

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра харчових технологій

Допущено до захисту
_____ 20__ р.
Зав. кафедри, к. с.-г. н, доцент
_____ Андрій ЧЕРНЕГА
(підпис)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА

ВИКОРИСТАННЯ БОРОШНА СОЧЕВИЧНОГО В РЕЦЕПТУРІ ХЛІБА
ПРОФІЛАКТИЧНОГО СПРЯМУВАННЯ

Виконав – студент II курсу, групи 21 м-тз
освітньої програми Технології зерна та
зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
ПУХНИЙ Олександр Анатолійович

Науковий керівник – кандидат техн. наук, доцент
ЄВЧУК Яна Валеріївна

УМАНЬ – 2024
ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	
ВСТУП	
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	
1.1 Способи підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів лікувально-профілактичного призначення	
1.2 Роль харчових волокон у збагаченні продуктів харчування	
1.3 Способи підвищення мікробіологічної стійкості хлібобулочних виробів при зберіганні	
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	
2.1 Організація проведення досліджень	
2.2 Характеристика об'єктів досліджень	
2.3 Схема проведення досліджень	
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПІДГОТОВКИ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА ЗА СКОРОЧЕНИМ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ЦИКЛОМ	
3.1 Розробка способу активації хлібопекарських дріжджів	
3.2 Розробка технологій хлібобулочних виробів для дієтичного та профілактичного харчування	
3.2.1 Розробка способу виробництва хліба з суміші борошна пшеничного та борошна із сочевиці	
3.2.2 Розробка способу виробництва хліба з борошна пшеничного з додаванням пасти, отриманої з насіння сочевиці	
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	

5.1 Організація та покращення умов праці	
5.2 Електробезпека	
5.3 Пожежна безпека	
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	
ВИСНОВКИ	
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	
ДОДАТКИ	

Puhnyi O.A. The use of lentil flour in the recipe of preventive bread.

Qualification work for obtaining a master's degree of higher education in the specialty 181 Food technologies OP Grain and grain products technologies. Uman National University of Horticulture. Uman, p.

The subject of the research is the improvement of the recipe for the production of specialized bakery products for dietary and functional purposes.

The object of the research is lentil flour and wheat flour of the first grade, activated baker's yeast, a modified nutritional mixture.

The concept is formulated, the methodology is developed, and the scientific and practical justification of the principles of creating new technologies and recipes of specialized bakery products for deterministic groups of the population is presented in accordance with individual needs for food substances and energy based on the correction of their nutrient composition due to the use of products of deep processing of non-traditional plant raw materials for baking , containing biologically valuable components. The data on the chemical composition and functional-technological properties of lentil flour, as an additive partially in place of wheat flour for the production of dietary and preventive bread, have been clarified.

Theoretically substantiated and experimentally confirmed parameters and regimes of enzymatic modification of biopolymers of lentil grain and flour obtained from it for the purpose of producing semi-finished products intended for inclusion in the recipe of specialized bread for the main variant of a standard diet and a diet with an increased protein content (according to the classification of diets for medical nutrition) . The regularities of changes in organoleptic and physico-chemical quality indicators, as well as the nutritional value of specialized bakery

products, depending on the presence in their composition and the amount of processing products of non-traditional bread-making vegetable raw materials - lentil grains - have been established.

Key words: wheat flour, lentil flour, hydrolyzate, nutrients, malt, bakery products.

ВСТУП

Актуальність теми. Робота присвячена актуальній темі – науково-практичному обґрунтуванню і розробленню технології хліба пшеничного з додаванням борошна зерна бобових культур, що дозволяє отримувати на основі раціонального використання натуральної, проте, не зовсім традиційної для хлібопечення рослинної сировини, яка сприяє поліпшенню структури харчування населення і повною мірою відповідає «Основам державної політики в області здорового харчування населення», «Концепції забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення шляхом розвитку функціонального і спеціалізованого хлібопечення в Україні» та «Стратегії підвищення якості харчових продуктів в Україні».

Нині значна частина населення України відчуває необхідність в спеціалізованих продуктах харчування. Проте, такі продукти виробляються в невеликих кількостях (в 6–7 разів менше за потребу) і в обмеженому асортименті: впроваджуються у виробництво, наприклад, хлібобулочні вироби, збагачені мікронутрієнтами, розширюється асортимент діабетичних і безглютенових виробів з використанням нетрадиційної рослинної сировини, що містить біологічно цінні компоненти, проте, розробки в галузі створення і організації виробництва спеціалізованих хлібобулочних виробів дієтичного та функціонального призначення поки виконано недостатньо. У зв'язку з цим є гостра необхідність обґрунтування і розроблення технологій і рецептур спеціалізованих хлібобулочних виробів з використанням нетрадиційної для хлібопечення рослинної сировини.

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень є теоретичне обґрунтування і розроблення технологій спеціалізованих хлібобулочних виробів на основі корекції їх нутрієнтного складу за рахунок використання продуктів глибокої переробки нетрадиційної для хлібопечення рослинної сировини, що містить в своєму складі біологічно цінні речовини – зерна сочевиці призначених для детермінованих груп населення з індивідуальними потребами в харчових речовинах і енергії. Задачі дослідження полягали у наступному:

- провести аналіз сучасного стану виробництва спеціалізованих хлібобулочних виробів в Україні;
- теоретично обґрунтувати та експериментально підтвердити вибір сировини для отримання основних рецептурних інгредієнтів, які використовуються при створенні спеціалізованих хлібобулочних виробів: зерна сочевиці;
- розробити спосіб отримання напівфабрикатів хлібопекарського виробництва для скороченого технологічного циклу приготування спеціалізованих хлібобулочних виробів (активовані хлібопекарські дріжджі, модифікована поживна суміш для відтворення рідких дріжджів) з поліпшеними біотехнологічними характеристиками біомаси дріжджів, що сприяють скороченню витрат борошна хлібопекарського на приготування зазначених напівфабрикатів;
- розробити рецептури спеціалізованих хлібобулочних виробів і встановити вплив складу і властивостей рецептурних компонентів на споживчі характеристики продукції;
- провести розрахунок очікуваного економічного ефекту від впровадження результатів дослідження;

Об'єкт дослідження – борошно із сочевиці та борошно пшеничне першого сорту, активовані хлібопекарські дріжджі, модифікована поживна суміш.

Предмет дослідження – удосконалення рецептури виробництва спеціалізованих хлібобулочних виробів дієтичного та функціонального призначення.

Методи дослідження – у роботі застосовували загальноприйняті і спеціальні сучасні фізичні, хімічні, біохімічні, мікробіологічні та органолептичні методи досліджень сировини, напівфабрикатів хлібопекарського виробництва, а також збору, обробки та аналізу інформації.

Наукова новизна одержаних результатів: сформульована концепція, розроблена методологія і представлено науково-практичне обґрунтування принципів створення нових технологій і рецептур спеціалізованих хлібобулочних виробів для детермінованих груп населення відповідно до індивідуальних потреб в харчових речовинах і енергії на основі корекції їх нутрієнтного складу за рахунок використання продуктів глибокої переробки нетрадиційної для хлібопечення рослинної сировини, що містить біологічно цінні компоненти.

Уточнено дані про хімічний склад і функціонально-технологічні властивості борошна із сочевиці, в якості добавки частково взамін борошна пшеничного для виробництва хліба дієтичного і профілактичного призначення. Теоретично обґрунтовано й експериментально підтверджені параметри і режими ферментативної модифікації біополімерів зерна сочевиці і отриманого з нього борошна з метою виробництва напівфабрикатів, призначених для включення в рецептуру спеціалізованого хліба для основного варіанту стандартної дієти і дієти з підвищеним вмістом білка (відповідно до класифікації дієт для лікувального харчування).

Встановлено закономірності зміни органолептичних та фізико-хімічних показників якості, а також харчової цінності спеціалізованих хлібобулочних виробів залежно від наявності в їх складі і кількості продуктів переробки нетрадиційної для хлібопечення рослинної сировини – зерна сочевиці.

Апробація роботи. Основні результати проведених досліджень

доповідались і обговорювались на конференції наукового гуртка кафедри харчових технологій Уманського НУС (м. Умань, 2024).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано одну наукову працю.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається зі вступу, шести розділів, загальних висновків до роботи, списку використаних джерел літератури і додатків. Основний зміст тексту викладений на сторінках друкованого тексту. Робота містить 10 таблиць та 12 рисунків. Список джерел наукової літератури на які зроблені посилання нараховує 55 джерел.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Організація проведення дослідження

Дослідження складу і властивостей сировини, напівфабрикатів хлібопекарського виробництва і показники якості готової продукції (органолептичні і фізико-хімічні) проводили в науково-дослідній лабораторії кафедри харчових технологій Уманського НУС впродовж 2023–2024 рр.

Схема проведення досліджень представлена на рисунку 2.1.

2.2 Характеристика об'єктів дослідження

- борошно із сочевиці (ТУ 9295-004-10614275-97) [43];
- борошно пшеничне за ГСТУ 46.004-99 [44];
- Сіль кухонну за ДСТУ 3583–97 [45];
- Дріжджі хлібопекарські пресовані за ДСТУ 4812:2007 [46];
- Олію соняшникову за ДСТУ 4492:2005 [47];
- Воду питну за ДСТУ 7525:14 [48];
- Солод житній [49].

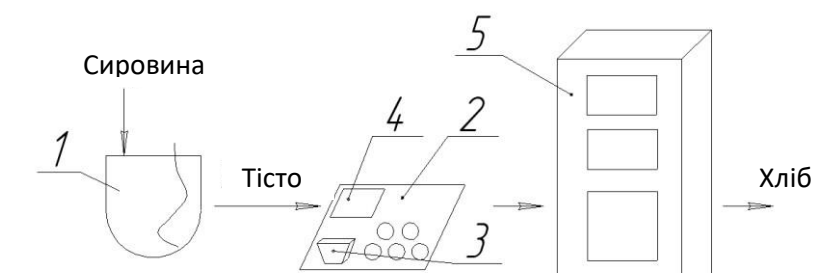
Вся сировина за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідало вимогам відповідної нормативної або технічної документації, та вимогам безпеки.

2.3 Схема проведення дослідження

Виготовлення дослідних зразків напівфабрикатів та хліба здійснювали в лабораторних умовах. Схема експериментальних досліджень наведена на рис. 2.2.



Рис. 2.1 Схема експериментальних досліджень



1 – тістомісильна машина; 2 – стіл; 3 – форма хлібопекарська; 4 – ваги; 5 – розстійно-пічний міні агрегат.

Рис. 2.2 Лабораторна установка для виробництва хліба

2. Методи дослідження борошна, дріжджів хлібопекарських пресованих і тіста.

Аналіз борошна пшеничного проводили згідно ГСТУ 46.004–99. Борошно пшеничне. Дріжджі пресовані характеризували за органолептичними показниками, вологості і підйомної сили відповідно до ГОСТ 54731-11.

2.1 Органолептичні показники борошна пшеничного визначали згідно ГОСТ 27558-87. Борошно і висівки. Методи визначення кольору, запаху, смаку і хрусту.

2.2 Масову частку води борошна – за ГОСТ 9404–88. Борошно і висівки. Метод визначення вологості. Суть методу полягає в зневодненні борошна в повітряно-тепловій шафі при фіксованих параметрах температури і тривалості сушіння.

2.3 водопоглинальну здатність борошна визначали за кількістю мл води, необхідної для замішування тіста з 50 г борошна.

2.4 Масову частку клейковини борошна – за ГОСТ 27839-88. Борошно пшеничне. Методи визначення кількості і якості клейковини. Суть методу полягає у відмиванні клейковини з тіста вручну і подальшому її зважуванні.

2.5 Пружно-еластичні властивості клейковини оцінювали за показниками приладу ВДК-3М. Випробування проводилися відповідно до інструкції по експлуатації приладу.

2.6 Розтяжність клейковини – по лінійці [50].

2.7 Силу борошна визначали методом розпливання кульки тіста [50].

2.8 Титровану кислотність тіста – за методикою, описаною в «Практикум з технології хліба, кондитерських і макаронних виробів», методом титрування [50].

2.9 Газоутворювальну здатність визначали за кількістю диоксиду вуглецю, що виділився з 100 г тіста упродовж 5 годин на приладі Яго-Островського [50].

2.10 Динамічну в'язкість тіста визначали на ротаційному віскозиметрі РВ-8М, відповідно до інструкції по експлуатації приладу.

2.11 Підйомну силу дріжджів визначали методом спливання кульки тіста [50].

2.12 Життєздатність дріжджових клітин визначали мікроскопіюванням забарвлених препаратів. Застосовували мікроскоп БІОМЕД 2 відповідно до інструкції до приладу.

2.13 Випікання досліджуваних виробів проводили в лабораторних умовах. Хліб аналізували через 16–18 годин після випікання за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Органолептичні та фізико-хімічні показники якості оцінювали за методикою описаною В.І.Дробот [50].

РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПІДГОТОВКИ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОНИЦТВА ХЛІБА ЗА СКОРОЧЕНИМ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ЦИКЛОМ

3.1 Розробка способу активації хлібопекарських дріжджів

Для створення наукових основ і практичних напрямків використання нової сировини у виробництві хлібобулочних виробів необхідні комплексні дослідження з вивчення їх складу, біохімічних властивостей, а також впливу на хід технологічного процесу і якість готових виробів [38].

Відмінність борошна із сочевиці від борошна пшеничного полягає в меншому вмісті крохмалю (в 1,5 рази), більшому вмісті моно- і дисахаридів (в 5,8 рази) і білків (в 2,2 рази). У білку борошна із сочевиці сума незамінних амінокислот в 2,6 рази більше, ніж у білку борошна пшеничного першого. Амінокислотні швидкі по лізину і треоніну у сочевичної борошна становлять 130,4 і 100,0% проти 45,5 і 75,0% – у пшеничного [30, 31].

Для розробки способів приготування хліба з високим умістом борошна із сочевиці важливо визначити характер зміни властивостей тіста, отриманого з суміші пшеничного борошна та борошна із сочевиці, а також встановити шляхи усунення негативного впливу борошна із сочевиці на якість хліба пшеничного [12].

У вітчизняній промисловості для отримання хлібопекарських дріжджів використовують раси дріжджових грибів виду *Saccharomyces cerevisiae*. У процесі життєдіяльності в дріжджовій клітині здійснюються різноманітні біохімічні перетворення, спрямовані на синтез складних органічних сполук, характерних для складу самої клітини. Відмінна особливість живої клітини полягає в тому, що вона має здатність залучати прості вихідні інгредієнти

живильної суміші в процес метаболізму, які забезпечують її зростання, збільшення маси, формування клітинних органоїдів [10].

Відомо, що умови культивування біомаси хлібопекарських дріжджів на спеціалізованих заводах життєдіяльності клітин і формуванню в них активного ферментного комплексу. В умовах хлібопекарського виробництва (при бродінні напівфабрикатів) дріжджові клітини знаходяться практично в анаеробних умовах, тому «перемикаються» з дихального типу життєдіяльності на бродильний. При цьому змінюється їх внутрішня структура, збільшується вміст глікогену, зменшується споживання кисню на дихання. Дріжджі починають активніше здійснювати відновні реакції, перетворюючи цукор в спирт і діоксид вуглеводу. Проте, для перебудови дріжджових клітин на новий тип життєдіяльності потрібен певний час, внаслідок чого і спостерігається уповільнення бродіння в початковий період приготування тіста. З метою створення оптимальних параметрів для дріжджів в анаеробних умовах і забезпечення високої фізіологічної активності дріжджі перед внесенням на заміс борошняного напівфабрикату попередньо витримують у спеціально приготованій поживної суміші, тобто проводять їх активацію [12].

Актуальність проведення активації пресованих і сушених хлібопекарських дріжджів пов'язана, окрім сказаного вище, з тим, що дріжджові клітини знаходяться в стані преданабіоза, тобто коли обмін речовин тимчасово припинено або настільки уповільнений, що відсутні видимі ознаки життєдіяльності. Відновлення життєдіяльності дріжджів відбувається при сприятливих умовах і залежить від швидкості їх адаптації до умов середовища [12, 13, 30].

Ефективність прийому активації залежить від наявності поживних речовин в суміші, від їх доступності для споживання дріжджовою клітиною. Одним з найвідоміших способів активації хлібопекарських пресованих дріжджів є спосіб, запропонований А.Г. Гінзбургом. Він полягає в тому, що

період перебудови життєдіяльності дріжджів з дихального на бродильний тип здійснюється в поживній суміші, що складається з заварки, збагаченої неферментованим солодом і соєвим борошном. Ефект попередньої активації пресованих дріжджів в такій суміші полягає у можливості зниження їх витрати на 25–30 % [16].

Для активації пресованих дріжджів і дріжджових клітин дріжджового молока використовують також поживну суміш, що складається з порошку яблучних вичавок і води [2], екстракти з рослинної сировини, високооцукрений гідролізат з крохмалю-сирцю. Ефективно підвищує бродильну активність дріжджів поживна суміш, що складається з концентрату квасного суслу, мінеральних солей (KH_2PO_4 , KH_4C_1) і води.

З метою економії хлібопекарського борошна пшеничного на стадії приготування поживної суміші для активації дріжджових клітин і підвищення ефективності даного технологічного прийому досліджена можливість застосування борошна із сочевиці замість пшеничного.

Для проведення досліджень, живильні суміші для активації дріжджів готували наступним чином: 5 г борошна із сочевиці заварювали 20 см³ води температурою 85–90 °С, після охолодження заварки до температури 63 °С в неї вносили неферментований солод. Тривалість оцукрювання становила 20–50 хв, активації – 20–30 хв. Дозування солоду за зразками становила 0 г (проба 1), 0,5 г (проба 2), 1 г (проба 3) і 1,5 г (проба 4). Про вплив солоду на зміну складу харчової суміші робили висновок по масовій частці загального цукру, амінного азоту, водорозчинного білка в заварці з борошна із сочевиці. Солод, внесений в поживну суміш, виступає носієм протеолітичних і амілолітичних ферментів. Мета ферментативної обробки борошна – частковий розрив протеазами дисульфідних зв'язків в молекулах білків і гідроліз крохмалю амілазами солоду, про що свідчить зміна вмісту амінного азоту, водорозчинного білка і загального цукру (рис. 3.1– 3.3). Найбільша

швидкість накопичення цукрів (за 20 хв.) досягається при дозуваннях солоду 1 і 1,5 % (рис. 3.1).

За проведеними результатами досліджень встановлено, що у процесі активації дріжджів активно зброджують цукри і засвоюють аміінний азот. Зниження вмісту цукрів у процесі активації в контрольному зразку (без солоду) свідчить про те, що процес зброджування цукрів переважає над процесом їх утворення (рис. 3.1).

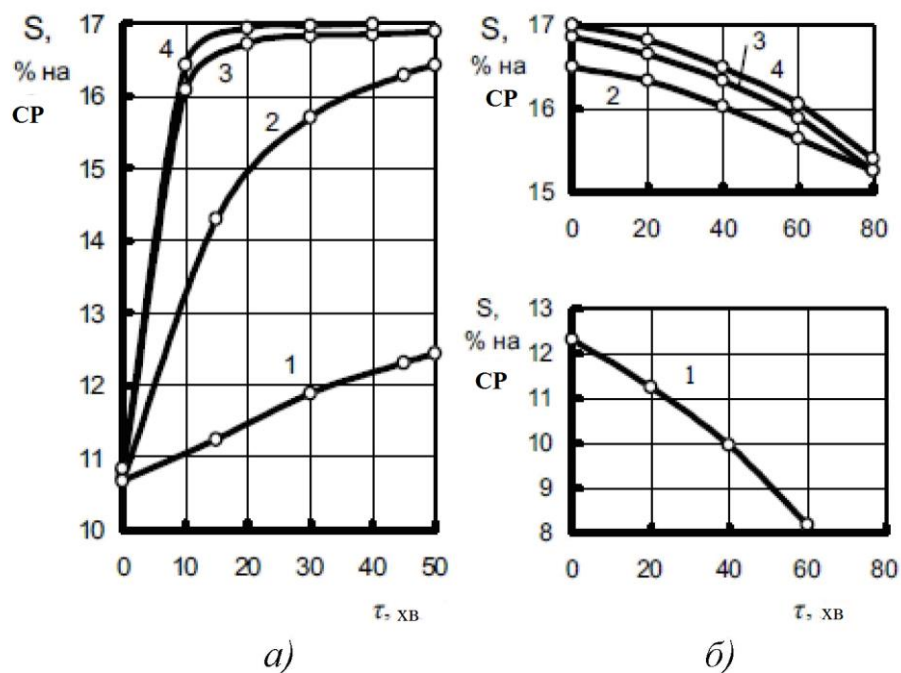


Рисунок 3.1 Зміна масової частки загального цукру (Б) при оцукрюванні заварки (а) і активації дріжджів (б): 1 – контроль (без солоду); 2, 3 і 4 – проби з 0,5; 1,0 і 1,5% солоду

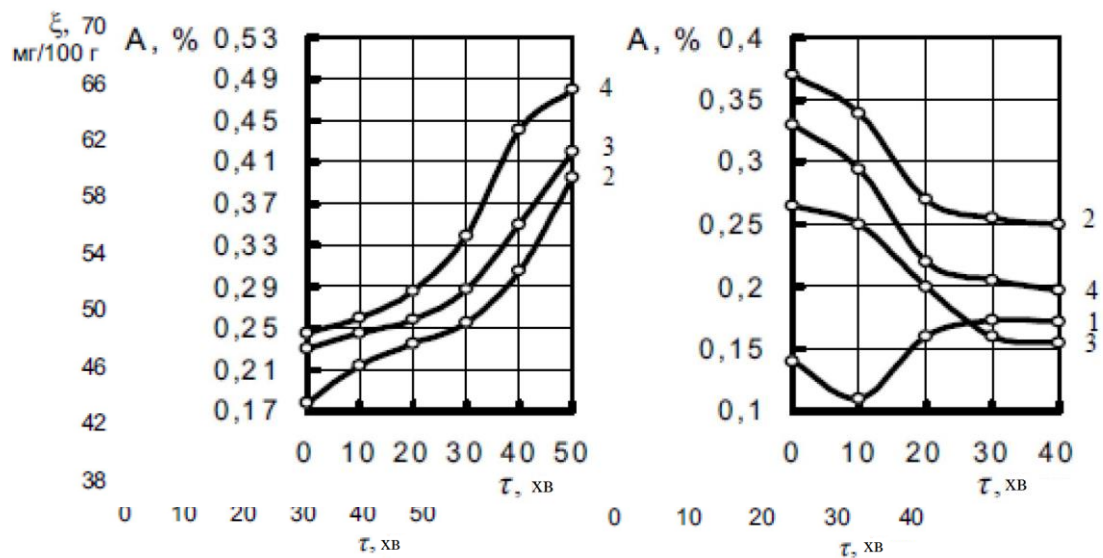


Рис. 3.2 Зміна змісту амінного азоту (ξ) при оцукрюванні заварки (а) і активації дріжджів (б): 1 - контроль (без солоду); 2, 3 і 4 - проби з 0,5; 1,0 і 1,5 % солоду

Відомо, що у борошні із сочевиці міститься в 2,2 рази більше білка, а незамінних амінокислот за сумою в 2,5 рази більше, ніж в борошні пшеничному першого сорту. Уміст моно- і дисахаридів у борошні із сочевиці в 5,8 раз вище, а мікро- та макроелементів значно більше в порівнянні з борошном пшеничним першого сорту. Враховуючи все вищесказане, можна зробити висновок про те, що поживна суміш, виготовлена з борошна із сочевиці, більшою мірою задовольняє потребу дріжджів в поживних речовинах при активації, що підтверджується показниками підйомної сили «по кульці» – 5,5 хв., ферментативної активності при зброджуванні фруктози – 35 хв. проти 8 і 52 хв. у контролю (без солоду) відповідно.

Найбільший ефект активації досягається при зброджуванні мальтози, попередньо гідролізованої альфа-глюкозидази дріжджів. Зброджування сахарози, гідролізованої бета-фруктофуранозидази, також прискорюється,

але при зброджуванні глюкози і фруктози активованими дріжджами спостерігається деяка відмінність. Фруктоза використовується дріжджами краще, ніж глюкоза, а з суміші цих цукрів швидше зброджується глюкоза. При використанні сахарози в якості джерела цих двох цукрів фруктоза спочатку зброджується швидко, а потім її утилізація сповільнюється. Це пояснюється тим, що фруктоза вивільняється з сахарози в фуранозній формі на початку процесу в більшій кількості, ніж в кінці. Частка піранозної форми, що не володіє вільною ОН-групою і не чутлива до дії кінази, зростає, і таким чином зброджуваність зменшується [10].

При мутаротаційній рівновазі в розчині фруктози при 25 °С лише 22 % цукру знаходиться в формі фуранози. Тому, незважаючи на велику легкість абсорбції фруктози в порівнянні з глюкозою, для зброджування придатна тільки частина її. На стадії адаптації першої з поживної суміші зникає сахароза, гідролізована бета-фруктофуранозидази, а потім зброджуються глюкоза і фруктоза. На рисунку 3.4 приведена графічна інтерпретація даних про вплив способу активації дріжджових клітин на їх здатність зброджувати різні цукри.

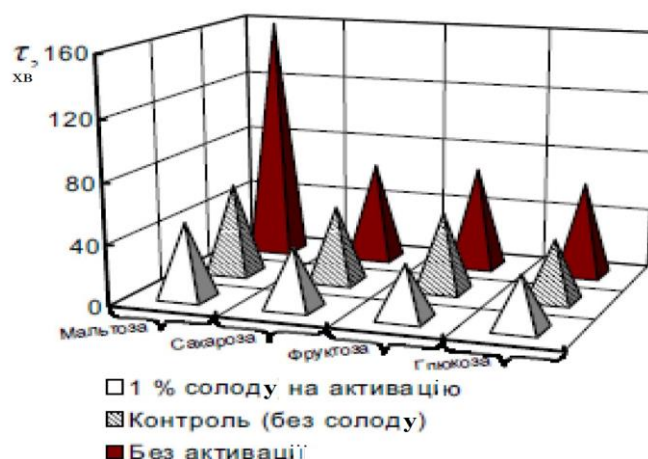


Рис. 3.4 Ферментативна активність дріжджів

Фізіологічна перебудова енергетичного обміну дріжджів з дихального на бродильний тип тісно пов'язана з морфологічними змінами клітин. Така морфолого-функціональна залежність була використана для визначення стану дріжджів у період активації. Форма і величина клітини обумовлюють деякі її особливості. Стан поверхні клітини до її об'єму позначається на швидкості дифузії поживних речовин всередину клітини і виділення продуктів обміну, це впливає на інтенсивність життєдіяльності мікроорганізмів [11, 12].

Мікроскопування проб активованих дріжджів показало, що поверхня клітин в активованих дріжджах збільшена, а форма більш округла. Клітина здатна до активної життєдіяльності.

З даних, наведених у таблиці 3.1 видно, що витримування дріжджів в поживній суміші з сочевичною заваркою сприяє збільшенню числа клітин з глікогеном на 7,0 % і зменшення числа мертвих клітин на 34,38 % у порівнянні з дріжджами, активованими в традиційній поживній суміші. З проведених досліджень можна зробити висновок про те, що активовані за розробленим способом дріжджі, здатні забезпечити інтенсивне бродіння в тісті і нормальне вистоювання тістових заготовок.

Таблиця 3.1

Характеристика дріжджів, активованих в поживному середовищі

Показники	Заварка	
	традиційна	З борошна із сочевиці
Підйомна сила, хв.	8	5,5
Вміст клітин в дріжджах, млн/г	1570	1940
у тому числі:		
клітин с глікогеном, %	88	94,2
мертвих, %	3,2	2,1

Ефективність активації дріжджів доведена зміною біотехнологічних характеристик тіста: інтенсивності газоутворення в процесі бродіння тіста, газотримуючої здатності тіста, зростання кислотності, зміни якості клейковини і маси гідратованого білка, а також по бродильній здатності тіста

(«по кульці»). Тісто готували з борошна пшеничного першого сорту (100 г борошна), активованої дріжджової суспензії (27,1–28,1 г), солі (1,3 г) і води (з розрахунку забезпечення вологості тіста 46,5%). Тривалість замісу тіста становила 8 хв, тривалість бродіння – 90 хв, початкова температура – 30 °С, кінцева кислотність тіста – 3,6 град.

Газоутворення в напівфабрикатах із внесенням дріжджів, активованих борошном із сочевиці і з додаванням 0,5; 1 і 1,5 % солоду до маси борошна в тісті через 90 хв. бродіння становило 255, 262 і 275 см³ CO₂ відповідно. У тісті, де в якості біологічного розпушувача використовували дріжджі, активовані на поживній суміші, приготовленої з використанням борошна із сочевиці без солоду, цей показник не перевищив 230 см³ CO₂. Якість клейковини в процесі бродіння напівфабрикату, приготованого на дріжджах, активованих в модифікованій поживній суміші зі збільшенням дозування солоду від 0,5 до 1,5 % дещо знижується, особливо в пробі з 1,5 % неферментованого солоду із-за дії протеолітичних ферментів солоду на клейковину білків борошна (рисунок 3.5).

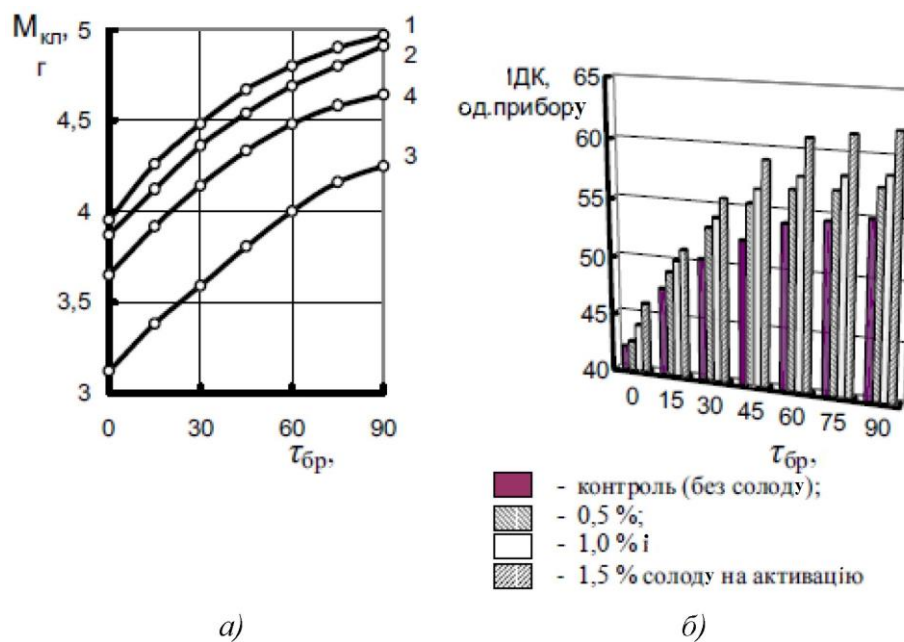


Рис. 3.5 Вплив способу активації дріжджів на зміни кількості (а) і деформації

стиснення (б) клейковини в процесі бродіння тіста: 1 - контроль (без солоду);
2, 3 і 4 - проби с 0,5; 1,0 і 1,5 % солоду на активацію

У процесі бродіння тіста маса гідратованих білків зростає внаслідок підвищення водовтримувальної здатності клейковини борошна пшеничного. Будучи більш реакційноздатними, білки борошна із сочевиці мають окислювальну здатність і утворюють додаткові дисульфідні зв'язки в білкових молекулах борошна пшеничного, самостійно додаються в спіраль клейковинних білків. З підвищенням дозування солоду маса гідратованих білків дещо знижується в порівнянні з контролем. Газоутримувальна здатність тіста в процесі бродіння практично не змінюється. Об'єм проб тіста становив від 145 (контроль) до 155 см³ (з додаванням 1,5 % солоду для оцукрення). Це пояснюється тим, що незважаючи на незначне зниження маси клейковини в дослідних зразках, за рахунок дії протеаз солоду при оптимальній температурі, забезпечується пластичність клейковини білків, при цьому газотримувальна здатність не знижується.

За результатами досліджень встановлено, що накопичення кислот в дослідних зразках тіста в процесі бродіння проходить більш інтенсивно, що дозволяє скоротити тривалість технологічного циклу в 1,3 рази. Поліпшується бродильна здатність тіста «по кульці» на 62 % (в порівнянні з бродильною здатністю тіста, приготованого на дріжджах без активації).

Використання дріжджів, активованих в поживній суміші, що містить борошно із сочевиці, біомодифіковану в оптимальних умовах, покращує структуру пористості м'якушки і збільшує об'єм готових виробів (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2

Показники якості хліба з добавкою солоду, (%) до маси борошна в тісті

Показники	Контроль (без солоду)	Дослідні проби при дозуванні солоду, % до маси борошна пшеничного в тісті		
		0,5	1,0	1,5
Вологість, %	43,5	43,5	43,5	43,5
Кислотність, град	2,0	2,2	2,2	2,2
Пористість, %	71	71,4	75,3	72,3
Питомий об'єм, см ³ /100 г	270	287	300	290
Загальна деформація стиснення, од. пенетрометра ДН _{заг.}	57,90	63,25	63,59	59,8

За результатами проведених досліджень, наведених в таблиці 3.2., можна зробити висновок про те, що незалежно від кількості внесеного солоду до маси борошна пшеничного вологість хліба була однаковою як у контролі (без солоду) так і у різних варіантах внесення солоду – 43,5 %.

Кислотність хліба характеризує його смакові якості. Цей показник свідчить також про хід технологічного процесу приготування хліба. Кислотність хліба зумовлена кислотністю сировини і продуктами, що утворюються під час дозрівання тіста; виражають її в градусах кислотності. За градус кислотності прийнято вважати кількість см³ нормального гідроксиду натрію чи калію, потрібного для нейтралізації кислот і кислотомісних речовин, що містяться у 100 г м'якушки хліба. За проведеними дослідженнями встановлено, що показник кислотності, по всіх варіантах був на рівні 2,2 град. У контролі цей показник не перевищив 2 град.

Пористість хліба характеризує не лише його структуру, об'єм, а й його засвоюваність. Низька пористість характерна для хліба з погано вибродженого тіста. Стандартами вказано мінімальне значення пористості. Збільшення цього показника свідчить про більший його об'єм. Кращий товарний вигляд, більшу розпушеність м'якушки. Пористість визначають за ГОСТ 5669–96, за допомогою приладу Журавльова.

Результати досліджень свідчать про те, що показник пористості у досліджуваних зразках, змінювався залежно від кількості внесеної добавки. Так, найвища пористість – 72,3 % була відмічена у варіанті із внесенням солоду у кількості 1 % до маси борошна. Найменша – у варіанті із кількістю добавки (солоду) 0,5 % – 71,4 %. В середньому по варіантах, показник пористості становив 73 %, що на 2,8 % більше ніж в контролі. Найвищий питомий об'єм хліба – $300 \text{ см}^3 / 100 \text{ г}$ був у варіанті із внесенням кількості солоду 1 %, тоді як найнижче значення цього показника спостерігалось у варіанті із кількістю добавки 0,5 % і, становило, відповідно $287 \text{ см}^3 / 100 \text{ г}$. Варто відзначити, що питомий об'єм хліба, незалежно від кількості внесеного солоду до маси борошна, підвищився порівняно з контролем на 8 %, що дає можливість стверджувати про правильність підготовки рецептури і ведення технологічного процесу виробництва даного виду хліба.

Визначення структурно-механічних властивостей хліба на пенетрометрі АП -4/1 полягає у вимірюванні величини занурення (пенетрації) тіла певної форми і розмірів під впливом визначеного навантаження на визначений час. Так, за проведеними нами дослідженнями, показник загальної деформації стиснення хліба в середньому становив 62,2 од. пенетрометру. Найвищим – 63,59 од. пенетрометру, він був у варіанті із внесенням солоду у кількості 1 %, дещо нижчим – 59,8 од. пенетрометру – варіанті із внесенням солоду у кількості 15 % до маси борошна.

Отже, за проведеними результатами досліджень встановлено, що кращі показники якості має хліб, приготовлений на дріжджах, активованих в поживній суміші з дозуванням солоду 1,0 % до маси борошна пшеничного в тісті.

При використанні активованих дріжджів із застосуванням борошна із сочевиці і солоду енергетична цінність хліба підвищилася на 12 %, біологічна цінність (БЦ); г - енергетична цінність (ЕЦ) 974 кДж проти

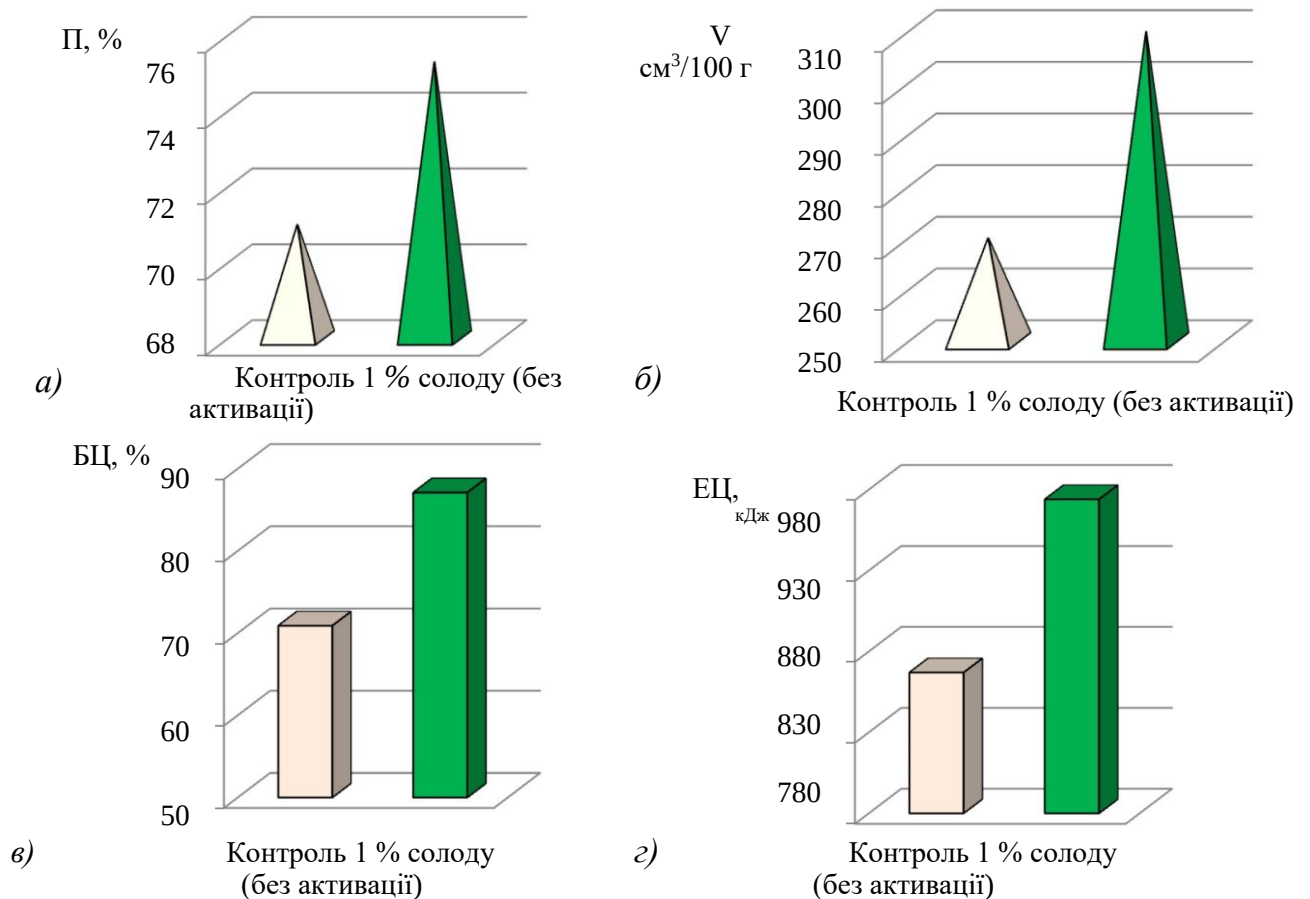


Рис. 3.6 Показники якості готових виробів: а - пористість (П); б - питомий об'єм (V); в - біологічна цінність (БЦ); г - енергетична цінність (ЕЦ) 867 кДж у хліба, приготованого на неактивованих дріжджах харчова цінність підвищується на 11 % (рис. 3.6).

Хліб, приготовлений на дріжджах, активованих із застосуванням борошна із сочевиці і неферментованого солоду, має кращу пористість м'якушки, що перевершує контроль на 6,1 %, питомий об'єм – на 14,8 %. Такий хліб має високий вміст білка – на 16 %, , а також загального цукру, амінного азоту, водорозчинного білка, мінеральних речовин і вітамінів.

Рис. 3.7 Зміна загальної $\Delta H_{\text{заг.}}$ (А) і відносної загальної $\Delta H_{\text{відн.заг.}}$ (Б) деформації стиснення м'якушки в процесі зберігання: 1 - контроль (без солоду); 2, 3 і 4 - проби з 0,5; 1,0 і 1,5% солоду на активацію.

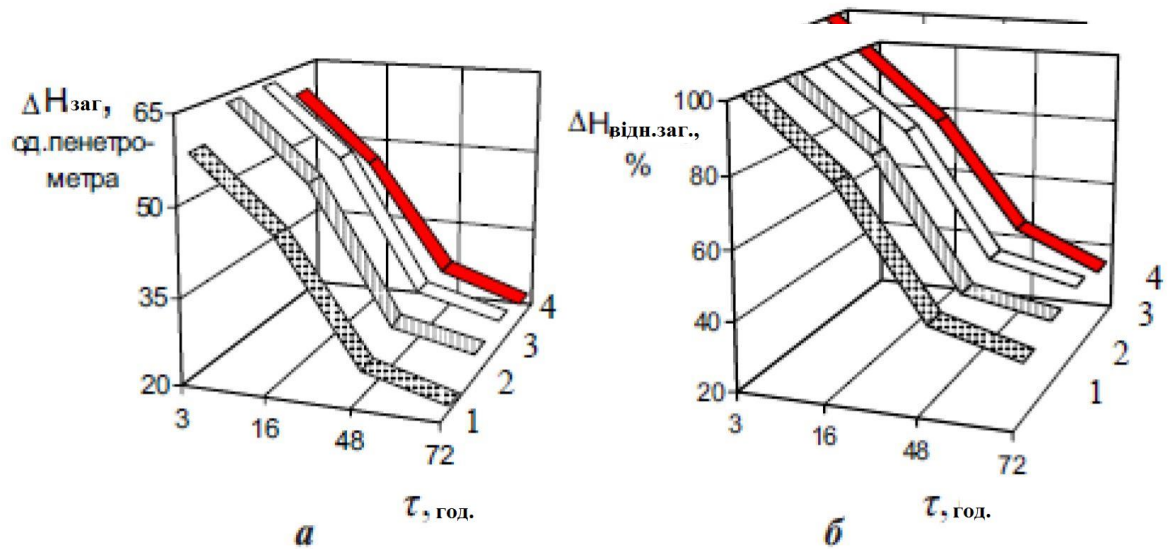


Рис. 3.7 Зміна загальної $\Delta H_{\text{заг.}}$ (А) і відносної загальної $\Delta H_{\text{відн.заг.}}$ (Б) деформації стиснення м'якушки в процесі зберігання: 1 - контроль (без солоду); 2, 3 і 4 - проби з 0,5; 1,0 і 1,5% солоду на активацію.

Біологічна цінність цього хліба вище на 22,7 %. Про черствінні виробів в процесі зберігання судили по зміні загальної і відносної загальної деформації стиснення м'якушки (рисунок 3.7).

Так, загальна деформація стиснення м'якушки хліба, приготовленого на дріжджах, активованих без борошна із сочевиці і солоду, при зберіганні знижується швидше. Найповільніше зниження загальної деформації м'якушки хліба, і, як наслідок, його черствіння, спостерігалось у варіанті із внесенням солоду у кількості 1 %. Під дією амілолітичних ферментів солоду, дозування якого становить 1,0 % до маси борошна в тісті, відбувається гідроліз крохмалю борошна з утворенням декстринів, які, вочевидь,

перешкоджають ретроградації крохмалю і, отже, процес черствіння хліба сповільнюється.

Отже, застосування борошна із сочевиці для активації хлібопекарських дріжджів дозволить інтенсифікувати процес приготування тіста, а також виключити основну сировину хлібопекарського виробництва (борошно) на цілі активації (4 кг борошна пшеничного хлібопекарського на кожні 100 кг борошна, що йде на приготування тіста) [27] .

Доцільність застосування цього цього підтверджується економією борошна пшеничного сортового, додатковим випуском продукції, підвищеною біологічною цінністю виробів.

3.2 Розробка технологій хлібобулочних виробів для дієтичного та профілактичного харчування

3.2.1 Розробка способу виробництва хліба з суміші борошна пшеничного та борошна із сочевиці

Доведено, що в хлібі з борошна пшеничного першого сорту можна наблизити співвідношення білків і вуглеводів до рекомендованого (1:4–1:5) шляхом додаткового внесення 20–22 % борошна із сочевиці до маси борошна пшеничного. Проте, таке дозування борошна із сочевиці, погіршує показники якості готового хліба, зокрема за його питомим об'ємом на 4,9 %. При цьому відчувається присмак і запах сочевиці. Для нівелювання впливу компонентів борошна із сочевиці, доцільно проводити його попередню ферментацію (модифікацію) препаратом, що володіє амілолітичною і протеолітичною активністю, наприклад, «Biobake FPA».

Для проведення досліджень, готували два види напівфабрикатів – гідролізат (1) і гідролізовану заварку (2). Для отримання гідролізату готували суспензію з борошна із сочевиці і води вологістю 65–70 %, в яку вносили

ферментний препарат в кількості 0,03 % до загальної маси борошна в тісті. Напівфабрикат витримували при $(32 \pm 3) ^\circ\text{C}$ упродовж 40–50 хв. Для отримання гідролізованої заварки борошно із сочевиці заварювали водою температурою $90 \pm 5 ^\circ\text{C}$, охолоджували до $35\text{--}40 ^\circ\text{C}$ і піддавали ферментативній обробці упродовж 30–40 хв. (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Зміна вмісту загального цукру в напівфабрикатах з борошна із сочевиці в процесі модифікації

Назва напівфабрикату	Уміст загального цукру в процесі модифікації, %				
	Тривалість модифікації, хв.				
	0	15	30	45	60
Гідролізат	4,8	6,2	8,9	10,7	10,9
Гідролізована заварка	9,2	11,1	22,5	28,3	28,8

Результати досліджень показали, що вміст загального цукру залежить від способу приготування напівфабрикату і тривалості його обробки. У гідролізаті, за тривалості модифікації від 15 до 60 хв., вміст загального цукру збільшувався від 6,2 до 10,9 %.

Найбільше збільшення вмісту загального цукру в гідролізованій заварці обумовлено більшою доступністю клейстеризованого крохмалю дії амілолітичних ферментів препарату. Так, після 30 хв. гідролізу вміст загального цукру в ній становив 22,5 %, тоді як при тривалості модифікації 60 хв., цей показник збільшився до рівня 28,8 %.

Напівфабрикати з борошна із сочевиці в подальших дослідженнях використовували для приготування тіста безопарним способом. Для підвищення харчової цінності та надання профілактичних властивостей продукції в тісто замість харчової кухонної солі вводили йодовану сіль або частково її замінювали на хлорид калію. Тісто готували за сімома варіантами:

1 – контроль за рецептурою хліба пшеничного з борошна першого сорту; 2 – з додаванням 21 % борошна із сочевиці; 3 – з додаванням гідролізату борошна із сочевиці; 4 – із заміною харчової кухонної солі на йодовану; 5 – аналогічно варіанту 3, але з заміною $1/3$ частини харчової кухонної солі хлоридом калію; 6 – з додаванням заварки з борошна із сочевиці; 7 – з додаванням гідролізованої заварки з борошна із сочевиці (відповідно проби 1–7).

У зв'язку з поширенням захворювань серцево-судинної системи і порушень обміну речовин людини важливою є проблема зниження в хлібобулочних виробках вмісту натрію, внесеного разом із сіллю [27]. Для зниження надлишку хлориду натрію в раціоні харчування перспективно застосовувати солезамінники і спеціальні сольові суміші зі зниженим вмістом натрію. В дослідженнях, харчову поварену сіль замінювали на $1/3$ хлоридом калію. Збільшення дозування хлориду калію приводило до появи гіркуватого присмаку хліба. При цьому функціональні властивості хлоридів натрію і калію в хлібобулочних виробках однакові, а фізіологічний вплив йонів калію протилежні впливу йонів натрію.

Доцільність заміни харчової кухонної солі на йодовану підтверджується результатами визначення масової частки йоду в тісті після замісу і в готових виробках через 16 годин після випікання: 0,0423 мг / 100 г і 0,0375 мг / 100 г продукту відповідно. Тобто вміст йоду в готових виробках менше, ніж в тісті на 11 %. Незначні втрати йоду, ймовірно, пояснюються тим, що тісто є багатокомпонентною системою, і при руйнуванні йодистого калію йод, що виділився, зв'язується з компонентами тіста-хліба.

Як показали проведені дослідження, додавання борошна із сочевиці підвищує початкову загальну кислотність тіста і сприяє більш інтенсивному росту кислотності тіста в процесі бродіння. Технологічна операція заварювання борошна із сочевиці (проба 6 і 7) дозволяє знизити кислотність

напівфабрикатів і, як наслідок, кислотність тіста. Повна заміна хлориду натрію йодованою сіллю або 30 % хлориду натрію хлоридом калію не чинить істотного впливу на зміну кислотності і об'єму тіста в процесі бродіння.

Проведення попередньої модифікації борошна із сочевиці дозволяє отримати хліб, що містить 20–22 % борошна із сочевиці до маси борошна пшеничного, яке за якістю не поступається хлібу пшеничному з борошна першого сорту. Забезпечення бродильної мікрофлори тіста зброджувальними цукрами і водорозчинних азотом борошна із сочевиці інтенсифікує процеси дозрівання тіста, що дозволяє скоротити тривалість технологічного циклу в 2,6 рази в порівнянні з контролем, що не містить борошна із сочевиці. Крім того, забарвлення кірки і смак готового хліба поліпшуються (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6

Показники якості хліба із суміші пшеничного борошна та борошна із сочевиці

Назва показників	Характеристика показників якості хліба по зразкам (пробам)					
	1	2	3	4	5	6
Органолептичні показники						
Зовнішній вигляд:						
форма	Правильна					
поверхня	Рівна, без тріщин і надривів					
Колір скоринки	золотистий	коричневий	Золотисто коричневий	Світло коричневий		
Стан м'якушки:						
пропеченість	Пропечений, не вологий на дотик					
Проміс тіста	Без грудочок та слідів непромісу					
пористість	Рівномірна					
липкість	Не липкий					
Смак	Властивий хлібу пшеничному	З легким присмаком бобів	Нормальний			
Запах	Такий самий	З легким присмаком бобів	Нормальний			

<i>Фізико-хімічні показники</i>						
Питомий об'єм, см ³ /г	364	344	358	357	360	374
Пористість, %	74,0	68,4	70,0	70,0	72,0	74,0
Вологість м'якушки, %	44	46	46	46	46	46
Кислотність м'якушки, град.	2,4	3,6	3,8	3,6	2,8	3,0

Примітка: 1 – контроль за рецептурою хліба пшеничного з борошна першого сорту; 2 – з додаванням 21 % борошна із сочевиці; 3 – з додаванням гідролізату борошна із сочевиці; 4 – із заміною харчової кухонної солі на йодовану; 5 – аналогічно варіанту 3, але з заміною 1/3 частини харчової кухонної солі хлоридом калію; 6 – з додаванням заварки з борошна із сочевиці.

Оскільки, за основними фізико-хімічними показниками хліба, проба № 7 повністю відповідала контролю, то в таблиці вона не відображена.

Аналізуючи дані таблиці 3.6, можна стверджувати, що за органолептичними показниками, всі проби хліба мали характерну правильну форму, рівну, без тріщин і надривів форму. Колір кірки хліба – від золотистого (проба № 1) до світло-коричневого (проби №№ 5 і 6). Мякушка хліба, незалежно від варіанту (проби) була пропеченою, без слідів непромісу тіста не липка, з рівномірною чіткою пористістю. Смак і запах хліба у першій пробі – властивий хлібу пшеничному, у варіанті № 2 дещо був відчутний смак бобів, варіанти №№ 3–6 за смаком були характерні добавкам, що входили до рецептури даних зразків.

За фізико-хімічними показниками встановлено, що питомий об'єм зразків, в середньому становив 359 см³/ г, що на 1,4 % нижче від контролю. Показник пористості хліба, незалежно від проби (варіанту) дещо знижувався порівняно з контролем. За результатами досліджень, найбільша пористість була у пробі № 6 – 74 %, дещо нижчою – у пробі № 2 – 68,4 %. Встановлено, що у пробах №№ 3 і 4 показник пористості був на рівні 70 %. Вологість мякушки хліба була на однаковому рівні у пробах №№ 2–6, і становила 46 %, тоді як у пробі №1, показник вологості був дещо нижчим – 44 %. Також, за

проведеними результатами досліджень, встановлене деяке підвищення кислотності мякушки у пробах №№ 2–6 порівняно із контролем (проба №1). Найвища кислотність – 3,8 град. спостерігалася у пробі №3, а найнижча – 2,8 град. – у пробі № 5. В середньому, по варіантах досліджень, цей показник був на рівні 3,4 град., що майже на 42 % більше ніж у контролі (проба №1).

При проведенні попередньої модифікації борошна сочевичного можлива заміна ферментного препарату житнім неферментованого солодом в кількості 2,0–3,0 % до маси борошна.

Завдяки тому, що білки пшениці і сочевиці лімітовані за різними амінокислотами, вони добре доповнюють один одного, в результаті чого скор по самій дефіцитній амінокислоті – лізину поліпшується на 30 %, по валіну – на 4 %, треоніну – на 8 %; біологічна цінність хліба підвищується на 29 %. Споживання 100 г хліба з додаванням 20–22 % борошна із сочевиці до маси борошна пшеничного дозволить задовольнити добову потребу людини (%): в білках на 11,5, жирах – на 1, калію – на 8, кальцію – на 3, магнію – на 9,5, фосфорі – на 10, залізі – на 20, вітаміні В1 – на 13, В2 – на 4.

3.2.2 Розробка способу виробництва хліба з борошна пшеничного з додаванням пасти, отриманої з насіння сочевиці

Одним із способів підвищення біологічної цінності насіння служить пророщування, в процесі якого функціонує ферментативна система самого насіння. Для цього очищені і промиті насіння сочевиці замочують у воді до досягнення вологості 41–42 %, його пророщують упродовж 3–4 діб при температурі 14–18 °С. Перед подачею на виробництво пророщене насіння подрібнюють в молотковій дробарці.

У непророщеному насінні сочевиці активність альфа-амілази

практично не виявлена. При проростанні протягом 3 діб спостерігається значне збільшення активності амілолітичних ферментів (вміст крохмалю зменшується на 39 %, а глюкози – збільшується на 28 %); активність протеолітичних ферментів зростає в 4 рази. Не менше 55 % азотистих речовин розщеплюється до амінокислот, з яких близько 25–30 % йде на синтез нових білкових з'єднань. В результаті пророщування частка білкового азоту зростає на 3–4 %; збільшується вміст незамінних амінокислот: лізину – на 60–63 %, ізолейцину – на 7–8 %, лейцину – на 27–29 % (таблиця 3.7).

Вміст жиру при пророщуванні зменшується на 0,4 %: частина його окислюється, інша частина розщеплюється ферментом ліпазою на гліцерин і вільні жирні кислоти. Зростає вміст вітамінів: тіаміну – на 56 %, рибофлавіну – на 128 %, ніацину – на 22 % (таблиця 3.8).

У сочевиці, як і у всіх бобових культурах, присутні олігосахариди, які обмежують її застосування у виробництві продуктів харчування. Традиційно олігосахариди відокремлюють водними розчинами кислот і лугів або етанолом (при отриманні концентратів білка), а також виділенням білка з водних середовищ при отриманні ізолятів. Найефективніші біотехнологічні методи видалення цих антиживильних речовин. При пророщуванні насіння сочевиці вміст олігосахаридів зменшується на 42 %.

Таблиця 3.7.

Амінокислотний склад насіння сочевиці, мг в 100 г продукту

Амінокислоти	Контроль	Дослід	Амінокислоти	Контроль	Дослід
<i>Незамінні</i>			<i>Замінні і напівзамінні</i>		
валін	12070	815	цистин	220	1089
ізолейцин	1020	1101	аланін	1040	412
лейцин	1890	2440	аргінін	2050	1965
тирозин	780	941	гістидин	710	1005
лізин	1720	2809	аспарагінова	2870	2241

метіонін	290	1274	гліцин	1030	1109
треонін	960	1274	глутамінова	3950	3649
триптофан	220	305	пролін	1050	822
			серин	1250	988
Загальна кількість амінокислот				23480	24488

Пророщене насіння сочевиці містять весь комплекс незамінних амінокислот і білок (близько 30 %), засвоюваність якого організмом людини вище, ніж білка інших зернобобових культур. Це є підставою для використання його в якості білкового збагачувача у виробництві харчових продуктів, в тому числі і хлібобулочних.

Таблиця 3.8.

Вітамінний склад насіння сочевиці

Компонент	Уміст у насінні сочевиці, мг в 100 г	
	без пророщування (контроль)	пророщених (дослід)
B1 (тіамін)	0,50	0,78
B2 (рибофлавін)	0,21	0,48
PP (ніацин)	1,80	2,21
C (аскорбінова кислота)	-	0,04
B-каротин	0,03	0,08

Дозування пророщеної сочевиці визначена аналітичним методом. Згідно теорії збалансованого харчування оптимальним співвідношенням білків і вуглеводів є 1: 4. У хлібі пшеничному на 1 частину білків доводиться приблизно 6 частин вуглеводів. Для наближення до рекомендованого співвідношення необхідно вносити 34 г пророщеної сочевиці вологістю 45 % на 100 г борошна пшеничного першого сорту. В результаті проведених пробних лабораторних випічок в готових виробах при такому дозуванні пасти з пророщеної сочевиці відчувався присмак і запах бобів, погіршився колір м'якушки; питомий об'єм і пористість були нижче контрольних значень

відповідно на 15–19 і 8,2–15,3 %.

Для отримання готових виробів з традиційними показниками якості доцільно подрібнену пророщену сочевицю (34 % до маси борошна пшеничного в тісті) вносити в тісто в складі напівфабрикату вологістю 80 %, що містить 10 % борошна пшеничного першого сорту від загальної його маси в тісті, рослинну олію (0,015 % до маси борошна пшеничного в тісті) і пресовані дріжджі (1 % до маси борошна пшеничного в тісті), витриманого упродовж 90–100 хв. при температурі 33 ± 2 °С.

Введення до напівфабрикату борошна пшеничного першого сорту в кількості понад 10 % від загальної його маси в тісті призводить до погіршення якості готових виробів (м'якуш тіста липкий, заминається, низька пористість), а в кількості менше 10 % від загальної його маси в тісті не дозволяє досягти бажаного ефекту через недостатній уміст ліполітичних ферментів і бета-амілази.

Рослинна олія в сочевично-дріжджовому напівфабрикаті виконує наступну роль: під дією ліпази відбувається гідроліз рослинної олії до гліцерину і ненасичених жирних кислот. При дії ліпоксигенази на ці кислоти утворюються пероксиди, які освітлюють компоненти тіста і, в підсумку, м'якіш готового виробу.

Наявність дріжджів у напівфабрикаті забезпечує їх перехід з аеробного на анаеробний тип життєдіяльності, скорочуючи період адаптації до метаболізму в тісті. У результаті ферментації в напівфабрикаті збільшується частка водорозчинного азоту (рис. 3.8, а)

Під дією бета-амілази пшеничного борошна і альфа-амілази пророщеної сочевиці проходить більш активний гідроліз крохмалю з накопиченням зброджуваних дріжджовими клітинами цукрів.

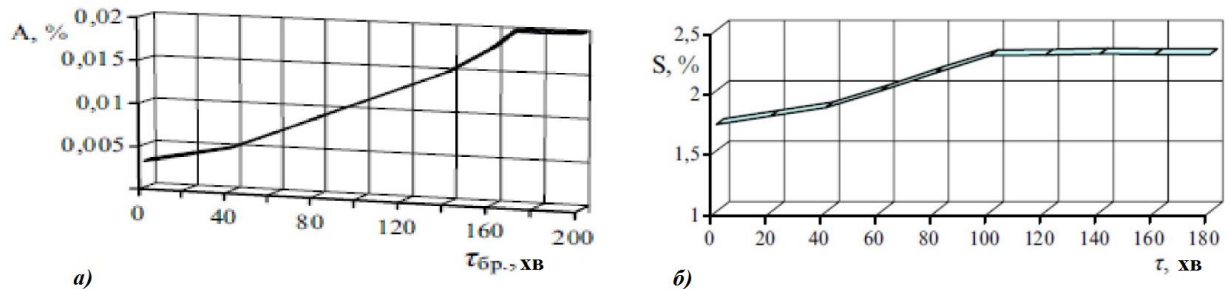


Рис. 3.8 Зміна масової частки водорозчинного азоту (а) і загального цукру (б) при ферментації сочевично-дріжджового напівфабрикату

Через 100 хв. бродіння сочевично-дріжджового напівфабрикату вміст загальних цукрів досягає максимуму: по мальтозі – 2,5 % (рис. 3.8, б). Такі зміни сприятливо позначаються на життєдіяльності дріжджів і молочнокислих бактерій.

Останні розвиваються в напівфабрикаті спонтанно. Підйомна сила дріжджів, активованих в сочевично-дріжджовому напівфабрикаті поліпшується і не перевищує 20 хв. У дріжджів, які не беруть участі в процесі ферментації цей показник дорівнює 40 хв. Мальтазна активність дріжджів, витриманих в напівфабрикаті, в 10 разів вище, ніж у хлібопекарських дріжджів, що використовуються у виробництві.

Бродильна активність дріжджів в процесі витримування в напівфабрикаті поліпшується (рис. 3.9) за рахунок наявності макро- і мікроелементів, засвоюваних форм вуглецевмісних сполук, вітамінів групи В, вільних амінокислот та інших біологічно активних речовин, що вносяться з пророщеною сочевицею. Таким чином, внесення дріжджів в сочевично-дріжджовий напівфабрикат покращує процес ферментації білків і крохмалю сочевиці, активуючи дріжджові клітини.

Готовий напівфабрикат подається на замішування тіста, включаючи внесення залишків борошна пшеничного другого сорту, сольового розчину, а також води, що залишилася. Замішане тісто бродить при температурі $32 \pm 3^\circ$

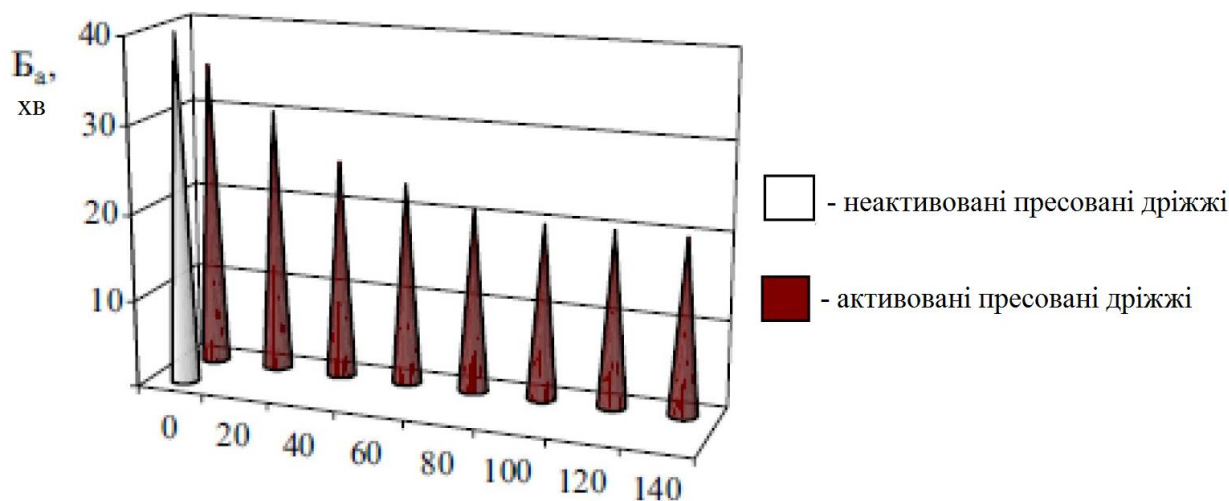


Рис. 3.9 Вплив сочевично-дріжджового напівфабрикату на бродильну активність (Ба) пресованих дріжджів

С упродовж 60–90 хв. до накопичення кислотності 4,5–5,5 град. Оброблення, розстоювання і випікання тістових заготовок здійснюють традиційним способом.

Використання сочевично-дріжджового напівфабрикату дозволяє отримувати вироби з борошна пшеничного другого сорту за основними фізико-хімічними показниками, що не відрізняються від традиційних; при цьому вміст білка збільшується з 7,9 до 9,7 %, тобто на 22,8 %, поліпшується його біологічна цінність, про що свідчить зниження коефіцієнта відмінності амінокислотного скору на 4 %.

Реалізація даного способу дозволяє поліпшити склад білків в хлібі, наблизити співвідношення білків і вуглеводів до рекомендованого теорією збалансованого харчування для дітей старшого віку і дорослих, які

відчувають середні фізичні навантаження; знизити витрати сухих речовин основної сировини в процесі бродіння тіста за рахунок скорочення тривалості бродіння тіста в 2 рази, що збільшить вихід продукції.

РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Специфіка роботи пекарень потребує економічно обґрунтованого вибору асортименту, який би доповнював асортимент спеціалізованих хлібозаводів і був конкурентноздатним. Це в основному дрібноштучні булочні та здобні вироби, а також вироби оздоровчого призначення.

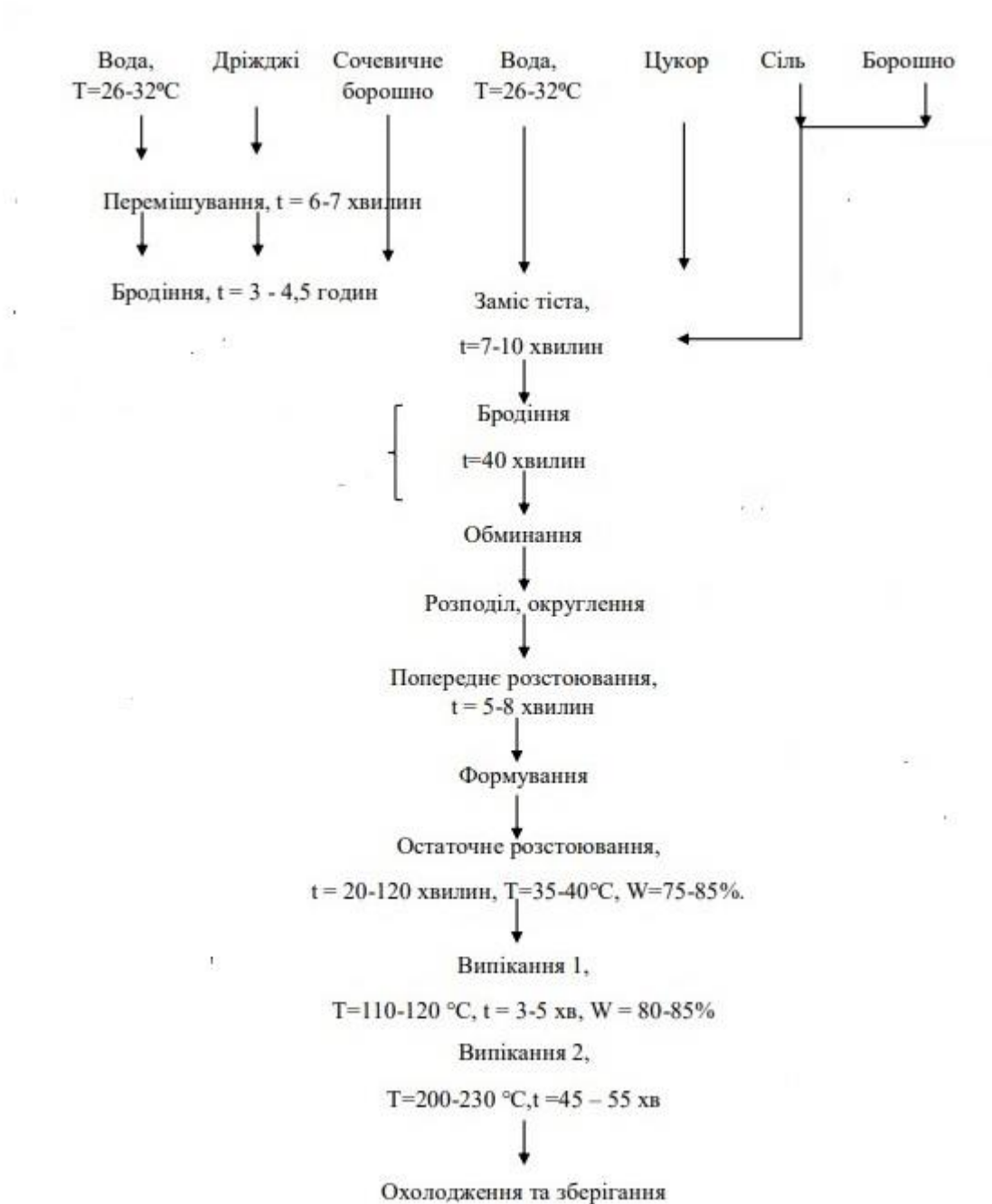


Рис. 4.1 Технологічна схема виробництва хліба збагаченого сочевичним борошном

Зважаючи на те, що пекарні працюють в одну чи дві зміни, продукція на них виробляється в основному безопарним або одним із безопарних прискорених способів приготування тіста із застосуванням активних пресованих чи сушених дріжджів, а також поліпшувачів. На рис. 4.1 представлено технологічну схему виробництва хліба збагаченого сочевичним борошном з послідовністю проведення технологічних операцій.

На виробництво борошно подається спеціалізованим транспортом. Для розвантаження ємність автоборошновозу підключають за допомогою гнучкого шланга до приймального щитка. Борошно по трубах аерозольтранспортом подається силоси, в яких зберігається. Підготовка борошна полягає у просіванні, відділенні від нього металоманітної домішки, підігріві в кімнатних умовах (температура борошна має бути не нижчою 10 °С), змішуванні різних партій борошна відповідно до розроблених рецептур. Підготовка добавок полягає у розмішуванні їх у воді, призначеної для замісу тіста, або у змішуванні з борошном. Подача рідких добавок до тістомісильної машини здійснюється дозувальними станціями, що живляться від витратних баків. Приготування тіста включає дозування компонентів рецептури, заміс тіста, приготування заварки, приготування закваски, бродіння тіста, обминання тіста. Із підготовленої сировини за рецептурою готують тісто. Для пшеничного та сочевичного хліба використовують безопарний спосіб. Сутність безопарного способу для виробництва хліба полягає в приготуванні тіста в одну стадію з усієї кількості борошна та сировини по рецептурі.

Заміс тіста – це важлива технологічна операція з виробництва тіста, від якої значною мірою залежить подальший хід технологічного процесу та якість хліба. При замісі тіста з борошна, води, дріжджів, солі та інших складових згідно рецептурі одержують однорідну масу з необхідною

структурою та фізико-хімічними ознаками. У місильний апарат, відповідно до рецептури, дозуються всі компоненти і проводиться замішування до одержання однорідної маси. У тістомісильній машині здійснюється двошвидкісний принцип замісу тіста. Перша швидкість служить для змішування інгредієнтів, друга для замісу тіста.

Заміс тіста здійснюється протягом 7-10 хвилин (до отримання однорідної консистенції тіста без грудочок та слідів непромісу). Слід зазначити, що інтенсивна механічна обробка тіста необхідна для інтенсифікації процесів, що відбуваються при дозріванні тіста. Далі діжу з тістом накривають «Ковпаком - 1 М» виготовленому з тканинно-полімерної тканини і залишають направляють для бродіння на 15-20 хвилин, у цех для бродіння тіста з температурою повітря 28-29°C. Кінцева кислотність тіста має бути 3,0-3,5 °Т. Бродіння тіста охоплює період часу з його замісу до поділу на шматки. Мета бродіння – розпушування тіста, надання йому певних структурно – механічних властивостей, необхідні наступних операцій, а також накопичення речовин, що зумовлюють смак та аромат хліба, його фарбування.

Розрізняють традиційні способи виробництва тіста та нові, прогресивні. Традиційна технологія розрахована на тривале бродіння напівфабрикатів близько 4,5–7 год. Для прогресивної (прискореної) технології властиві зменшення циклу виробництва тіста. Сьогодні за прогресивною технологією, більш простою та економічною, виробляється приблизно 70 % загальної маси продукції. Комплекс процесів, що одночасно протікають на стадії бродіння та взаємно впливають один на одного, об'єднують загальним поняттям дозрівання тіста. Дозрівання включає в себе мікробіологічні (спиртове та молочнокисле бродіння), колоїдні, фізичні та біохімічні процеси. Обминка тіста проводиться на тістомісильній машині SP

200. У процесі бродіння тісто, яке готується порційно, піддається обминці, тобто короткочасному повторному промісу протягом 1,5–2,5 хв.

При цьому відбувається рівномірний розподіл бульбашок діоксиду вуглецю в масі тіста, покращується його якість, м'якуш хліба набуває дрібної, тонкостінної та рівномірної пористості. Процес бродіння передбачає дві послідовні обминання тіста через 20 і 40 хв. після замісу. Пшеничне тісто внаслідок своєї пружності має піддаватися більш інтенсивній механічній обробці. Багаторазова обробка пшеничного тіста необхідна для отримання однорідної структури у всій масі шматка, внаслідок чого хліб виходить з рівною дрібною пористістю.

У виробництві пшеничного та сочевичного хліба нарізка тіста включає наступні операції: поділ тіста на шматочки, округлення, попереднє приготування, формування та остаточне бродіння тістових заготовок. Розподіл тіста на шматочки проводиться у тістових дільниках. Вага шматка тіста визначається виходячи із зазначеної маси хліба або тіста з урахуванням втрати ваги шматка тіста при випіканні та шматка хліба при охолодженні та зберіганні (усадці). Потім шматки тіста зразу попадають на попереднє розстоювання – витримка округлених заготовок пшеничного тіста у стані покою 5-8 хв. Цього часу достатньо для розм'якшування у кусках тіста внутрішніх затверділостей, які з'явилися у результаті механічного впливу на тісто при розподілі і округленні, після заготовки надходять на формування. Мета кінцевого розстоювання – відновити порушену при формуванні структуру тіста та забезпечити розпушування тістової заготовки за рахунок виділення діоксиду вуглецю. Залишкова вистоювання здійснюється в шафах різних конструкцій при температурі 35-40 градусів і відносній вологості повітря 75-85%. Підвищена температура повітря прискорює бродіння у тістових заготовках. Досить висока відносна вологість повітря необхідна для запобігання утворенню на поверхні тістових заготовок підсохлої плівки –

скоринки. Підсохла плівка (скоринка) при випіканні може розриватися внаслідок збільшення обсягу тістової заготовки, що призводить до утворення на поверхні хліба розривів та тріщин. Якщо тістові заготовки надходять на випічку з недостатнім вистоюванням, то випечений хліб має маленький розмір, верхня кірка формового хліба дуже опукла і відірвана з однієї або двох сторін від бічних стін. Якщо тістові заготовки надходять на випічку з надмірним вистоюванням, можливе осідання тістових заготовок у перший період випічки, верхня кірка формового хліба плоска або увігнута, подовий розпливчастий хліб, пористість нерівномірна. Тривалість кінцевого вистоювання коливається від 25 до 120 хв і залежить від маси тістової заготівлі, умов вистоювання, рецептури тіста, властивостей та виду борошна та інших факторів. Чим більше маса тістової заготовки, тим триваліший процес остаточного вистоювання.

Тістові заготівлі зі слабкого борошна та з борошна з підвищеною автолітичною активністю розстоюються швидше, ніж із сильним борошном або з борошна зі зниженою автолітичною активністю.

Випікання – останній етап виробництва хлібобуцлених виробів, який, зрештою, формує якість хліба. Під час процесу випікання всередині шматка тіста одночасно протікають мікробіологічні, біохімічні, фізичні та колоїдні процеси. Перший період випікання відбувається за високої відносної вологості (80–85 %) і порівняно низької температури пароповітряного середовища пекарної камери (100... 120°C) і триває 3...5 хв. За цей час тістова заготовка збільшується в об'ємі, а пара, конденсуючись, поліпшує стан її поверхні. Другий період проходить за високої температури і дещо зниженої вологості газового середовища. При цьому утворюється скоринка, закріплюються об'єм, форма виробів. При укладанні хліба на лотки здійснюється відбраковування продукції, що не відповідає вимогам ДСТУ за органолептичними показниками та встановленою масою. Покладені в лотки

вироби вистигають протягом 30–50 хвилин до температури на поверхні 30–35 ° С.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Організація та покращення умов праці

Рациональне планування робочого місця має забезпечувати: найкраще розміщення знарядь і предметів праці, не допускати загального дискомфорту, зменшувати втомлюваність працівника, підвищувати його продуктивність праці. Площа робочого місця має бути такою, щоб працівник не робив зайвих рухів і не відчував незручності під час виконання роботи. Важливо мати також можливість змінити робочу позу, тобто положення корпусу, рук, ніг. Проте доцільно виключати або мінімізувати всі фізіологічно неприродні і незручні положення тіла [53]. Нормалізація повітря робочої зони. Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою комплексу заходів та способів відповідно до ДСН 3.3 6.042–99. У закритих виробничих приміщеннях мікроклімат повинен відповідати ДНАОП 0.03-3.15. Повітротехнічне устаткування повинно постійно функціонувати, а у разі несправності – сигналізувати про неї. Пристрої для вентиляції закритих виробничих приміщень не повинні створювати протягів.

Виробниче освітлення. Робочі місця, на яких внаслідок відмови приладів штучного освітлення можуть створюватися небезпеки, повинні мати системи аварійного освітлення, які автоматично включаються при виключенні струму у загальній електромережі. Аварійне освітлення повинно забезпечувати освітленість робочих поверхонь не менше 5% норми, встановленої для системи загального освітлення, але не менше 2 люкс. На випадок евакуації людей повинна бути забезпечена освітленість підлоги, основних проходів і сходів не менше 0,5 люкс.

Захист від виробничого шуму та вібрації. Зниження шуму, що впливає на людину, досягається технічними засобами боротьби із шумом (зменшенням шуму машин); застосуванням технологічних процесів, за яких

рівні звукового тиску на робочих місцях не перевищують припустимі. Санітарними правилами забороняється навіть короточасне перебування людей в зонах з активними рівнями звукового тиску понад 135 дБ [54].

Мікроклімат виробничих приміщень. Мікроклімат виробничих приміщень нормується залежно від теплових характеристик виробничого приміщення, категорії робіт за важкістю і періоду року. Основні нормативні документи, де наводяться норми мікроклімату – це санітарні норми та стандарти на безпеку праці [59]. Норми мікроклімату в холодний і перехідний періоди року повинні становити: температура повітря в приміщенні – 15–21 °С, відносна вологість повітря – не більше 75 %, рухливість повітря – не більше 0,2 м/с.

Шкідливі речовини в повітрі робочої зони. При підвищенні гранично допустимої концентрації пилу більше 10,1 мг/м³ може виникнути вибух, а перевищення більше ніж на 4 мг/м може призвести до професійних захворювань робітників.

Освітлення робочого місця. Для створення сприятливих умов для здорової роботи, які б запобігали швидкій втомлюваності очей, виникненню професійних захворювань, нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно відповідати наступним вимогам:

створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми; забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях.

Вплив шуму. Підвищений шум сприяє появі головного болю, глухоти, виразки шлунку, підвищенню кров'яного тиску, розладу нервової системи. Тривалий вплив шуму призводить до швидкого стомлення, зниження уваги і, як наслідок, до зменшення на 40–50 % продуктивності праці та підвищення рівня виробничого травматизму [53].

4.2 Електробезпека

До комплексних заходів запобігання дії електричного струму відносяться захисне відключення і встановлення різних захисних огорожень. Персонал, що обслуговує електричні пристрої забезпечується засобами індивідуального захисту: спецвзуттям, спецодягом, ізольованим інструментом, гумовими рукавицями та ін. Для запобігання накопичення електричного заряду використовують штучне підвищення електропровідності металів заземленого заряду, також використовують штучне підвищення електропровідності металів заземленого обладнання для очищення повітря від сторонніх частинок [53, 54].

4.3 Пожежна безпека

Існують основні виробничі ситуації, які призводять до виникнення вибуху на хлібопекарських підприємствах: металеві предмети, що потрапляють на робочі органи вентиляторів, можуть викликати іскроутворення і займання пилу, що знаходиться в підвішеному стані; несправний стан електропроводки та електрообладнання, які можуть викликати коротке замикання в мережі, результатом якого є велике тепловиділення та слугує причиною займання аерозолі. Заходи з пожежної профілактики поділяються на організаційні, технічні, режимні, експлуатаційні. Заходи безпеки травматизму під час експлуатації обладнання хлібопекарського цеху: перед включенням машин переконатись, що поблизу машин відсутні люди, і подати звуковий сигнал; оглянути струмопровідні кабелі (проводи) і переконатись, що ізоляція не пошкоджена. У випадку виявлення пошкодження ізоляції викликати електрика; перевірити справність перил стаціонарних драбин і площадок; перевірити систему подавання палива до форсунки. Переконатись у герметичності з'єднань паливо проводів [54].

Висновок. Отже, правила з охорони праці, зокрема в хлібопекарській промисловості, спрямовані на попередження виробничого травматизму і

виникнення професійних захворювань працівників хлібопекарської промисловості. Заходи (вимоги) з охорони праці розповсюджуються на всі виробничі організації і повинні виконуватися як фізичними та і юридичними особами при здійсненні всіх технологічних операцій з виробництва продукції, а також при експлуатації обладнання, розробленні технології виробництва продукції та організації праці. Роботодавець повинен забезпечити безпечні умови праці та обов'язкове страхування працівників від травматизму і професійних захворювань.

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

З метою обґрунтування перспективності впровадження у виробництво розроблених технологічних рішень проведено розрахунок, що дозволяє оцінити економічну доцільність використання борошна із сочевиці в складі напівфабрикатів хлібопекарського виробництва, призначених для скорочення технологічного циклу виробництва хліба: на стадії активації хлібопекарських пресованих дріжджів, а також при відтворенні рідких дріжджів.

Введення борошна з сочевиці в пшеничне тісто можливо в нативному або гідролізованому вигляді, а також у складі борошняної заварки або гідролізованої борошняної заварки.

Проведено розрахунок вартості сировини і матеріалів для перерахованих варіантів виробництва хліба з борошном сочевиці. Користуючись рецептурою і іншими наявними даними, зробимо розрахунок вартості сировини і матеріалів. Вартість допоміжних матеріалів приймаємо 3,0 % від вартості технологічного обладнання. А витрати, що витрачаються на доставку, приймаємо 2,0 % від вартості сировини. Вихід хліба з розрахунку з 100 кг борошна дорівнює 146,5 кг = 0,15 т. Результати розрахунку наведені в додатку Б.

Економічний ефект від застосування борошна із сочевиці на стадії активації хлібопекарських дріжджів полягає в економії хлібопекарського борошна, спрощення практичної реалізації процесу активації, скорочення тривалості етапу активації і бродіння, а також в поліпшенні харчової цінності та фізико-хімічних показників хліба.

Впровадження способу приготування рідких дріжджів з використанням борошна із сочевиці у виробничий процес показало, що при виробленні 10 т/добу хліба на традиційних рідких дріжджах витрати пшеничного борошна першого сорту на їх приготування становить 414 кг. За рахунок застосування

борошна з сочевиці з зекономленого борошна пшеничного при виході 145 % можливе отримання додатково 600 кг хліба на добу.

Структура формування виробничої собівартості хліба з пшеничного борошна і борошна із сочевиці показує, що спостерігається збільшення частки витрат на сировину і матеріали, при цьому частка витрат на електроенергію зменшується. Варто зазначити, що впровадження у виробництво хліба пшеничного із додаванням борошна із сочевиці не вимагає додаткових витрат на залучення персоналу та основні ресурси, дозволяючи виробляти на існуючих технологічних лініях продукцію, що відрізняється за функціональними властивостями від традиційної.

Таблиця 6.1

Техніко-економічні показники виробництва

Назва показника	Значення показника	
	для пшеничного хліба	для хліба з борошна із сочевиці
Виробнича потужність, т/добу	0,5	0,72
Робочий період, діб	330	330
Об'єм готової продукції, т/р	165	237,6
Виручка від реалізації, тис. грн..	3465	9504
Прибуток від реалізації, тис. грн..	637,28	1790,42
Собівартість реалізації, тис. грн..	2827,72	7713,58
Рентабельність продукції, %	22,5	23,2

Розрахунки економічної ефективності показали, що хліба з борошна сочевиці підвищує рентабельність на 0,7 % за рахунок збільшення виручки на 6039 тис. грн. і відповідно збільшується прибуток від реалізації на 1153,14 тис. грн.

ВИСНОВКИ

На основі виконаних теоретичних та експериментальних наукових досліджень розроблена наукова концепція і методологія створення нових технологій і рецептур спеціалізованих хлібобулочних виробів на основі корекції їх нутрієнтного складу за рахунок широкого використання продуктів глибокої переробки нетрадиційної рослинної сировини, що містить в своєму складі біологічно цінні компоненти, для детермінованих груп населення відповідно до їх індивідуальних потреб в харчових речовинах і енергії.

Найбільш значущі наукові результати дослідження:

1. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність та перспективність розширення асортименту хлібобулочних виробів за рахунок застосування продуктів глибокої переробки нетрадиційної для хлібопечення рослинної сировини – борошна із зерна сочевиці в зв'язку з високим вмістом в ній дефіцитних макро- і мікронутрієнтів.

2. На підставі комплексного дослідження особливостей хімічного складу зерна сочевиці і технологічних властивостей борошна із сочевиці розроблені способи отримання напівфабрикатів хлібопекарського виробництва для скороченого технологічного циклу приготування спеціалізованих хлібобулочних виробів (активовані хлібопекарські дріжджі, модифікована поживна суміш для відтворення рідких дріжджів), які мають поліпшені біотехнологічні характеристики і сприяють збільшенню виходу готової продукції за рахунок скорочення витрат хлібопекарського борошна на приготування зазначених напівфабрикатів. Тривалість технологічного циклу приготування хліба скорочується на 20–30 % при економії борошна пшеничного на приготування напівфабрикатів, і, становить 4-6 кг на 100 кг борошна пшеничного.

3. Розрахунки економічної ефективності показали, що хліба з борошна сочевиці підвищує рентабельність на 0,7 % за рахунок збільшення виручки на 6039 тис. грн. і відповідно збільшується прибуток від реалізації на 1153,14 тис. грн.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою розширення асортименту сортів хліба підвищеної харчової цінності, хлібопекарським підприємствам рекомендується використовувати борошно сочевичне для активації хлібопекарських дріжджів, що дозволить інтенсифікувати процес приготування тіста, а також виключити основну сировину хлібопекарського виробництва (борошно) на цілі активації (4 кг борошна пшеничного хлібопекарського на кожні 100 кг борошна, що йде на приготування тіста). Доцільність застосування цього підтверджується економією борошна пшеничного сортового, додатковим випуском продукції, підвищеною біологічною цінністю виробів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Карпенко П.О., Пересічна С.М., Грищенко І.М., Мельничук Н.О. Основи раціонального і лікувального харчування: навч.посіб. Київ: КНТЕУ, 2011. 504 с.
2. Мазаракі А.А. Технологія харчових продуктів функціонального призначення: монографія / за ред. д-ра техн. наук, проф. М.І. Пересічного. Київ : КНТЕУ, 2012. 1116 с.
3. Задорожний І.М., Гаврилишин В.В. Товарознавство продовольчих товарів. Зерноборошняні товари: підручник. Львів: «Компакт ЛВ», 2004. 304 с.
4. Салухіна Н.Г., Мамоцленко А.А., Ващенко В.В. Товарознавство зерноборошняних товарів: підручник. Київ: КДТЕУ, 2012. 313 с.
5. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч.пос. Київ: КНТЕУ, 2009. 523 с.
6. Антонюк І.Ю. Технологія булочних виробів із використанням мікронізованого зерна: автореф. дис. канд. техн. наук 05.18.16: Київ, 2002. 16 с.
7. Костецька Н. І. Ринок хліба і хлібобулочних виробів України: стан і перспективи розвитку. Галицький економічний вісник. Т.:ТНТУ, 2015. Том 48. № 1. С. 26- 31.
8. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник: навч.посіб. / 2-е вид., перероб. і допов. Київ, 2019. 580 с.
9. Сімахіна Г.О., Стеценко П.О., Науменко Н.В. Біологічно активні речовини в харчових технологіях: підруч. К.: НУХТ, 2016. 455 с.
10. Дробот В. І., Грищенко А. М. Розробка нових видів безбілкових хлібобулочних виробів. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2011. Т. 1. Вип. 38 (1). С. 164-167.
11. Дробот В. Поговоримо про оздоровчі харчові добавки в хлібі та нетрадиційну сировину. Хлібопекарська і кондитерська промисловість

України. 2005. №12. С.22-24.

12. Iovarov A., Mykolenko S., Hez' Y., Shcherbakov S. Plasma-chemically activated water influence on staling and safety of sprouted bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 12. № 2. P. 100–107.

13. Sanz-Penella J. M., Wronkowska M., Soral-Smietana M. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT – Food Science and Technology*. 2013. Vol. 50. № 2. P. 679–685.

14. Миколенко С. Ю., Царук Л. Ю., Чурсінов Ю. О. Вплив продуктів переробки амаранту і чіа на якість хліба. *Вісник НТУ «ХП»*, 2019. № 5 (1330). С. 145-151.

15. Capitani M.I., Spotorno V., Nolasco S.M., Tomás M.C. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT – Food Science and Technology*. 2012. Vol. 45. № 1. P. 94–102.

16. Буяльська Н. П., Гуменюк О. Л., Денисова Н. М., Челябієва В. М. Підвищення харчової цінності хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів: монографія. Чернігів, 2020. 122 с.

17. Дробот В. І., Іжевська О. П., Бондаренко Ю. В. Дослідження впливу шроту льону на якість хліба. *Зернові продукти і комбікорми*. 2015. № 1 (57). С. 42-45.

18. Фалендиш Н. О., Зінченко І. М., Блаженко М. С. Особливості виробництва органічного хліба з використанням конопляного борошна. *Харчова промисловість*. Київ: НУХТ, 2019. № 25. С. 7-13.

19. Кручаниця М.І., Миронюк І.С., Розумикова Н.В., Кручаниця В.В., Брич В.В., Кіш В.П. Основи харчування: підручник. Ужгород: «Говерла», 2019. 252 с.

20. Пахомська О.В. Науковий підхід до створення хлібобулочних виробів функціонального призначення. *Наукові праці НУХТ*. Київ, 2019. Том 25. № 2. С. 276-283.

21. Hooda S. Jood. Effect of fenugreek flour blending on physical, organoleptic and chemical characteristics of wheat bread. *Nutrition and Food Science*; Bradford. 2005. Vol. 35. № 3-4. P. 229-242.

22. Shahat Mohamed S., Hussein Ahmed S., Hady Essam A. Preparation of Bread Supplemented with Milk Thistle Flour and its Effect on Acute Hepatic Damage Caused by Carbon Tetrachloride in Rats. *Middle East Journal of Applied Sciences*. 2016. Vol. 6. Issue 3. P. 531–540.

23. Kranz S.; Brauchla, M.; Slavin, J.L.; Miller, K.B. What do we know about dietary fiber intake in children and health? The effects of fiber intake on constipation, obesity, and diabetes in children. *Adv. Nutr.* 2012. P. 47–53.

24. Hojsak I.; Benninga, M.A.; Hauser, B.; Kansu, A.; Kelly, V.B.; Stephen, A.M.; Morais Lopez, A.; Slavin, J.; Tuohy, K. Benefits of dietary fibre for children in health and disease. *Arch. Dis. Child.* 2022. P. 973–979.

25. Likhodeevsky A. On the issue of the revival of undeservedly forgotten technologies: Industrial hemp. *Theory Pract. World Sci.* 2021. P. 29–38.

26. Mattila P.; Mäkinen, S.; Eurola, M.; Jalava, T.; Pihlava, J.; Hellström, J.; Pihlanto, A. Nutritional value of commercial protein rich plant products. *Plant Foods Hum. Nutr.* 2018. P. 108–115.

27. Maki, K. C.; Davidson, M. H.; Torri, S.; Ingram, K. A.; O'Mullane, J.; Daggy, B.P.; Albrecht, H.H. High-molecular-weight hydroxypropylmethylcellulose taken with or between meals is hypocholesterolemic in adult men. *J. Nutr.* 2000. P. 1705–1710.

28. Korus, J. M.; Witczak, R.; Ziobro, L.J. Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch-based gluten free bread. *LWT—Food Sci. Technol.* 2017. P. 143–150.

29. Mikuleca, A.; Kowalskib, S.; Sabatb, R.; Skoczylasc, L.; Tabaszewskac, M.; Wywrocka-Gurgulb, A. Hemp flour as a valuable component for enriching physicochemical and antioxidant properties of wheat bread. *LWT—Food Sci.*

Technol. 2019. P. 164–172.

30. Hautrive, T. P.; Piccolo, J.; Rodrigues, A. S.; Campagnol, P. C. B.; Kubota, E. H. Effect of fat replacement by chitosan and golden flaxseed flour (wholemeal and defatted) on the quality of hamburgers. *LWT-Food Science and Technology*. 2019. P. 403–410.

31. Zhang, X., Dong, C., Hu, Y., Gao, M., Luan, G. Zein as a structural protein in gluten-free systems: An overview. *Food Science and Human Wellness*, 2021. P. 270–277.

32. Cela, N., Condelli, N., Caruso, M. C., Perretti, G., Di Cairano, M., Tolve, R., Galgano, F. Gluten-free brewing: Issues and perspectives. *Fermentation*, 2020. P. 53.

33. Шаніна О. М., Галясний І. В., Лобачова Н. Л. Обґрунтування складу борошняної сировини в технології безглютенового бездріжджового хліба. *East European Scientific Journal*. 2015. № 4. С. 56–60. URL: http://eesajournal.com/wpcontent/uploads/2017/01/EESJ_4_21.pdf (дата звернення: 29.06.2023).

34. Semenova A. Gluten-free bakery products / A. Semenova, Ju. Prikhodko // 8th Central European Congress on Food 2016 — Food Science for Well-being (CEFood 2016), 23-26 May 2016 p. : Book of Abstracts. Kyiv : NUFT, 2016. P. 146.

35. Михонік Л. А., Дробот В. І., Шупило К. О. Хліб «Безглютеновий смачний»: патент 120726 Україна: МПК A21D 13/066. № u201706035; заявл. 16.06.2017; опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21.

36. Rossana Coda Raffaella, DiCagno Marco Gobbetti, Carlo Giuseppe Rizzello. Sourdough lactic acid bacteria: Exploration of non-wheat cereal-based fermentation. *Food Microbiology*. 2014. N 2. P. 51–58.

37. Stefan Weckx, Roel Van der Meulen, Dominique Maes, Ilse Scheirlinck, Geert Huys, Peter Vandamme, Luc De Vuyst. Lactic acid bacteria community dynamics and metabolite production of rye sourdough fermentations share

characteristics of wheat and spelt sourdough fermentations. Food Microbiology. 2010. Vol. 8, N 12. P. 1000–1008.

38. Ilkem Demirkesen Mert, Osvaldo H. Campanella, Gulum Sumnu, Serpil Sahin. Gluten – free sourdough bread prepared with chestnut and rice flour. Foodbalt. 2014. Vol. 26, N 1. P. 239–242.

39. Arzu Sterr Y. Isolierung universell einsetzbarer und mikrobiologisch stabiler Sauerteigstarterkulturen durch spontane Fermentationen mit Amaranth: dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften Fakultät Naturwissenschaften. Leonberg: Universität Hohenheim, 2009. P. 131.

40. Васьківська А.О., Пересічна С. М. Технологія бездріжджового хліба з використанням безглютенової сировини. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2022. Вип. 4. С. 44–54. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.6>

41. Депутатський запит щодо впровадження виробництва безглютенових продуктів в Україні [Вих. №16/зп від 19.05.2016 р.]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text> (дата звернення: 1.08.2023)

42. Пересічний М.І., Пересічна С.М., Собко А. Б. Якість хлібобулочних виробів із використанням дієтичних добавок та начинок. Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. Одеса : ОНАХТ, 2012. Том 2 № 41. С. 59–63.

43. ТУ 9295-004-10614275-97. Борошно із сочевиці.

44. ДСТУ 46.004-99. Борошно пшеничне.

45. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. З поправкою.

46. ДСТУ 4812:2007. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови.

47. ДСТУ 4492:2005. Олія соняшникова. Технічні умови.

48. ДСТУ 7525:2014 Вимоги та методи контролювання якості питної води.

49. ДСТУ 52061-2003. Солод житній сухий.

50. Drobot, V. I. Laboratornyi praktykum z tekhnolohii khlibopekarskoho ta makaronnoho vyrobnytstva [Laboratory workshop on bakery and macaroni technology]. Kyiv [in Ukrainian]. 2006. 339 с.

51. Hojsak, I.; Benninga, M.A.; Hauser, B.; Kansu, A.; Kelly, V.B.; Stephen, A.M.; Morais López, A.; Slavin, J.; Tuohy, K. (2022) Benefits of dietary fiber for children in health and disease. Arch. Dis. Child. P. 973–979.

52. Korus, J. M.; Witczak, R.; Ziobro, L. J. (2017) Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch-based gluten free bread. LWT—Food Sci. Technol. P. 143–150.

53. Яремко З.М., Тимошук С.В., Третяк О.І., Ковтун Р.М. Охорона праці: навч. посіб. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. 2010. 374 с.

54. Лесенко Г.Г. Довідник з охорони праці для керівників та спеціалістів. К. Основи. 2008. 288 с.

55. Гетьман О.О., Шаповал В.М. Економіка підприємств : навчальний посібник для студентів вищих навчальних заходів. Київ. Центр навчальної літератури. 2006. 488 с.