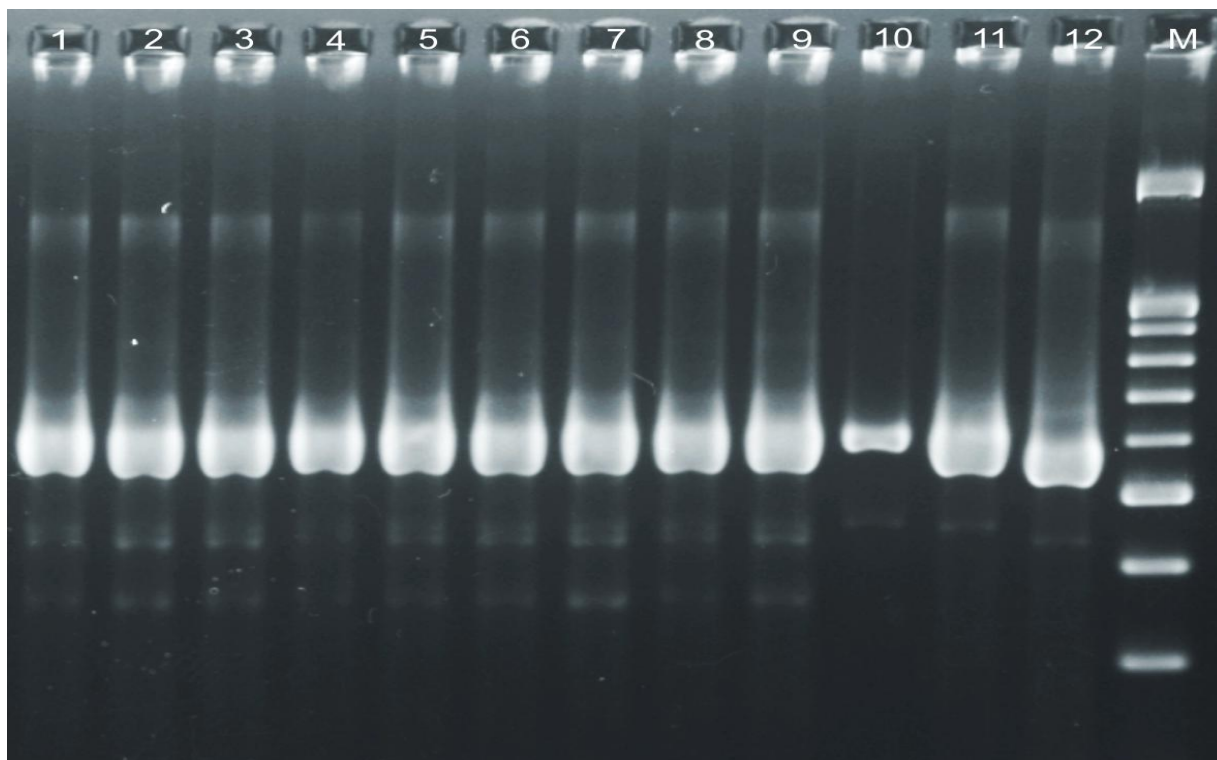
От проведеното изследване убедително можем да заключим, че влагането на минералните соли, съдържащи Zn и Se (самостоятелно и в комбинация) не потиска развитието на млечнокиселите бактерии от състава на стартерните култури. Това разкрива възможност за едновременното влагане на млечнокисели закваски и минерални соли за подобряване на потребителните свойства и повишаване на биологичната ценност на хляба.

За потвърждаване на микроскопските резултати и за определяне на принадлежността на изолираните млечнокисели бактерии беше изолирана и ДНК от тях. Тя бе подложена на ензимна деструкция и последваща PCR амплификация със специфични праймери и последваща електрофореза. Получените PCR продукти са анализирани в 2% агарозен гел и са визуализирани след оцветяване с етидиев бромид с помощта на трансилюминаторна система UVP Documentation System (U.K.). Приложени са молекулни ДНК маркери.

За целите на изследването пробите са приготвени с използване на бърз ензим – *HhaI* и на бавен ензим – *PstI*. От резултатите, наблюдавани на фотонегатива и от двете изследвания, можем да заключим, че при всички проби основно се развиват бактерии от вид *Lactococcus lactis*.

За достигане на по-голяма конкретност, пробите бяха изследвани за подвидова принадлежност на бактериите от вида *Lactococcus lactis*. За целта беше извършена електрофореза за определяне на подвид *Lactococcus lactis ssp. lactis* и *Lactococcus lactis ssp. cremoris* по метода на Nomura. Резултатите са представени на фиг.3.

Резултатите от електрофоретичните изследвания потвърждават установените резултати от визуалните тестове. От проведените изследвания се доказва, че при този състав на закваските и тези условия на култивиране се отчита бурно развитие на лактококовата компонента, и по-конкретно *Lactococcus lactis ssp. lactis*. Това доказва, че млечнокиселите микроорганизми от използваните закваски могат с успех да се развиват в присъствието на неорганични цинкови и селенови съединения – $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$.



Фиг. 3. PCR амплификация със специфични праймери. Фотонегатив на 2%-ен агарозен гел, след оцветяване с етидиев бромид. **Позиции:** 1-10 – PCR продукти; 11 – *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*; 12 – *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*; M– Маркер за молекулно тегло.

За да се потвърди възможността за развитието на млечнокиселите микроорганизми от закваските в присъствието на соли на цинк и селен при конкретните технологични условия на приготвяне на обогатения хляб, бяха изследвани следните проби: Хляб със закваска BR Z1; Хляб със закваска BR Z3, като резултатите са сравнени с тези за пшенично брашно тип 500 и контролна проба хляб. Резултатите са представени в таблица 4.

Таблица 4

Съдържание на цинк и селен в хляб от пшенично брашно тип 500, приготвен с млечнокисели закваски BR Z1 и BR Z3

Проба	Съдържание на цинк, mg/kg	Съдържание на селен, mg/kg
Пшенично брашно тип 500	6,67 ± 0,55	0,045 ± 0,01
Контролна проба хляб	5,99 ± 0,49	0,038 ± 0,008
Хляб със закваска BR Z1	6,22 ± 0,50	0,037 ± 0,003
Хляб със закваска BR Z3	6,20 ± 0,50	0,034 ± 0,007

Забележка: В стойностите са представени и стандартните отклонения от резултата.

От данните в табл. 4 се установи, че съдържанието на цинк и селен в изследваните проби хляб не се променя от присъствието на използваните закваски в състав BR Z1 и BR Z3. Това още веднъж потвърждава възможността за едновременното използване на закваски и обогатяващи компоненти.

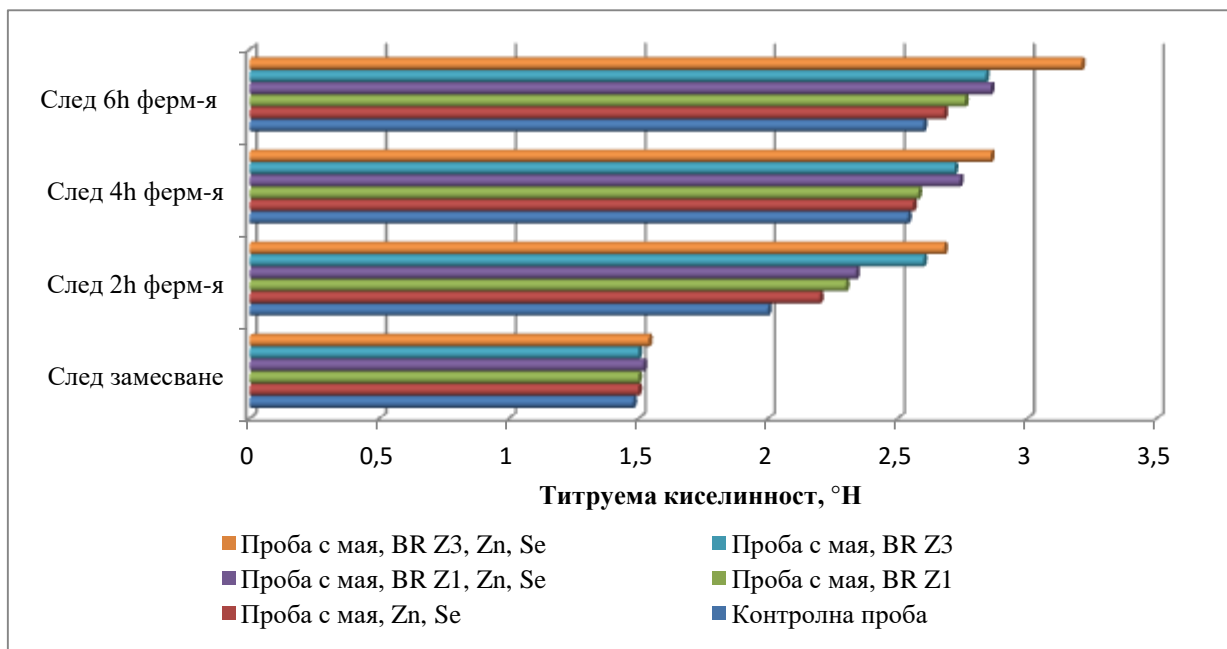
1.4. Изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху свойствата на тестените полуфабрикати

1.4.1. Влияние на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху киселинността на маяното тесто

Свойствата на тестените полуфабрикати са от решаващо значение за качеството на крайния продукт – хляба.

Известно е, че по-интензивното киселинообразуване в тестото активизира микробиологичните и биохимичните процеси, способства за съзряването му и за подобряване качеството на полуфабрикатите и на хляба. Количеството натрупани киселини оказва пряко влияние върху вкусовете и ароматични свойства на хляба. Друг положителен аспект на по-високото киселиннообразуване е, че се потиска развитието на вредната микрофлора, в следствие на което се увеличава съхраняемостта на хляба. Киселинността се обуславя както от вещества с кисела реакция, внесени със суровините, така и от тези, образували се по време на ферментацията. Ето защо при увеличаване продължителността на ферментация на маяното тесто се увеличава и общата титруема киселинност.

На фигура 4 са онагледени резултатите, получени при изследване на общата титруема киселинност при отделните проби маяно тесто. Проследени са промените, които настъпват с увеличаване на продължителността на ферментацията.



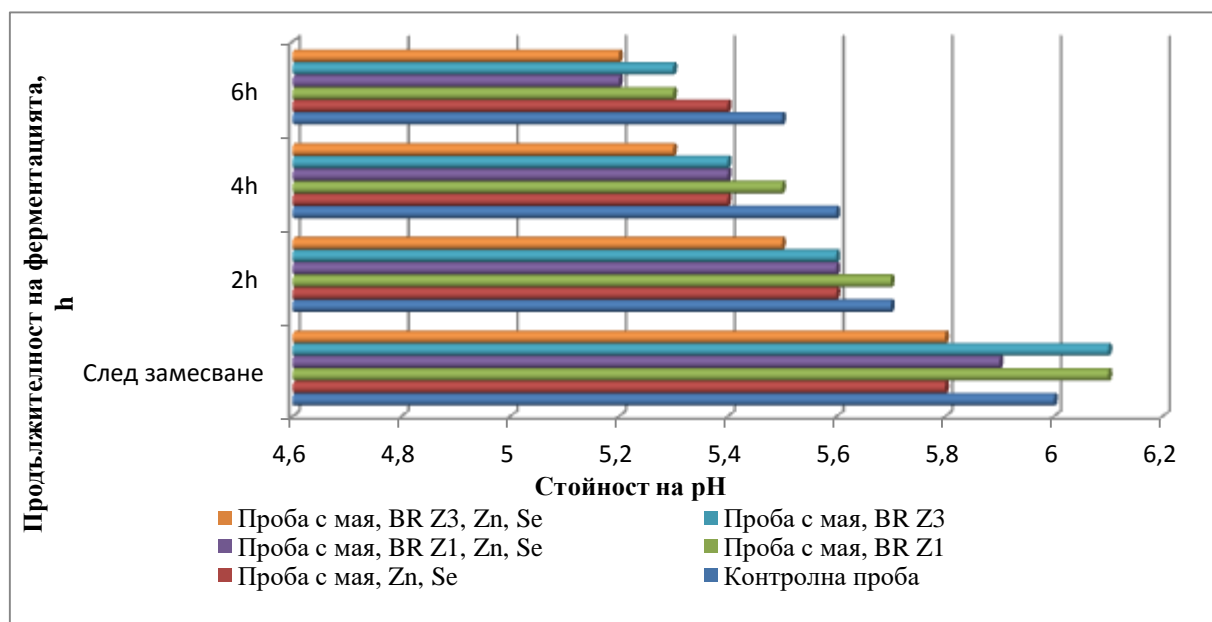
Фиг. 4. Обща титруема киселинност на маяно тесто

От получените резултати се вижда, че титруемата киселинност при всички проби нараства по време на ферментацията. При тестото, приготвено само с мая, след

шест часа съзряване се установява увеличение с 1,12 °Н и киселинността достига до 2,60 °Н. Когато в рецептурата са включени и минералните соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$, титруемата киселинност достига до 2,68 °Н. При пробите, приготвени с млечнокисела закваска, се установява по-висока обща титруема киселинност по време на целия процес, като в края на ферментацията при тестото със закваска BR Z1 увеличението е с 6,2% спрямо контролата, съзрявала същото време, а при тестото със закваска BR Z3 – с 9,2%. Получените резултати са в корелация със съществуващите досега данни в литературата, където ясно се посочва, че влагането на млечнокисели бактерии в рецептурата на хляба интензифицира образуването на киселини. Наблюдава се по-интензивно киселиннообразуване, когато в тестото се добавят цинк- и селенсъдържащите соли. Най-висока киселинност е отчетена при пробата, приготвена със закваска BR Z3, цинк и селен – 3,21 °Н. Тази стойност е с 23,5% по-висока от установената при контролната проба при същата продължителност на ферментацията на тестото.

Протичането на основните процеси в тестото зависи в голяма степен от активната киселинност. Стойностите на рН са от особена важност за свойствата на белтъчните макромолекули, за дейността на микрофлората и за протичането на ензимните процеси в тестото, а всичко това рефлектира върху качеството на хляба.

Промяната на активната киселинност на тестото по време на съзряването показва, че тя в значителна степен се влияе както от продължителността на ферментацията, така и от състава на тестото. Промените в стойността на рН на различните изследвани проби са представени на фигура 5.



Фиг. 5. Активна киселинност на маяно тесто по време на ферментация

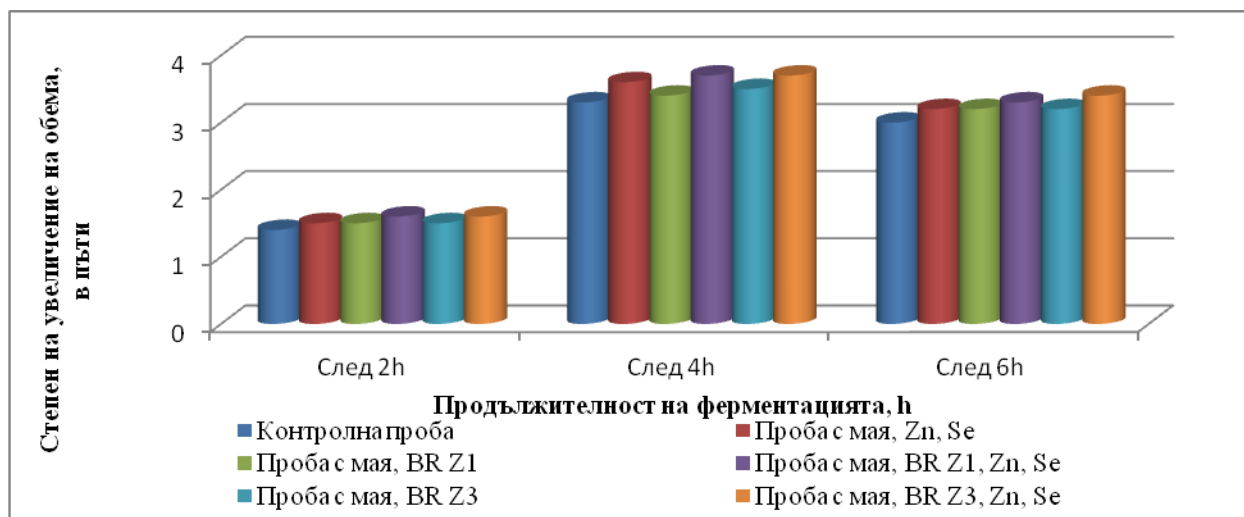
Измерените стойности на активната киселинност непосредствено след замесване варират от рН 5,8 до рН 6,1 при изследваните проби. Забелязва се, че добавянето на цинк- и селенсъдържащи соли понижава рН. Така например, когато в рецептурата

освен брашно, вода и мая се включат цинков сулфат хептахидрат и натриев селенит пантахидрат, стойността на рН се променя от 6,0 на 5,8. Същата закономерност се проявява и при пробите, приготвени с млечнокисела закваска. Тази особенност се запазва по време на целия процес на ферментация. Активната киселинност на тестото, приготвено без добавка на закваски и минерални вещества, непосредствено след замесване е рН 6,0. В края на съзряването стойността на рН се понижава до рН 5,5. Когато в състава са добавени минералните соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$, активната киселинност след шест часа ферментация е рН 5,4. Развитието на млечнокиселата микрофлора също оказва влияние върху активната киселинност. Това се вижда от стойностите, получени при пробите, приготвени с добавка на закваска. При тестото, приготвено със закваска BR Z1, активната киселинност се повишава поетапно в процеса на ферментация и достига до рН 5,3, което е с 0,8 рН единици по-ниско от измерената непосредствено след замесване. При пробата, приготвена със закваска BR Z3, са установени аналогични промени в стойностите на рН. Тук отново може да се отбележи, че едновременното включване в състава на тестото на млечнокисели закваски и минерални вещества води до съществена промяна както спрямо контролната проба, така и спрямо пробите само със закваски. Стойността на рН при тези проби е 5,2. Вероятно това се дължи на дейността на внесената млечнокисела микрофлора и на хидролизата на внесените соли.

1.4.2. Влияние на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и на млечнокисели закваски върху степента на увеличение на обема на маяното тесто

Качеството на хляба е в пряка зависимост от увеличението на обема на тестото по време на ферментация. Газообразуването се дължи на отделения по време на алкохолната ферментация въглероден диоксид, който предизвиква разпъване на глутеновите ципи и увеличаване на обема на тестото. Интерес представлява да се проследят промените в стойностите на този показател по време на ферментация на изследваните проби. Резултатите за степен на увеличение на обема (в пъти), са представени на фигура 6.

При контролната проба, приготвена по традиционната рецептура (само с мая), след ферментация в продължение на 2 часа тестото увеличава обема си 1,4 пъти. След това газообразуването продължава и неговият максимум е отчетен на 4-я час от замесването – 3,3 пъти. След 6 часа ферментация се наблюдава понижение на обема спрямо предходното измерване. Това се дължи на факта, че непрекъснатото образуване на въглероден диоксид във ферментиращото тесто постепенно повишава налягането в газовите мехурчета. Вследствие на това настъпва момент, когато това налягане превишава здравината на белтъчните ципи, газът започва да преминава през стените на шуплите, и в резултат на това обемът на тестото спада.



Фиг. 6. Степен на увеличение на обема на маяно тесто, в пъти

Когато към рецептурата, освен основните суровини, допълнително се прибавят и определените количества $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$, се наблюдава по-интензивно протичане на газообразуването. Най-висок обем е измерен на 4-я час от замесването, когато обемът на тестото нараства 3,6 пъти спрямо началния. Тук се установява същата тенденция по време на ферментация, както при контролната проба тесто. След края на ферментацията също се отчита понижаване на обема, но независимо от това се наблюдава, че в обогатената проба се проявява по-добра газозадържаща способност от контролата.

При пробите, в състава на които са включени и млечнокисели закваски BR Z1 и BR Z3, се наблюдава по-добра газообразуваща и газозадържаща способност на тестото. След 2 часа ферментация, получените стойности са близки, но по-високи в сравнение с тези при контролната проба. С увеличаване на продължителността на ферментацията обемът на обогатените проби се увеличава по-осезаемо и достига до 3,5 пъти за пробата със закваска BR Z3. Получените резултати вероятно се обясняват с факта, че при влагането на закваски в тестото между млечнокиселите бактерии и дрождите възникват симбиотични взаимоотношения и това поражда стимулиращ ефект по отношение растежа на дрождите. Установено е, че по-интензивно формиране на органични киселини в тестото предизвиква промени в реологичните му свойства и именно това обуславя по-голямата му разтегливост по време на ферментация, респективно по-високата степен на увеличение на обема.

При тестото, замесено с едновременно използване на закваска и минерални вещества, установихме най-добри резултати. Независимо от продължителността на съзряването при тези проби се отчита най-висок обем. От представените резултати на фигура 6 става ясно, че най-значително увеличение на обема на обогатените проби се отбелязва на 4-я час – 3,7 пъти.

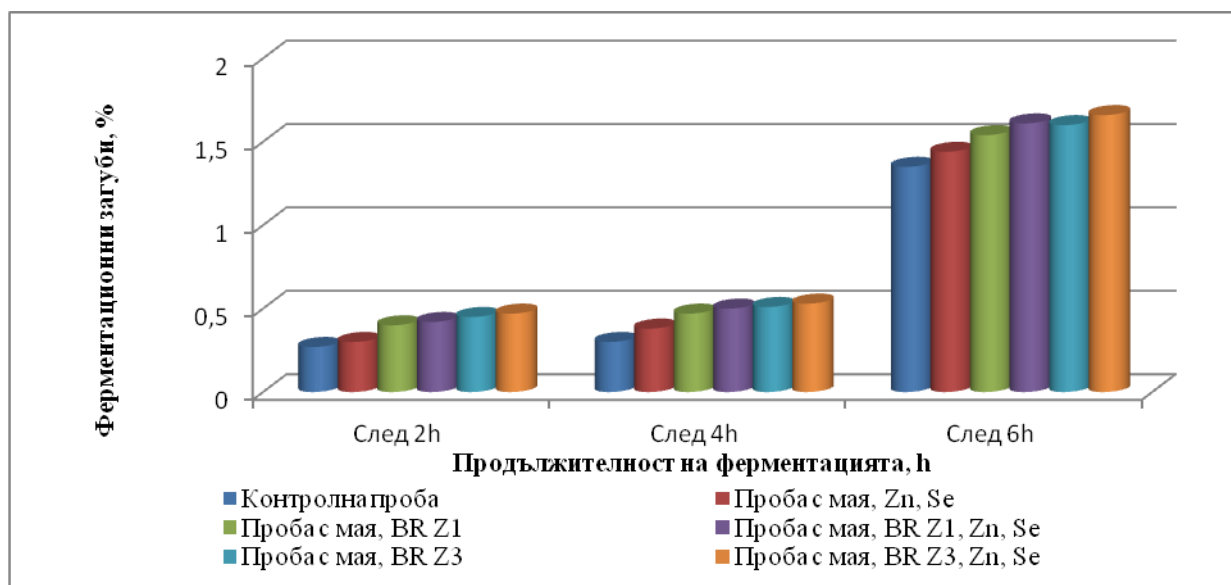
Поради факта, че микроелементите цинк и селен участват в сложната система на биокатализаторите, т.е. ензимите, можем да предположим тяхното влияние върху микрофлората по време на ферментация. Вследствие на присъствието на елементите се

интензифицират биохимичните процесите по време на съзряване на тестото и се наблюдава по-ясно изразено увеличаване на обема.

1.4.3. Влияние на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху ферментационните загуби на маяното тесто

По време на ферментацията част от захарите се превръщат в газообразни и летливи продукти и това е свързано с неизбежно намаление на масата на тестото. Ферментационните загуби се отчитат по намалението на масата на тестото след ферментация. Те зависят от динамиката и интензивността, с която протичат биохимичните процеси по време на съзряването на тестото и продуцирането на газообразни и летливи продукти. На фигура 7 са представени промените, които настъпват в стойностите на ферментационните загуби на пробите с различен състав.

Получените резултати показват, че при всички проби ферментационните загуби нарастват с увеличаване на продължителността на ферментацията, като най-висок е процентът на загубите след 6-я час. При маяно тесто, приготвено по традиционната рецептура, стойностите на ферментационните загуби след втория час са 0,27 %.



Фиг. 7. Ферментационни загуби на маяно тесто, %

При най-голямата продължителност на ферментацията (6 часа) намалението в масата на тестото достига до 1,35 %. Влагането на млечнокисели бактерии и съвместното им развитие с хлебните дрожди води до по-интензивно протичане на ферментацията и съответно е причина за по-големите ферментационни загуби по време на съзряването на тестото. Получените резултати от изследване на проба маяно тесто, приготвено със закваска BR Z1 показват, че два часа след замесването има загуби от 0,4 %. В края на съзряването масата на тестото е намалела с още 1,14 %. Когато в рецептурата на тестото е включена закваска BR Z3, се установяват по-високи загуби в края на ферментацията, които са с 0,25 процентни пункта по-високи от тези при

контролната проба. В хода на изследването се установи, че с внасянето в рецептурата едновременно на млечнокисели закваски и минерални вещества се увеличава делът на ферментационните загуби. Казаното се подкрепя от резултатите, получени при съвместното използване на закваска BR Z1 и минерални соли. След два часа ферментацията установените загуби са 0,42 %, като те са по-високи, както от тези при контролната проба, така и от тези при пробата само със закваска, ферментирали същото време. Тази тенденция се запазва и след края на съзряването, когато отчетените загуби достигат до 1,61 %. При съчетаното използване на BR Z3 и минерални соли на цинк и селен, ферментационните загуби са най-високи в сравнение с всички останали проби. В края на ферментацията те са 1,66 %, което надвишава с 0,31 процентни пункта стойностите, получени при контролната проба, ферментирала същото време.

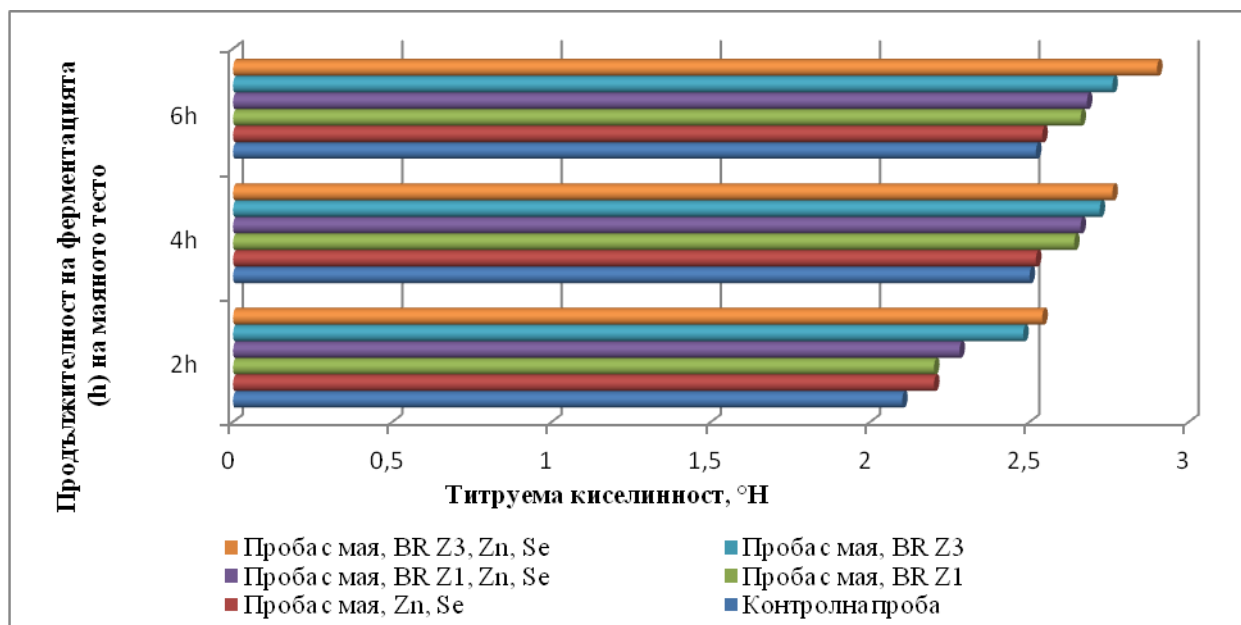
От представените резултати, получени при изследване на свойствата на маяното тесто, се установи, че включването в рецептурата на минералните соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски води до осезаеми промени. Активизират се биохимичните процеси по време на ферментацията, вследствие на което се установява по-интензивно киселиннообразуване, значително нараства степента на увеличение на обема на тестото, неминуемо нараства и процентът на ферментационните загуби. Това е основание да се предположи, че промените в свойствата на маяното тесто ще се отразят положително на свойствата на главното тесто и на потребителните свойства на готовия хляб.

1.4.4. Влияние на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху киселинността на главното тесто

Установи се, че включването на цинк- и селенсъдържащи соли и на млечнокисели закваски в състава на маяното тесто оказва значително влияние върху свойствата му. Интерес представлява да се проучат промените, които настъпват в главното тесто при едновременното използване на гореспоменатите добавки.

На фигура 8 са представени резултатите, получени при изследване на общата титруема киселинност на главното тесто, замесено от изследваните проби маяно тесто и претърпяло ферментация в продължение на 50 min.

Резултатите, получени при изследване на главното тесто, доказват, че върху титруемата му киселинност оказват влияние както рецептурата на тестото, така и продължителността на ферментацията на маяното тесто. При главното тесто, приготвено от маяно тесто без закваска, ферментирало 2 часа, титруемата киселинност е 2,1 °Н. С увеличаване на времето на ферментацията на маяното тесто до 6 часа, стойностите достигат до 2,52 °Н, т.е. киселинността нараства с 20 %. Както при маяното тесто, така и при главното тесто, приготвено от него, се наблюдават по-високи стойности на титруемата киселинност, когато в рецептурата са добавени определените количества соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$.



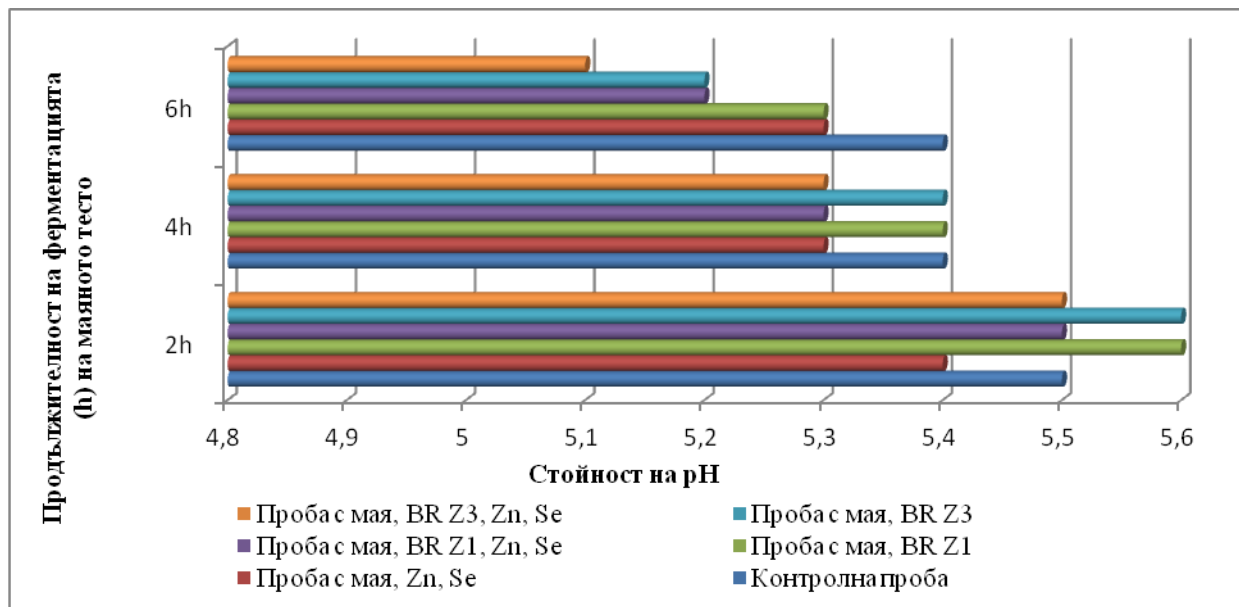
Фиг. 8. Титруема киселинност на главно тесто, °Н

Добавянето на млечнокисели закваски също оказва влияние върху количеството на формираните киселини в тестото. В маяното тесто, ферментирало по-продължително време, се натрупва по-високо количество киселореагиращи вещества. Това безпорно се отразява на свойствата на главното тесто, замесено от него. При замесване на главно тесто от маяно, ферментирало шест часа, в състава на което е включена закваска BR Z1, киселинността е с 5,56 % по-висока от тази на контролата при същите условия. Когато пробата е прогответена със закваска BR Z3, отчетеното увеличение е с 9,52 % спрямо пробата, пригответена само с мая, и с 3,8 % спрямо пробата със закваска BR Z1. Както при маяното тесто, така и тук се потвърждава влиянието на включването в рецептурата на цинк- и селенсъдържащи соли. Когато в тестените полуфабрикати се включат едновременно минерални соли и млечнокисели закваски, титруемата киселинност е по-висока. Ако се направи съпоставка между контролната проба и пробите с добавки, най-висока титруема киселинност е установена при главното тесто, замесено от маяно тесто, ферментирало шест часа, в състава на което са включени соли на цинка и селена и млечнокисела закваска BR Z3. Установената титруемата киселинност е 3,1 °Н, което е с 23 % повече от киселинността, измерена при контролната проба, замесена без минерални вещества и закваска.

От получените резултати се доказва, че развитието на внесената млечнокисела микрофлора при едновременното въздействие на солите на цинка и селена интензифицира протичането на процесите по време на ферментация, което неминуемо води до натрупването на по-високи количества киселореагиращи вещества. Това дава основание да заключим, че използването на тези добавки би довело до подобряване на свойствата на главното тесто и до повишаване на качеството и хранителната ценност на хляба. Добре известно е, че по-високата киселинност, формирана в хлебното тесто по време на ферментация, се отразява положително върху вкусово-ароматичните свойства

на хляба, способства за по-добрата му съхраняемост и подобрява усвояемостта на минералните вещества, потискайки влиянието на фитиновата киселина.

На фигура 9 са представени резултатите, получени при изследване на активната киселинност на главното тесто.



Фиг. 9. Активна киселинност на главно тесто, рН

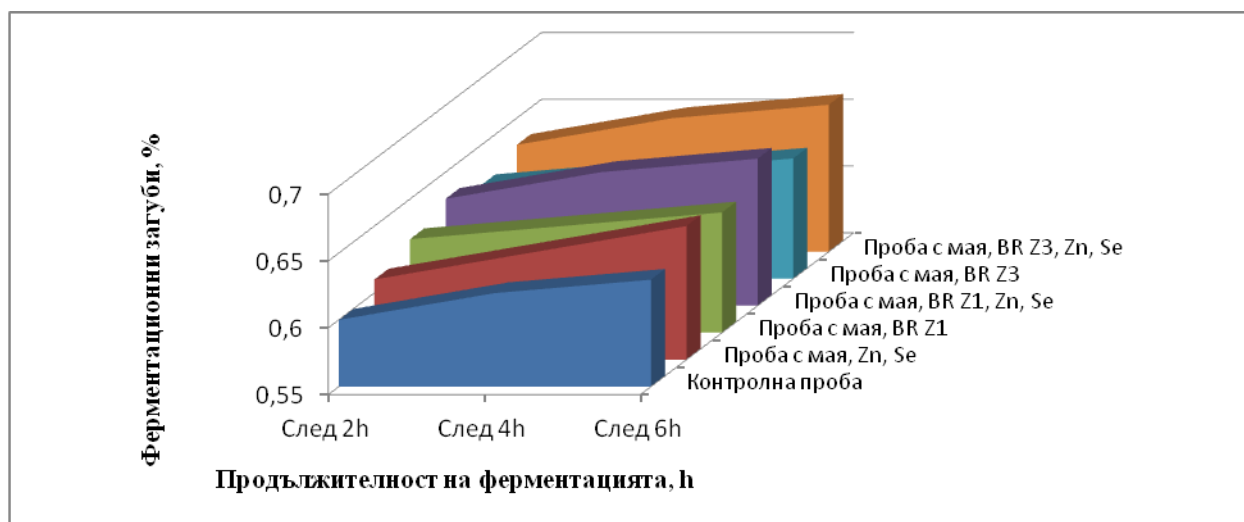
Получените резултати свидетелстват, че от основно значение са рецептурата на тестото и продължителността на ферментация на маяното тесто. При контролната проба, приготвена без добавки, и ферментация на маяното тесто два часа, измерената стойност на рН е 5,5. Когато пробата е замесена от маяно тесто, ферментирало по-продължително време (6 часа), измерените стойности съответно са по-ниски – рН 5,4. Внасянето на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ води до понижаване на стойността на рН, сравнени с тези на контролната проба, отчетени при съответните условия и продължителност на ферментация. Това се обяснява с хидролизата на съединенията, която настъпва в процеса на ферментация, вследствие на което се отделят водородни йони, водещи до промени в активната киселинност. След 6-часова ферментация активната киселинност на обогатената проба е рН 5,3. От представените резултати на фигура 9 се вижда, че когато към основните суровини по рецептура се добавят и млечнокисели закваски, стойностите на рН се променят. Установените резултати сочат, че при пробата с включена закваска BR Z3, активната киселинност след 6-часова ферментация на маяното тесто е рН 5,2. Тази стойност е по-ниска от тази при контролната проба, както и от тази на пробата, замесена със закваска BR Z1. При едновременното използване на солите на цинка и селена и на млечнокисели закваски се постига по-значително увеличаване на активната киселинност. С увеличаване на продължителността на ферментацията стойностите на рН на обогатените проби се променят по-чувствително от тези на контролната проба. От резултатите, посочени на фигурата, можем да заключим, че най-високи стойности на активна киселинност се отчитат при пробата, замесена от маяно тесто, ферментирало шест часа, в състава на

което са включени млечнокисела закваска BR Z3, цинк и селен. Стойността на активната киселинност е рН 5,1.

В резултат на добавянето на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски се постига увеличение на активната киселинност на тестото. Известно е, че тя има пряко отношение към свойствата на хлебното тесто, отразява се положително върху реологичните му свойства. Това неминуемо дава отражение и върху качеството на готовия хляб.

1.4.5. Влияние на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху ферментационните загуби на главното тесто

На фигура 10 са представени резултатите, получени при изследване на ферментационните загуби на главното тесто, замесено от пригответените проби маяно тесто, ферментирали в продължение на 2, 4, и 6 часа.



Фиг. 10. Ферментационни загуби на главно тесто, %

От получените резултати можем да заключим, че промените в стойностите на ферментационните загуби на маяното тесто са по-осезаеми от тези при главното тесто. Видно е, че получените резултати при отделните проби главно тесто са съпоставими, но въпреки близките стойности отново се наблюдава влиянието на продължителността на ферментацията на маяното тесто, както и на внесените добавки. От посочените резултати на фигура 10 се вижда, че най-висок процент на ферментационните загуби при всички рецептури е отчетен, когато при замесване е използвано маяно тесто, ферментирало в продължение на 6 часа. Ферментационните процеси протичат по-интензивно при пробите с включени в състава млечнокисели закваски и това се отразява на процентните загуби. Но тенденцията, установена при определяне на загубите в масата на маяното тесто, се проявява и тук, и съответно най-високите стойности са отчетени при едновременното добавяне на минерални соли на цинк и селен и млечнокисели закваски. Най-съществени са количествените загуби при тесто, замесено със соли и със

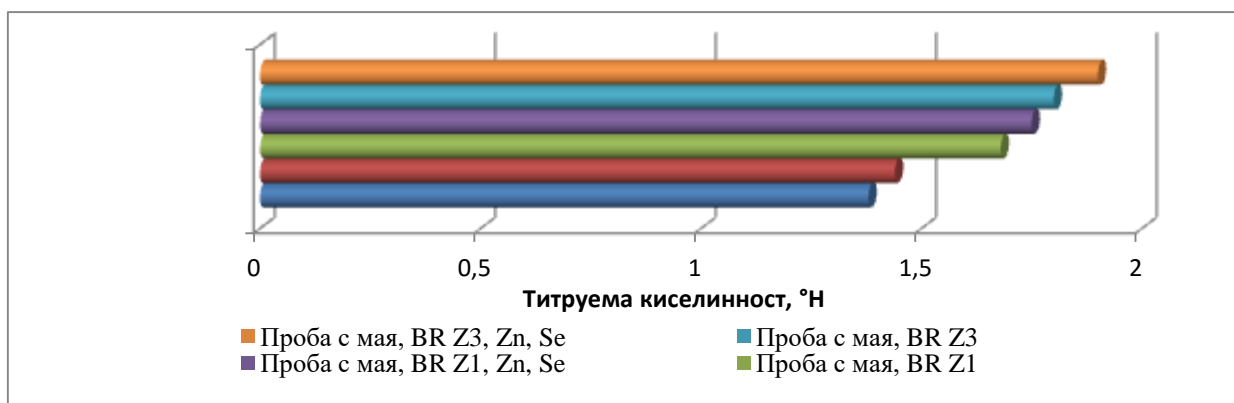
закваска BR Z3, когато маяното тесто е ферментирало шест часа. Отчетените загуби са 0,68 %, т.е. с 8 % повече от тестото, приготвено по традиционна рецептура.

От получените резултати за обща титруема киселинност и активна киселинност, за степента на увеличаване на обема и ферментационни загуби на тестените полуфабрикати – маяно и главно тесто, може да заключим, че влагането на минералните соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ в съчетание с млечнокисели закваски оказва влияние върху интензивността на протичане на биохимичните процеси в тестото. Логично е да очакваме, че формирането на по-високи количества киселини би оказало влияние върху вкусовите и ароматични свойства на хляба, като същевременно се създава възможност за удължаване на съхраняемостта му. Установи се, че бактериите, включени в състава на закваска BR Z3, се повлияват по-осезателно в положителна посока от присъствието на вложените соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$.

1.5. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху свойствата на хляба

1.5.1. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху киселинността на хляба

Както вече бе посочено, киселинността е от основно значение за качеството на хляба. Съдържанието на киселини оказва влияние върху вкусовите и ароматичните му свойства. Освен това киселините (и главно млечната киселина), имат консервиращо действие, задържат развитието на плесените и на микроорганизмите, причиняващи картофена болест. Хлябът винаги има кисела реакция, дължаща се на преминалите от брашното вещества с кисела реакция, както и на образувалите се по време на ферментация различни органични киселини. Установи се, че внасянето на млечнокисели закваски, както и на минерални соли, води до по-високо киселиннообразуване в тестените полуфабрикати. Резултатите, получени при изследване на обща титруема киселинност на приготвените проби хляб, са представени на фигура 11.



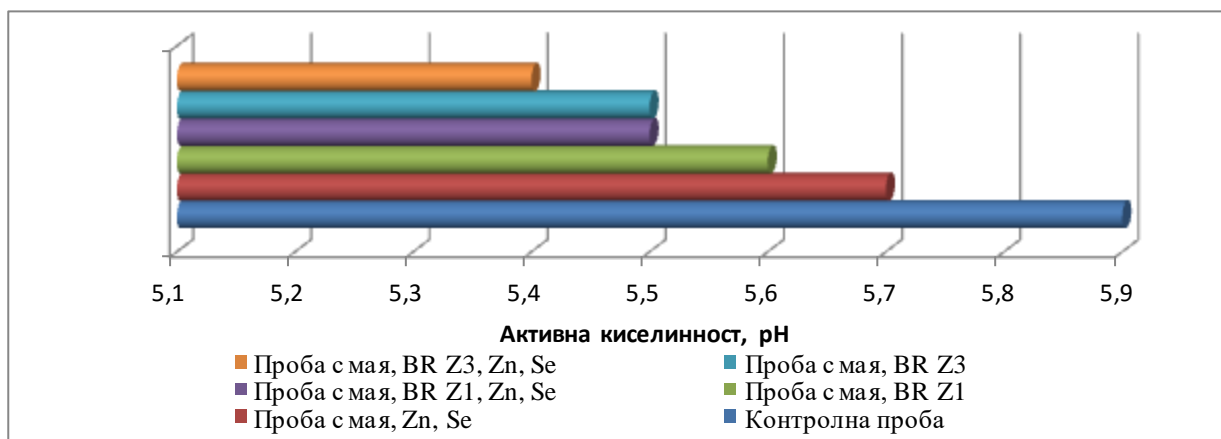
Фиг. 11. Титруема киселинност на хляб, °N

От получените резултати се вижда, че при хляба, замесен от тесто, в състава на което не са включени минерални соли и млечнокисела закваска, титруемата киселинност е 1,38 °Н. Допълнителното обогатяване с цинк и селен незначително повишава киселинността спрямо контролната проба, като отчетената стойност е 1,44 °Н.

По-значими разлики в стойностите се установяват, когато ферментацията на тестото е протекла в присъствието на млечнокисели закваски. При хляба, приготвен със закваска BR Z1, титруемата киселинност е с 21,7 % по-висока от контролната проба, а при използването на закваска BR Z3, образуването на киселини е по-интензивно, като измереното им количество е с 26,8 % повече от това при хляба, приготвен без добавки. От получените резултати, онагледени на фигура 11, става ясно, че киселиннообразуването е по-активно, когато едновременно в състава се включат солите $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски. Най-висока титруема киселинност е установена при хляб, приготвен със закваска BR Z3 и минерални соли на цинк и селен. Тя е с 37,7 % по-висока от тази на необогатения хляб. Известно е, че натрупването на по-високо количество киселини в хляба се явява превантивен фактор срещу микробиологична развала, особено през летните месеци, когато рискът е по-висок.

На фигура 12 са представени резултатите, получени при изследване на активната киселинност на изследваните проби хляб.

Установената стойност на активната киселинност при контролната проба хляб е рН 5,9. Присъствието на минералните соли на цинк и селен понижава рН до 5,7. Този резултат е в съответствие с вече получените при тестените полуфабрикати.



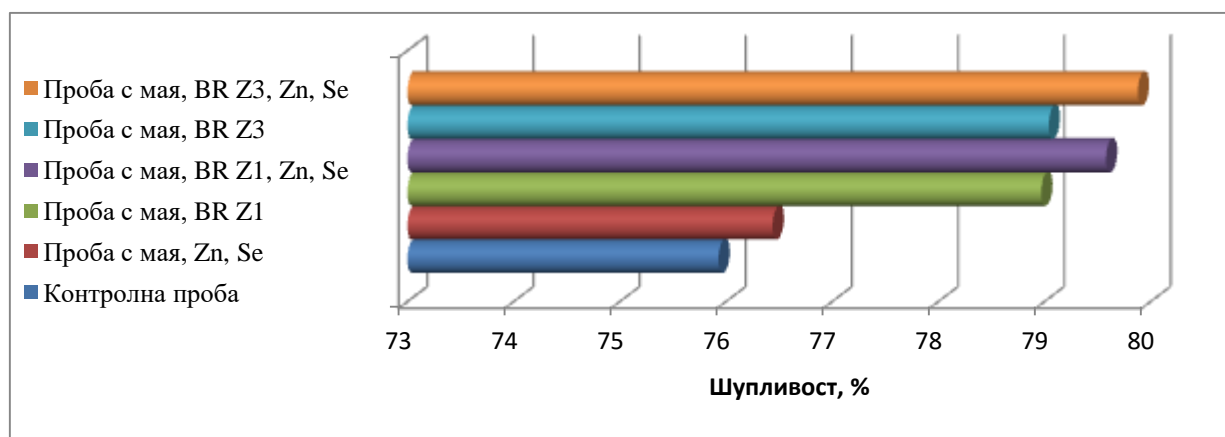
Фиг. 12. Активна киселинност на хляб, рН

В хода на изследването се установи, че в пробите, приготвени с добавка на млечнокисели закваски, стойностите на рН са по-ниски от тези на контролната проба, както при маяното и главно тесто, така и при хляба. При съпоставка на резултатите, получени при двете използвани закваски, по-висока активна киселинност се отчита при влагане на закваска BR Z3. Когато в рецептурата на тестото освен млечнокисели закваски се включат и минералните соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$, активната

киселинност се изменя по-осезаемо. Най-ниската стойност на рН е измерена при хляб, приготвен със солите на цинк и селен и млечнокисела закваска BR Z3 – рН 5,4.

1.5.2. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху шупливостта на хлебната средина

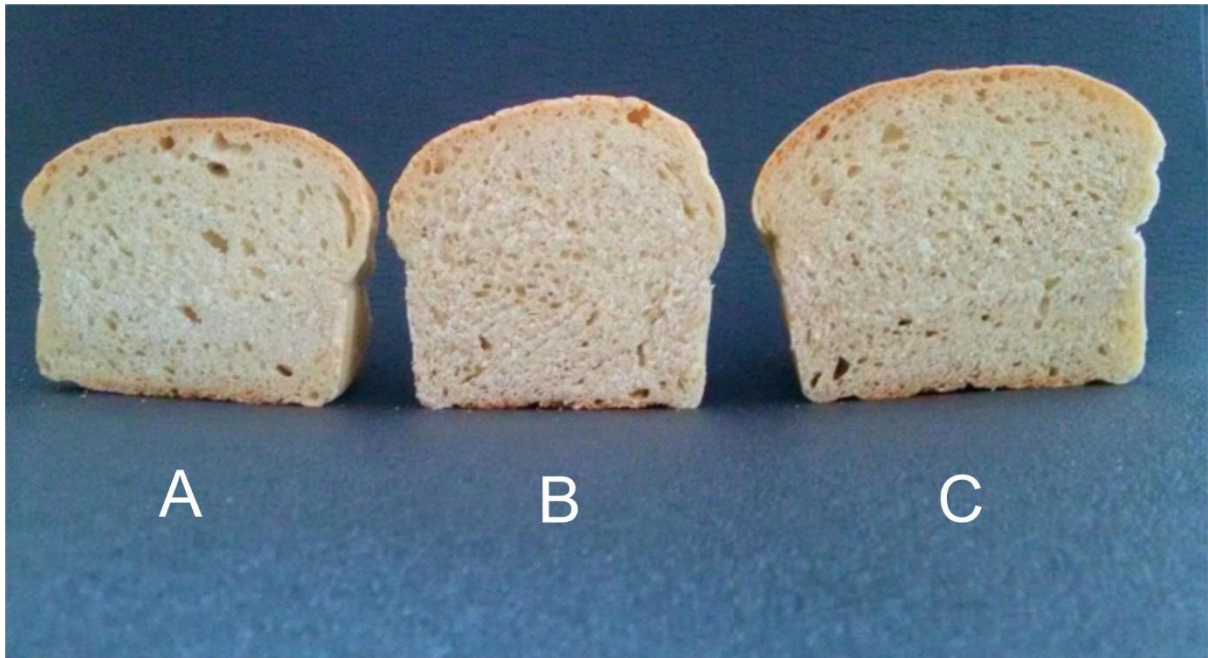
Шупливостта на хлебната средина определя обема и допринася за добрата усвояемост на хляба. Шупливостта на средината зависи както от използваните суровини по рецептурата, така и от условията и продължителността на ферментацията. Извършени са изследвания в тази насока, резултатите от които са представени на фигура 13.



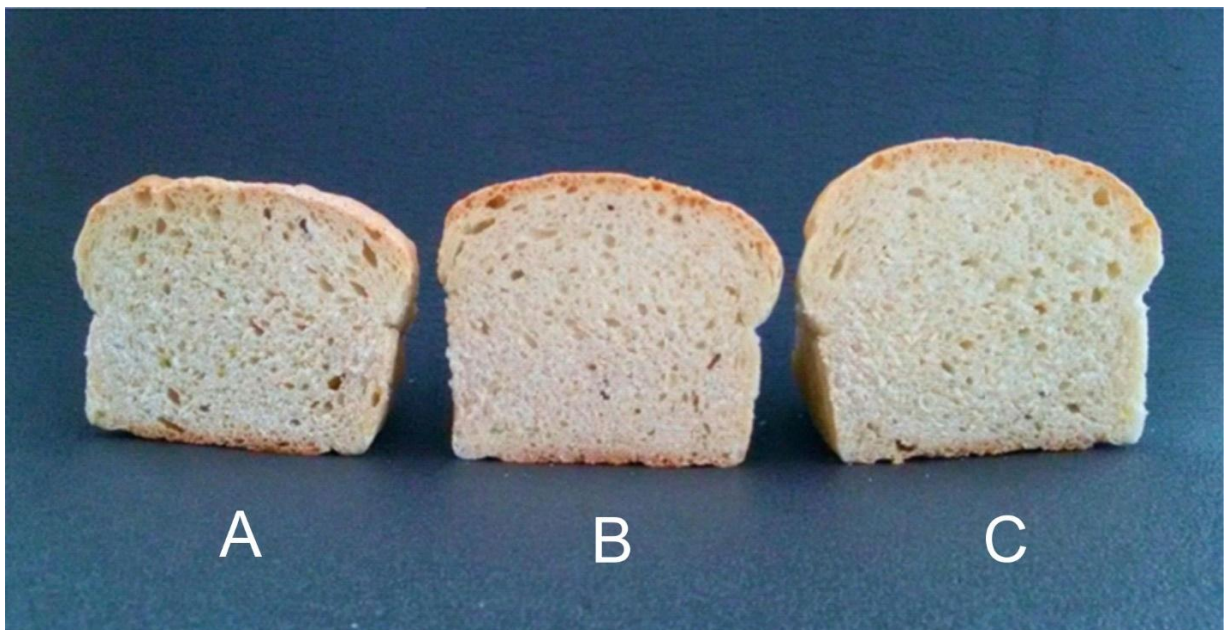
Фиг. 13. Шупливост на хлебната средина, %

При контролната проба хляб, приготвена без добавки, шупливостта е 75,93 %. Ако се съпоставят данните, получени за шупливостта на хлебната средина при различните проби хляб, може да се отбележи, че при контролата шупливостта е по-слабо развита спрямо останалите проби. Това ясно личи от фигура 14 и фигура 15, където хлябът, приготвен само с мая, е сравнен с тези, при които допълнително са включени и минерални соли на цинк и селен и млечнокисели закваски.

От получените резултати, още веднъж се потвърждава позитивното влияние, което има развитието на млечнокиселите бактерии върху свойствата на тестените полуфабрикати и на готовия хляб. Установи се, че хлябът, приготвен с добавка на млечнокисели закваски, има по-висока пористост на средината в сравнение с пробата, приготвена само с хлебна мая. Получените резултати, съответно за двете закваски, са: при използването на закваска BR Z1 – 78,97 % и при използването на закваска BR Z3 – 79,04 %. Когато едновременно с тях се прибавят и цинковите и селенови соли, се отчита по-висока шупливост, както в сравнение с контролната проба, така и в сравнение с пробите само със закваска. Най-високи стойности са получени при хляб, приготвен със закваска BR Z3 и минерални вещества, където шупливостта е 79,88 % (т.е. с 5,2 % по-висока от контролната проба).



Фиг. 14. Шупливост на хлебна средина: А - контролна проба хляб; В - хляб с МКЗ BR Z1; С - хляб с МКЗ BR Z1 и $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$

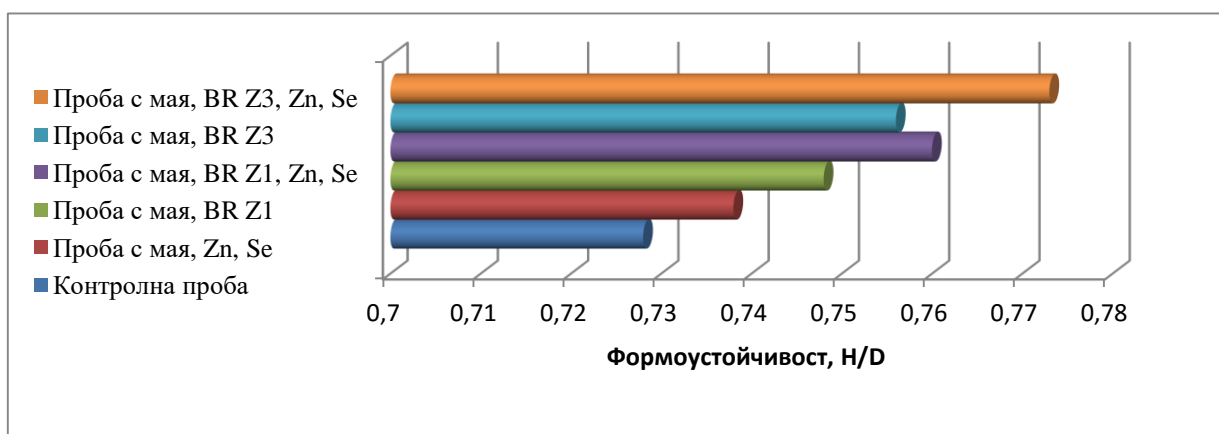


Фиг. 15. Шупливост на хлебна средина: А - контролна проба хляб; В - хляб с МКЗ BR Z3; С - хляб с МКЗ BR Z3 и $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$

От получените резултати може да се обобщи, че използването на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски води до повишаване на шупливостта на хлебната средина, което неминуемо се отразява върху обема на хляба. Също така е основание да се счита, че обогатеният хляб притежава по-добра усвояемост, т.к. пористата структура на средината ускорява достъпа на храносмилателни сокове и улеснява процеса на храносмилане. Логично е да очакваме, че повишената шупливост на хлебната средина ще се отрази и върху дъвкваемостта на хляба.

1.5.3. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху формоустойчивостта на хляба

От формоустойчивостта на хляба до голяма степен зависи привлекателния външен вид на готовия продукт, който е от основно значение за формиране на потребителския избор. На фигура 16 са представени резултатите, получени при определяне на формоустойчивостта на изследваните проби хляб.



Фиг. 16. Формоустойчивост на хляб, H/D

От резултатите, представени на фигурата, се вижда, че внасянето на минералните соли на цинк и селен повлиява положително формоустойчивостта на хляба. Данните на фигурата показват, че използването на млечнокисели закваски води до по-добра формоустойчивост на готовия хляб. Установи се, че хлябът, приготвен със закваска BR Z3, дава по-добри резултати. Получената стойност, характеризираща формоустойчивостта, е 0,756, докато при контролната проба тя е 0,728, а при тази със закваска BR Z1 - 0,748.

Допълнителното включване в рецептурата на минерални вещества рефлектира върху формоустойчивостта на приготвените проби хляб. Положителното влияние, което оказват солите, е най-ясно изразено при хляба, приготвен едновременно с цинков сулфат хептахидрат, натриев селенит пентахидрат и млечнокисела закваска BR Z3 - 0,773, т.е. с 6,1 % повече от контролата и с 1,7 % повече от пробата със закваска BR Z1.

Тези стойности са в корелация с вече получените при изследване на свойствата на тестените полуфабрикати, и по-конкретно с влиянието, което оказва внасянето на минералните соли и млечнокисели бактерии върху увеличаването на обема на тестото. Хлябът се отличава с по-развита шупливост и по-висока формоустойчивост. Това е предпоставка обогатения хляб да бъде с повишена усвояемост и едновременно с това с подобрен външния вид.

1.5.4. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху стареенето на хляба

Промените в деформационните характеристики на средината могат да дадат ясна представа за процеса на стареене на хляба. В тази връзка са измерени обща деформация (Нo), пластична деформация (Нп) и еластична деформация (Не) на хлебната средина. Пробите хляб са изследвани пенетрометрично 12, 48 и 72 часа след изпичане.

В таблица 5 са представени резултатите, които отразяват влиянието на използваните добавки (цинков сулфат хептахидрат, натриев селенит пентахидрат и млечнокисели закваски) върху деформационните характеристики на хлебната средина.

От получените резултати се вижда, че с увеличаване на продължителността на съхранение мекотата на хлебната средина намалява и стойностите закономерно се изменят при всички проби. В началото на периода на съхранение стойността при контролната проба е 49,33 пенетрометрични единици, след което постепенно хлебната средина се втвърдява. След 72 h от изпичането общата деформация на хлебната средина при контролната проба е 27,67 пенетрометрични единици (п.е.), т.е. намаляла е 1,78 пъти. Прави впечатление, че за същия период на съхранение при всички останали проби стойностите на деформационните характеристики на хлебната средина са по-високи. Пробата, в състава на която са включени минералните соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$, се отличава с по-голяма мекота на хлебната средина от тази на контролната проба, като 24 h след изпичането тя е 52,00 п.е. Темповете на промяната на общата деформация при двете проби са много близки. По-високите стойности, измерени в началото на съхранението при обогатената проба, се запазват до края, и след 72 h общата деформация е с 3 п.е. по-висока.

Таблица 5

Деформационни характеристики на хлебна средина в пенетрометрични единици

Проба	Обща деформация, (Нo)			Пластична деформация, (Нп)			Еластична деформация, (Не)		
	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h
Контролна проба	49,33	42,33	27,67	38,33	31,67	20,67	11,00	10,67	7,00
Проба с мая, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$	52,00	43,33	30,67	39,67	34,33	23,67	12,33	9,00	7,00
Проба с мая, BR Z1	55,67	37,00	32,67	45,33	29,33	25,33	10,33	7,67	7,33
Проба с мая, BR Z1, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$	74,67	48,67	37,67	59,33	39,33	30,00	15,33	9,33	7,67
Проба с мая, BR Z3	57,33	55,67	33,00	45,67	45,00	25,67	11,67	10,67	7,33
Проба с мая, BR Z3, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$	65,33	48,67	39,00	51,33	39,67	30,33	14,00	9,00	8,67

От получените резултати се вижда, че с увеличаване на продължителността на съхранение мекотата на хлебната средина намалява и стойностите закономерно се изменят при всички проби. В началото на периода на съхранение стойността при контролната проба е 49,33 пенетрометрични единици, след което постепенно хлебната средина се втвърдява. След 72 h от изпичането общата деформация на хлебната средина при контролната проба е 27,67 пенетрометрични единици (п.е.), т.е. намаляла е 1,78 пъти. Прави впечатление, че за същия период на съхранение при всички останали проби стойностите на деформационните характеристики на хлебната средина са по-високи. Пробата, в състава на която са включени минералните соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$, се отличава с по-голяма мекота на хлебната средина от тази на контролната проба, като 24 h след изпичането тя е 52,00 п.е. Темповете на промяната на общата деформация при двете проби са много близки. По-високите стойности, измерени в началото на съхранението при обогатената проба, се запазват до края, и след 72 h общата деформация е с 3 п.е. по-висока.

Когато в състава на хляба се включат млечнокисели закваски, хлебната средина се деформира по-осезаемо. Това се обяснява с по-голямата мекота на приготвените проби. Резултатите, получени 24 h след изпичането, при проба със закваска BR Z1, са 55,67 п.е., а при проба със закваска BR Z3 – 57,33 п.е. Закономерно твърдостта и при двете проби хляб нараства по време на съхранение. Прави впечатление динамиката в промените на деформационните характеристики на обогатените проби. Така например пробата със закваска BR Z3 има по-мека средина в сравнение с BR Z1, както след 24 h, така и след 48 h съхранение (разликата е съответно 1,66 п.е. и 18,67 п.е.), но след 72 h от изпичането стойностите на общата деформация са много близки за двете проби с 0,33 п.е. разлика. Това се дължи на факта, че между 24-я и 48-я час на съхранение темповете на промяната в общата деформация са по-осезаеми при пробата със закваска BR Z1, след този момент по-интензивни промени настъпват в хлебната средина на пробата със закваска BR Z3. Независимо от темповете, с които се променя преснотата на обогатените проби, мекотата на хлебната средина се запазва по-голяма от тези при контролата. След 72 h общата деформация е с 5 п.е. по-висока при пробата със закваска BR Z1 и 5,33 п.е. при тази, приготвена с BR Z3.

Интерес представлява фактът, че когато освен млечнокиселите закваски се прибавят и минералните соли на цинк и селен, мекотата на хлебната средина се запазва по-добре. 24 h след изпичането по-висока мекота е установена при пробата със закваска BR Z1 и включени минерални соли. При нея общата деформация е 74,67 п.е., докато при пробата, съдържаща закваска BR Z3, цинк и селен, е 65,33. Динамиката на изменението на стойностите между 24-я и 72-я час е по-ясно изразена при пробата, в състава на която е включена закваска BR Z1, което говори за по-бързо намаляване на мекотата. В края на съхранението общата деформация, която е измерена при проба със закваска BR Z3 и минерални соли, е 39 п.е., т.е. с 11,33 п.е. повече от контролната проба и с 6 п.е. повече от тази при проба, приготвена само със закваска BR Z3. Следователно използването на млечнокисели закваски и минерални соли на цинк и селен спомагат за съхраняване на мекотата на хлебната средина за по-дълъг срок отколкото при хляб, приготвен по традиционна рецептура.

От резултатите, получени при определяне на пластичната деформация на хлебната средина (таблица 5), се вижда, че както при определяне на общата деформация, така и тук най-ниските стойности на пластичната деформация са установени за контролната проба хляб. При нея 24 h след изпичането пластичната деформация е 38,33 пенетрометрични единици, а в края на съхранението намалява почти 2 пъти. Добавянето в рецептурата на минералните соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ с цел повишаването на биологичната ценност на хляба оказва влияние върху деформационните характеристики на обогатения хляб. Установените стойности за пластична деформация на хлебната средина са по-високи от тези при контролната проба по време на целия период на съхранение, като след 72 h отчетения резултат е 23,67 п.е.

Пробите с млечнокисели закваски се отличават с по-висока пластичност на хлебната средина. В началото на съхранението стойността, отчетена при пробата, приготвена със закваска BR Z1, е 45,33 п.е., което е със 7 п.е. повече от контролната проба и едва с 0,34 п.е. по-малко от пробата, приготвена със закваска BR Z3. След 48 h от изпичането, средината на хляба, приготвен със закваска BR Z3, е с най-добри пластични свойства спрямо всички проби – 45,00 п.е. Динамиката на промените в деформационните характеристики е различна при обогатените проби. Темпът става по-динамичен след 48 h от изпичането при хляба със закваска BR Z3. Така в края на съхранението стойностите, отчетени при двете проби със закваски, са близки – 25,33 п.е. и 25,67 п.е., но по-високи от тези на контролната проба хляб – 20,67 п.е.

Когато в състава на хляба, освен млечнокиселите закваски се добавят едновременно $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$, се установява, че пробите се отличават с по-добра пластичност и мекота на хлебната средина. Това се доказва от данните, получени 24 h, 48 h и след 72 h след изпичането. В края на съхранението най-висока пластична деформация на хлебната средина е установена при пробата, приготвена със закваска BR Z3 и минерални соли, Стойността на пластичната деформация е 30,33 п.е., което е 1,5 пъти повече от тази на контролната проба и 1,2 пъти повече от тази на хляба, приготвен само със закваска BR Z3.

Получените стойности от измерването на пластичната деформация доказват, че добавянето на минералните соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ едновременно с млечнокисели закваски, води до подобряване на пластичните свойства на хлебната средина.

В таблица 5 са представени и стойностите, характеризиращи еластичната деформация на хлебната средина. Установените резултати показват, че с увеличаване продължителността на съхранение на хляба еластичността на средината намалява при всички изследвани проби. След 72 h при контролната проба, приготвена само от основни суровини, се установи, че еластичната деформация е 7 п.е., което е с 4 п.е. по-малко в сравнение с началото на съхранение. Резултатите, получени при хляба, обогатен с минерални соли на цинк и селен, дават основание да се изтъкне, че хлябът запазва еластичността си по време на целия период на съхранение, а стойностите са съпоставими с тези получени при контролната проба хляб.

Когато в състава на хляба е добавена млечнокисела закваска BR Z1, еластичната деформация е с 0,67 п.е. по-ниска от тази на контролата. Прави впечатление разликата в

динамиката на деформационните характеристики по време на съхранение. Аналогични резултати са установени и когато е използвана закваска BR Z3.

Влагането на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ едновременно със закваските дава ясно отражение върху еластичността на хлебната средина. При пробата, приготвена със закваска BR Z1 и минерални соли, в началото на съхранението стойностите за еластичната деформация са 15,33 п.е. Отчетените стойности са с 4,33 п.е. по-високи от тези на контролната проба и с 5 п.е. повече от тези при хляба, приготвен само със закваска. Аналогични са и резултатите, получени при използване на закваска BR Z3 едновременно със соли на цинк и селен. Тази тенденция се запазва и при последното измерване (72 h след изпичането), като стойностите са съответно 7,67 п.е. и 8,67 п.е.

От резултатите, които получихме, става ясно, че внесените минерални соли също се отразяват върху преснотата. Това вероятно се дължи на влияние върху агрегацията на амилопектина по време на периода на съхранение. Можем да обобщим, че едновременното им добавяне спомага за съхраняване на мекотата на хлебната средина за срок, по-дълъг от този при контролната проба.

С увеличаване на времето на съхранение закономерно стойностите на деформационните характеристики, изразени в пенетрометрични единици, при всички изследвани проби намаляват. Получените резултати ясно показват, че едновременното влагане на минералните соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски води до забавяне на процесите на стареене на хляба и дава възможност през периода на съхранение хлябът да запази по-добре преснотата си и мекотата на хлебната средина.

1.5.5. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху микробиологичната развала на хляба

Голяма група микроскопични гъбички, широко разпространени в околната среда и храните, са изключително активни в биохимично отношение. Много от тях продуцират микотоксини, което може да представлява сериозен проблем за безопасността на храните. Подходът към нормиране на плесените в храните трябва да бъде много внимателен. Според Микробиологичните критерии за хигиена на процесите, в хляба е достатъчно да се определи видимо плесенясване. Наличието на плесени в готовия хляб има технологично – индикаторно значение и трябва да бъде ограничено тяхното развитие с оглед предотвратяване на развалата.

Наложила се практика за предпазване на хляба от микробиологична развала е използването на различни видове млечнокисели бактерии като биопротектори, с което се ограничава употребата на химични консерванти. Те се влагат под формата на закваски, което осигурява стабилност на доминиращата микрофлора в производствения цикъл.

За целите на настоящия дисертационен труд представлява интерес да се проследи развитието на плесенни гъби, причиняващи развала на хляба, когато в състава му се влагат едновременно минерални соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски. Изпечените проби хляб със съответните рецептури се съхраняват при стайна температура при нестерилни условия, каквито са регламентирани в Утвърден стандарт № 02/2011 за „Бял” хляб. Определянето е

извършено от Лабораторен изпитвателен комплекс на Регионална Здравна Инспекция – гр. Варна, като пробите са изследвани по време на съхранение с продължителност 120 часа (5 денонощия) от изпичането, съгласно БДС ISO 21527-2:2011 „Микробиология на храни и фуражи. Горизонтален метод за изброяване на дрожди и плесени. Част 2: Техника за изброяване на колонии в продукти с водна активност, по-малка или равна на 0,95”. Резултатите са представени в таблица 6.

Съгласно Утвърден стандарт № 02/2011 за „Бял” хляб не трябва да се наблюдава микробиологична развала на хляба до две денонощия от датата на производството му. След изтичане на този период, при изследваните проби не се установиха признаци на развитие на плесени, както при контролната проба, така и при обогатения хляб. Най-рано се установяват промени при пробата, приготвена само с мая - след съхранение в продължение на 96 часа. След края на целия изследван период (120 часа) при хляба, в състава на който са включени минерални соли на цинк и селен, общия брой на развитата се микрофлора е в диапазона до 1×10^3 cfu/g.

Таблица 6

Резултати от изследване на плесенна развала на хляб

Изследвана проба	Общ брой на плесени (cfu/g), съгласно БДС ISO 21527-2:2011					Съответствие с микробиологичните критерии
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	
Контролна проба	-	-	-	$<1 \times 10^3$	$<1 \times 10^3$	Приемливи резултати
Проба с мая, ZnSO ₄ ·7H ₂ O и Na ₂ SeO ₃ ·5H ₂ O	-	-	-	-	$<1 \times 10^3$	Приемливи резултати
Проба с мая, BR Z1	-	-	-	-	$<1 \times 10^2$	Задоволителни резултати
Проба с мая, BR Z1, ZnSO ₄ ·7H ₂ O и Na ₂ SeO ₃ ·5H ₂ O	-	-	-	-	$<1 \times 10^2$	Задоволителни резултати
Проба с мая, BR Z3	-	-	-	-	$<1 \times 10^2$	Задоволителни резултати
Проба с мая, BR Z3, ZnSO ₄ ·7H ₂ O и Na ₂ SeO ₃ ·5H ₂ O	-	-	-	-	$<1 \times 10^2$	Задоволителни резултати

Забележка: Откриваем минимум $< 1 \times 10^2$ cfu/g

Допустимо отклонение от нормата $< 1 \times 10^3$ cfu/g

(cfu/g – colony forming units: колонии образуващи единици в 1 g продукт при условия на директно изброяване)

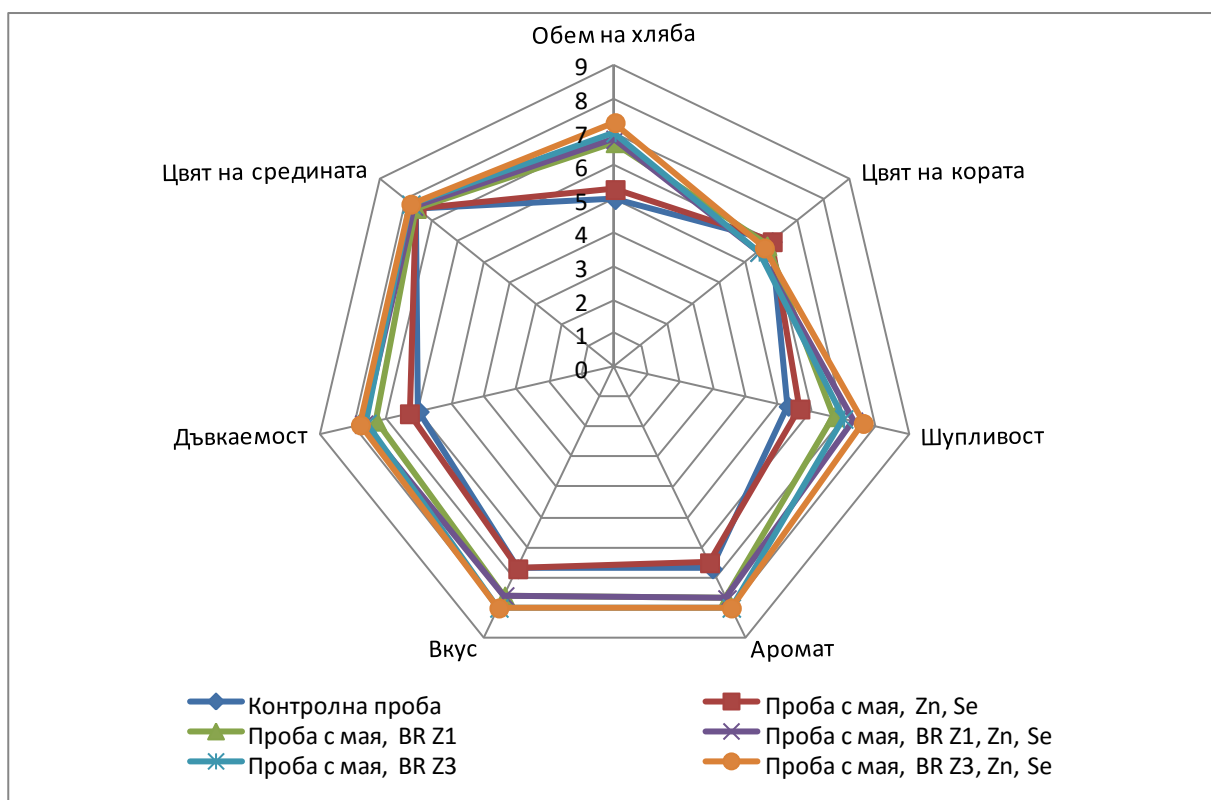
След 5 денонощия от изпичането, при приготвените проби хляб, в състава на които са добавени млечнокисели закваски, не се установява плесенна развала. В настоящото изследване при пробите, съдържащи млечнокисели закваски, както самостоятелно, така и с цинкови и селенови соли, броят на развитите се плесени е под откриваемия минимум на метода, т.е. под 1×10^2 cfu/g, а получените резултати са задоволителни. Според Методично указание за национални микробиологични критерии

за хранителни продукти, съответствието на резултатите с микробиологичните критерии се изразява с термините „задоволителни резултати” - когато броят на развилата се микрофлора е под 1×10^2 cfu/g, „приемливи резултати” – съответно броят им е под 1×10^3 cfu/g и „неприемливи резултати” - когато броят на микроорганизмите е над 1×10^3 cfu/g.

Наблюдаваните резултати потвърждават ролята на млечнокиселите бактерии и възможността за едновременното им използване с цинкови и селенови соли за получаване на хляб с повишена биологична ценност и подобрена съхраняемост. По този начин може да се ограничи използването на химични консерванти с цел потискане на плесенната развала на хляба, което е в съзвучие с все по-широко налагащата се тенденция сред потребителите за намаляване консумацията на хранителни продукти, съдържащи консерванти.

1.5.6. Резултати от изследване влиянието на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху сензорния профил на хляба

Резултатите, получени от извършеното сензорно оценяване на контролната проба хляб и обогатените проби с минерални соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски, са представени на фигура 17.



Фиг. 17. Сензорен профил на хляб

Независимо от рецептурата, при всички проби хляб формата е добре запазена, без деформации. Повърхността е равна, без пукнатини. Установи се, че няма съществена разлика в получените оценки за хляба, приготвен по традиционна рецептура и обогатените проби хляб по отношение на цвета на кората и цвета на хлебната средина (максималната разлика между получените стойности е съответно – 0,5 и 0,2). По отношение състоянието на кората на хляба е констатирано, че при всички проби тя е тънка, цветът е равномерен, златисто-жълт, с нормална интензивност. От резултатите, получени при оценяване на състоянието на хлебната средина, за различните проби се получиха съпоставими резултати. Констатирано е, че независимо от рецептурата, средината е хомогенна в цялата си маса, без сбити участъци, мека и еластична, суха на пипане и с равномерно оцветяване. Известно е, че хлябът, който е с висока шупливост, е също така и с по-добра усвояемост, т.к. пористата структура улеснява достъпа на храносмилателните сокове. Важното значение на това свойство се доказва и от факта, че шупливостта на хлебната средина се определя както чрез физико-химични методи, така и чрез органолептично оценяване. От резултатите, получени след сензорната оценка на изследваните проби хляб, можем да заключим, при всички проби се наблюдава равномерна, добре развита шупливост. Шупливостта на хлебната средина се влияе от използването на млечнокисели закваски. Контролната проба, приготвена само с мая, е получила средна оценка 5,3. Пробите, в рецептурата на които са включени закваски, се характеризират с по-добре развита шупливост и съответно присъдените оценки са по-високи (с 26 % за пробата с BR Z1 и 32,1 % за пробата с BR Z3). От резултатите представени в т. 1.5.2., се установи, че хлябът, приготвен едновременно с минералните соли на цинк и селен и млечнокисели закваски, се отличава с най-добре развита шупливост на хлебната средина. Този резултат се потвърждава и от оценката, която групата от оценители е присъдила на изследваните проби. Оценителите са присъдили най-високи оценки на двете проби, в състава на които едновременно са включени солите $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски, като предпочитания са отдадени на хляба със закваска BR Z3 (получената оценка е 7,6). Обемът на хляба се влияе пряко от вложените суровини по рецептура. От пробите, подложени на оценяване, се установи, че по-високо е оценен хлябът, когато е приготвен с млечнокисели закваски. Пробите хляб са получили близки оценки, които съответно са: за BR Z1 - 6,7, а за BR Z3 - 7, докато при контролната проба тя е 5.

Вкусът и ароматът са едни от най-важните свойства, определящи потребителното свойство органолептична ценност на хляба. Може да се изтъкне, че тя е основен фактор, който влияе върху потребителския избор. Съгласно възприетата скала за интензивност на оценката, групата от оценители е установила, че пробите, приготвени със закваски, се отличават с по-приятен и богат аромат. За контролната проба получената оценка е 6,7, а за хляба, приготвен със закваска BR Z1 – 7,7, и съответно за пробата със закваска BR Z3 оценката е 8. Не е установено наличието на страничен, несвойствен вкус, причинен от минералните соли на цинка и селена. Получените оценки за пробите хляб, при приготвянето на които са използвани млечнокисели закваски самостоятелно и пробите, при които едновременно с това са добавени $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$, са близки помежду си. От резултатите,

получени при оценяване на вкуса, можем да заключим, че тенденцията е подобна на тази при оценяване на ароматичните свойства.

Дъвкаемостта е един от определящите сензорни показатели за оценка на качеството на хляба. Чрез него се дава комплексен израз на усещанията, които предизвиква продуктът в устната кухина при консумация; напрежението на дъвкателните мускули и усилията на челюстните стави, необходими за раздъвкването на продукта; адхезията (лепливост) по небцето и зъбите. Добре известно е например, че повишената влажност на хлебната средина и съдържанието на нискомолекулни декстрини придават на средината на хляба лепливост, което предизвиква неприятно усещане при консумация. Според участниците в дегустационната комисия, при оценяване на структурните свойства на средината е установено, че контролната проба е с по-ниска еластичност и дъвкаемост, което е свързано с по-ниската шупливост. Докато контролната проба е получила оценка 6, то пробата, съдържаща минерални соли и закваска BR Z3, е оценена със 7,8.

Обогатяването на хляба с $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ в предвидените от нас количества може успешно да се използва за повишаване на биологичната ценност на хляба.

От получените резултати може да се заключи, че влагането на минералните соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски води до подобряване на сензорните свойства на хляба. Установено е, че оценката, присъдена за цвят на кората и цвят на хлебната средина е съпоставима при всички проби, но едновременно с това, включването на добавките в рецептурата води до по-висок обем на хляба, до по-добре развита шупливост, респективно – до по-добра дъвкаемост, както и до по-хармонични и по-добре изявени вкусово-ароматични свойства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на проведените експериментални изследвания и получените резултати, е доказана възможността за получаване на хляб с повишена биологична ценност, удовлетворяващ ежедневните нужди на организма от есенциалните микроелементи цинк и селен. За целта са използвани неорганичните съединения цинков сулфат хептахидрат ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) и натриев селенит пентахидрат ($Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$). Съединенията са одобрени за използването им като компонент на хранителни добавки, а формата, под която се влагат в хляба, дава възможност за бърза и лесна усвояемост на елементите от човешкия организъм. Консумацията на хляб, обогатен с минералните вещества цинк и селен, е подходящ подход, чрез който може да се постигне превенция на дефицита им в храненето.

В процеса на изследователската работа е доказана възможността за едновременното използване на минералните соли на цинк и селен и лиофилизирани млечнокисели закваски. Известно е, че влагането на млечнокисели закваски в рецептурата на хляба води до подобряване на редица свойства, като: шупливост, усвояемост, вкусови и ароматични свойства, съхраняемост и др. За постигане на основната изследователска теза и целта на дисертационния труд бяха проследени промените в свойствата на тестените полуфабрикати и потребителните свойства на хляба, когато към рецептурата са добавени едновременно минерални соли на цинка и селена ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$) и млечнокисели закваски. Установи се, че влагането на добавките води до по-интензивно протичане на ферментационните процеси в тестото, в резултат на което се постига по-интензивно киселинообразуване в тестените полуфабрикати, повишаване на активната киселинност и по-значителното увеличение на обема на маяното тесто. Промените в свойствата на тестените полуфабрикати неминуемо се отразява върху качеството на готовия хляб. Установено е, че обогатеният хляб се отличава с по-висока шупливост, което е фактор за по-добрата му усвояемост. От направена сензорна оценка става ясно, че предпочитанията на оценителите са към хляба, в състава на който са включени млечнокисели закваски, както самостоятелно, така и в съчетание с минералните соли. От проведените експериментални изследвания се доказва, че обогатените проби хляб имат подобрена съхраняемост в сравнение с контролната проба хляб, приготвена по традиционна рецептура.

В заключение може да се обобщи, че в резултат на проведените изследвания е разкрита възможност за получаване на хляб, отговарящ на съвременните изисквания за здравословно и пълноценно хранене, при който са подобрени някои основни потребителни свойства – биологична ценност, усвояемост, органолептична ценност и съхраняемост.

В случая много важно е да се има предвид, че производството на хляб с минерални соли, съдържащи цинк и селен ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$) и млечнокисели закваски не изисква промени в технологичния режим и технологичното оборудване, т.е. не са необходими допълнителни капиталови вложения и разходи за труд, за промяна в технологията, за закупуване на ново или усъвършенстване на наличното оборудване в хлебопроизводствените предприятия. Подобряването на

потребителните свойства на хляба се постига единствено благодарение на включване на добавките в рецептурата, при това – в минимални количества.

В експериментално установената оптимална рецептура тяхното количество на 100 kg брашно е, както следва:

- › за цинков сулфат хептахидрат ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) – 17,4 g;
- › за натриев селенит пентахидрат ($Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$) - 88,028 mg;
- › за закваска BR Z1 – 70 g;
- › за закваска BR Z3 - 70 g.

Като се имат предвид цените, стойността на необходимите добавки за 100 kg брашно е: 17,4 ст. за $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$; 10,56 ст. за $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$; 70 лв. за закваска BR Z1; 70 лв. за закваска BR Z3.

Повишаването на цената на крайния продукт ще зависи от масата на хляба и вида на използваните добавки. Ако се приготвя само с минерални вещества, оскъпяването за хляб с маса 500 g ще бъде с 0,11 ст. При използването на солите едновременно със закваска – с 30 ст. Цените на минералните соли могат да варират в зависимост от фирмата-производител.

Промяната в цените не би се отразила съществено върху покупателите, като се има предвид, че тя е в границите на тяхното вариране за един и същ вид хляб, произведен по еднаква рецептура, но продаван в различни региони на страната. При това следва изрично да се посочи, че в случая промяната в цената е еквивалент на по-високо качество; на подобрена съхраняемост и повишена биологична ценност на хляба. Производството на обогатения хляб би се вписало в съвременните тенденции за производство на храни със здравни претенции, към които в последните години се наблюдава засилен интерес от страна на потребителите.

IV. ИЗВОДИ

1. Установено е съдържанието на микроелементите цинк и селен в пшенично брашно тип 500 и в хляба, приготвен от него (за цинк $5,99 \pm 0,49$ mg/kg, за селен - $0,038 \pm 0,008$ mg/kg). Определени са необходимите количества от минералните соли - цинков сулфат хептахидрат ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) и натриев селенит пентахидрат ($Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$) за получаване на обогатен хляб. Количествата соли са: 17,4 g $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ / 100 kg брашно и 88,028 mg $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ / 100 kg брашно.
2. Използването на цинков сулфат хептахидрат и натриев селенит пентахидрат води до повишаване на биологичната ценност на хляба. В резултат на обогатяването се постига съдържание на цинк и селен в хляба, близко до препоръчителния дневен прием. Обогатеният хляб може да служи за превенция на дефицита на тези микроелементи в храненето.
3. Експерименталните резултати доказват, че млечнокиселите бактерии от използваните лиофилизирани закваски (BR Z1 и BR Z3) се развиват добре в среда, обогатена с минералните соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$, в определените количества за получаване на хляб с повишена биологична ценност.
4. Изследвано е съвместното влияние на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и млечнокисели закваски върху свойствата на тестените полуфабрикати.
 - 4.1. Установено е, че използването на добавките води до повишаване на общата титруема киселинност. При маяното тесто, приготвено по традиционна рецептура, общата титруема киселинност е $2,60^\circ N$ след шестчасова ферментация. При същите условия при маяно тесто, приготвено с $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и закваска BR Z3 киселинността е с около 30% по-висока. Същата тенденция се наблюдава и при главното тесто.
 - 4.2. Едновременното използване на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и лиофилизирани млечнокисели закваски води до по-интензивно протичане на ферментацията на тестените полуфабрикати. В резултат на това, най-висока степен на увеличение на обема е отчетена след четиричасова ферментация при маяно тесто, приготвено със закваска BR Z3 и минерални соли - 3,7 пъти.
5. Изследвано е съвместното влияние на солите на цинка и селена и лиофилизирани млечнокисели закваски върху свойствата на хляба.
 - 5.1. Внасянето на добавките води до по-висока обща титруема киселинност и пониски стойности на рН. При хляба без добавки общата титруема киселинност е $1,38^\circ N$, а най-чувствителна промяна е установена при хляба с $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и закваска BR Z3, където киселинността е с около 35% по-висока. По-високата киселинност се отразява благоприятно върху вкусовите свойства и съхраняемостта на хляба.
 - 5.2. Внасянето на добавките води до повишаване на шупливостта на хлебната средина. Най-висока шупливост (с около 5,2 % по-висока спрямо контролната проба) се постига при едновременното използване на соли на цинка и селена и закваска BR Z3. Това дава възможност за повишаване на усвояемостта на хляба.
6. Изследвано е влиянието на минералните соли на цинк и селен и млечнокисели закваски върху съхраняемостта на хляба.

- 6.1. Получените експериментални резултати доказват, че използваните добавки водят до забавяне на процесите на стареене на хляба. В края на периода на съхранение (72 часа) обогатените проби хляб притежават по-голяма мекота и еластичност на средината, като най-добри резултати са установени при пробата с включени в състава $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и закваска BR Z3.
- 6.2. Използването на млечнокисели закваски, както самостоятелно, така и в съчетание с минералните соли на цинк и селен ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$), води до забавяне на плесенясването на хляба.
7. Установено е, че съвместното използване на минералните соли на цинк и селен и млечнокисели закваски води до подобряване на органолептичната ценност на хляба. При хляба, в който едновременно са добавени цинкови и селенови соли и закваска BR Z3, се постигат по-висок обем, по-добре развита и тънкостенна шупливост, по-интензивни и приятни вкусови и ароматични свойства.

V. ПРИНОСИ С НАУЧЕН И НАУЧНО-ПРИЛОЖЕН ХАРАКТЕР

1. Разкрита е възможността за повишаване на биологичната ценност на хляба чрез използване на минералните соли цинков сулфат хептахидрат ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) и натриев селенит пентахидрат ($Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$).
2. За първи път у нас е изследвана възможността за едновременното използване на минералните соли цинков сулфат хептахидрат ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) и натриев селенит пентахидрат ($Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$) и лиофилизирани млечнокисели закваски при приготвяне на хляб от пшенично брашно тип 500.
3. Направено е комплексно изследване на свойствата на маяно и главно тесто и потребителните свойства на хляба при влагането на минерални соли, съдържащи цинк и селен, и млечнокисели закваски.
4. Въз основа на експерименталните резултати от проведените изследвания за едновременното влагане на $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_2SeO_3 \cdot 5H_2O$ и лиофилизирани млечнокисели закваски, е доказана възможността за получаване на хляб с подобрени потребителни свойства – биологична ценност, усвояемост, органолептична ценност и съхраняемост.

VI. СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Статии

1. Стефанова, Д., Д. Златева. Изследване на влиянието на закваска от мезофилни млечнокисели бактерии върху свойствата на тестени полуфабрикати от пшенично брашно тип 500. // Научни трудове на Университет по хранителни технологии – Пловдив, том LXI, част I, 2014, с. 9-13.
2. Stefanova, D., D. Zlateva, R. Chochkov. Shelf life of zinc- and selenium-enriched wheat bread. // Scientific Works of University of Food Technologies, 2016, 63, (1), pp. 71-75.
3. Стефанова, Д. Влияние на минерални вещества и млечнокисели закваски върху сензорния профил на пшеничния хляб. // Известия. Списание на Икономически университет – Варна, 2017, 61 (1-2), с. 100-111.

Доклади

1. Стефанова, Д., Д. Златева. Проучване на възможностите за обогатяване на хляба с минерални вещества. // Сборник доклади от XII научна конференция с международно участие „Стоковедната наука – традиции и актуалност”, Икономически университет – Варна, 24 – 25.10.2013 г., с. 71 – 77.
2. Стефанова, Д. Възможности за обогатяване на хляба със селен. // Сборник доклади от Научна конференция на младите научни работници, Икономически университет – Варна, 05. 06. 2014 г., с. 170 – 176.
3. Стефанова, Д. Изследване влиянието на продължителността на ферментацията върху свойствата на маяно тесто, приготвено с млечнокисела закваска. // Сборник доклади от Международна научно – практическа конференция „Храни, технологии и здраве - 2014”, Селскостопанска академия – София и Институт за изследване и развитие на храните – Пловдив, 13. 11. 2014 г., с 58 – 63.
4. Златева, Д., Д. Стефанова. Изследване влиянието на лиофилизирани млечнокисели закваски върху киселинността на тестени полуфабрикати и хляб. // Сборник доклади от III Международна научно - практическа конференция „Проблеми формирания асортимента, качества и екологической безопасности товаров”, Лвовска търговска академия, 12. 11. 2015 г., с. 127 – 130.
5. Zlateva, D., D. Stefanova. Enhancing the nutritional value of bread through fortification with zinc and selenium. // 20th IGWT Symposium, Commodity science in a changing world. September 2016, Varna, Bulgaria, 2016, pp. 553-559.