

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

Допущено до захисту
_____ 2023 р.
Зав. кафедри, к. с.-г. н, доцент
_____ Андрій ЧЕРНЕГА
(підпис)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ
ГРЕЧАНОГО БОРОШНА

Виконав (ла) – студент (ка) II курсу, групи 22 м-тз
освітньої програми Технології зерна та зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
Березовський Владислав Олегович

Науковий керівник – канд. с.-г. наук, доцент
Герасимчук Олена Петрівна

УМАНЬ – 2023

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ (огляд літератури)	6
1.1 Причини та способи збагачення хлібобулочних виробів для отримання продуктів функціональної спрямованості	6
1.2 Застосування різних видів борошна з бобових, круп'яних та олійних культур під час виробництва хлібобулочних виробів	9
1.3 Застосування гречаного борошна під час виробництва хлібобулочних виробів	15
1.3.1 Хімічний склад та харчова цінність гречки та продуктів її переробки	16
1.3.2. Продукти переробки гречки та способи виробництва гречаного борошна.	19
1.3.3 Застосування продуктів переробки гречки у хлібопекарській та інших галузях.	21
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	24
2.1. Умови проведення дослідження	24
2.2. Схема проведення дослідження	24
2.3. Об'єкти дослідження	24
2.3. Методика проведення дослідження	27
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	30
3.1. Аналіз сировини, яку використовували у дослідженнях	30
3.2 Обґрунтування застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна	31
3.3 Вплив гречаного борошна на властивості тіста та якість хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна	34
3.4 Вплив гречаного борошна на споживчі властивості хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна у процесі їх зберігання	40
3.5 Розробка технологічних рішень застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна	42
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	47
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	51
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	53
ВИСНОВКИ	56
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	58
ДОДАТКИ	63

ANNOTATION

The dynamic development of the market segment of bakery products with a functional orientation requires manufacturers to expand their assortment. One of the directions of assortment development and creation of new types of products is the enrichment of wheat bakery products with various types of flour from leguminous, cereal and oil crops.

The works of many scientists are devoted to the study of the use of flour and other products of the processing of legumes, cereals and oil crops in the bakery industry. Buckwheat flour is one of the priority types of flour from leguminous, cereal and oil crops in terms of chemical composition and taste preferences of consumers in our country. It is distinguished by an optimally balanced amino acid composition, a high content of proteins, minerals, including iron, fiber, vitamins B1, B2, PP and other components compared to high-grade wheat flour, which indicates the property of buckwheat flour as a functional food ingredient. capable of enriching bakery products from high-grade wheat flour. The chemical composition of buckwheat flour determines its influence on the technology of production of bakery products from a mixture of wheat and buckwheat flour.

The development of scientifically based requirements for the technological properties of buckwheat flour, differentiated approaches to the technology of its application in the production of bakery products from a mixture of wheat and buckwheat flour based on its influence on the properties of the dough and the quality of finished products is an urgent task and has practical significance.

The technology of bakery products from a mixture of wheat and buckwheat flour of predicted quality was developed by applying the established requirements for the initial quality of buckwheat flour and differentiated approaches to the technology of its use depending on the amount of buckwheat flour and the purpose of the finished products.

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Динамічний розвиток сегмента ринку хлібобулочних виробів з функціональною спрямованістю вимагає від виробників розширення їхнього асортименту. Одним із напрямків розвитку асортименту та створення нових видів виробів є збагачення пшеничних хлібобулочних виробів різними видами борошна з бобових, круп'яних та олійних культур.

Вивченню застосування борошна та інших продуктів переробки бобових, круп'яних та олійних культур у хлібопекарській галузі присвячені роботи багатьох науковців. Одним із пріоритетних видів борошна з бобових, круп'яних та олійних культур за хімічним складом та смаковими перевагами споживачів нашої країни є гречане борошно. Воно відрізняється оптимально збалансованим амінокислотним складом, високим вмістом білків, мінеральних речовин, у т. ч. заліза, клітковини, вітамінів В₁, В₂, РР та інших компонентів порівняно з пшеничним борошном вищого сорту, що свідчить про властивість гречаного борошна як функціонального харчового інгредієнта, здатного збагачувати хлібобулочні вироби із пшеничного борошна вищого сорту. Хімічний склад гречаного борошна зумовлює його вплив на технологію виробництва хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна.

Розробка науково обґрунтованих вимог до технологічних властивостей гречаного борошна, диференційованих підходів до технології його застосування при виробництві хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна на підставі його впливу на властивості тіста та якість готових виробів є актуальним завданням та має практичне значення.

Мета дослідження – розроблення технології застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна функціонального призначення. Для вирішення поставленої мети вирішували такі завдання:

- обґрунтування застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна;

- розроблення вимог до технологічних характеристик гречаного борошна;
- вивчення впливу різних технологічних факторів на якість хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна;
- розроблення диференційованих підходів до технології застосування гречаного борошна залежно від його дозування при виробництві хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна.

Наукова новизна роботи. Науково обґрунтовано та розроблено диференційовані підходи до технології застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна.

Оптимізовано види та співвідношення основних, додаткових рецептурних компонентів, структуроутворюючих речовин і технологічні параметри, що забезпечують найкращу якість хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна, залежно від кількості гречаного борошна, що використовується.

Практична цінність роботи. Розроблено технології хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна прогнозованої якості шляхом застосування встановлених вимог до вихідної якості гречаного борошна та диференційованих підходів до технології її використання залежно від кількості гречаного борошна та призначення готових виробів.

Апробація результатів дослідження. Матеріали кваліфікаційної роботи були представлені і обговорені на засіданнях студентського наукового гуртка кафедри харчових технологій та оприлюднені у збірнику студентських наукових праць Уманського НУС (Умань, 2023) [53].

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота викладена на 70 сторінках комп'ютерного тексту; включає вступ, шість розділів, висновки, рекомендації виробництву, додатки. У роботі наведено вісім таблиць, десять рисунків. Список використаних джерел складається з 53 найменування.

РОЗДІЛ 1

ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ (огляд літератури)

1.1 Причини та способи збагачення хлібобулочних виробів для отримання продуктів функціональної спрямованості

Упродовж останніх років статистичні дані свідчать про зниження показників здоров'я населення України. Причинами цієї тенденції є погіршення екологічної ситуації у багатьох регіонах нашої держави, нераціональне харчування населення, що полягає у недостатньому споживанні повноцінних білків, макро- і мікроелементів, вітамінів. Основою позитивного (функціонального) харчування є виконання правил раціонального харчування, дотримання рівноваги між енергією, що надходить з їжею, і енергією, що витрачається людиною [15]. Дотримання режиму харчування може захистити організм людини від багатьох захворювань, таких як серцево-судинні, онкологічні, ендокринні захворювання органів травлення [2].

Актуальним вирішенням проблеми нераціонального харчування є розробка концепції «функціонального харчування». До продуктів функціонального харчування відносяться продукти, які призначені для систематичного щоденного вживання та надають регулюючу дію на фізіологічні функції, біохімічні реакції та психосоціальну поведінку людини через нормалізацію її мікроекологічного статусу [12, 23].

За своїм призначенням функціональні продукти мають вигляд традиційної їжі, призначеної для харчування у складі раціону різних груп населення, але містять функціональні інгредієнти, що надають позитивний вплив на здоровий організм у ході обмінних процесів, що відбуваються в ньому. Споживання таких продуктів допомагає попередити деякі захворювання, старіння організму [3, 14, 47].

До функціональних продуктів з погляду науки про харчування відносяться:

- продукти з високою харчовою цінністю;

- продукти, збагачені вітамінами, мінеральними речовинами, поліненасиченими жирними кислотами та харчовими волокнами натурального походження;
- продукти з найбільшим ступенем гігієнічної безпеки, що наближаються до лікувально-профілактичних.

Основними вимогами до функціональних продуктів є наукове обґрунтування їх корисних властивостей та норма щоденного споживання; безпека з позиції збалансованого харчування; наявність точних фізико-хімічних характеристик та методик їх визначення; відсутність здатності зменшувати поживну цінність харчового продукту; функціональні продукти не повинні випускатися у вигляді лікарських форм, вони мають вигляд звичайної їжі, повинні бути натуральними [6].

Хлібобулочні вироби є зручними харчовими продуктами для збагачення корисними добавками, зокрема фізіологічно функціональними харчовими інгредієнтами.

Харчова цінність хлібобулочних виробів багато в чому залежить від виду та сорту борошна, рецептурних компонентів та вологості виробів. Харчова цінність визначається вмістом у харчових продуктах, необхідних організму людини, харчових речовин (білків, незамінних амінокислот, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин), що відображає всю повноту корисних властивостей продукту, включаючи ступінь забезпечення фізіологічних потреб людини в основних харчових речовинах, енергію та органолептичні переваги, а також здатність засвоюватися організмом людини [3, 12, 15, 28, 29, 38, 39, 48, 49].

Основною частиною хліба є вуглеводи, частку яких припадає близько 80 % сухої речовини.

Вміст клітковини в хлібобулочних виробах коливається від 0,1 до 1,2 %, причому найбільшою кількістю клітковини відрізняються хлібобулочні вироби з борошна максимального виходу.

Вміст білка в хлібобулочних виробах становить 6,0–8,5 %, причому в хлібіві з борошна пшеничного вище, ніж з житнього. Загальна потреба у білку з допомогою споживання хлібобулочних виробів покривається на 38 %, а потреба у білках рослинного походження – на 85,5 %. Відомо, що білки хлібобулочних виробів містять

недостатню кількість таких незамінних амінокислот як лізин, триптофан і треонін, з яких лізин та треонін є лімітуючими для всіх хлібобулочних виробів.

Вміст жирів у пшеничний хлібові з пшеничного або житнього борошна становить 0,8–3,0 %. Хліб майже на 38 % забезпечує потребу організму в рослинних жирах та на 25 % у фосфоліпідах.

Вітамінна цінність хлібобулочних виробів також залежить від його рецептурного складу та насамперед від сорту борошна. Вміст вітаміну Е в хлібобулочних виробках становить 1,6–4,0 мг/100 г продукту, тіаміну – 0,12–0,23 мг/100 г, рибофлавіну – 0,05–0,08 мг/100 г, біотину – 1,6–4,8 мг/100г, ніацину – 0,67 – 4,0 мг/100г, холіну – 37,8 – 61,0 мг/100г. За рахунок хлібобулочних виробів покривається близько однієї третини потреб людини у вітамінах В₆ та холіні [8, 9].

Важливим фактором обміну речовин є мінеральні речовини. Чим вищий сорт борошна, тим менший вміст мінеральних речовин. Загальна кількість золи у хлібобулочних виробках становить від 1,21 до 2,55 % [5, 6, 9, 19, 26].

Дані про харчову цінність хлібобулочних виробів із пшеничного борошна вищого сорту свідчать про можливість збагачення виробів білками, вітамінами, мінеральними речовинами тощо або додатковими рецептурними компонентами, що володіють високим вмістом поживних речовин і високим ступенем їх збалансованості.

Поліпшення харчової цінності хлібобулочних виробів за рахунок відносного зниження кількості вуглеводів, що засвоюються, підвищення вмісту білка, мінеральних речовин, вітамінів, харчових волокон можна здійснювати за допомогою внесення різних натуральних добавок, не передбачених традиційною рецептурою.

Зараз все більш поширеним стає спосіб поліпшення харчової цінності хлібобулочних виробів, а також поліпшення їх органолептичних характеристик шляхом внесення в рецептуру різноманітних видів борошна з бобових, круп'яних та олійних культур, що перевершують пшеничне борошно за харчовою цінністю: сочевичної, соєвої, горохової, квасолевої, нутової, люпинової, рисової, сорго, амарантової, вівсяної, ячмінної, кукурудзяної, гречаної та ін.

Кожен вид борошна з бобових, круп'яних та олійних культур має низку переваг у порівнянні з пшеничним та житнім борошном, тому вони є натуральними інгредієнтами з оптимально збалансованим хімічним складом, здатними покращити харчову цінність та органолептичні показники хліба з пшеничного та житнього борошна.

1.2 Застосування різних видів борошна з бобових, круп'яних та олійних культур під час виробництва хлібобулочних виробів

Всі види борошна з бобових, круп'яних та олійних культур мають перевагу за різними показниками хімічного складу та харчової цінності перед пшеничним борошном вищого сорту. Аналіз науково-технічної літератури показав переваги різних видів борошна з бобових, круп'яних та олійних культур порівняно з пшеничним борошном вищого сорту.

Досвід роботи борошномельних та круп'яних підприємств, як в Україні, так і за кордоном дозволяє рекомендувати борошно з бобових, круп'яних та олійних культур для виробництва хлібобулочних виробів з пшеничного та житнього борошна для підвищення їхньої харчової цінності, надаючи їм властивості функціональних продуктів харчування. Різні види борошна з бобових, круп'яних та олійних культур можуть вирішити проблему з нестачею асортименту хлібобулочних виробів профілактичного та дієтичного призначення [2, 9, 14, 21, 27, 33, 36, 45, 46].

При виробництві хлібобулочних виробів можливе використання сочевичного борошна. Сочевичне борошно не має хлібопекарських властивостей, але воно містить добре засвоюваний білок, який представлений незамінними амінокислотами, а також мінеральні речовини, вітаміни групи В та РР. Незамінні амінокислоти сочевичного борошна представлені тирозином (18,4–28,8 мг%), треоніном (16,9–20,5 мг%), метіоніном (15,5–26,8 мг%), глютамінової кислоти (13,8–16,8 мг%). Вітамінний комплекс сочевиці представлений тіаміном, біотином, рибофлавіном, ніацином. Сочевиця також містить широкий спектр мінеральних речовин (залізо, кремній, сірку, фосфор, кальцій, калій, магній). Сочевичне борошно має у своєму складі 1–2 % жиру,

при цьому жирнокислотний склад багатий на ненасичені компоненти: олеїнової, ліноленової, лінолевої кислотами. У сочевичному борошні вуглеводи представлені моно-, дисахаридами, крохмалем, вільною глюкозою, цукрами, що редукують [14].

Дослідниками [12] запропонований спосіб приготування хліба з додаванням сочевичного борошна, взятого в дозуванні 20–22 % до маси борошна пшеничного в тісті, попередньо запареною водою. Застосування сочевичного борошна покращує склад білків та вуглеводів хліба.

Застосування соєвого борошна в хлібопекарській галузі зумовлено переважно її білковим складом. У соєвому білку є всі незамінні амінокислоти у співвідношенні, близькому до білка м'яса тварин та курячого яйця. Незначна кількість вуглеводів у продуктах із сої робить її незамінним продуктом харчування хворих, які страждають на цукровий діабет та ожиріння. Соєві продукти відіграють величезну роль у практиці та лікуванні серцево-судинних захворювань, тому що в них немає холестерину.

При використанні в хлібопекарській промисловості соєве борошно прийнято додавати в кількості від 6 до 20 %. Додавання соєвого борошна сприяє збільшенню об'ємного виходу хліба, уповільнення процесу черствіння. М'якуш хліба з додаванням соєвого борошна набуває жовтуватого відтінку, привабливого зовнішнього вигляду, приємного смаку і аромату, а також хліб набуває дієтичних властивостей [14]. Важливий момент у використанні соєвого борошна – це мінімальний її контакт із пшеничним борошном, тобто соєве борошно необхідно вводити не в опару, а тісто. При виробництві хліба рекомендується застосовувати трохи підігріте соєве борошно [16, 34, 46].

Науково-дослідними установами хлібопекарської промисловості розроблено технології хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності з використанням біоактивованого соєвого та нутового дезодорованого борошна. Розроблено рецептури та нормативну документацію на нові сорти хлібобулочних виробів із застосуванням соєвого борошна [38].

Соєве борошно застосовується у складі хлібопекарських поліпшувачів та композиційних сумішах, що дозволяють покращувати хлібопекарські властивості

пшеничного борошна зі слабкою клейковиною, покращувати якість готових виробів та збільшувати термін їх зберігання [23, 27].

Як джерело повноцінного рослинного білка через невисоку вартість і багатий хімічний склад доцільно використовувати горохове борошно при виробництві хлібобулочних виробів.

Горохове борошно містить 25–30 % білкових речовин, що відрізняються повноцінним амінокислотним складом. У ній міститься більше водорозчинних речовин, цукрів, найважливіших незамінних амінокислот, ніж у пшеничному борошні. За амінокислотним складом білки горохового борошна близькі до білків м'яса, молока.

Рекомендується застосовувати горохове борошно в кількості 2–3 % до маси пшеничного борошна. При додаванні її у великій кількості погіршуються структурно-механічні властивості тіста та якість хліба.

Науковими установами хлібопекарської промисловості розроблено режим гідротермічної обробки зерна гороху, що дозволяє отримати горохове борошно з кращими хлібопекарськими властивостями. Це борошно можна додавати в тісто, приготовлене опарним способом, у кількості 10 % до маси борошна пшеничного. Хліб із суміші пшеничного та горохового борошна за структурно-механічними властивостями м'якшу, смаковими якостями, об'ємом, ароматом практично не відрізняється від звичайного хліба з пшеничного борошна, а харчова цінність його значно вища [77].

Борошно з квасолі може служити білковим збагачувачем при виробництві хліба. Борошно з квасолі містить в середньому 21,0–25,5 % білка, який багатий незамінними амінокислотами – лізином, лейцином, триптофаном, і засвоюється організмом людини на 75–85 %. Функціональні властивості квасолевого борошна обумовлені її мінеральним складом, в ній містяться макроелементи – кальцій, магній, калій та мікроелементи – залізо, йод, мідь, нікель, селен, хром та цинк, а також вітамін Е та вітаміни групи В [18].

Внесення квасоляного борошна призводить до поліпшення аромату, фарбування, об'єму, пористості готових виробів, а також підвищення вмісту мінеральних речовин і вітамінів [2, 11, 28, 29, 32].

Вивчено [17] вплив квасолевого борошна, що вноситься замість пшеничного борошна, на якість готового хліба. Відзначено, що при введенні 2–6 % борошна квасолі тривалість замісу тіста, маса і об'єм хліба, колір, структура м'якішу змінюються незначно, тоді як при додаванні 8–10 % всі показники помітно погіршуються.

Застосування нутового борошна в хлібопекарській промисловості не має широкого застосування, проте білок нуту характеризується високим вмістом незамінних амінокислот. Фракційний склад ліпідів нуту представлений фосфоліпідами, моно-, ди- та тригліцеридами та вільними жирними кислотами. Жир нуту представлений насиченими та ненасиченими жирними кислотами. Вуглеводи нуту складають 48–60 % і представлені в основному крохмалем, геміцелюлозою, пектином, моносахарами – глюкозою, фруктозою та олігосахаридами. З мікроелементів у насінні нуту найбільше міститься заліза, алюмінію, селену. За рівнем вмісту йоду, кобальту, міді, заліза, магнію, вітамінів, особливо групи В, зокрема, тіаміну, нут перевершує ряд зернобобових культур. При застосуванні нутового борошна під час виробництва хлібобулочних виробів рекомендується її попередня ферментація препаратами протеолітичної та амілолітичної дії [48].

Люпинове борошно застосовується при виробництві хлібобулочних виробів для підвищення біологічної цінності виробів. Люпин є цінним джерелом повноцінного за амінокислотним складом рослинного білка, мінеральних речовин та вітамінів [45, 50].

Сумарний білок люпину на 26,4–36,7 % складається із незамінних амінокислот, високий вміст яких обумовлено лізином, лейцином, ізолейцином, тирозином, фенілаланіном, валіном, лімітує амінокислотою є метіонін. Білок люпину відрізняється практично повною відсутністю в ньому фракцій гліадіну та глютеніну. У зв'язку з цим люпин є підходящою сировиною для створення безглютенових харчових продуктів, що мають дієтичні та лікувально-профілактичні властивості [10, 25].

Досліджено застосування борошна нативного та екструзійного з насіння харчових сортів люпину при випіканні пшеничного хліба в кількості 5–15 %, в результаті чого смак і аромат виробів помітно не змінюється, але підвищується харчова цінність [15].

Науковці рекомендують застосовувати борошно люпину в рецептурі та технології виробництва безглютенового пісочного напівфабрикату для дієтичного харчування. За органолептичними та фізико-хімічними показниками безглютеновий пісочний напівфабрикат має високу якість. Застосування люпинової муки дає можливість не тільки збільшити кількість білка, вітамінів і мінеральних речовин у готовому продукті, але і завдяки високому вмісту ліпідів у своєму складі знизити витрату вершкового масла на 7,5 % [40].

Для збільшення вмісту хлібобулочних виробів білка і харчових волокон рекомендується застосовувати борошно з насіння безалкалоїдних сортів люпину в дозуванні не більше 5 % [8].

Рисова мука містить невелику кількість білка в порівнянні з пшеничним борошном, але перевершує її за вмістом крохмалю. Хліб, випечений з рисовим борошном, легко кришиться, виходить хрустким і має зернисту текстуру [25, 28].

В результаті досліджень [31], встановлено, що при додаванні рисового борошна в кількості 3–5 % до маси борошна при виробленні хліба з борошна пшеничного значно підвищується газоутворювальна здатність тіста, поліпшується питомий обсяг, органолептичні показники хліба. Це впливом ліпідного комплексу борошна на фізичні властивості клейковини.

Борошно сорго здатне покращити властивості пшеничного борошна при додаванні їх у невеликій кількості. За вмістом білка, вуглеводів, жирів, вітамінів та інших компонентів насіння сорго перевершують такі культури як кукурудза, рис, просо та ін. [16, 17].

Борошно з сорго рекомендується до застосування в кількості 30 і 50 % замість пшеничного борошна при виробництві хліба [13].

Амарантове борошно інтенсифікує процес газо- та цукроутворення, покращує властивості тіста, скорочує тривалість бродіння та вистоювання тіста в

хлібопекарському виробництві. Білки амарантового борошна не здатні утворювати клейковину. Введення амарантового борошна при виробництві хліба з пшеничного борошна не призводить до погіршення властивостей клейковинного комплексу пшеничного борошна за рахунок вмісту в ній ліпідів, у тому числі поліненасичених жирних кислот, що мають окислювальну активність, що призводить до поліпшення властивостей пшеничної клейковини [16].

Вивчено хлібопекарські властивості борошна амаранту, встановлені закономірності зміни кількості сирої та сухої клейковини сумішей борошна пшеничного та амарантового, її структурно-механічних властивостей та гідратаційної здатності залежно від сортової приналежності використовуваного насіння амаранту. Вивчено цукроутворювальну здатність та амілографічні характеристики борошна пшеничного та амарантового, на підставі чого виявлено відмінність вуглеводно-амілазного комплексу борошна насіння амаранту різних сортоутворювачів.

Вівсяне борошно має високий вміст білка та рослинних жирів, поряд із вмістом вітамінів, мікро- та макроелементів, воно містить значну кількість слизів. Особливу цінність вівсяного борошна надає вуглевод β -глюкан, який є профілактичним при порушеннях кровообігу та роботи серця. Вівсяне борошно – хороше джерело розчинної клітковини, яка регулює роботу шлунка, попереджає розвиток діабету та зменшує синтез холестерину [16].

Вівсяне борошно має низькі хлібопекарські властивості, гіркий присмак, викликає затемнення м'якуша. Додавання вівсяного борошна в пшеничну сприяє значному підвищенню пружності та водопоглинальної здатності тіста. Якість хліба, випеченого з 80 % пшеничного борошна першого сорту та 20 % вівсяного борошна, покращується, якщо вологість тіста підвищити до 46 % [16, 21].

Розроблено рецептури та нормативно-технічна документація на булочки та сухарі, виготовлені із застосуванням вівсяного борошна. Рекомендується вносити вівсяне борошно з висівками в кількості 15 % замість пшеничного борошна [11].

Кукурудзяне борошно використовується в суміші з пшеничним борошном. Калорійність її вища за багато інших видів борошна. Найбільш цінними хімічними компонентами кукурудзяного борошна є білки, їх у середньому становить 7,2 %.

Кукурудзяне борошно має високий вміст жиру, макро- та мікро-елементів, вітамінів Е, В₆, біотину та ін. Вона має більш високу цукро- та газоутворювальну здатність і здатна збільшувати термін зберігання виробів/

Вивчено хлібопекарські властивості кукурудзяного борошна та надано рекомендації щодо його застосування. Рекомендується вносити 5 % кукурудзяного борошна за безопарного способу виробництва тіста. При додаванні 10 % кукурудзяного борошна рекомендується застосовувати добре подрібнене кукурудзяне борошно, використовувати частину кукурудзяного борошна (5 %) у вигляді заварки, додавати 0,75 % фосфатидного концентрату, використовувати кукурудзяне борошно при випіканні виробів, в рецептуру яких входить жир і цукор [13].

Кукурудзяне борошно має специфічний смак, який можуть придбати хлібобулочні вироби, тому перед додаванням в тісто її рекомендується піддати гідротермічній обробці для підвищення водопоглинальної здатності, активації ферментів і збільшення вмісту цукрів [16].

Аналіз науково-технічних даних та досвіду застосування різних видів борошна з бобових, круп'яних та олійних культур при виробництві хлібобулочних виробів показує, що традиційна технологія їх виробництва в останні роки все більше зазнає глибоких змін для отримання продуктів підвищеної харчової цінності, високих органолептичних характеристик та функціональної спрямованості. Однак, для створення нових видів функціональних хлібобулочних виробів із застосуванням різних видів борошна з бобових, круп'яних та олійних культур необхідне наукове обґрунтування даних видів борошна, що ґрунтується на відомостях про хімічний склад цієї сировини. У зв'язку з цим більш докладно було вивчено хімічний склад гречки та продуктів її переробки, можливі способи їх застосування під час виробництва хлібобулочних виробів.

1.3 Застосування гречаного борошна під час виробництва хлібобулочних виробів

Гречане борошно, будучи продуктом переробки гречки, за хімічним складом і харчовою цінністю перевищує пшеничне борошно вищого сорту. Гречка і продукти її переробки мають високий вміст білків, жирів, вуглеводів, збалансованих незамінних амінокислот, вітамінів B₁, B₂, PP, рутина, E, макро- та мікро-елементів та ін. Завдяки збагаченому хімічному складу гречка та продукти її переробки можуть підвищувати цінність хлібобулочних виробів із пшеничного борошна вищого сорту. Залежно від способу підготовки зерна гречки до помелу гречане борошно, як продукт переробки гречки, може мати різний хімічний склад, що впливає на її технологічні властивості, і, як наслідок, впливати на хід технологічного процесу приготування хлібобулочних виробів із застосуванням гречаного борошна. У зв'язку з цим були вивчені та проаналізовані відомості науково-технічної літератури про хімічний склад та харчову цінність гречки та продуктів її переробки, способи виробництва гречаного борошна, відомості про застосування гречаного борошна та інших продуктів переробки гречки у хлібопекарському виробництві.

1.3.1 Хімічний склад та харчова цінність гречки та продуктів її переробки.

Гречане борошно є однорідним сипким продуктом з дрібними частинками оболонки, має бежево-рожевий, світло- і темно-бежевий колір, властивий гречаній крупі запах.

Гречане борошно є продуктом переробки гречаного проділу або дрібних фракцій ядриці, які отримують за традиційною схемою виробництва гречаної крупи, а також цілої гречки або її окремих фракцій. Завдяки високій харчовій цінності, продукти, що виробляються з гречки, широко використовуються не тільки в громадському, а й у дитячому, дієтичному харчуванні.

Гречка також є рослиною стійкою до шкідників і тому не потребує обробки отрутохімікатами, що дозволяє вирощувати екологічно чисту культуру.

За вмістом білків, жирів, золи та ін. гречане борошно перевершує пшеничне борошно. Висока біологічна цінність гречаного борошна обумовлена її білковими речовинами. Встановлено, що за поживною цінністю білки гречки є найкращими із відомих джерел білків у рослинному світі. Білки гречаного зерна становлять 92,3 % поживної цінності сухого молока та 81,4 % білків курячих яєць [12, 14].

Біологічна та поживна цінність гречаного борошна полягає у високому вмісті незамінних і сірковмісних амінокислот, у збалансованості амінокислотного складу [23, 26, 27, 38, 41, 47, 49], порівняно з пшеничним і житньою борошном.

Гречка, порівняно з бобовими та злаковими культурами, має високий вміст лізину, який є цінним компонентом підвищення поживності гречаної крупи для людини. За вмістом лізину гречка перевершує просо, пшеницю, жито, за вмістом валіна наближається до молока, лейцину – до яловичини, фенілаланіну – до молока і яловичини [36]. Головним джерелом біосинтезу лізину є аспаргінова кислота, вміст якої у зерні гречки також значний.

Вуглеводний комплекс зерна гречки поряд з білковим комплексом визначає високу поживну цінність цієї культури. До складу вуглеводного комплексу плодів гречки входять крохмаль, клітковина та цукру, причому частку вуглеводів припадає до 85 % сухої речовини.

Основним цукром у зерні гречки є сахароза, вміст якої становить 22–42 % від суми цукрів (фруктоза, глюкоза, мальтоза, рафіноза). Зерно гречки відрізняється високим вмістом глюкози та фруктози (відповідно 18–26 % та 14–24 %). Мальтоза і рафіноза займають приблизно однаковий обсяг серед цукрів – 11–17% [17, 20, 21].

Жири гречки становлять велику поживну цінність, оскільки вони представлені переважно стійкими до окислення жирними кислотами [4, 30]. Зміст загальних ліпідів у крупі становить 3,0–4,6 %. Ліпіди утворюють у рослинній клітині стійкі комплекси з білками та вуглеводами. За характером зв'язку та способом виділення вони поділяються на вільні, пов'язані та міцно пов'язані. Ядро гречки відрізняється високим вмістом вільних ліпідів – 3,0–3,4 %, кількість пов'язаних ліпідів становить 0,8–0,9 %, міцно пов'язаних – 0,1–0,2 %.

Вітаміни в плодах гречки представлені в основному біотином, ніацином, нікотиною кислотою, пантотеновою кислотою, рибофлавіном і тіаміном [37, 121].

Завдяки розвиненому зародку, розташованому всередині ядра і що повністю залишається у крупі, гречка відрізняється високим вмістом вітамінів (мг/100 грам): В₁ (0,43–1,09), В₂ (0,19–0,21), РР (4,19–5,10), Р (6,0–11,2) [9].

Лікувальне значення гречки пояснюється вмістом у ній вітаміну Р (рутину). Встановлено таку кількість рутину в різних органах гречки (% на суху речовину): плоди – 1,3 – 2,0; квітки – 2,9 – 4,2; листя – 2,1 – 2,9; стебла – 0,1 – 0,2 [12].

Вітамінний комплекс гречки також містить вітамін Е, Р – каротин, вітамін В₆. Вітамін Е має антиоксидантні властивості та сприяє тривалому зберіганню зерна гречки [37].

В основному вітаміни та вищезгадані мінеральні речовини містяться в оболонках пшениці, які видаляються у висівки при виробництві борошна. Технологічний процес виробництва гречаного борошна включає такі технологічні операції: очищення зерна від домішок, подрібнення, сортування продуктів подрібнення, контроль борошна. Таким чином, гречане борошно виробляється повністю з повноцінного зерна гречки, зберігаючи всі його поживні компоненти і здатна підвищувати харчову цінність хлібобулочних виробів [16].

Гречка, як і багато зернові культури, має лікувальні властивості [15]. Гречка вважається найбільш поживною з усіх зернових культур з точки зору якості та кількості в ядрі гречки мікроелементів (залізо, фосфор, мідь), які добре засвоюються організмом людини, сприяють відновленню гемоглобіну в крові, підвищують фізичну витривалість. Встановлено, що за фізіологічними нормами харчування душу населення потрібно 7,5 кг гречаної крупи на рік [17].

У результаті досліджень Університету в Любліні [13] встановлено, що у гречаному борошні присутні пентози у кількості 5,44–6,51 %. Пентози – високомолекулярні цукри, які дуже важливі в їжі та медичній індустрії. Наявність пентоз покращує хімічні, фізичні та поживні якості борошна. Пентози мають широке застосування в лікувально-профілактичних цілях, застосовуються в різних дієтах для діабетиків та пацієнтів, які страждають на високий рівень холестерину.

Страви з гречаної крупи корисні при атеросклерозі, хворобах печінки, гіпертонії, при набряках різного походження, оскільки у крупі міститься до 25 мг рутину (вітамін Р), що сприяє зниженню еластичності та проникності кровоносних судин. Гречка здатна надавати профілактичний та лікувальний вплив на вени, наприклад, при варикозному розширенні вен та при геморої. Гречка покращує кровообіг, зміцнює

імунну систему, сприяє кращому засвоєнню цукру та зниженню рівня холестерину в крові [46].

Споживання гречки, за рахунок крохмалю і клітковини, що містяться в ній, а також вітамінів групи В і вітаміну РР, може відігравати важливу роль у запобіганні виникненню гіпертонії та гіперхолестеринемії, як факторів ризику виникнення серцево-судинних захворювань. За даними досліджень [19] Інституту Біотехнологій Словенії та Інституту харчування Італії в гречаній крупі та продуктах її переробки було виявлено 3,4–5,2 % клітковини, близько 20–30 % з яких є розчинною. Встановлено, що за рахунок високої поживної цінності білкових речовин гречки, дуже низького вмісту проламінів, присутності рутину та інших поліфенольних компонентів, клітковини та крохмалю, продукти з гречаної крупи є продуктами здорового харчування та рекомендуються для людей, які страждають на цукровий діабет та целиацію. Фенольні компоненти гречаної крупи та продукти її переробки здатні знижувати рівень цукру на крові. Було проведено аналіз генетичного банку зразків гречки з різних країн та виявлено вміст поліфенолів у крупі гречки у кількості від 0,5 до 4,5 %, і від 0,06 до 0,86 % борошна з досліджуваних зразків гречки [19].

При регулярному вживанні гречки та продуктів її переробки з організму; людини виводяться токсини та надлишок жирів, шлаки та солі важких металів. При отруєннях вони швидко виводять токсини. Гречка та продукти її переробки рекомендується до застосування як детоксиканти при різних алергіях на продукти харчування [41].

Гречане борошно рекомендується до застосування в діабетичних сортах хлібобулочних виробів для хворих на надмірну вагу [10].

1.3.2. Продукти переробки гречки та способи виробництва гречаного борошна. Всі продукти з гречки – гречане борошно, гречаний проділ, гречане борошно, характеризуються високими харчовими, смаковими, дієтичними, профілактичними та функціональними властивостями.

Гречане борошно є побічним продуктом переробки зерна гречки на крупу. Проведені дослідження дозволяють припустити доцільність та перспективність використання гречаного борошна у виробництві рослинних олій, у мікробіологічній промисловості при виробництві вітамінів [7].

Гречаний проділ є продуктом переробки зерна гречки, тобто, є розколотим на частини ядром гречки. Проділ використовується як самостійний продукт харчування, так і в якості додаткового інгредієнта при виробництві хлібобулочних виробів у кількості до 12 % до хлібопекарської борошна або в кількостях до 10 % у складі хлібопекарських зернових сумішах [22, 39, 49].

Гречане борошно, як продукт переробки гречки, має широке застосування як дієтичного і лікувального продукту [4]. Гречане борошно є цінним продуктом дитячого харчування. Є відомості про її застосування як компоненти хлібопекарських покращувачів, вона використовується для виробництва кондитерських виробів, а також у пивоварному виробництві [24, 42].

Гречане борошно є найбільш відповідним продуктом переробки гречки для її застосування в хлібопекарській промисловості. За умови, що гречане борошно доцільно вносити замість частини пшеничного або житнього борошна, вона є більш відповідним продуктом за рахунок схожого з пшеничного або житнього борошном гранулометричного складу. Дрібніший розмір часток гречаного борошна на відміну від гречаного проділу дозволяє здійснювати більш ефективне змішування з пшеничним або житнім борошном, а також уникати помітних включень продукту переробки гречки в готових хлібобулочних виробах.

Гречане борошно виробляється з проділу або дрібних фракцій ядриці, які отримують за традиційною схемою виробництва гречаної крупи. Гідротермічна обробка гречки у процесі підготовки до помелу не є обов'язковим технологічним прийомом. Зерно гречки піддається термовологій обробці за потреби.

Для ефективного управління технологічними та біохімічними властивостями зернової сировини застосовуються різні способи впливу на зерно теплом та вологою: екструдкування, пропарювання, нагрівання конвективним, кондуктивним способом, високотемпературне сушіння, НВЧ-поле, підсмажування тощо.

Найбільш поширеними способами є виробництво гречаного борошна із зерна без попередньої термовологої обробки зерна (воднотеплова – ВТО, та гідротермічна обробка – ГТО) та із застосуванням додаткової технологічної стадії у вигляді ВТО та ГТО зерна.

Відомі способи термічної обробки являють собою сукупність на зерно води, тепла і робочих органів машин протягом певного проміжку часу.

Вплив різних джерел тепла та вологи на зерно призводить до значних його технологічних, структурно-механічних та біохімічних змін. Було визначено, що за воднотеплової обробки зерна гречки досягається підвищення кількості декстринів до 2 %. Таким чином, частина вуглеводів переходить у простіші форми, що впливають на підвищення засвоюваності продукту. Дослідження білкового комплексу ядра гречки показали, що при воднотепловій обробці майже не змінюється загальний вміст білка. Фракційний склад зазнає деяких змін: водорозчинна фракція білка зменшується на 12,1 %, спиртовмісна фракція – на 1,69 %, лужнорозчинна – на 0,6 %. Спостерігається зростання нерозчинного залишку на 14,4 %. При воднотепловій обробці відбувається зміна вмісту харчових волокон, кількість клітковини зменшується, а вміст пектинових речовин збільшується, відзначається зміна ліпідного комплексу. Відбувається незначне зниження загального вмісту ліпідів та зміна жирнокислотного складу. У ядрі вміст пальмітинової кислоти зростає на 4,4 %. Виявлено, що олеїнова кислота зменшується на 4,2 %, лінолева кислота на 6,5 %. Зниження вмісту деяких жирних кислот, ймовірно, пов'язане з утворенням пов'язаних форм із присутністю ліпідів. Внаслідок часткової декструкції крохмалю зростає вміст водорозчинних речовин. Застосування вологотеплової обробки призводить до більшої безпеки вітамінів [6].

Таким чином, застосування воднотеплової та гідротермічної обробки зерна призводить до значних змін хімічного складу зерна, покращує його технологічні властивості, споживчі властивості та робить зерно більш цінним для переробки на борошно.

Гречане борошно та інші продукти переробки гречки в залежності від способу одержання мають різні технологічні властивості та мають різне застосування при виробництві продуктів харчування, зокрема при виробництві хлібобулочних виробів.

1.3.3 Застосування продуктів переробки гречки у хлібопекарській та інших галузях. Серед продуктів переробки гречки найбільше поширення у хлібопекарській та інших галузях мають гречаний проділ та гречане борошно. Аналіз науково-

технічної літератури дозволив отримати інформацію про застосуванні продуктів переробки гречки. Хліб з додаванням 10 % гречаного проділу має підвищений вміст поживних речовин. Хліб містить на 10,8 % більше жиру, на 40,8 % більше моно- та дисахаридів, на 67,3 % більше целюлози, ніж хліб без крупи. Внесення проділу збільшує вміст натрію на 0,9 %, калію – на 73,5 %, фосфору – на 17,2 %, заліза – на 27,3 %, вітаміну В₁ – на 11,2 м%, вітаміну В₂ – на 20,9 %, вітаміну РР – на 15,2 %. Внесення гречаного проділу змінює структурно-механічні властивості тіста, збільшується його розрідження, знижується формостійкість тіста. Для запобігання цим явищам рекомендується внесення цукру, жиру, аскорбінової кислоти та деяких хлібопекарських покращувачів, які покращують якість хліба із застосуванням гречаного проділу [22].

Відомий спосіб внесення гречаного проділу в кількості 3–12 % попередньо відвареному вигляді при приготуванні хліба. Фізико-хімічні показники якості хліба, приготовленого безопарним способом, перевищують показники питомого об'єму (при внесенні гречаного проділу рекомендується до 10 %) та показник пористості хліба без крупи. Додавання гречаного проділу сприяє поліпшенню фізико-хімічних показників хліба. Хліб з додаванням 10 % гречаного проділу має привабливий зовнішній вигляд, приємний смак та аромат, високий об'єм розвиненої пористості, тобто. крупа не погіршує якість хліба [39].

Гречане борошно, як правило, застосовується у сумішах з іншими видами борошна з бобових, круп'яних та олійних культур, або в невеликих дозуваннях при виробництві хлібобулочних та макаронних виробів.

Дослідниками запропонована суміш із різних видів борошна з бобових, круп'яних та олійних культур для збагачення хлібобулочних виробів, підвищуючи їх біологічну, мінеральну та вітамінну цінність. Розроблена композиційна суміш, що складається з горохового, пшоняного, рисового та гречаного борошна у співвідношенні 1,1: 1,4: 0,4:0,5. Дану суміш рекомендується вносити в кількості 11–17 % у хлібобулочні вироби з пшеничного борошна першого сорту, що дозволяє збільшувати біологічну цінність продуктів на 9,5–10,2 %, вітамінну – на 20–37,3 % та мінеральну – на 11,4–26,5 %; енергетична цінність знижується на 15,7–17,5 %. При

збільшенні дозування збагачувача спостерігається незначне погіршення структурно-механічних властивостей м'якуші хліба, прояв сірого відтінку м'якушів виробів, незначне зниження їх пористості.

Для розширення асортименту та створення хліба підвищеної харчової цінності розроблено пшенично-гречану композицію (90:10), яка застосовується для вироблення хліба, до рецептури якого включено житнє борошно (50 %). Гречане борошно застосовується як збагачувач дефіцитних речовин пшеничного борошна [18].

Проведено роботу зі збагачення макаронних виробів рослинними добавками для збільшення вмісту мікронутрієнтів, вітамінів та створення нових видів продуктів функціонального харчування. Гречане борошно вноситься у кількості 5 % до маси пшеничного борошна. За органолептичними та фізико-хімічними показниками макаронні вироби мають високу якість (86 балів зі 100). Єдиним недоліком макаронних виробів із застосуванням гречаного борошна є сірий колір виробів за рахунок темних відтінків гречаного борошна [33].

Відомо про застосування гречаного борошна у кондитерському виробництві. Зростання попиту на кондитерські вироби та дефіцит окремих видів вихідних компонентів зумовлює використання гречаного борошна в кондитерській промисловості як замітник горіха при виробництві горіхових цукеркових мас [24].

Аналіз науково-технічної літератури свідчить про поширене застосування продуктів переробки гречки при виробництві хлібобулочних виробів для збагачення білками, вітамінами, мінеральними речовинами та іншими компонентами, що підвищують харчову цінність виробів. Хлібобулочні вироби із застосуванням гречаного борошна можуть бути рекомендовані як дієтичні та функціональні продукти харчування, вони є продуктами масового споживання з привабливим смаком та ароматом гречки.

Існуючі розроблені рецептури виробництва хлібобулочних виробів із застосуванням гречаного борошна, а також способи застосування гречаного борошна в невеликій кількості у складі хлібопекарських покращувачів вимагають подальшого вивчення та вдосконалення для розробки технології виробництва хлібобулочних

виробів із сумішей пшеничного борошна із застосуванням гречаного борошна в кількості більше 10 %.

Завданням дослідження є визначення технологічних вимог до якості гречаного борошна, розробка технологічних рішень виробництва хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна, для одержання хлібобулочних виробів гарної якості, з тривалим терміном зберігання, з високою харчовою цінністю, які мають низький глікемічний індекс, рекомендуються для масового і як функціональні харчові продукти, що зберігають і покращують здоров'я населення.

Таким чином, розробка диференційованих підходів до технології застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із пшеничного борошна в залежності від технологічних характеристик гречаного борошна та вимог до готових виробів, є актуальним завданням, має наукову новизну та практичну значущість.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, СХЕМА, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Умови проведення дослідження

Дослідження по розробленню технологічних рішень застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із пшеничного борошна вищого сорту гарної якості, підвищеної харчової цінності, функціонального та масового призначення проводились в умовах науково-дослідної лабораторії кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва.

2.2 Схема проведення дослідження

На основі поставленої мети було розроблено схему проведення дослідження представлену на рис. 2.1.

2.3 Об'єкти дослідження

При проведенні досліджень використовували проби пшеничного борошна (ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне) та гречаного борошна (ДСТУ 7702:2015 Борошно гречане. Технічні умови).

Додатково у дослідженнях використовували: дріжджі пресовані хлібопекарські (ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови); сіль кухонну харчову (ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови); цукор-пісок, (ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови); олія рослинна соняшникова (ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови); воду питну, що відповідає показникам ДСанПіН 2.2.4-171-10; крохмаль кукурудзяний (ДСТУ 3976-2000 Крохмаль кукурудзяний сухий. Технічні умови); камідь ксантанова що відповідає вимогам

ДСанПіН 2.3.2.1078-01; камідь гуарова, що відповідає вимогам ДСанПіН 2.3.2.1078-01; поліпшувач хлібопекарський «ПОЛ 102» Magimix™ (Група Лесафр, м. Київ).



Рис. 2.1 – Схема проведення дослідження

2.4 Методика проведення дослідження

Проби пшеничного борошна аналізували за такими показниками якості: вологість (ГОСТ 9404-88 Борошно та висівки. Метод визначання вологості), вміст клейковини та її властивості (ГОСТ 27839-88 Борошно пшеничне. Методи визначання кількості та якості клейковини), автолітична активність за показником «числа падіння» (ГОСТ 27676-88 Зерно та продукти його переробки. Метод визначання числа падання).

Проби гречаного борошна аналізували за такими показниками якості: вологість (ГОСТ 9404-88 Борошно та висівки. Метод визначання вологості), зольність (ГОСТ 27494-87 Борошно та висівки. Методи визначання зольності), органолептичні показники. Проби гречаного борошна, що використовували були із зерна з гідротермічною обробкою (ГТО) та з зерна без ГТО, а також мало гранулометричний склад -/450 мкм.

Приготування тіста та випікання хлібобулочних виробів здійснювали у лабораторних умовах кафедри харчових технологій Уманського НУС. Для приготування тіста готували суміші з борошна пшеничного вищого сорту з гречаним борошном при різних співвідношеннях. Проби сумішей борошна готували шляхом механічного змішування наважок пшеничного борошна вищого сорту та відповідних їм наважок гречаного борошна у співвідношеннях, представлених у табл. 2.1.

У сумішах пшеничного та гречаного борошна, приготовлених відповідно до табл. 2.1 визначали кількість і якість сирої клейковини та автолітичну активність.

Тісто готували безопарним способом відповідно до рецептури, представленої в таблиці 2.2. При проведенні досліджень впливу додаткових рецептурних компонентів (олії та цукру-піску) на якість хлібобулочних виробів суміші пшеничного та гречаного борошна готували у співвідношеннях, представлених у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1

Способи приготування сумішей пшеничного борошна вищого гатунку та гречаного борошна

Найменування сировини	Кількість сировини (% до маси пшеничного борошна вищого сорту)										
Пшеничне борошно	100	95	93	90	85	80	70	50	30	10	
Гречане борошно		5	7	10	15	20	30	50	70	90	100

Таблиця 2.2

Рецептура хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Найменування сировини	Кількість сировини (% до маси сумішей борошна)
Суміш пшеничного борошна та гречаного борошна	100
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5
Сіль кухонна харчова (цукор)	1,5 (1–2)
Вода	за розрахунком, виходячи з вологості тіста 40–48 %

Тісто готували безопарним способом відповідно до рецептури, представленої в таблиці 2.3. Хлібопекарські поліпшувачі та структуроутворюючі речовини вносили безпосередньо в борошно перед замісом тіста.

Тісто замішували на лабораторній тістомісильній машині на середній швидкості протягом 5 хвилин. Бродіння тіста проводили в термостаті за температури 30–32°C. Тривалість бродіння тіста становила 90–150 хвилин. Кожні 60 хвилин проводили обминання. Потім тісто вручну розділяли на шматки і формували.

У пробах тіста визначали його реологічні властивості тіста. Сформовані тістові заготовки укладали у форми і поміщали в шафу. Розстій проводили протягом 25–80

хв. (до готовності) при температурі 38–40 °С, вологості повітря в шафі становила 75–85 %.

Таблиця 2.3

Рецептура хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Найменування сировини	Кількість сировини (% до маси сумішей борошна)		
Пшеничне борошна	70	50	30
Гречане борошна	30	50	70
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5		
Сіль кухонна харчова	0,5–2,5		
Вода	за розрахунком, виходячи з вологості тіста 40–48 %		

Випікання хліба проводили в лабораторній хлібопекарській печі при температурі 225 °С. Тривалість випікання хліба становила 25–30 хвилин.

Випечені вироби зберігали при температурі 18–20 °С у поліетиленовій упаковці. Готові вироби аналізували через 4 та 24 години після випічки за фізико-хімічними та органолептичними показниками якості. З фізико-хімічних показників якості хлібобулочні вироби визначали такі показники, як питомий об'єм, пористість, При органолептичній оцінці визначали такі показники як зовнішній вигляд (правильність форми, забарвлення кірки, стан поверхні), стан м'якушу (колір м'якуша, еластичність, стан пористості, розжовування), смак і аромат хлібобулочних виробів. Визначення всіх показників проводили згідно з баловою методикою та методикою сенсорного аналізу.

Математичне планування та обробку експериментальних даних для оптимізації показників якості готових виробів та параметрів технологічного процесу здійснювали за допомогою програми Excel, Statistica.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Аналіз сировини, яку використовували у дослідженнях

Визначення показників якості та аналіз пшеничного борошна проводили відповідно до ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне, аналіз гречаного борошна проводили відповідно до ДСТУ 7702:2015 Борошно гречане. Проби гречаного борошна, що використовували було із зерна з гідротермічною обробкою (ГТО) та з зерна без ГТО, а також мало гранулометричний склад -/450 мкм. Показники якості борошна, що застосовувалася у роботі, наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Показники якості сировини (пшеничне та гречане борошно)

Найменування показника	Пшеничне борошно	Гречане борошно
Вологість, %	14,0	14,0
Вміст сирої клейковини, %	25,5	—
Властивості сирої клейковини, од. приладу ІДК	58	—
Число падіння, з	354	—
Зольність, %	—	1,75

З наведених даних видно, що пшеничне борошно, яке застосовувалося в роботі, за кількістю та властивостями клейковини було задовільно слабкими, належало до II групи якості та відповідало вимогам стандарту, відповідно до якого також мало наступні органолептичні показники: білий із кремовим відтінком колір; властивий борошну запах; смак, властивий пшеничному борошну, без кислуватого та гіркуватого присмаків.

Гречане борошно за фізико-хімічними та органолептичним показниками (колір від світло до темно бежевого, запах властивий гречаній крупі, без сторонніх запахів,

не затхлий, не плісневий, смак характерний, не кислий, не гіркий) також відповідало вимогам стандарту.

Дріжджі пресовані хлібопекарські, що застосовувалися при проведенні експерименту, легко ламалися, не мазалися, мали щільну консистенцію; рівномірний кремовий колір, запах та смак, властиві дріжджам. Вологість дріжджів становила 75 %.

Харчова кухонна сіль була білого кольору, не мала запаху і помітних для ока сторонніх домішок, тобто відповідала вимогам стандарту.

Цукор-пісок мав білий з блиском колір, солодкий смак без сторонніх присмаків і запахів, у відсутності сторонніх домішок, тобто відповідав вимогам стандарту.

Хлібопекарський поліпшувач «ПОЛ 102» Magimix™ мав порошкоподібний вигляд, світло-бежевий колір, солодкуватий смак, без різкого запаху, не мав сторонніх домішок.

Крохмаль кукурудзяний був білого кольору, без стороннього запаху, у відсутності хрускоту при розжовуванні, без сторонніх домішок, тобто. відповідав вимогам стандарту.

Камідь ксантанова мала вигляд дрібнодисперсного порошку сірувато-білого кольору, без смаку та запаху. Камідь гуарова мала вигляд дрібнодисперсного порошку, світло-бежевого кольору, без яскравого запаху, без смаку.

3.2 Обґрунтування застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Гречане борошно має унікальний хімічний склад, який може впливати на якість хлібобулочних виробів із пшеничного борошна, їх харчову цінність, глікемічний індекс, функціональні та органолептичні властивості.

Аналіз науково-технічної літератури показав ряд переваг хімічного складу гречаного борошна порівняно з пшеничним борошном. У гречаному борошні порівняно з пшеничним борошном більший вміст білка, вуглеводів, жирів, золи,

мінеральних речовин (кальцію, калію, магнію, фосфору, заліза), вітамінів групи В, вітамінів РР та ін.

Білковий комплекс гречаного борошна здатний підвищити рівень засвоюваності хлібобулочних виробів із пшеничного борошна, а також збагатити їх найбільш збалансованим комплексом незамінних амінокислот. Гречане борошно відрізняється збалансованим амінокислотним складом у порівнянні з іншими видами борошна з бобових, круп'яних та олійних культур. Доцільно використовувати гречане борошно при виробництві хлібобулочних виробів з пшеничного борошна для збільшення вмісту таких незамінних амінокислот як валін, ізолейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан, фенілаланін.

Застосування гречаного борошна збільшує кількість клітковини в хлібобулочних виробах з борошна пшеничного, оскільки її кількість практично в 2 рази вища, ніж у пшеничного борошна. Завдяки наявності клітковини хлібобулочні вироби можуть позитивно впливати на функціонування шлунково-кишкового тракту організму людини і бути рекомендовані для споживання людям з порушеннями в обміні речовин організму.

Вуглеводний комплекс гречаного борошна в порівнянні з вуглеводним комплексом пшеничного борошна має перевагу за вмістом власних цукрів. Загальний вміст у гречаному борошні цукрів, що зброджуються в залежності від виду гречаного борошна може досягати 2,6 % на суху речовину. Підвищений вміст цукрів у гречаному борошні свідчить про більш високу її газоутворювальну здатність, що може позитивно впливати на процес бродіння тіста і, як наслідок, інтенсифікацію ходу процесу вистоювання тістових заготовок. Вищий вміст цукрів гречаного борошна призводить до поліпшення забарвлення кірки хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна.

Жири гречаного борошна, вміст яких досягає 3,8 % на суху речовину, мають високу поживну цінність. Відмінною властивістю жирнокислотного складу гречаного борошна є наявність значної кількості лецитину, здатного виводити холестерин із організму людини. Завдяки високій насиченості жирних кислот, гречане борошно здатне підвищити жирнокислотний склад хліба з пшеничного борошна.

Хлібобулочні вироби з високоякісних сортів борошна мають дефіцит необхідних організму людини вітамінів, зокрема вітамінів групи В, та мінеральних речовин. Гречане борошно є цінним інгредієнтом натурального походження, здатним збагатити хлібобулочні вироби із пшеничного борошна вищого гатунку вітамінами групи В, вітамінами Р та РР, а також мінеральними речовинами. Вміст вітамінів В₁, В₂ і РР в гречаному борошні в середньому вище в 2–4 рази, ніж у борошні пшеничного. Перевагою гречаного борошна є наявність у ній вітаміну Р – рутина, завдяки якому хлібобулочні вироби із сумішей пшеничного та гречаного борошна можуть набувати лікувальних властивостей і можливо бути рекомендованими людям, які страждають на гіпертонічні захворювання та цукровий діабет.

Безперечною перевагою гречаного борошна є високий вміст у ньому калію, кальцію та заліза в порівнянні з пшеничним борошном.

За даними науково-технічної літератури гречане борошно здатне впливати на технологічний процес приготування хлібобулочних виробів із пшеничного борошна. Наявність амілолітичних ферментів та ферменту ліпоксигенази в гречаному борошні може свідчити про прискорення процесу дозрівання тіста із сумішей пшеничного та гречаного борошна, а також покращувати фізико-хімічні та органолептичні характеристики готових виробів. За рахунок повної відсутності «клейковинних білків» – гліадину та глютеніну застосування гречаного борошна може негативно впливати на питомий об'єм та пористість хлібобулочних виробів із пшеничного борошна. Однак, цю проблему можливо вирішити шляхом розробки оптимальних технологічних рішень, що враховують особливості хімічного складу гречаного борошна у зв'язку з хлібопекарськими властивостями пшеничного борошна.

При виробництві хлібобулочних виробів можна використовувати гречане борошно, отримане із зерна гречки, підготовлену до помелу без впливу гідротермічної обробки, і навіть із зерна, яке пройшло додатковий технологічний етап як обробки паром, тобто із гідротермічною обробкою. Гідротермічна обробка впливає на технологічні, структурно-механічні та біохімічні зміни в зерні та, як наслідок, впливає на зміну якості гречаного борошна. Завдяки гідротермічній обробці зерно гречки легше піддається луценню та розмелу. Гідротермічна обробка сприяє зміні

хімічного складу зерна гречки та продуктів її переробки – збільшується кількість декстринів, жирних кислот, змінюється білковий комплекс і стан крохмалю.

Всі вищевикладені відомості про хімічний склад гречаного борошна свідчать про доцільність його застосування при виробництві хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна профілактичного та функціонального призначення для розширення асортименту виробів масового споживання.

3.3 Вплив гречаного борошна на властивості тіста та якість хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Вивчали вплив різного дозування та видів гречаного борошна на властивості тіста та якість хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна.

Для цього готували тісто із сумішей пшеничного борошна та гречаного борошна відповідно до табл. 2.1 за рецептурою згідно табл. 2.2 та проводили пробні лабораторні випічки. Контролем служили проби тіста та хліба із пшеничного борошна. Результати досліджень подано на рис. 3.1–3.5.

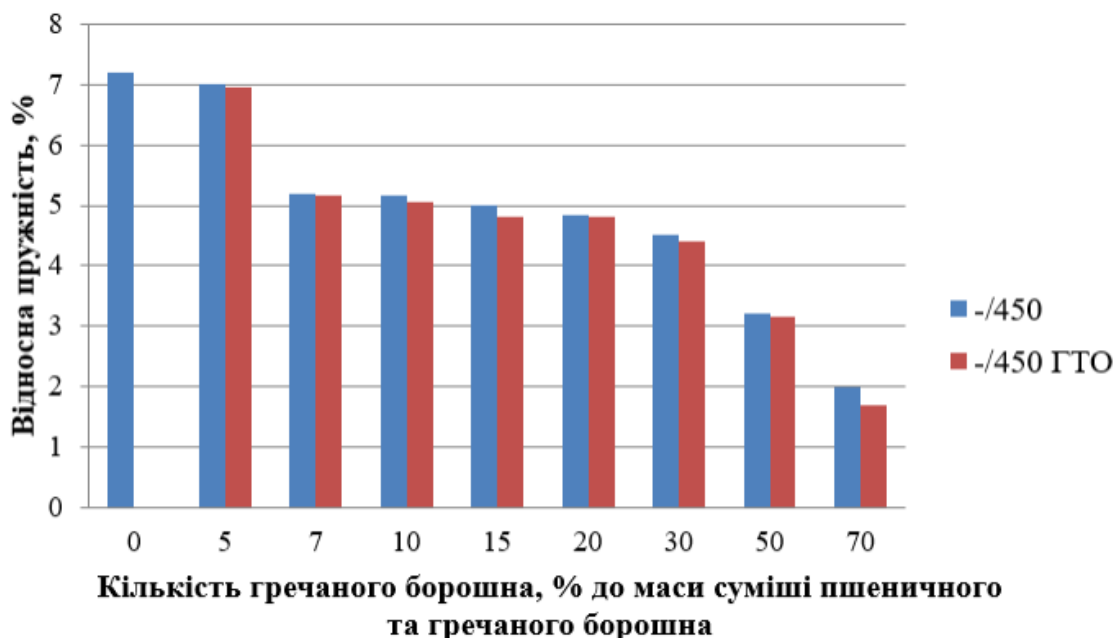


Рис. 3.1 – Вплив гречаного борошна на зміну відносної пружності тіста із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Встановлено вплив різних видів гречаного борошна на пластичні та пружні властивості тіста та якість хліба із сумішей пшеничного борошна та гречаного борошна.

Гречане борошно впливало на пружні та пластичні властивості тіста із сумішей пшеничного та гречаного борошна. Ступінь цього впливу залежала від кількості гречаного борошна, а також незначною мірою від виду гречаного борошна (рис. 3.1, 3.2).

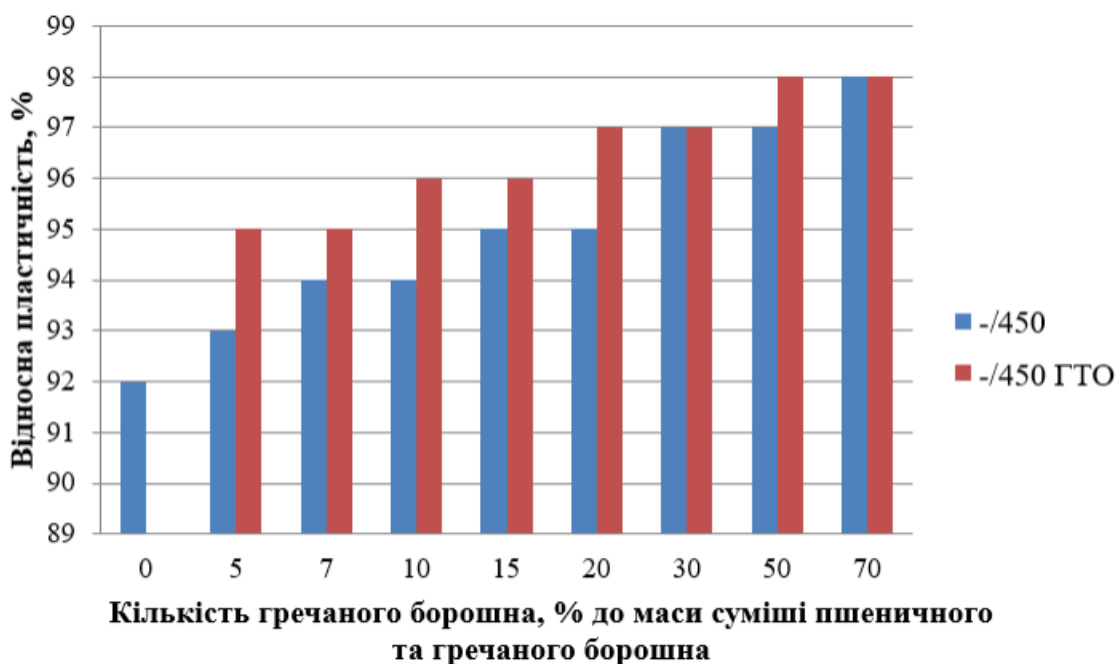


Рис. 3.2 – Вплив гречаного борошна на зміну відносної пластичності тіста із сумішей пшеничного та гречаного борошна

При мінімальній кількості гречаного борошна в сумішах (5 %) відзначалося найменше зниження пружних властивостей тіста для досліджуваних видів гречаного борошна, а саме на 6 % у разі застосування борошна із зерна без ГТО та на 5 % із зерна із ГТО. Збільшення кількості гречаного борошна в сумішах призводило до стабільних показників пружних властивостей тіста з сумішей з гречаним борошном у кількості від 7 до 20 %, в середньому нижче пружних властивостей тіста з борошна пшеничного на 30–70 %. При збільшенні кількості гречаного борошна в сумішах від 20 до 70 % відзначалося значне зниження пружних властивостей тіста на 33–72 % із сумішей з гречаним борошном із зерна без

ГТО та на 34–75 % із гречаним борошном із зерна із ГТО.

Збільшення кількості гречаного борошна від 5 до 70 % у сумішах призводило до збільшення пластичних властивостей тіста із сумішей пшеничного та гречаного борошна, із зерна з і без ГТО. Пластичні властивості тіста із сумішей пшеничного борошна та гречаного, отриманого із зерна без ГТО, збільшувалися на 2–7 %, а із зерна із ГТО – на 3–7 %. При застосуванні гречаного борошна у кількості від 5 до 20 % відзначалися найкращі властивості тіста за показником відносної пластичності у проб тіста із сумішей пшеничного борошна та гречаного, отриманого із зерна із ГТО: пластичність тіста була вищою на 5–6 %, порівняно з пробами тіста із сумішей пшеничного та гречаного борошна, отриманого із зерна без ГТО.

Зниження пружних та збільшення пластичних властивостей тіста із сумішей пшеничного та гречаного борошна із зерна з і без ГТО, залежало від кількості гречаного борошна у сумішах. Тісто з великою кількістю гречаного борошна відрізнялося менш пружними властивостями, відсутністю міцно-пов'язаної еластичної структури та здатності відновлюватися. Причиною цієї тенденції, очевидно, є зниження кількості клейковини в тісті зі збільшенням кількості гречаного борошна у сумішах. Відсутність достатньої кількості клейковини була причиною збільшення пластичних властивостей тіста з сумішей пшеничного і різних видів гречаного борошна, при цьому тісто не мало достатньої еластичності, воно не мало пов'язаної структури.

Гречане борошно різних видів впливало на питомий об'єм, пористість та якість хліба з пшеничного борошна вищого сорту. Ступінь цього впливу залежала від виду гречаного борошна та його кількості.

Внесення гречаного борошна різних видів у кількості від 5 до 15 % позитивно впливало на якість хліба з пшеничного борошна – питомий обсяг збільшувався в середньому на 13–22 %, пористість на 3–5 %, кількість балів зростала на 10–60 %, в порівнянні з показниками якості хліба із суміші, приготованої з пшеничного борошна (рис. 3.3). Позитивний вплив гречаного борошна в невеликих кількостях на показники якості готових виробів є причиною її більш високої газоутворювальної здатності

порівняно з пшеничним борошном. Відзначено аналогічну тенденцію більш високих показників якості хліба при застосуванні гречаного борошна, отриманого із зерна із ГТО; ніж при застосуванні гречаного борошна із зерна без ГТО. Висока якість хліба з пшеничного борошна із застосуванням гречаного борошна із зерна з ГТО була обумовлена більш насиченим, яскравим кольором кірки виробів та їх вираженим, приємним гречаним ароматом, порівняно із хлібом із застосуванням гречаного борошна без ГТО. ГТО обробка зерна гречки надавала гречаному борошну темний колір і яскраво виражений аромат гречки за рахунок процесів меланоїдиноутворення при обробці зерна-паром.

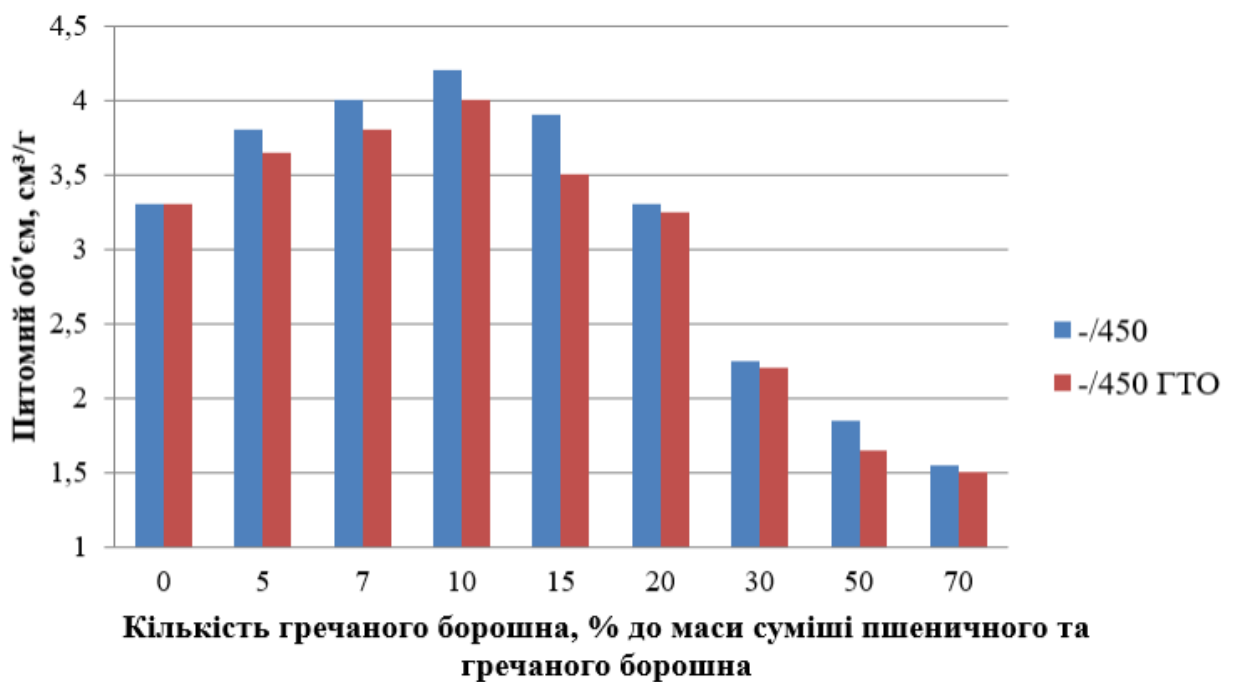


Рис. 3.3 – Вплив гречаного борошна на зміну питомого об'єму хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Збільшення кількості гречаного борошна від 15 до 70 %, отриманого із зерна без ГТО та з ГТО, призводило до зниження показників питомого об'єму на 5–48 %, пористості на 7–4 %, кількість балів зменшувалась на 7–3 %, порівняно з показниками хліба із суміші, приготованої з пшеничного борошна. Зниження якості хліба із сумішей пшеничного борошна із застосуванням гречаного борошна понад 20 % до маси сумішей залежало від зниження питомого об'єму і менш розвиненої структури пористості м'якушу готових виробів, що очевидно пов'язано зі

зниженням кількості клейковини в сумішах пшеничного та гречаного борошна.

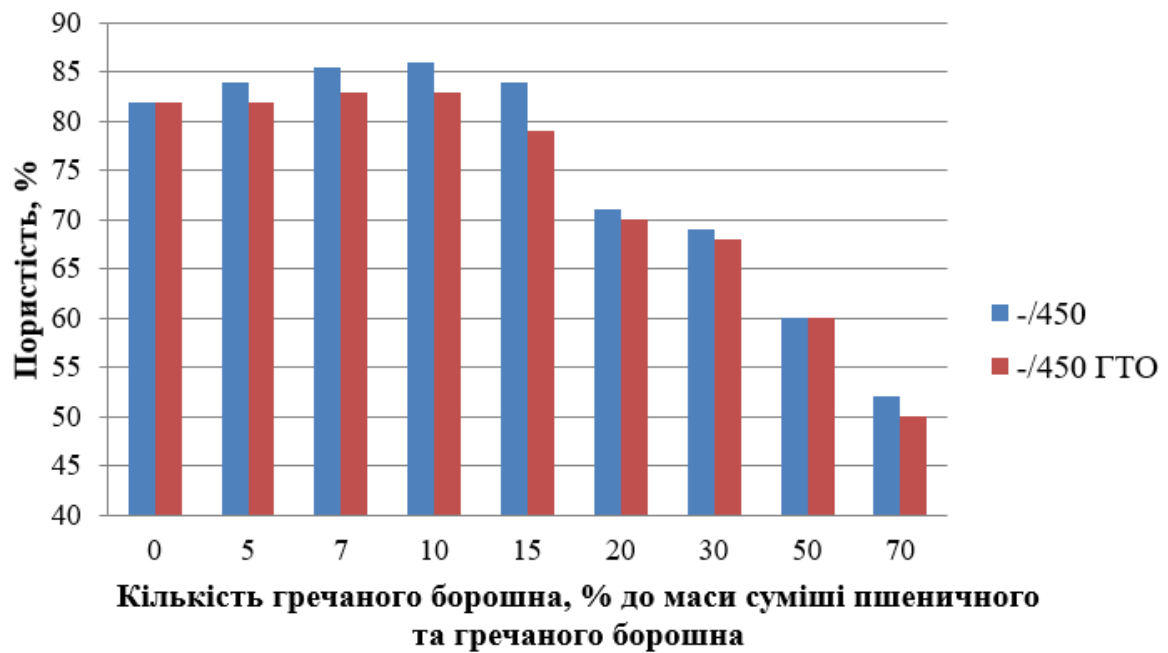


Рис. 3.4 – Вплив гречаного борошна на зміну пористості хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна

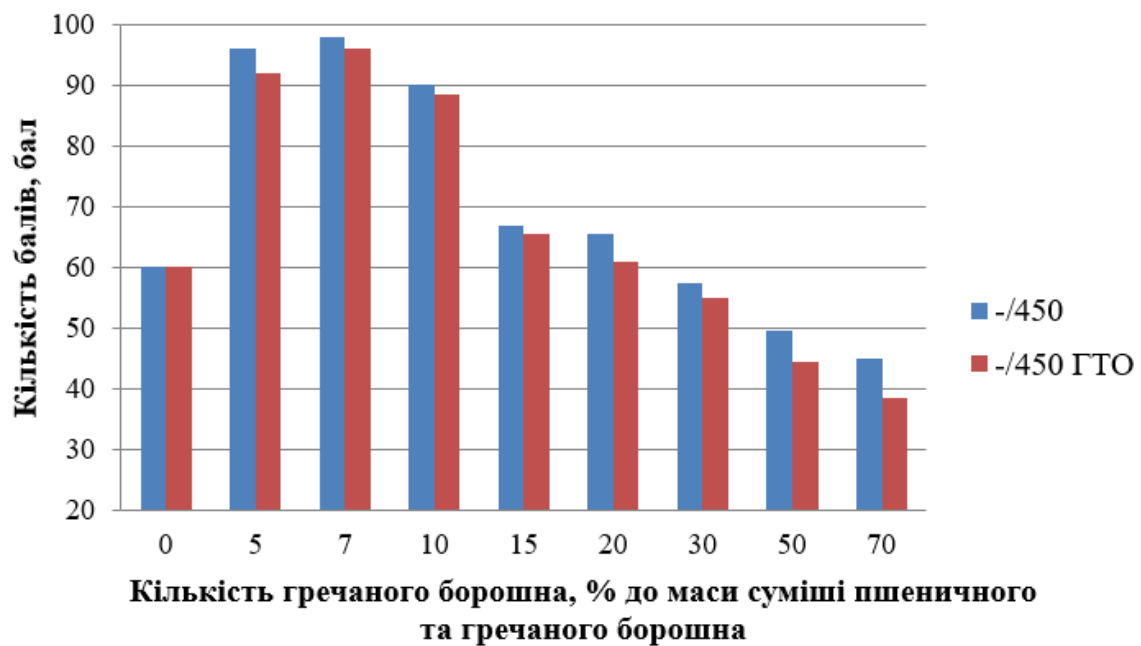


Рис. 3.5 – Вплив гречаного борошна на зміну балової оцінки якості хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Найменша тенденція до зниження показників якості готових виробів відзначалася при застосуванні гречаного борошна, отриманого із зерна із ГТО порівняно з впливом гречаного борошна із зерна без ГТО. Хліб із пшеничного

борошна із застосуванням гречаного борошна із зерна із ГТО у кількості від 20 до 70 % характеризувався високими показниками питомого об'єму та пористості (в середньому на 3–5 %) у порівнянні з хлібом із сумішей пшеничного та гречаного борошна із зерна ГТО. Хліб із сумішей пшеничного та гречаного борошна із зерна із ГТО мав балову оцінку вище на 4–16 %, щодо балової оцінки хліба із застосуванням гречаного борошна без ГТО. Вища балова оцінка хліба пшеничного борошна із застосуванням гречаного борошна із зерна із ГТО обумовлена кращими органолептичними характеристиками даного гречаного борошна, порівняно з борошном без ГТО. Гречане борошно із зерна з ГТО володіло більш вираженим приємним гречаним ароматом, а також темнішим кольором, за рахунок процесу меланоїдиноутворення, що відбувається під впливом пари на зерно гречки при ГТО [22]. Найкраща якість хліба з пшеничного борошна із застосуванням гречаного борошна із зерна із попередньою ГТО можна пояснити зміненим хімічним складом і кращими органолептичними характеристиками гречаного борошна із зерна з попередньою ГТО порівняно з борошном без попередньої ГТО. Борошно із зерна з попередньою ГТО мала збільшену кількість декстринів, цукрів, пектинів, а також, очевидно, наявність деякої кількості активної α -амілази, що позитивно впливало на поліпшення якості хліба з пшеничного борошна за рахунок збільшення питомого об'єму, покращення пористості м'якушу виробів, тому хліб із борошна із зерна із попередньою ГТО характеризувався кращою якістю за рахунок таких органолептичних показників, як аромат м'якушу та хліба та колір кірки.

Технологічні параметри гречаного борошна, призначеного для виробництва хлібобулочних виробів, пов'язані з її гранулометричним складом та способом підготовки зерна гречки до помелу, а саме із застосуванням гідротермічної обробки.

На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що найкращий вплив на якість готових виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна надавало гречане борошно з гранулометричним складом $-/450$ мкм, отримана із зерна, що пройшло гідротермічну обробку.

Гречане борошно з гранулометричним складом -/450 мкм, отримане із зерна з ГТО, можна рекомендувати для виробництва хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна.

У зв'язку з тим, що хімічний склад гречаного борошна відрізняється від хімічного складу борошна пшеничного очевидно, що гречане борошно може впливати на хід технологічного процесу приготування хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного і гречаного борошна.

3.4 Вплив гречаного борошна на споживчі властивості хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна у процесі їх зберігання

Досліджували вплив гречаного борошна на споживчі властивості хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна у процесі їх зберігання. Контролем служила проба хлібобулочного виробу із суміші пшеничного борошна без застосування гречаного борошна.

Графічна інтерпретація результатів дослідження органолептичного профілю представлена у вигляді профілограм на рис. 3.6 – 3.7.

Встановлено, що якість хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна залежала від тривалості зберігання готових виробів та кількості гречаного борошна у сумішах із пшеничним борошном.

При зберіганні хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна протягом 24 годин основні показники якості – аромат, текстура м'якуша та смак, змінювалися по відношенню до контрольної проби. Показники, що характеризують аромат готових виробів, покращувалися на 6–33 %, при збільшенні кількості гречаного борошна в сумішах з пшеничним борошном від 10 до 70 %. Показники, що характеризують текстуру м'якушу, покращувалися на 9–19 % при застосуванні гречаного борошна в кількості від 5 до 20 % у сумішах з пшеничним борошном. Показники смаку готових виробів практично не змінювалися.

Найкращі показники якості при сенсорному аналізі хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна після 24 годин зберігання відзначалися у

проб виробів із застосуванням 30 % гречаного борошна до маси сумішей.

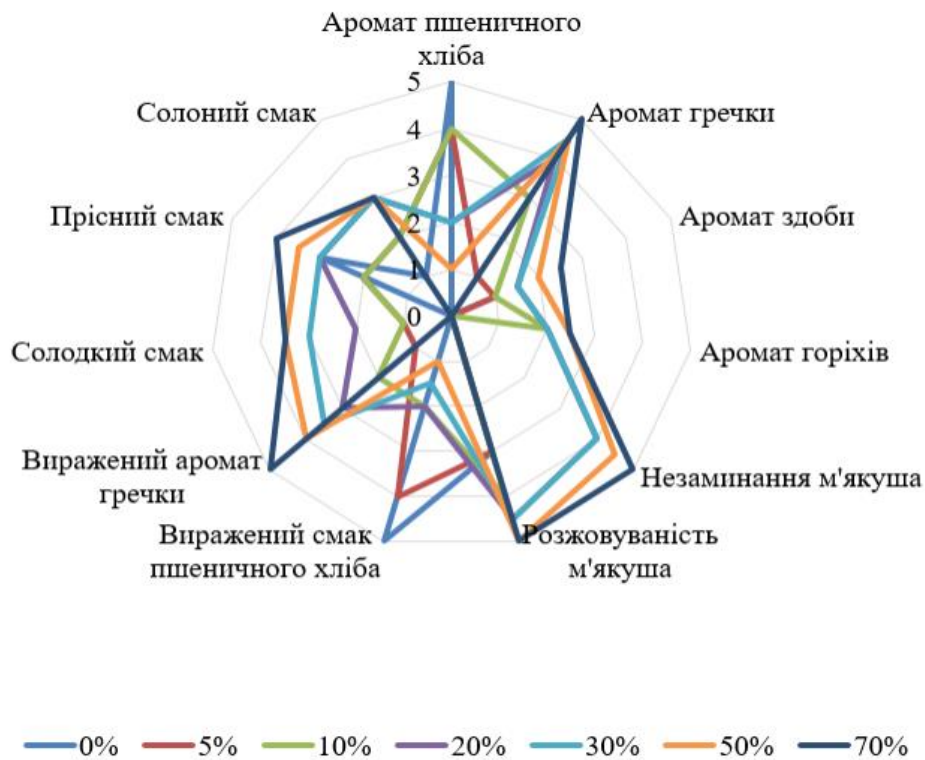


Рис. 3.6 – Залежність зміни смаку, аромату та текстури м'якуша хлібобулочних виробів із суміші пшеничного і гречаного борошна через 4 години після випічки від кількості гречаного борошна

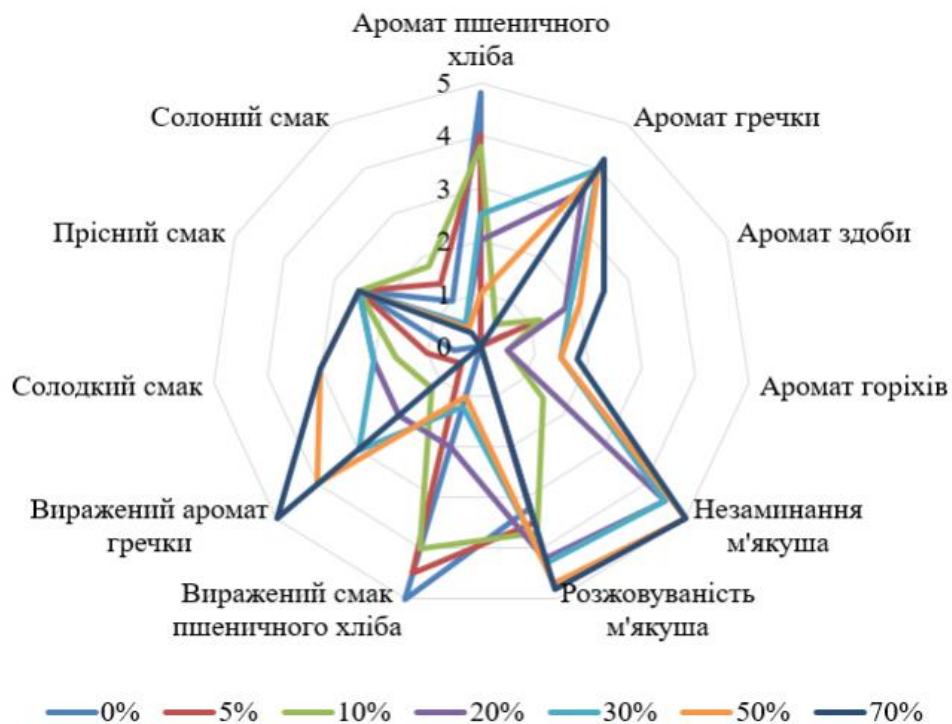


Рис. 3.7 – Залежність зміни смаку, аромату та текстури м'якуша хлібобулочних виробів із суміші пшеничного і гречаного борошна через 24 години після випічки від кількості гречаного борошна

Таким чином, застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна дозволяє довше зберігати споживчі властивості – аромат, смак, реологічні властивості м'якшости та привабливий зовнішній вигляд.

Збільшення кількості гречаного борошна у сумішах з пшеничним борошном призводило до більш тривалого збереження споживчих властивостей хлібобулочних виробів.

Для продовження терміну зберігання хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна доцільно застосовувати гречане борошно у кількості від 5 до 50 % до маси сумішей.

Застосування гречаного борошна дозволяє отримувати хлібобулочні вироби привабливого зовнішнього вигляду, з незвичайним для хлібобулочних виробів приємним гречаним ароматом, з ніжною текстурою м'якшости і властивістю зберігати свіжість виробів більш тривалий час у порівнянні з виробами з борошна пшеничного.

3.5 Розробка технологічних рішень застосування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна

Аналіз результатів досліджень, наведених у підрозділах 3.3 та 3.4, дозволяє розробити технологічні рішення застосування різних видів та дозування гречаного борошна при виробництві хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна залежно кількості гречаного борошна, його технологічних характеристик, технологічних прийомів та параметрів приготування виробів та вимог до готових виробів.

Розроблено технологічні рішення застосування гречаного борошна, отриманого із зерна з ГТО, в кількості 5–20 % до маси суміші з пшеничним борошном, при додаванні в рецептуру рослинної олії та цукру-піску для отримання хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна гарної якості привабливими споживчими властивостями та рекомендованими для масового споживання.

Розроблено технологічні рішення застосування гречаного борошна, отриманого із зерна з ГТО, у кількості 30–50 % до маси суміші з пшеничним борошном при додаванні в рецептуру рослинної олії для отримання хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна профілактичного призначення.

Розроблено технологічні рішення застосування гречаного борошна, отриманого із зерна з ГТО, у кількості 70 % до маси суміші з пшеничним борошном при додаванні в рецептуру рослинної олії та структуроутворюючих речовин для отримання хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна функціонального та профілактичного призначення.

Структурна схема технологічних рішень застосування гречаного борошна представлена на рис. 3.8.

Розроблено рецептури хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна, із застосуванням гречаного борошна в кількостях 5–20 %, 30–50 % та 70 % до маси сумішей, представлені в таблицях 3.2–3.4.

Таблиця 3.2

Рецептура хліба із пшеничного борошна із застосуванням гречаного борошна в кількості 5–20 %

Найменування сировини	Кількість сировини, що вноситься (% до маси сумішей борошна)
Борошно пшеничне	80–95
Гречане борошно	5–20
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5
Сіль кухонна харчова	1,5
Рослинна олія	1,5
Цукор-пісок	1,5
Вода	За розрахунком, виходячи з вологості тіста 44–46 %

Таблиця 3.3

Рецептура хліба із пшеничного борошна із застосуванням гречаного борошна в кількості 30–50 %

Найменування сировини	Кількість сировини, що вноситься (% до маси сумішей борошна)
Борошно пшеничне	50–70
Гречане борошно	30–50
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5
Сіль кухонна харчова	1,5
Рослинна олія	1,5
Вода	За розрахунком, виходячи з вологості тіста 44–46 %

Таблиця 3.4

Рецептура хліба із пшеничного борошна із застосуванням гречаного борошна в кількості 70 %

Найменування сировини	Кількість сировини, що вноситься (% до маси сумішей борошна)
Борошно пшеничне	80–95
Гречане борошно	5–20
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,5
Сіль кухонна харчова	1,5
Рослинна олія	1,5
Структурутворюючі речовини (гуарова та ксантанова камідь)	0,3
Вода	За розрахунком, виходячи з вологості тіста 44–46 %

Дослідженнями встановлено, що гречане борошно з гранулометричним складом -/450 мкм значно впливало на зниження кількості клейковини в сумішах з пшеничним борошном, проте, при цьому ступінь її впливу на зміну реологічних властивостей клейковини була задовільною.

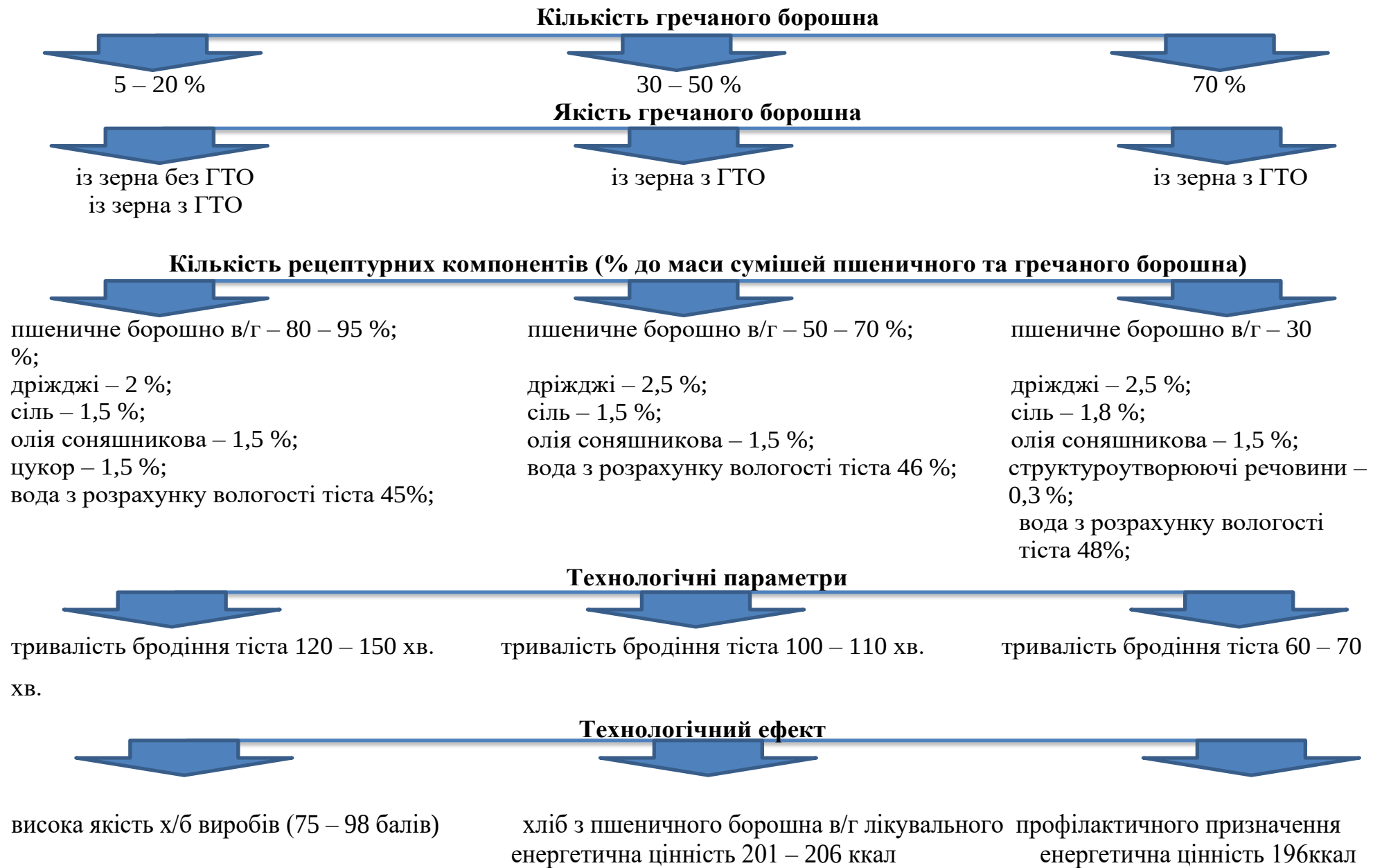


Рис. 3.8 – Структурна схема технологічних рішень використання гречаного борошна

Встановлено, що гречане борошно, отримане із зерна з гідротермічною обробкою, покращувала органолептичні властивості хліба із сумішей пшеничного та гречаного борошна порівняно із застосуванням гречаного борошна із зерна без гідротермічної обробки. Рекомендовано застосування гречаного борошна в кількості 5–20 % з гранулометричним складом $-/450$ мкм, отриманої із зерна з гідротермічною обробкою, замість пшеничного борошна вищого гатунку при виробництві хлібобулочних виробів.

Застосування гречаного борошна під час виробництва хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна призводило до зниження швидкості процесу черствіння готових виробів, що встановлено комплексною оцінкою реологічних, фізико-хімічних характеристик м'якуша готових виробів та їх органолептичних показників. При збільшенні кількості гречаного борошна від 5 до 70 % у сумішах з пшеничним борошном швидкість процесу черствіння готових виробів сповільнювалася.

Збільшення кількості гречаного борошна у сумішах з пшеничного до 50 % до маси сумішей призводило до зменшення кількості слабо пов'язаної вологи на 64 % порівняно з пробами готових виробів без застосування гречаного борошна, що свідчить про більш тривалий термін збереження свіжості хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна.

Встановлено, що застосування гречаного борошна в кількості від 5 до 70 % до маси сумішей з пшеничним борошном дозволяло краще зберігати споживчі властивості – смак, аромат і текстура м'якуша хлібобулочних виробів із сумішей пшеничного та гречаного борошна, порівняно з виробами без застосування гречаного борошна, 40, 14 та 22 % відповідно.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Виробництво хліба можна розділити на такі етапи: зберігання і підготовка сировини до виробництва, приготування тіста, оброблення тіста, випікання тістових заготовок, охолодження і зберігання. Кожен з цих етапів включає низку технологічних операцій, що забезпечують виготовлення продукту. Машинно-апаратурна схема виготовлення хліба представлена на рис. 4.1.

Підготовка сировини. *Борошно* перед пуском у виробництво проходить етап просіювання, метою якого є видалення сторонніх домішок. Крім того, під час просіювання відбувається аерування часточок борошна – насичення їх киснем повітря, який на початку бродіння використовується дріжджами для аеробного дихання.

Пресовані дріжджі. Їх використовують у вигляді суспензії, тобто розводять водою температури не вище 40 °С, у співвідношенні дріжджів до води 1:3 або 1:4. Оптимальна температура для їх розмноження 26–28 °С, при температурі 58–68 °С дріжджі гинуть. Для випікання хліба гарбузового застосовують пресовані дріжджі, які мають вологість до 35 %, тому швидко псуються. Дріжджі перед споживанням розчиняють і проціджують крізь сито.

Вода. Вода для виробництва хліба подається з місцевої мережі водопроводу. Якість води, що витрачається для технологічних і побутових потреб, відповідає вимогам нормативної документації на питну воду: ДСТУ 7525:2014. Для приготування дріжджової суспензії та сольового розчину воду попередньо нагрівають від 35 до 40 °С.

Сіль. Сіль поліпшує фізичні властивості тіста, надає смаку хлібу. На виробництві готують сольовий розчин. Сольовий розчин профільтровують під час його проходження через трубопроводи і зберігають в такому вигляді до початку виробництва. Також можуть додаватись інші компоненти згідно рецептури.

Замішування тіста. Тісто замішується на протязі 7–10 хв при температурі 27–33 °С, кінцева кислотність м'якушки повинна бути більше кислотності м'якушки на

0,5 град. Основною метою замісу тіста є отримання однорідної по всій масі суміші. Відсутність в тісті грудочок борошна є показником завершення процесу змішування.

Бродіння тіста. Метою бродіння є розпушення тіста, надання йому певних структурно-механічних властивостей, а також накопичення речовин, що визначають смак, аромат та забарвлення. Тривалість бродіння тіста 1–1,5 год, за цей час тісто повинно збільшитись в 1,5–2,5 рази в об'ємі. Тісто повинно мати опуклу поверхню та специфічний спиртовий запах. При легкому натисканні на поверхню замішеного тіста залишаються сліди, які вирівнюються повільно.

Розділення тіста на шматки. Розподіл тіста на шматки відбувається в тістоділильних машинах. Ця операція включає поділ тіста на шматки і надання певної форми. Допустиме відхилення маси окремих шматків не повинно перевищувати $\pm 1,5\%$. Поділ здійснюється на тістоділильній машині за об'ємною ознакою.

Формування тістових заготовок. Шматкам тіста надають необхідну форму. Для надання шматкам тіста кулястої форми, для згладжування нерівностей на поверхні і створенні плівки, яка перешкоджає виходу газів з тіста в процесі остаточного вистоювання, проводиться механічним способом округлення. Після чого тісто розкочують в млинець, згортають в рулон і прокочують ще раз. Така обробка покращує пористість заготовки.

Вистоювання. Проводять вистоювання тіста 40–60 хв, при температурі 35–40 °С. Мета цього процесу – бродіння тіста, яке необхідно для заповнення діоксиду вуглецю, вилученого в процесі розподілу, округлення та формування. Поверхня заготовок стає гладкою, еластичною і газонепроникною. Операція проводиться в конвеєрних шафах кінцевого вистоювання.

Випікання. Відбувається в трьох зонах пекарної печі, тобто процес випічки характеризується трьома періодами.

В I періоді випічки (I зона) відбувається зволоження тістових заготовок. Воно здійснюється обприскуванням водою перед посадкою в піч шляхом подачі пари в зону зволоження. Пару подають з тиском 20–50 кПа. Температура середовища пекарної зони 120–140 °С, відносна вологість 60–70 %. Тістова заготовка знаходиться в цій зоні 2–3 хв.

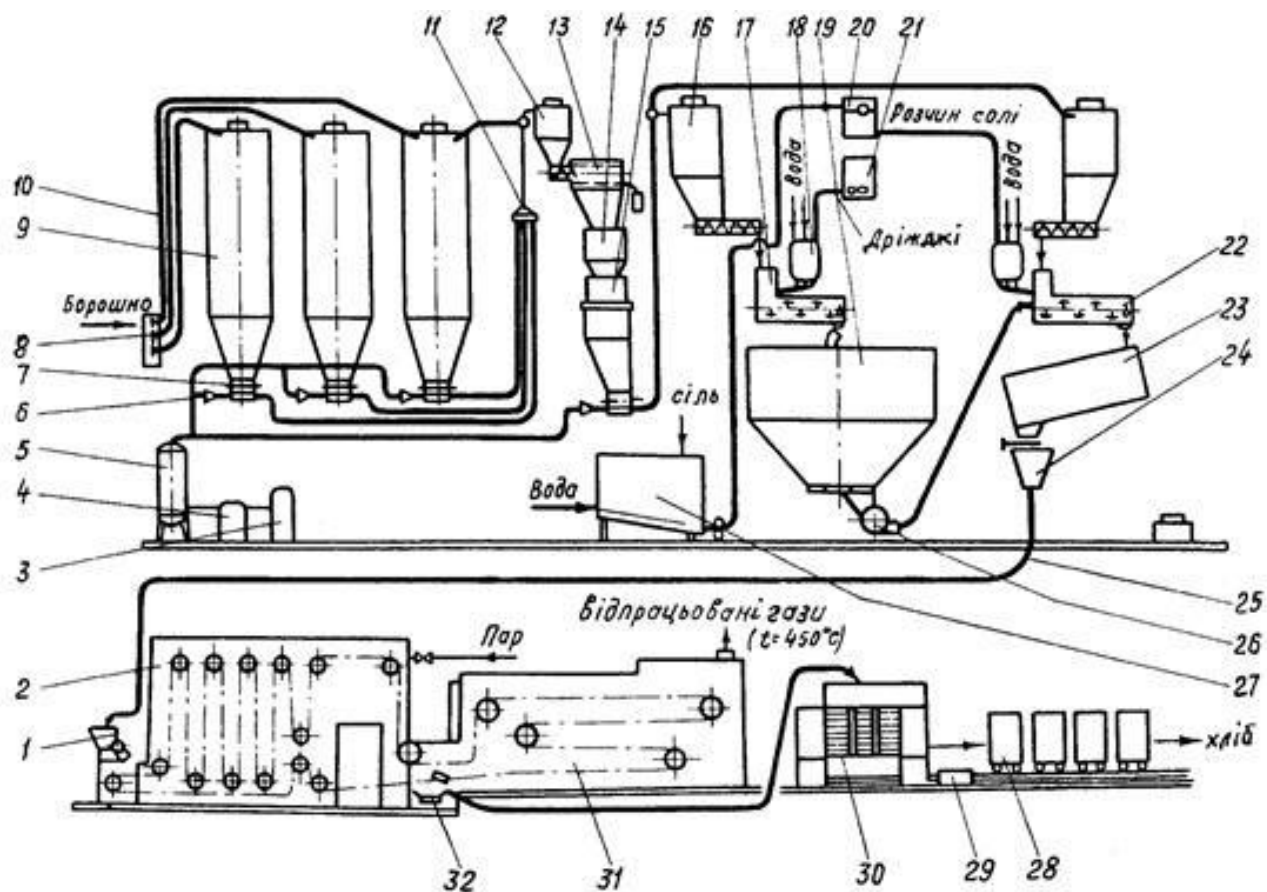


Рис. 4.1 – Машинно-апаратурна схема виготовлення хліба

1 — тістоподільник-укладач; 2 — вистійна шафа; 3 — повітряний фільтр; 4 — компресор; 5 — ресивер; 6 — ультразвукове сопло; 7 — роторний живильник; 8 — приймальний щит; 9 — борошняний силос; 10 — транспортний матеріалопровід; 11 — перемикач напрямку; 12 — циклон; 13 — просіювач борошна; 14 — автоматичні ваги; 15 — проміжний бункер; 16 — виробничий бункер; 17 — машина для замісу опари; 18 — дозатор рідких компонентів; 19 — бункер для бродіння опари; 20 — проміжний бачок для розчину солі; 21 — розчинник дріжджів; 22 — тістомісильна машина; 23 — бункер для бродіння тіста; 24 — приймач тіста; 25 — транспортна труба для тіста; 26 — дозатор опари; 27 — солерозчинник; 28 — контейнери для хліба; 29 — розподільна каретка; 30 — хлібоукладач; 31 — піч тупикова; 32 — розвантажувач хліба.

В II періоді випічки (II зона) відбувається інтенсивний теплообмін між шарами тістових заготовок і паро-повітряною сумішшю пекарної камери. В результаті утворюється скоринка. Температура середовища пекарної камери 260–280 °С.

Тривалість перебування заготовки в цій зоні складає 15–20 % від загального терміну випікання.

В III періоді випічки (III зона) відбувається остаточне закріплення структури хліба. Температура середовища пекарної камери 180–220°C. Час випікання становить 70% усього часу. Готовність хліба визначається температурою центральної частини м'якушки гарячого виробу. Вона повинна становити 96–98°C. Тривалість і режими випічки можуть змінюватись в залежності від типу печі, ступеня її заповнення, температури випічки та інших факторів.

Охолодження. У процесі охолодження відбувається перерозподіл вологи в ньому; частина втрачається в навколишнє середовище, а вологість кірки, шарів, що лежать під нею і в центрі виробу, вирівнюється. У результаті маса виробу зменшується на 2–4 % в порівнянні з масою гарячого хліба. Готовий виріб укладається у контейнери для зберігання. При цьому відбраковуються вироби, що не відповідають стандартам. Охолодження триває протягом 5–6 годин при температурі 18–26 °C.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз умов праці на робочому місці

На результати виконаної роботи (праці), здоров'я та працездатність працівника впливають елементи виробничого середовища, які є складовими умов праці. Будь-яке робоче місце на практиці повинно відповідати вимогам, які можуть виражатись кількісно і якісно. Основними небезпечним і шкідливими факторами на підприємствах зернопереробної галузі є рухоме обладнання, його незахищені елементи і механізми, пил, шум та вібрація.

Фактор виробничого середовища, який впливає на теплообмін працівника з цим середовищем називають мікрокліматом робочої зони. Згідно ДСН 3.3.6.042-99 допустимі норми мікроклімату робочої зони становлять: температура повітря 15–20°C, ВВП – не вище 75 %, швидкість руху повітря не більше 0,4 м/с.

Ступінь освітлення робочого місця працівників визначається характером виконуваної роботи і санітарними нормами. При недостатності або відсутності природного освітлення на робочому місці встановлюють переносні світильники напругою 12–36 Вт, а також акумуляторні ліхтарі (в пожежо- і вибухонебезпечних місцях). Рівні шуму на робочих місцях слід контролювати відповідно до ГОСТу 12.1.003 і ГОСТу 17187 не рідше двох разів у рік. Контроль вібрації на робочих місцях здійснюють згідно ГОСТ 12.1–0,12, ГОСТ 13731.

Основною умовою безпечного користування електроенергією в побутових приміщеннях є справний стан ізоляції електропроводки, електроприладів і апаратів, запобіжних щитків, вимикачів, штепсельних розеток, лампових патронів і світильників, а також шнурів, за допомогою яких вмикаються електроприлади та інші споживачі.

5.2 Розробка заходів з охорони праці

На зернопереробних підприємствах можна застосовувати наступні заходи: для покращення повітря робочої зони використовувати аспіраційну систему вентиляції; забезпечувати контроль за проведенням ремонту електрообладнання та відповідних електровимірювань електроустановок зернопереробних машин та зернонавантажувачів; без зупинення та вимкнення двигуна не допускати випадків очищення робочих органів і технічного обслуговування машин.

5.3 Пожежна безпека

Протипожежний режим підприємства це комплекс заходів, які повинні бути реалізовані підприємством для забезпечення нормального протипожежного стану підприємства. На кожному підприємстві також повинні бути розроблені та затверджені інструкції з пожежної безпеки, які закріплюють основні положення протипожежного режиму в кожному приміщенні чи на об'єкті підприємства.

5.4 Моделювання виробничих небезпек

Небезпечні умови (НУ) – це умови, за яких існує навіть малоймовірна можливість впливу на людину небезпечного чинника, а небезпечна дія (НД) – дія людини, що не відповідають науково обґрунтованим нормам професійної поведінки. Поєднання усіх зазначених небезпечних умов та вплив небезпечної дії сприяє виникненню надзвичайної ситуацій (НС): ураження обслуговуючого персоналу електричним струмом; захват частин тіла незахищеними рухомими частинами обладнання, з послідуєчим його травмуванням (Т).

РОДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Нами було запропоновано зробити маркетингове дослідження конкурентоздатності хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна.

Мета маркетингових досліджень полягає в обґрунтуванні потреби у цьому виді продукції. Маркетингові дослідження включають:

- оцінку ринку збуту;
- характеристику продукції, оцінку її конкурентоспроможності;
- визначення впливу середовища підприємництва на діяльність підприємства.

Для оцінки конкурентоспроможності хлібобулочного виробу із суміші пшеничного та гречаного борошна, був розрахований показник конкурентоспроможності даного хлібобулочного виробу по відношенню до хліба з пшеничного борошна, виготовленого за звичайною рецептурою.

До параметрів, що характеризують конкурентоспроможність хліба із пшеничного борошна відносяться: зовнішній вигляд, об'єм виробу; смак та аромат; термін збереження свіжості; безпека продукції; харчова цінність; роздрібна ціна; маса виробу.

У таблиці 6.1 наведено оцінку конкурентоспроможності товару.

Значимість кожного показника в оцінці товару в цілому встановлюється методом експертних оцінок.

Розрахуємо поодинокі показники конкурентоспроможності товару:

$$q_i = P_i / P_{100}$$

$$q_{il} = P_{il} / P_{100}$$

Поодинокі показники конкурентоспроможності товару наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.1

Оцінка конкурентоспроможності товару

Показники, що визначають рівень конкурентоспроможності товару	Значимість показника в оцінці товару загалом, аі	Величина показників		
		Ідеального товару, Р100	Реального товару – хліб із суміші пшеничного і гречаного борошна, Р	Реального товару – хліб із пшеничного борошна, Р1
Зовнішній вигляд	0,97	5	4	5
Смак та аромат	0,90	5	4	5
Харчова цінність	0,95	5	5	3
Безпека продукції	0,97	5	4,5	4
Термін збереження свіжості	0,97	5	4,5	3,5
Роздрібна ціна	0,87	5	3,5	4
Маса виробу	0,55	5	5	5

Таблиця 6.2

Поодинокі показники конкурентоспроможності товару

Найменування показника	Хліб із суміші пшеничного і гречаного борошна, қі	Хліб із пшеничного борошна, қіл
Зовнішній вигляд	0,8	1,0
Смак та аромат	0,8	1,0
Харчова цінність	1,0	0,6
Безпека продукції	0,9	0,8
Термін збереження свіжості	0,9	0,7
Роздрібна ціна	0,7	0,8
Маса виробу	1,0	1,0

Узагальнюючий показник конкурентоспроможності продукції з урахуванням значимості кожного одиничного показника розраховується за такою формулою:

$$K = \sum_l^n (q_i * a_i)$$

$K_1 = 5,351$ – для хліба із суміші пшеничного борошна з гречаним борошном;

$K_2 = 5,141$ – для хліба з пшеничного борошна.

Показник конкурентоспроможності хліба із суміші пшеничного та гречаного борошна по відношенню до хліба з пшеничного борошна без добавок дорівнює:

$$K_k = K_1/K_2$$

$$K_k = 5,351/5,141 = 1,04$$

Так як $K_k > 1$, можна припускати, що хліб із суміші пшеничного і гречаного борошна буде конкурентоспроможним товаром на сьогоднішньому ринку хлібобулочних виробів.

ВИСНОВКИ

Розроблено технологічні рішення приготування хлібобулочних виробів із застосуванням гречаного борошна залежно від його дозування, технологічних властивостей та вимог до якості готових виробів.

Для виробництва хлібобулочних виробів із суміші пшеничного та гречаного борошна доцільно застосовувати гречане борошно гранулометричного складу -/450 мкм, отримане із зерна гречки із застосуванням додаткової стадії підготовки зерна до помелу, тобто із гідротермічною обробкою.

Застосування рослинної олії та цукру-піску підвищувало балову оцінку готових виробів із суміші пшеничного борошна з застосуванням гречаної у кількості 5–70 % на 8–25 %, порівняно з пробами без застосування жирового продукту та цукру-піску.

Збільшення кількості гречаного борошна від 5 до 70 % до маси суміші з борошном пшеничного дозволяло скоротити тривалість бродіння тістових заготовок до 60–70 хв, в залежності від кількості гречаного борошна в сумішах і застосування додаткових рецептурних компонентів.

При виробництві хлібобулочних виробів із суміші пшеничного борошна із застосуванням гречаної у кількості 30–70 % до маси суміші доцільно підвищувати кількість солі в рецептурі до 1,8 % та вологості тіста до 48 %.

Внесення гречаного борошна у кількості 5–70 % у суміші з пшеничним борошном знижувало швидкість процесу черствіння готових виробів. Встановлено, що хліб із суміші пшеничного борошна з гречаним борошном мав високі фізико-хімічні та органолептичні показники, характеризувався високими показниками питомого обсягу – 3,8 %, пористості – 83 %, бальної оцінки – 72 бали.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою розширення асортименту хлібобулочних виробів функціонального призначення рекомендовано застосування гречаного борошна в кількості 5–70 % згідно розроблених технологічних рішень з гранулометричним складом -/450 мкм, отриманої із зерна з гідротермічною обробкою, замість пшеничного борошна при виробництві хлібобулочних виробів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абакумова Т.М., Конова Н.І., Мартиненко Н.С., Кічаєва Т.Г. Використання нетрадиційних зернових продуктів під час виробництва хлібних виробів. Харчові продукти та екологія. Збірник наукових праць. Київ. 1998. С. 107–108.
2. Білявська І.Г. Моделювання та оптимізація технологічних процесів хлібопекарського виробництва [Текст]: Навчальний посібник. К.: Видавничий комплекс МВП, 2005. 52 с.
3. Вершиніна О.Л. Застосування харчових добавок у технології хлібопечення. [Текст] / Вісті вузів. Харчова технологія. 2000. № 5–6. С. 27–29.
4. Горпіченко, Т. Технологічні властивості та поживна цінність сортів гречки [Текст]. Хлібопродукти. 1995. №12. С. 14–17.
5. Демиденко П.М. Гречка – цінна круп'яна культура. [Текст]. Дгіпро. «Промінь». 2012. 99 с.
6. Драчова Л.В. Шляхи та способи збагачення хлібобулочних виробів [Текст]: наук.-техн. журн. Хлібопечення України. 2002. № 2. С.20–21.
7. Дробот В.І. Використання нетрадиційної сировини в хлібопекарській промисловості. [Текст]. К.: Урожай, 2008. 152 с.
8. Єлецький І.К. Мікробіологія хліба та борошняних кондитерських виробів. К: Харчова промисловість. 1997. 122 с.
9. Заліська Є.В. Вплив гідротермічної обробки на технологічні властивості зерна гречки, білковий і ліпідний компоненти крупи. [Текст]. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Київ, 1996. 22 с.
10. Захарова А.С. Розробка рецептури хлібобулочних виробів з використанням круп'яних культур. [Текст]: наук.-техн. журнал Зберігання та переробка сільгоспсировини. 2007. № 3. С. 68–69.
11. Зотова Н.В., Смертіна О.С., Чижова О.Г., Коршенко Л.О. Харчова цінність гречаного борошна та розширення сфери її застосування [Текст]. Ваше харчування. 2001. №1. С.35–36.

12. Казанська Л. Нові сорти хліба з харчовими волокнами [Текст]. Хлібопродукти. 1998. № 2. С. 16.
13. Камінський В.Д., Бабіч М.Б. Підвищити якість гречаної крупи – основне завдання виробників [Текст]. Зберігання та переробка зерна. 1999. № 6. С. 14–16.
14. Козубаєва Л. Хліб з гречаним проділом. Хлібопродукти. 2007. № 6. С. 39–40.
15. Козьміна Є.П. Технологічні властивості сортів проса, гречки, ячменю та сорго. К.: Пороги. 1995. 144 с.
16. Кроке Ю. Гречка – харчовий продукт з майбутнім. Хлібопродукти. 1994. № 1. С. 54–57.
17. Кузнєцова Н.В. Дослідження технологічних властивостей борошна їх круп'яних культур та розробка композитних сумішей для хлібобулочних виробів. Н.В. Кузнєцова, Р.Д. Поландова, І.В. Баркалов-Друга міжнародна науково-теоретична конференція «Прогресивні екологічно безпечні технології зберігання та комплексної переробки сільгосппродукції для створення продуктів харчування підвищеної харчової та біологічної цінності». Частина 1. Тези доповідей. 1996. 336 с.
18. Лаврень В.К., Лавреньова Г.В., Оніпко В.Д. Енциклопедія пишних лікарських рослин. К.: ТОВ «Видавництво АСТ», 2001. 480 с.
19. Максимов А.С., Чорних В.Я. Лабораторний практикум з реології сировини, напівфабрикатів та готових виробів хлібопекарського, макаронного та кондитерського виробництва. К.: Видавничий комплекс МВП, 2004. 163 с.
20. Матуєва Л.В. Вплив вологотеплової обробки зерна гречки на її біохімічні властивості. Їжа. Екологія. Якість. Київ, 2003. С. 440–442.
21. Пащенко Л.П., Кулакова Ю.О. Використання продуктів переробки бобових у технології хліба. Матеріали симпозиуму. V Міжнародний симпозиум. Нові та нетрадиційні рослини та перспективи їх використання. Том III. Київ. Видавництво КПІ. 2003. С. 425–427.
22. Пащенко Л.П. Нові сорти у технології хліба. Збірник матеріалів засідання секції тритикале. Харків. Друкарня ХТУ. 2000. С.110–113.

23. Пащенко Л.П. Раціональне використання рослинної білковмісної сировини в технології хліба. Львів: ФГУП, 2003. 239 с.
24. Пащенко Л.П. Нетрадиційні білковмісні інгредієнти у технології хліба. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції: Нетрадиційні та рідкісні рослини, природні сполуки та перспективи їх використання. VII Міжнародний симпозіум: Том 2. Білгород: вид-во «Політерра», 2006. 515 с.
25. Пащенко Л.П. Деякі відомості про нут та застосування його в продуктах харчування. Зберігання та переробка сільгоспсировини. 2004. № 4. С. 59–60.
26. Пащенко Л.П. Перспективи застосування насіння люпину в хлібопекарській галузі. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції: Нетрадиційні та рідкісні рослини, природні сполуки та перспективи їх використання. VII Міжнародний симпозіум: Том 2. Білгород: вид-во «Політерра», 2006. 515 с.
27. Пащенко Л.П. Виробництво хлібобулочних виробів із використанням нових видів харчової сировини. Виробництво хлібопродуктів. 1993. С. 68–76.
28. Подобєдов А.В. Про дефіцит білка і його усунення з допомогою виробництва та переробки сої. Харчова промисловість. 1998. №8. С. 30–34.
29. Поландова Р.Д. Сучасні пріоритети у технології хлібопекарського виробництва. Харчова промисловість. 1996. №3. С. 8–10.
30. Росляков Ю. Використання амаранту в хлібопеченні. Хлібопродукти. 2004. № 11. С. 46–47.
31. Скуріхін І.М. Хімічний склад продуктів харчування. Книга 1: Довідкові таблиці вмісту основних харчових речовин та енергетичної цінності харчових продуктів. К: Делі, 1997. 224 с.
32. Скуріхін І.М. Харчова цінність хліба та круп. Хлібопродукти. 1989. № 11. С. 39–40.
33. Смертіна Є.С. «Трібо»-комплексний хлібопекарський покращувач на основі гречаного борошна. Хлібопечення, 2002 № 2. С. 22–23.
34. Сокіл Н.В. Технологічні особливості борошна із зерна тритикале. Київ, 2006; Вип. 2. С. 228–237.

35. Спіричов В.Б. Дефіцит мікронутрієнтів та вітчизняні продукти лікувально-профілактичного харчування для його корекції. К.: «Валетек-промінпекс», 1998. 32 с.
36. Студенцова Н.А. Біологічні та технологічні аспекти використання сої при виробництві харчових продуктів. Новини вузів. Харчова технологія. 1999. №4. С.6–9.
37. Циганова Т.Б. Технологія хлібопекарського виробництва. К.; Профвидат. 2001. 428 с.
38. Чижикова О.Г. Композиція іонна суміш «Бінсой» – покращувач для хлібобулочних виробів. Хлібопечіння. 2005. № 2. С. 24–25.
39. Чижикова О.Г. Дослідження гречаного і чечевичного борошна як компонентів для борошняних сумішей. Харчові біотехнології: проблеми та перспективи у ХХІ столітті. Міжнародний симпозіум Тези доповідей. 2000. Полтава, видавництво ДАЕУ. С. 60–61.
40. Чуриліна Н. Нетрадиційна сировина в хлібопекарському виробництві. Хлібопродукти. 2004. № 9. С. 26–28.
41. Шамков Ю. Суміш для хліба «8 злаків». Хлібопродукти. 2001. №6 с. 12–13.
42. Шаріпов С.А. Гречка – королева круп'яних полів. Київ. Пороги. 1991. 207 с.
43. Шендорів Б.А. Функціональне харчування. Мікроекологічні аспекти. К.: МОЗ України. 1994. 340 с.
44. Brummer, J.M. Zutaten zu Sauerteig. Getreide Mehl Brot. 2000. Jg.54, H.2. P. 96–102.
45. Campbell C.G., Gubbels G.H. Growing Buckwheat. Agriculture Canada Publication, 1979. №1. P.130.
46. Hiroyuki, Tomotake. Physicochemical and Functional Properties of Buckwheat Protein Product. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2002, 50, P. 2125–2129.
47. Kreft Y. Functional Value of Buckwheat in comparison to wheat and beans. Cereals for human health and preventive nutrition. Brno. 1998. P. 111–117.

48. Kudryavtsev A.B. Physico-chemical applications of NMR. World Scientific, London. 1996. P. 357.
49. Lin Carson. Soghum composite bread. International Journal of Food Science&Technology. Volume 35, 2000. P.465–471.
50. Marshall H.G. Buckwheat: breeding, product and utilization. Advancer, AACCC. 1982. Vol.4. P. 157–210.
51. Ruszkowski M. Cultivation and use of buckwheat in Poland // Buckwheat research, 1983: Proceeding of and International Symposium on Buckwheat, Miyazaki, Japan, 7 – 10 Sept. 1983. Vol. 6. P.13–22.
52. Ikeda Sayoko Zinc camples i products of buckwheat. Fagopyrum. 1993. № 13. P. 11–14.
53. Березовський В.О., Герасимчук О.П. Розроблення технології хлібобулочних виробів на основі гречаного борошна. Збірник студентських наукових праць інженерно-технологічного факультету Уманського національного університету садівництва. Умань: 2023. С. 111–114.