

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

**Допущено до захисту**  
\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ р.  
Зав. кафедри, к. с.-г. н, доцент  
\_\_\_\_\_ **Андрій ЧЕРНЕГА**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**МАГІСТРА**

**ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ХЛІБА З ДОБАВЛЯННЯМ БОРОШНА**  
**ГАРБУЗОВОГО**

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

Науковий керівник – доктор с.-г. наук, професор  
Любич Віталій Володимирович

УМАНЬ – 2023

## ЗМІСТ

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Анотація                                                                                | 3  |
| Вступ                                                                                   | 4  |
| Розділ 1 Формування якості хліба з додаванням борошна гарбузового<br>(огляд літератури) | 6  |
| Розділ 2 Умови, схема та методика проведення досліджень                                 | 12 |
| Розділ 3 Результати досліджень                                                          | 14 |
| Розділ 4 Технологічна частина                                                           | 24 |
| Розділ 5 Охорона праці                                                                  | 25 |
| Розділ 6 Економічна ефективність                                                        | 27 |
| Висновки                                                                                | 29 |
| Рекомендації виробництву                                                                | 30 |
| Список використаних джерел                                                              | 31 |

## ANNOTATION

Mykhailichenko O. P. Formation of the quality of bread with the addition of pumpkin flour.

The use of pumpkin flour had different effects on the quality indicators of wheat bread. Thus, the indicators of the volume and specific volume of the dough and the finished product are significantly reduced. The volume of bread is reduced from 220 to 158 cm<sup>3</sup>/100 g of dough or from 350 to 250 cm<sup>3</sup>/100 g of flour mixture, depending on the amount of pumpkin flour. The trends of changes in volume and specific volume of dough and bread are similar. An increase in the amount of flour leads to a reliable and significant decrease in the indicated indicators.

The color of the crumb changed from white in the control version to dark yellow when wheat flour was replaced by 20 % pumpkin flour. Under such conditions, the indicators of elasticity, porosity, and consistency of the crumb significantly worsened.

The use of pumpkin flour in bread technology did not change the baking, drying, weight of the finished product and the convexity of the bread.

In bread technology, it is advisable to use 5 % pumpkin flour. At the same time, the volume of bread is 215–220 cm<sup>3</sup>/100 g of flour, and the rheological properties are at the level of 7–9 points. The consistency of the crumb is quite tender, quite juicy, the taste is weakly sweet.

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Важливу роль у харчуванні людини мають хліб і хлібобулочні вироби. Зазвичай хліб пшеничний є джерелом незамінних речовин та енергії для організму людини [1]. Нині функціональні продукти набувають популярності. Попит, що зростає на продукцію хлібобулочних виробів з функціональними властивостями, зумовлений прагненням підтримувати здоровий спосіб життя [2]. У такій стратегії харчування гарбуз має важливе значення, оскільки має цілу низку корисних властивостей. М'якоть містить комплекс вітамінів, харчових волокон та антиоксидантів [3, 4].

Під час виробництва функціональних продуктів доцільно застосовувати овочі у вигляді порошку (борошно). За дотримання технологічного режиму овочеve борошно зберігає майже всі біологічно цінні речовини, що входять до складу сировини, у тому числі й значну частку вітамінів [4].

Борошно гарбузове є одним із продуктів переробки плодів гарбуза, який можна легко зберігати упродовж тривалого часу та зручно використовувати у технології продуктів харчування. Борошно гарбузове можна використовувати як доповнення до борошна зернового в хлібобулочних, кондитерських виробках, макаронах, харчових концентратах для поліпшення поживних, фізичних і органолептичних властивостей цих продуктів [5, 6].

**Мета і завдання дослідження.** Мета – вивчити формування якості хліба з додаванням борошна гарбузового. Для досягнення мети вирішували такі завдання:

- визначити вплив різної кількості борошна гарбузового на фізичні показники якості хліба;
- встановити органолептичні показники якості хліба з борошном гарбузовим;

– розрахувати економічні ефективність застосування борошна гарбузового в технології хліба.

*Об'єкт дослідження* – технологія хліба.

*Предмет дослідження* – технологічні процеси і якість хліба з додаванням борошна гарбузового.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У результаті проведених досліджень встановлено вплив додавання різної кількості борошна гарбузового на фізико-хімічні показники якості хліба.

**Практичне значення одержаних результатів.** Встановлено, що в технології хліба можна замінити 5 % борошна пшеничного порошком гарбузовим без зміни органолептичних показників якості готового продукту.

**Апробація результатів роботи.** Основні результати проведених досліджень доповідались і обговорювались на студентських конференціях Уманського НУС (м. Умань, 2022–2023 рр.).

**Публікації.** За результатами досліджень опубліковано одну наукову працю.

## РОЗДІЛ 1

### ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ХЛІБА З ДОБАВЛЯННЯМ БОРОШНА ГАРБУЗОВОГО (огляд літератури)

Хліб у нашій країні та за її межами все ще є найбільш споживаним харчовим продуктом, але зростання обізнаності споживачів про здорову їжу стимулює інтерес до додавання різноманітних інгредієнтів для покращення їх харчової цінності та сенсорних властивостей [1–3].

Застосування борошна гарбуза впливає на показники якості хліба. Результати реологічних властивостей за допомогою фаринографа та екстенсографа Брабендера показали, що м'якість гарбузового борошна вплинула на затримку утворення тіста, таким чином впливаючи на збільшення водопоглинання, часу розробки, стабільності, стійкості та енергії тіста. Показник стійкості був дуже високим для всіх типів хліба протягом 350 секунд, і не було суттєвих відмінностей між ними ( $p < 0,05$ ). Зі збільшенням вмісту гарбузового борошна вміст поживних речовин у хлібі, таких як жир, целюлоза, зола, зростав, а вміст білка знижувався. Також з додаванням гарбузового борошна підвищувався вміст заліза, магнію, калію, кальцію, а зменшувався вміст цинку та марганцю. Найкращий питомих об'єм мав хліб з 5 % гарбузового борошна, а контрольний хліб і хліб з 5 % гарбузового борошна – кращу кислотність. Хліб із 5 % гарбузового борошна та контрольний хліб мали кращі сенсорні властивості, але навіть хліб із 10 % гарбузового борошна мав хороші сенсорні властивості. Тому ми пропонуємо використовувати менше 10 % гарбузового борошна для виробництва хліба без шкоди для якості або сенсорних властивостей хліба [4].

З усіх хлібобулочних виробів хліб – один із найбільш визнаних готових до вживання харчових продуктів за сенсорними і текстурними властивостями. Поширений завдяки низькій вартості, при цьому має високий вміст енергії і вуглеводів, а також низьку кількість інших

поживних речовин [5]. Тому сьогодні наголос робиться на здоровому хлібі з низьким глікемічним індексом, більшою кількістю білка, харчових волокон і стійкого крохмалю.

Серед важливих овочевих культур у багатьох країнах є гарбуз (*Cucurbita maxima* L.), який, в основному, використовується як варення, у виробництві пирогів і на корм тваринам, але не у виробництві хліба. Із загальної площі посіву овочів у 17 886 га у 2018 році частка гарбузів становила лише 13 %, що задовольняє потреби на 98 % [6]. Хімічний склад гарбуза значно змінюється залежно від сорту культури. За даними деяких авторів [7] склад гарбузової м'якоті варіювався між 75,8 % і 91,33 % вологи, 0,2 % і 2,7 % сирого протеїну, 0,47 % і 2,1 % сирої золи, а також 3,1 % і 13 % вмістом вуглеводів.

За даними [8], гарбуз – це їжа з високим вмістом харчових волокон, зокрема пектину, функціональних сполук, таких вітамінів, як А, В<sub>6</sub>, К, С та Е, а також мінералів, таких як К, Mg, Р, Se та Fe. Високе споживання харчових волокон знижує рівень глюкози у крові, контролює рівень інсуліну в сироватці крові та підвищує толерантність до глюкози, а також забезпечує захист від таких станів, як рак товстої кишки, діабет, закріп і серцево-судинні захворювання. Жовтий або оранжевий колір гарбуза є результатом високого рівня бета-каротину. Згідно з [9], вживання їжі з високим вмістом бета-каротину допомагає запобігти раку, шкірним захворюванням і захворюванням очей.

Гарбуз можна переробити на борошно, яке має довший термін зберігання, тому через його надзвичайно бажаний смак, солодкість і насичений жовто-оранжевий колір, як повідомляється, він використовується як доповнення до борошна злаків у харчових продуктах. У свою чергу автори [10] відзначили, що додавання гарбузового борошна підвищує об'єм і органолептичні властивості приготованого хліба. Крім того, щоб підвищити поживні, фізичні та сенсорні властивості хлібобулочних виробів, вчені [11] повідомили про використання

гарбузового борошна як добавки до зернового борошна.

Крім поживних компонентів, у випадку з гарбузовим насінням ще одним аспектом, який слід враховувати, є зменшення відходів агропромисловості завдяки повторному використанню борошна з насіння для приготування хліба, тортів та інших харчових продуктів [12].

Важливим викликом харчової промисловості є використання альтернативних частин рослин, таких як шкірка та насіння, зі значною поживною цінністю у рецептурі харчових продуктів, збагачення їх функціональної цінності та зниження витрат на переробку відходів [13]. Дійсно, борошно з гарбузового насіння використовується в технології різних хлібобулочних виробів. Враховуючи зростання популярності таких готових хлібобулочних виробів, як чіабатта та лаваш, актуальним є збагачення цих виробів овочами з високим вмістом білка, клітковини та біоактивних інгредієнтів [14].

Композитне борошно (пшеничне борошно та борошно з насіння гарбуза) продемонструвало кращу водоутримувальну здатність і властивості м'якуша, ніж продукти з борошном пшеничним [15]. Консистенція та в'язкопружність були нижчими порівняно зі зразками хліба лише з пшеничного борошна. Міцність і стабільність тіста зменшилися, що зменшило об'єм хліба, але покращилася харчова якість, підвищивши антиоксидантну активність [16].

Додавання борошна з насіння гарбуза в кількості 5–15 % до цільнозернового борошна в технології хліба підвищувало вміст сирого протеїну, золи та сирого жиру, але додавання більшої кількості борошна з насіння гарбуза може спричинити згіркнення продукту [17].

Розмір частинок борошна з гарбузового насіння більший, ніж у пшеничного цільнозернового борошна, а водопоглинаюча здатність перевищує такий показник для пшеничного борошна в 1,5 рази [18].

Газоутворююча здатність тіста з цією добавкою зменшилася, а також кількість утворених цукрів, але, навпаки, збільшилася кількість

зброджених цукрів [19].

Збільшення кількості доданого частково знежиреного борошна з гарбузового насіння (5–15 %) призвело до зниження водопоглинальної здатності тіста, а стійкість тіста підвищилася з 9,43 до 10,23 хв [20].

Ключова роль у формуванні структури тіста належить гліадиновій і глютеніновій фракціям білка, які в гідратованому стані утворюють суцільну в'язкопружну мережу клейковини. У технологічному процесі виготовлення хліба відбуваються молекулярні конформації білків клейковини, що змінюють в'язкопружні властивості тістових систем. Їх можна оцінити за допомогою багатьох методів, наприклад, інфрачервоної спектроскопії [21].

Глютеніни – це багатоланцюгові білки, полімеризовані дисульфідними зв'язками і не зшиті. Вони надають клейковині еластичні властивості. Гліадинові білки містять внутрішньомолекулярні дисульфідні зв'язки [22]. Їх руйнування викликає розгортання білкових молекул. Вони надають клейковині когезійні властивості [23]. Білки борошна гарбузового насіння відрізняються від білків пшеничного борошна, тому є відмінності в поведінці тіста під час бродіння.

Амінокислотний профіль і засвоюваність білків *in vitro* забезпечують якість білків. Засвоюваність білків *in vitro* ядер гарбузового насіння становить 90 %, а знежиреного борошна гарбузового насіння – 77,91 % [24].

У тісті відбуваються мікроструктурні та молекулярні зміни білків глютену. Аморфна матриця клейковини на мікроструктурному рівні зазнала різного ступеня деполімеризації на ламінарну та фібрилярну структури. Розвиток цих елементів став результатом конформаційних змін вторинної структури білків глютену [25].

Збагачення хліба зерновими добавками, такими як амарант, гречка, кіноа та тритикале забезпечує користь для здоров'я без зміни органолептичних властивостей і є хорошим джерелом клітковини,

поліфенолів та антиоксидантів [26, 27]. Заміна 15 % борошна пшеничного у рецептуру хліба борошном гречаним істотно не впливає на фізичні властивості тіста та органолептичні властивості хліба, такі як зовнішній вигляд, смак і запах. Проте при збагачуванні у хлібові збільшується загальний вміст фенольних та антиоксидантних речовин [28]. Добавляння сої у хліб підвищує рівень білка, водопоглинальну здатність тіста та зольність. При цьому зменшується об'єму хліба та змінюється колір м'якуша [29, 30]. Встановлено, що заміна борошна пшеничного на борошно з картоплі в кількості до 20 % підвищує вміст вітамінів, мінеральних речовин та антиоксидантну активність хліба, поліпшує органолептичні властивості, проте скоринка хліба стає твердішою й темнішою [31].

Вченими [32] встановлено, що добавляння 3,0 % порошку імбиру для збагачення хліба характеризується хорошими реологічними властивостями, має найвищу органолептичну оцінку та вдвічі більший вміст антиоксидантів порівняно з контролем. При добавлянні порошку насіння фенхелю в хліб поліпшуються фізико-хімічні та органолептичні властивості. Так, збільшення частки фенхелю посилює міцність м'якуша і підвищує його вологість і вміст антиоксидантів. При цьому оптимальне добавляння фенхелю становить 5–7 % [33].

У дослідженнях [34] показано, що збільшення частки м'якоті гарбуза від 5 до 20 % спричиняє зменшення об'єму хліба та підвищення твердості. Кулінарна якість хліба при добавлянні 5 % м'якоті гарбуза залишається високою. Збільшення кількості м'якоті до 10 % знижує кулінарну якість до задовільного рівня. Вченими [35] виявлено, що добавляння гарбузового пюре в тісто по різному впливає на технологічні параметри хліба – колір, пористість, еластичність м'якушки. При цьому в технології хліба оптимально добавляти 5–10 % гарбузовмісного напівфабрикату. Заміна пшеничного борошна на 5 % гарбузового дозволяє отримати хліб із великим об'ємом і високими органолептичними властивостями [36, 37].

Отже, застосування нетрадиційної сировини у технології виготовлення хлібу підвищує його якість. При цьому недостатньо вивчено вплив борошна гарбузового на технологічні параметри якості хліба з борошна пшеничного. Тому в майбутніх дослідженнях необхідно було оцінити, як додавання різної кількості борошна з м'якоті гарбуза вплинуло на реологічні, поживні, якісні та сенсорні характеристики хліба.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Приготування борошна гарбузового здійснювали у лабораторних умовах кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва.

Тісто готували зі 100 г борошна вищого сорту 70 %-го виходу вологістю 14 % з додаванням 3 % дріжджів пресованих і 1,5 % солі кухонної, води питної – згідно водопоглинальної здатності борошна або 55–60 %. Борошно гарбузове добавляли відповідно до рецептури (табл. 1). Після цього його обробляли, формували, уміщували у термостат (температура 28–32 °С), випікали у печі (температура 200–220 °С) упродовж 15–20 хв.

Таблиця 1

#### Рецептура хліба з додаванням борошна гарбуза

| Складова частина | Кількість компонентів у суміші, % |    |    |    |    |
|------------------|-----------------------------------|----|----|----|----|
| Борошно пшеничне | 100                               | 95 | 90 | 85 | 80 |
| Борошно гарбуза  | 0                                 | 5  | 10 | 15 | 20 |

Контролем були проби хліба, приготованого без додавання борошна гарбузового. Готові вироби оцінювали через 4 год після випікання за органолептичними і фізико-хімічними показниками. Фізико-хімічні показники якості (пористість і питомий об'єм) визначали за ДСТУ 7045:2009.

Упікання хліба визначали за формулою

$$Y = \frac{m_1 - m_2}{100 \cdot m_1} \quad (1)$$

де  $Y$  – упікання хліба, %;

$m_1$  – маса тіста, г;

$m_2$  – маса гарячого хліба, г.

Усушку хліба визначали за формулою

$$Y = \frac{m_1 - m_2}{100 \cdot m_1} \quad (1)$$

де  $Y$  – усушка хліба, %;

$m_1$  – маса гарячого хліба, г;

$m_2$  – маса холодного хліба, г.

Питомий об'єм визначали за формулою

$$V_p = \frac{V}{m} \quad (2)$$

де  $V_p$  – питомий об'єм, см<sup>3</sup>/г;

$V$  – об'єм хліба, см<sup>3</sup>;

$m$  – маса хліба, г.

Об'єм хліба виражали у см<sup>3</sup> до 100 г суміші борошна пшеничного й гарбузового та в см<sup>3</sup> до 100 г тіста. Питомий об'єм визначали у см<sup>3</sup>/г хліба та см<sup>3</sup>/г тіста.

Первинний аналіз даних аналітичних повторювань здійснювали згідно загальноприйнятої методики [43]. Розрахунки здійснювали за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення StatSoft; Microsoft Office 2021.

Кулінарну якість готового продукту проводила комісія, що відповідала високому рівні компетенції. Методика визначення компетентності була попередньо удосконалена та апробована [44].

Первинний аналіз даних аналітичних повторювань здійснювали згідно загальноприйнятої методики [45–47]. Математичну обробку експериментальних даних здійснювали, використовуючи пакет стандартних програм Microsoft Excel 2007 і Statistica 10. Під час аналізу використовували критерії Стюдента та дисперсійного аналізу АНОВА (для правильно розподілених даних) і критерії Манна-Уїтні та Краскела-Уоліса (для неправильно розподілених даних).

### РОЗДІЛ 3

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Застосування борошна гарбузового достовірно впливала на показники якості хліба. Критерії якості хліба змінювалися при додаванні гарбузового борошна в різних концентраціях (5–25 %). Реологічні властивості з обладнанням Brabender, такі як водопоглинання, заміс тіста, стабільність, стійкість і енергія тіста, підвищувалися разом із вмістом гарбузового борошна, тоді як розтяжність зменшувалася. Число падіння було вищим за норму для всіх видів хліба протягом 350 секунд, і між ними не було суттєвих відмінностей ( $p < 0,05$ ). Додавання гарбузового борошна підвищувало вміст жиру, целюлози, золи і знижувало білок; він також збільшив вміст заліза, магнію, калію та кальцію, одночасно зменшивши вміст цинку та марганцю. Питомий об'єм хліба, виготовленого з 5 % гарбузового борошна, був більшим, але зменшувався при додаванні більшої кількості гарбузового борошна, тоді як кислотність хліба була такою ж, як і в контрольному хлібі, і зменшувалася при додаванні більшої кількості гарбузового борошна. Хліб з 5 % гарбузового борошна мав кращі сенсорні властивості, ніж контрольний хліб, який також мав кращі загальні бали, а хліб з 10 % мав хороші сенсорні властивості. Тому, без шкоди для якості або текстури хліба, рекомендується використовувати менше 10 % гарбузового борошна під час випікання хліба [13].

Конформаційні зміни в структурі білкових речовин тіста та хліба з пшеничного борошна відбулися при додаванні борошна з насіння гарбуза, що зумовлено різним їх білковим складом. Загальний вміст білків у борошні з насіння гарбуза був на 40 % нижчим, ніж у пшеничному борошні, з більшою присутністю харчових волокон [2].

Спектроскопія ближнього інфрачервоного діапазону підтвердила різницю у фракційному складі білків досліджуваного борошна, різний вміст розчинних і нерозчинних білків, а також наявність груп OH, CH, SH і

NH [1].

Білковий профіль був повним після заміни 10 % або більше пшеничного борошна на борошно з гарбузового насіння; це могло бути тому, що оцінка для всіх амінокислот була вищою за 100 %. Зі збільшенням відсотка заміни пшеничного борошна на борошно з гарбузового насіння кількість амінокислот, що використовуються для аналітичних цілей, зменшується, і вони повністю засвоюються організмом людини. Необхідно провести подальші дослідження, щоб визначити найкращий вміст борошна з гарбузового насіння для додавання в пшеничний хліб. Щодо подальших досліджень, які мають бути проведені у світлі результатів цього дослідження, беручи до уваги варіації, які різні сорти та фенотипи гарбуза можуть мати з точки зору продуктивності та поживних характеристик [12], з точки зору харчових технологій та маркетингу, це Було б цікаво дослідити, які конкретні види гарбуза більше підходять для переробки насіння на борошно для випічки.

Крім цього, сенсорний аналіз прийнятності може досліджувати рівень уподобань і наміри споживачів купувати, щоб позиціонувати продукти з гарбузового насіння на правильному цільовому ринку.

Відповідно до результатів соціального опитування потенційних споживачів [41, 42], зовнішній вигляд має важливе значення під час прийняття рішення про придбання продукту харчування. Особливе значення зовнішній вигляд має для продуктів, що не є традиційними або відомими для споживача. Тому глибоке дослідження показників, що характеризують споживчі властивості готового виробу має важливе значення.

Ймовірність впливу кількості борошна на показники упікання та усушки готового виробу були досить низькими (рис. 3.1). Із ймовірністю 67 % зміна кількості борошна мала достовірний вплив на упікання, а ймовірність такого впливу на усушку не перевищувала 10 %.

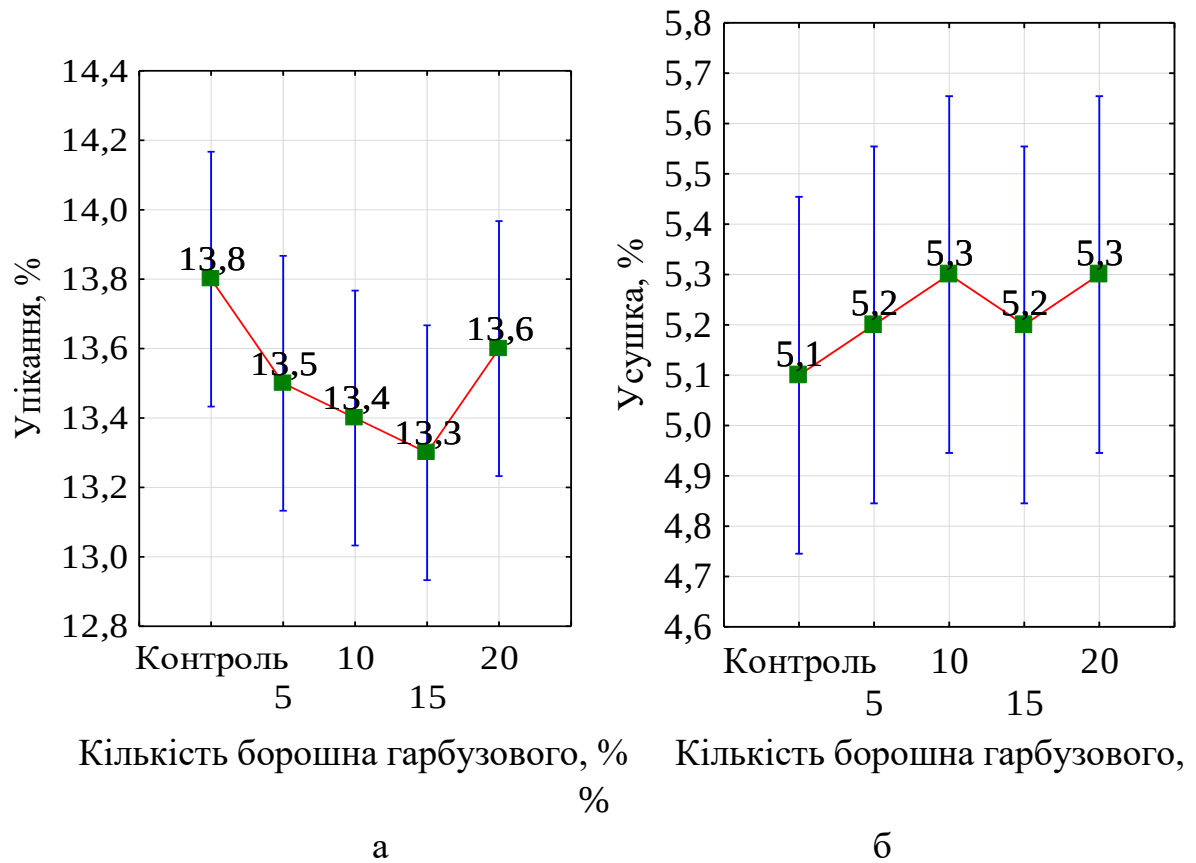
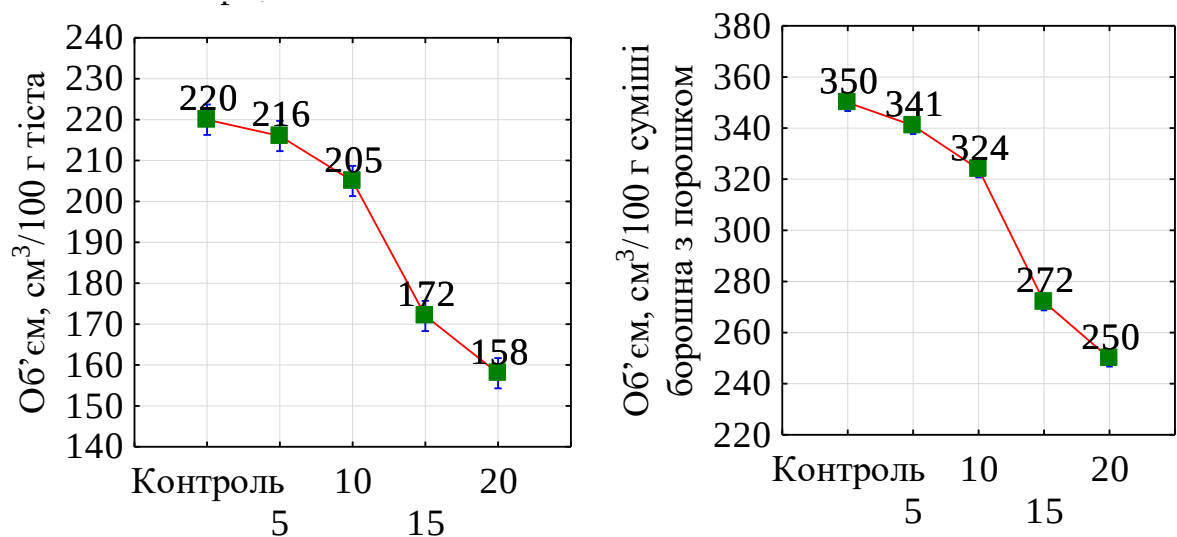


Рис. 3.1 Властивості хліба залежно від кількості борошна гарбузового:

а – упікання; б – усушка

Показники об'єму та питомого об'єму тіста і готового виробу достовірно змінювались залежно від кількості борошна гарбузового (рис. 3.2). Об'єм хліба знижувався від 220 до 158  $\text{см}^3/100 \text{ г}$  тіста або від 350 до 250  $\text{см}^3/100 \text{ г}$  борошняної суміші залежно від кількості борошна гарбузового.



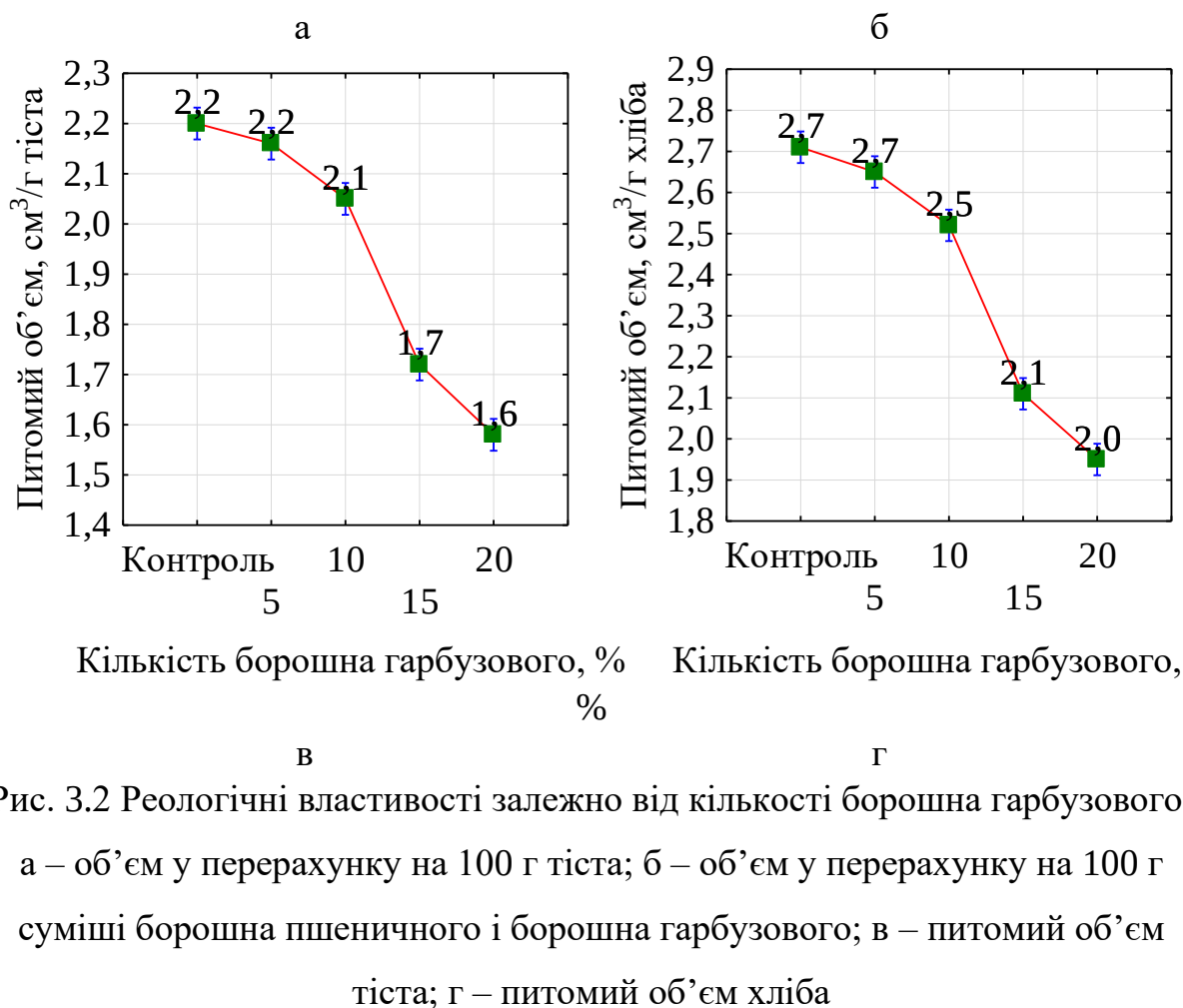


Рис. 3.2 Реологічні властивості залежно від кількості борошна гарбузового:  
 а – об'єм у перерахунку на 100 г тіста; б – об'єм у перерахунку на 100 г суміші борошна пшеничного і борошна гарбузового; в – питомий об'єм тіста; г – питомий об'єм хліба

Тенденції зміни показників об'єму, а також питомого об'єму тіста та хліба були подібними. Збільшення кількості борошна зумовлювало достовірне й істотне зменшення вказаних показників.

Ймовірність зміни показника маси хліба, що виробляли із 100 г борошна була досить низькою й не перевищувала 78 % (рис. 3.3). Отже, добавляння борошна гарбузового в рецептуру хліба не впливає на його масу після випікання.

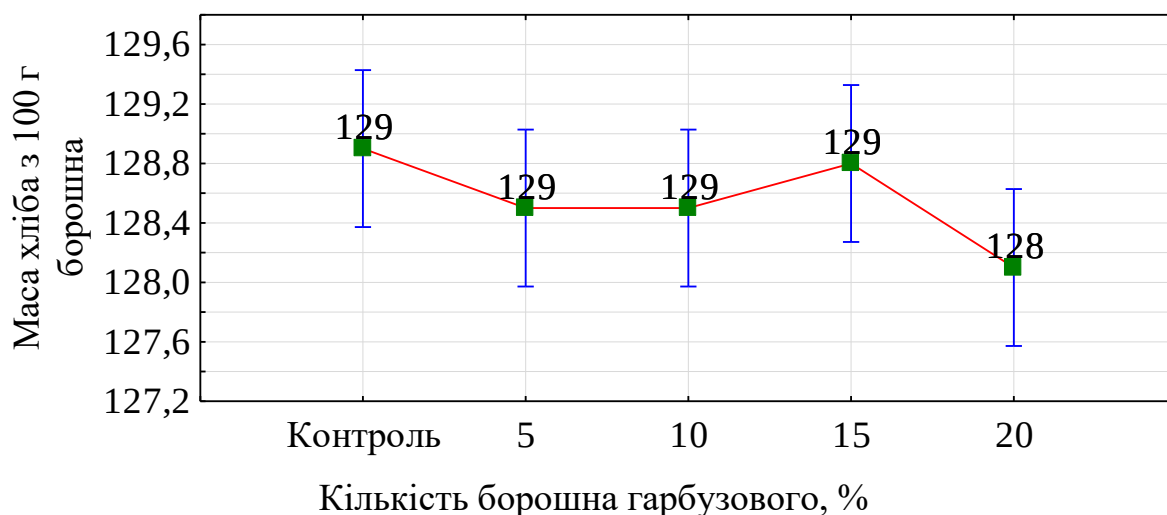


Рис. 3.3 Маса хліба із 100 г борошняної суміші з різним вмістом борошна гарбузового, г

Із досить низькою ймовірністю можна стверджувати про зменшення маси хліба за додавання максимальної кількості борошна гарбузового (20 %). Контрольний зразок та інші варіанти дослідів (кількість борошна гарбузового від 5 до 15 %) мали подібну масу хліба, що становила 129 г.

Із високою ймовірністю показник відношення об'єму хліба до об'єму тіста змінювався залежно від кількості борошна гарбузового (рис. 3.4, рис. 3.5). Найбільше значення відповідного показника (2,1) було зафіксовано у контрольному зразку. Збільшення кількості борошна гарбузового достовірно та істотно зменшувало значення вказаного показника. Менш суттєві зміни фіксували за додавання 5 і 10 % борошна гарбузового (показник зменшувався на 0,1–0,2). Суттєве зменшення показника фіксували за додавання 15–20 % борошна гарбузового.

Отже, ймовірність впливу кількості борошна гарбузового на показники якості була різною. Так, ймовірність впливу кількості борошна на показники упікання та усушки готового виробу були досить низькою. Показники об'єму та питомого об'єму тіста та готового виробу достовірно змінювались залежно від кількості борошна гарбузового. Ймовірність зміни показника маси хліба, що виробляли із 100 г борошна була досить низькою й не перевищувала 78 %, тоді як ймовірність впливу кількості

борошна гарбузового на показник випуклості була високою (92 %).

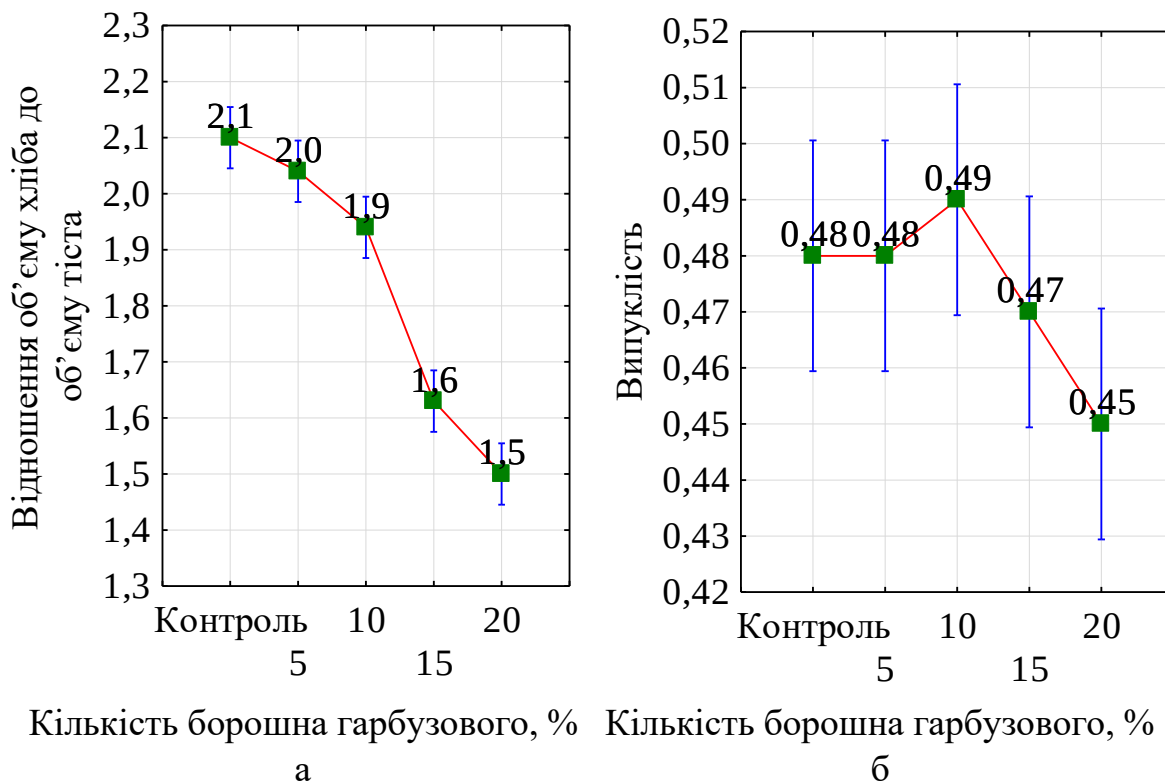


Рис. 3.4 Властивості хліба залежно від кількості борошна гарбузового: а – відношення об'єму хліба до об'єму тіста, б – випуклість хліба

Ймовірність впливу кількості борошна гарбузового на показник випуклості була високою (92 %). За максимальної кількості борошна гарбузового (20 %) фіксували зменшення показника випуклості на 0,03, порівняно із контрольним зразком. Зміна показника випуклості за додавання 5–10 % борошна гарбузового була малоймовірною.

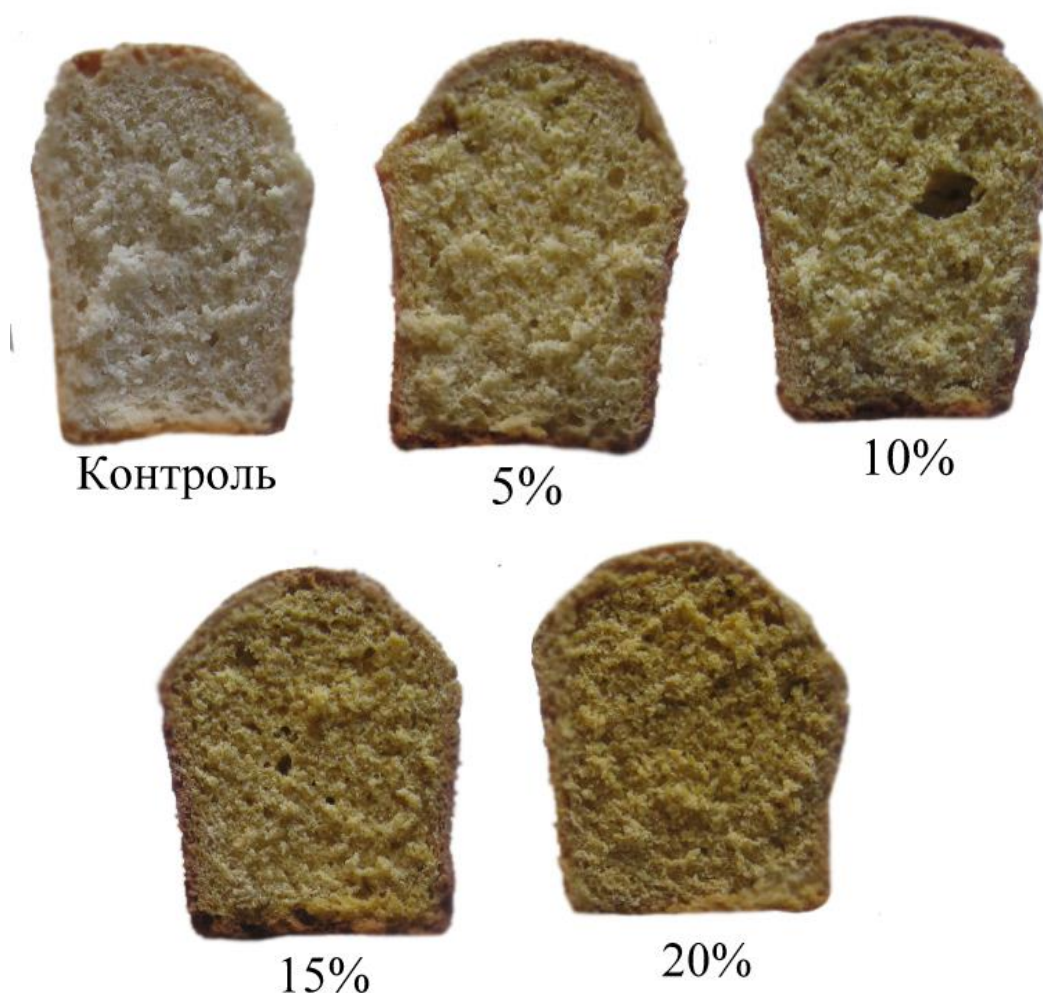


Рис. 3.5 Зовнішній вигляд розрізу хліба з добавлянням борошна гарбузового

Результати досліджень свідчать, що застосування борошна гарбуза в технології хліба впливало на колір тіста (табл. 3.1). Так, він у контрольному варіанті був кремовим, а при заміні на борошно гарбузове змінювався від світло-жовтого до темно-жовтого. Необхідно відзначити, що консистенція тіста була нормальною незалежно від кількості борошна гарбузового.

Результати органолептичного оцінювання хліба показала, що контрольний варіант і застосування 5 % борошна гарбузового забезпечували формуванню досить ніжної та соковитої консистенції м'якуша хліба (табл. 3.2).

Таблиця 3.1

**Колір і консистенція тіста з додаванням борошна гарбузового**

| Варіант дослідів | Колір         | Консистенція |
|------------------|---------------|--------------|
| Контроль         | кремовий      | нормальна    |
| 5                | світло-жовтий | нормальна    |
| 10               | жовтий        | нормальна    |
| 15               | темно-жовтий  | нормальна    |
| 20               | темно-жовтий  | нормальна    |

Збільшення кількості борошна гарбуза сприяло формуванню солодкого смаку готового продукту. При цьому 15–20 % заміни борошна пшеничного на порошок гарбузовий сприяло отриманню хліба з сухуватим м'якушем, який комкувався.

Таблиця 3.2

**Зовнішній вигляд скоринки і м'якуша хліба, збагаченого борошном гарбузовим**

| Варіант дослідів | Колір скоринки    | Колір м'якуша | Консистенція м'якуша                                         |
|------------------|-------------------|---------------|--------------------------------------------------------------|
| Контроль         | світло-коричневий | білий         | досить ніжна, досить соковита, м'яка                         |
| 5                | коричневий        | жовтий        | досить ніжна, досить соковита; смак слабо солодкий           |
| 10               | коричневий        | темно-жовтий  | досить ніжна, досить соковита, м'яка; смак слабо солодкий    |
| 15               | коричневий        | темно-жовтий  | сухувата, гумоподібна, слабо ком кується; смак солодкий      |
| 20               | темно-коричневий  | темно-жовтий  | сухувата, гумоподібна, слабо ком кується; смак дуже солодкий |

Результати досліджень свідчать, що глянець і поверхня хліба не змінювались залежно від варіанту досліду (табл. 3.3). При цьому поверхня скоринки була ледь шорсткувата, з короткими тріщинами, що не проходять через усю поверхню і підривами шириною до 0,5 см, що займають до 25 % поверхні скоринки – 5 бала.

Таблиця 3.3

### Органолептична оцінка хліба, бал

| Варіант<br>досліду | Поверхня<br>скоринки | Глянцева<br>поверхня | Еластичність | Пори за<br>крупністю | Пори за<br>рівномірністю | Консистенція<br>м'якуша |
|--------------------|----------------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| Контроль           | 5                    | 3                    | 7            | 9                    | 9                        | 7                       |
| 5                  | 5                    | 3                    | 7            | 9                    | 9                        | 7                       |
| 10                 | 5                    | 3                    | 5            | 5                    | 7                        | 5                       |
| 15                 | 5                    | 3                    | 5            | 3                    | 5                        | 3                       |
| 20                 | 5                    | 3                    | 3            | 3                    | 3                        | 3                       |

Глянець займав 25 % поверхні скоринки. Еластичність, пори за крупністю і рівномірністю, а також консистенція м'якуша достовірно знижувались за додавання 10–20 % борошна гарбузового. Очевидно, що збільшення частки борошна не пшеничного походження негативно впливало на фізичні властивості тіста, що проявилось під час оцінювання готових виробів. Вплив можливий завдяки специфічним властивостям складових порошку гарбуза. При цьому додавання 5 % борошна гарбузового не впливало на реологічні властивості хліба.

Необхідно відзначити, що запах і смак з позиції споживача був на високому рівні – 9 бала незалежно від варіанту досліду (табл. 3.4). При цьому необхідно відзначити, що запах і смак гарбуза не було виявлено в готовому продукті. Очевидно це могло бути зумовлено бродінням тіста. При якому запах і смак гарбуза модифікувався.

Таблиця 3.4

**Запах і смак хліба з різним вмістом борошна гарбузового, бал**

| Варіант досліджу | Запах     | Смак | Запах   | Смак |
|------------------|-----------|------|---------|------|
|                  | споживний |      | гарбуза |      |
| Контроль         | 9         | 9    | 9       | 9    |
| 5                | 9         | 9    | 9       | 9    |
| 10               | 9         | 9    | 9       | 9    |
| 15               | 9         | 9    | 9       | 9    |
| 20               | 9         | 9    | 9       | 9    |

У результаті проведених досліджень встановлено, що:

1. Застосування борошна гарбузового по різному впливало на показники якості хліба пшеничного. Так, показники об'єму та питомого об'єму тіста і готового виробу достовірно знижуються. Об'єм хліба знижується від 220 до 158 см<sup>3</sup>/100 г тіста або від 350 до 250 см<sup>3</sup>/100 г борошняної суміші залежно від кількості борошна гарбузового. Тенденції зміни показників об'єму, а також питомого об'єму тіста та хліба подібні. Збільшення кількості борошна зумовлює достовірне й істотне зменшення вказаних показників.

2. Колір м'якуша змінювався від білого в контрольному варіанті до темно-жовтого при заміні борошна пшеничного на 20 % борошном гарбузовим. За таких умов достовірно погіршувались показники еластичності, пористості та консистенції м'якуша.

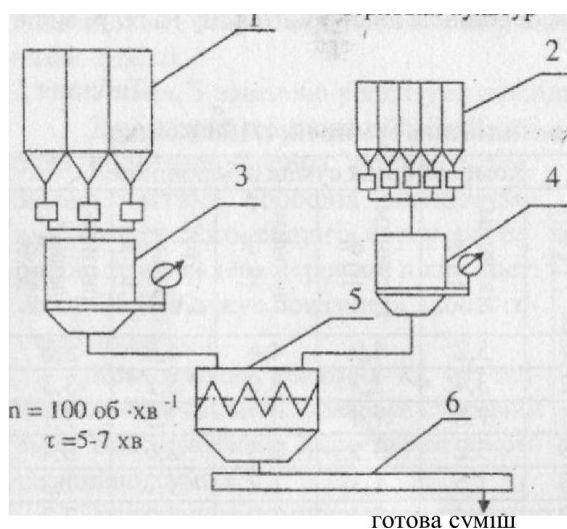
3. Застосування борошна гарбузового в технології хліба не змінювало упікання, усушку, масу готового виробу та випуклість хліба.

4. У технології хліба доцільно застосовувати 5 % борошна гарбузового. При цьому об'єм хліба становить  $215\text{--}220\text{ см}^3/100\text{ г}$  борошна, реологічні властивості на рівні 7–9 бала. Консистенція м'якуша досить ніжна, досить соковита, смак слабко солодкий.

## РОЗДІЛ 4

### ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

На основі проведених досліджень розроблено принципову схему отримання борошняної суміші для виробництва хліба. Суть полягає в тому, що борошно пшеничне та борошно гарбузове просіюють за допомогою розсівів. Після цього продукти направляються на дозаторні бункери, дозується відповідно до рецептури і перемішується (рис.).



Після отримання борошняної суміші проводять заміс тіста відповідно до технологічної схеми виробничого процесу. Кількість інших складових буде визначатись рецептурою тіста. Враховуючи, що властивості тіста з додаванням борошна гарбузового не відрізнялись від контрольного варіанту, технологічний процес буде загальноприйнятим.

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ

Формування якості хліба з додаванням борошна гарбузового визначали у навчально-науковій лабораторії кафедри харчових технологій «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» Уманського НУС. Для цього добавляли різний вміст борошна гарбузового в рецептуру хліба пшеничного.

Ступінь концентрації пилу, отруйних газів, парів у повітрі лабораторії кафедри під час проведення наукової роботи відповідали чинним вимогам. У лабораторії працює припливно-витяжна вентиляція. Мікроклімат лабораторії «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» відповідає вимогам ДСН 3.3.6. 042–99. Вміст газів і пари шкідливих речовин не перевищував ГДК. Рівень шуму відповідає «Державним санітарним нормам виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» (ДСН 3.3.6. 037–99). Вібраційна безпека відповідає «Державним санітарним нормам виробничої загальної та локальної вібрації» (ДСН 3. 3. 6. 039-99).

Фактичне освітлення лабораторії також відповідає вимогам БНіП 23-05-95. Роботи, що виконуються співробітниками лабораторій, відносяться до високоточних зорових операцій з найменшим об'єктом розрізнення 05–1,0 мм. Рівень освітлення становить 500 лк.

Влаштування та умови експлуатації електрообладнання під час виконання науково-дослідної роботи у лабораторії відповідали вимогам чинних Правил пристрою електроустановок. Живлення електроприладів здійснюється від щита з роздільними трансформаторами, приєднаного до електричного введення через захисно-відключаючі пристрій. Все електрообладнання та електроінструменти заземлені.

Під час проведення досліджень науковці працюють з електроприладами – міксером для замісу тіста, розстоювальна піч та піч для випікання тістових виробів. Крім цього, під час випікання хліба можливо отримати опіки за

умови недотримання правил безпеки.

У завдання охорони праці входить усунення ризиків виникнення небезпечних ситуацій і поліпшення умов з охорони праці. Тому для цього проводиться низка заходів. Одним із методів запобігання виникненню небезпечних ситуацій є їх моделювання.

На рисунку 5.1 наведено модель небезпечної ситуації (НС) під час випікання хліба в лабораторії.

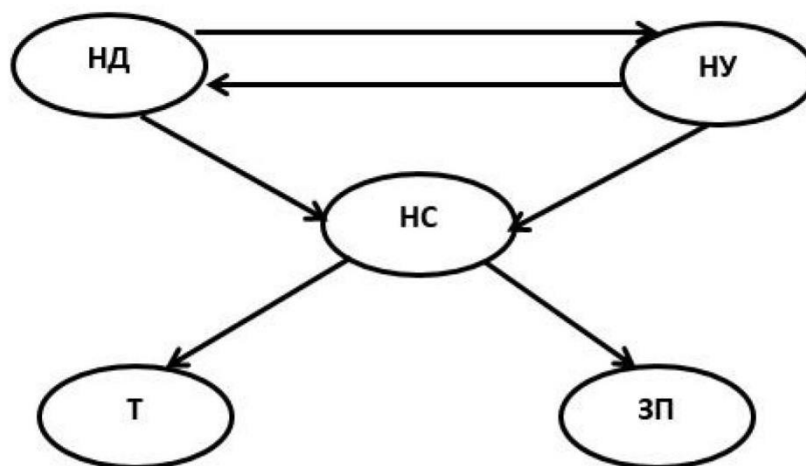


Рис. 5.1 Модель небезпечної ситуації під час  
Випікання печива

Під час проведення наукової роботи використовують піч для випікання з температурою 200–220 °С (НУ). Виконавці можуть витягнути деко без захисних рукавиць (НД). Завдяки цьому можна обпектись (НС) і можуть отримати опіки (Т). У результаті знижується працездатність персоналу. Проте за умови дотримання правил з охорони праці, таких ситуацій можна уникати.

У лабораторії «Оцінка якості зерна та продуктів його перероблення» кафедри харчових технологій Уманського НУС усе обладнання і прилади відповідають чинним нормам.

## РОЗДІЛ 6

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

У роботі вивчали формування якості хліба з додаванням борошна гарбузового, тому економічну ефективність розраховували за показниками витрати складових рецептури.

Приймали оптові ціни за складові рецептури хліба – борошно вищого сорту – 13,9 грн/кг, дріжджі сухі – 200,0 грн/кг, сіль – 15,5 грн/кг, борошно гарбузове – 70,0 грн/кг, вода – 0,016 грн/л. Розрахунок проводили з урахуванням, що лінія виробництва хліба працює.

Результати економічної ефективності застосування борошна гарбузового наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

#### Економічна ефективність додавання пасти гарбузової до рецептури печива

| Варіант  | Показник                   |                                                  |                   |                          |
|----------|----------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|
|          | Витрати на сировину, грн/т | Валовий дохід від реалізації 1 т хліба, тис. грн | Чистий дохід, грн | Рівень рентабельності, % |
| Контроль | 13174                      | 52,0                                             | 38826             | 195                      |
| 5        | 15362                      | 58,0                                             | 42638             | 178                      |
| 10       | 17550                      | 58,0                                             | 40450             | 130                      |
| 15       | 19738                      | 58,0                                             | 38262             | 94                       |
| 20       | 21926                      | 58,0                                             | 36074             | 65                       |

Обраховано, що застосування 5 % борошна гарбузового в технології хліба забезпечувало найвищий умовно чистий прибуток – 38826 грн/т готового продукту. Збільшення вмісту борошна гарбузового знижувало

цей показник.

Отже, в технології хліба застосування борошна гарбузового економічно ефективно. При цьому збільшення чистого прибутку було зумовлено вищою ціною реалізації готових виробів. За умови однакової ціни на хліб з борошном або без нього застосування борошна гарбузового буде неефективним.

## ВИСНОВКИ

У результаті проведених досліджень встановлено, що:

1. Застосування борошна гарбузового по різному впливало на показники якості хліба пшеничного. Так, показники об'єму та питомого об'єму тіста і готового виробу достовірно знижуються. Об'єм хліба знижується від 220 до 158 см<sup>3</sup>/100 г тіста або від 350 до 250 см<sup>3</sup>/100 г борошняної суміші залежно від кількості борошна гарбузового. Тенденції зміни показників об'єму, а також питомого об'єму тіста та хліба подібні. Збільшення кількості борошна зумовлює достовірне й істотне зменшення вказаних показників.

2. Колір м'якуша змінювався від білого в контрольному варіанті до темно-жовтого при заміні борошна пшеничного на 20 % борошном гарбузовим. За таких умов достовірно погіршувались показники еластичності, пористості та консистенції м'якуша.

3. Застосування борошна гарбузового в технології хліба не змінювало упікання, усушку, масу готового виробу та випуклість хліба.

4. У технології хліба доцільно застосовувати 5 % борошна гарбузового. При цьому об'єм хліба становить 215–220 см<sup>3</sup>/100 г борошна, реологічні властивості на рівні 7–9 бала. Консистенція м'якуша досить ніжна, досить соковита, смак слабо солодкий.

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

У технології хліба доцільно застосовувати 5 % борошна гарбузового. При цьому об'єм хліба становить 215–220 см<sup>3</sup>/100 г борошна, реологічні властивості на рівні 7–9 бала. Консистенція м'якуша досить ніжна, досить соковита, смак слабко солодкий.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2016. Вип. 89. С. 199–206.
2. Guiné R. P., Florença S. G., Barroca M. J. The link between the consumer and the innovations in food product development. *Foods*. 2020. Vol. 9. Article number 1317.
3. Господаренко Г. М. та ін. Оптимізація функціональних параметрів харчових продуктів. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2022. Вип. 100. Ч. 1. С. 169–179.
4. Ebrahimi M. et. al. Application of cereal-bran sourdoughs to enhance technological functionality of white wheat bread supplemented with pumpkin (*Cucurbita pepo*) puree. *LWT*. 2022. Vol. 158. P. 113–119.
5. Gurung et al. Physical, nutritional and sensory quality characteristics of semi – sweet type biscuit made by mixing wheat flour and pumpkin puree. *J Food Sci. Technol*. 2016. Vol. 9. P. 85–89.
6. Любич В. В. та ін. Якість хліба з борошном гарбузовим різних сортів. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 4. С.74–81.
7. Arslan-Tontul S., Uslu C. C., Mutlu C. Expected glycemic impact and probiotic stimulating effects of whole grain flours of buckwheat, quinoa, amaranth and chia. *Journal of Food Science and Technology*. 2021. P. 1–8.
8. Cyran M. R., Dynkowska W. M., Ceglińska A. Improving rye bread antioxidant capacity by breadmaking methodology: Contribution of phosphate-buffered saline-and methanol-soluble phenolic phytochemicals with different molecular profiles. *Journal of Cereal Science*. 2021. Article number 103262.
9. Любич В. В., Желєзна В. В., Стратуца Я. С. Перспективи використання тритикале в хлібопекарській промисловості.

*Таврійський науковий вісник*. 2022. № 3. С. 133–143.

10. Selimović A. et al. The effect of baking temperature and buckwheat flour addition on the selected properties of wheat bread Croat. *J. Food Sci. Technol.* 2014. Vol. 6 (1). P. 43–50.
11. Ayele H. H., Bultosa G., Abera T. Nutritional and sensory quality of wheat bread supplemented with cassava and soybean flours. *Cogent Food & Agriculture*. 2017. Vol. 3. Article number 1331892.
12. Tavan Z. et al. Effect of sesame meal and soluble soybean polysaccharide on properties of Barbary bread. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*. 2017. Vol. 48. P. 333–342.
13. Mau J. L. et al. Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of bread partially substituted with aerial parts of sweet potato. *LWT*. 2020. P. 117.
14. Balestra F., Cocci E., Pinnavaia G. Evaluation of antioxidant, rheological and sensorial properties of wheat flour dough and bread containing ginger powder. *LWT-Food Science and Technology*. 2011. Vol. 44. P. 700–705.
15. Das L., Raychaudhuri U., Chakraborty R. Herbal fortification of bread with fennel seeds. *Food Technology and Biotechnology*. 2013. Vol. 51. P. 434.
16. Sara M. S., Amira M. Evaluation of Physical and Sensory Characteristics of Jam and Cake Processed Using Pumpkin (*Cucurbita moschata*) Middle East. *Journal of Applied Sciences*. 2018. Vol. 8. P. 295–306.
17. Ryo R. et. al. Wheat Bread with Pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) Pulp as a Functional Food Product. *Food Technol. Biotechnol.* 2014. Vol. 52 (4). P. 430–438.
18. Любич В. В. Значення виду жирозамінника в технології кексів. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 88–94.
19. Abdel-Aal E. S. M. Kernel, milling and baking quality of spring type spelt and einkorn wheats // *J. Cereal Sci.* 1997. № 26. P. 363–370.
20. Abdel-Aal E. S. M., Hucl P. Amino acid composition and in vitro protein digestibility of selected ancient wheats and their end products // *J. Food*

Comp. Anal. 2002. № 15. P. 737–747.

21. Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W. Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and spelt wheats // Cereal Chem. 1995. № 72. P. 621–624.
22. Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W. Optimizing the bread formulation for soft spelt wheat // Cereal Foods World. 1999. № 44. P. 480–483.
23. Abdel-Aal, E. Alte Weizenarten: Na hrwert und Verwendungsmöglichkeiten // Getreide Mehl und Brot. 2003. № 57. P. 323–328.
24. Abdel-Aal, E. S. M. Hucl, P. Sosulski, F. W. Food uses for ancient wheats // Cereal Foods World. 1998. № 43. P. 763–766.
25. Abdelkhalik S. M., Salem A. K. M., Abdelaziz A. R., Ammar M. H. Morphological and sequence-related amplified polymorphism-based molecular diversity of local and exotic wheat genotypes // Genetics and Molecular Research. 2016. Vol. 15 (2). P. 1–9.
26. Abid M., Tian Z., Ata-Ul-Karim, Cui S. T., Liu Y., Zahoor Y., Jiang R., Dai D. Nitrogen Nutrition Improves the Potential of Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Alleviate the Effects of Drought Stress during Vegetative Growth Periods // Front Plant Sci. 2016. Vol. 7. <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2016.00981/full>.
27. Achremowicz B., Kulpa D., Mazurkiewicz J. Technologiczna ocena ziarna pszenic orkiszowych // Zeszyty Naukowe AR w Krakowie nr 360, Technologia Żywności z. 1999. № 11. P. 11–17.
28. Adams V., Ragaei S., Abdel-Aal E. M. Rheological properties and bread quality of frozen yeast-dough with added wheat fiber // J Sci Food Agric. 2017. Vol. 97. P. 191–198.
29. Adom K. K., M. E. Sorrells, Liu R. H. Phytochemical Profiles and Antioxidant Activity of Wheat Varieties // J. Agric. Food Chem. 2003. Vol. 51. P. 7825–7834.
30. Adom K. K., Liu R. H. Rapid peroxy radical scavenging capacity (PSC)

- assay for assessing both hydrophilic and lipophilic antioxidants // J. Agric. Food Chem. 2005. Vol. 53. P. 6572–6580.
31. Adom K. K., Sorrells M. E., Liu R. H. Phytochemicals and Antioxidant Activity of Milled Fractions of Different Wheat Varieties // J. Agric. Food Chem. 2005. Vol. 53. P. 2297–2306.
  32. Alghamdi S. S., Khan A. M., Ammar M. H., El-Harty E. H. Phenological, nutritional and molecular diversity assessment among 35 introduced lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes grown in Saudi Arabia // Int. J. Mol. Sci. 2014. Vol. 15. P. 277–295. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms15010277>.
  33. Andruszczak S., Kraska P., Kwiecińska-Poppe E. et al. Weed infestation of crops of winter spelt wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *spelta*) cultivars grown under different conditions of mineral fertilization and chemical plant protection // Acta Agrobotanica. 2012. Vol. 65 (3). P. 109–118.
  34. Angioloni A. 1., Collar C. J. Nutritional and functional added value of oat, Kamut, spelt, rye and buckwheat versus common wheat in breadmaking // Sci Food Agric. 2011. № 91. P. 1283–1292.
  35. Anson N. M., Van Den Berg R., Havenaar R. et al. Ferulic Acid from Aleurone Determines the Antioxidant Potency of Wheat Grain (*Triticum aestivum* L.) // J. Agric. Food Chem. 2008. Vol. 56. P. 5589–5594.
  36. Antolovich M., Prenzler P. D., Patsalides E. et al. Critical review: methods for testing antioxidant activity // The Analyst. 2002. Vol. 127. P. 183–198.
  37. Apak R., Gorinstein S., Bohm V. et al. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity/activity (IUPAC Technical Report) // Pure Appl. Chem. 2013. Vol. 85. No. 5. P. 957–998.
  38. Arabshahi S., Urooj A. Antioxidant Properties of Various Solvent Extracts of Mulberry *Morus indica* L. Leaves // Food Chem. 2007. Vol. 102. P. 1233–1240.
  39. Aradottir G. I., Martin J. L., Clark S. J., Pickett J. A., Smart L. E. Searching for wheat resistance to aphids and wheat bulb fly in the historical Watkins and Gediflux wheat collections // Ann Appl Biol. 2017. Vol. 170. P. 179–

188.

40. Arufe S., Chiron H., Dore J., Savary-Auzeloux I., Saulnier L., Della Valle G. Processing & rheological properties of wheat flour dough and bread containing high levels of soluble dietary fibres blends // *Food Res Int.* 2017. Vol. 97. P. 123–132.
41. Bakare A. H., Osundahunsi O. F., Olusanya J. O. Rheological, baking, and sensory properties of composite bread dough with breadfruit (*Artocarpus communis* Forst) and wheat flours // *Food Sci Nutr.* 2016. Vol. 4. P. 573–587.
42. Baron S., Carignan J., Ploquin A. Dispersion of heavy metals (metalloids) in soils from 800-year old pollution (Mont-Lozere, France) // *Environ. Sci. Technol.* 2006. V. 40. P. 5319–5326.
43. Любич В. В., Желєзна В. В., Карпенко В. П., Новіков В. В. Технологічні параметри якості печива пісочного з додаванням борошна гарбузового різних сортів. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського.* 2022. Том 33 (72) № 5. С. 275–279.
44. Любич В. В., Желєзна В. В., Грабова Д. М. Якість кексів з тритикале, збагаченого пастою гарбузовою. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2021. Вип. 2. С. 17–28.
45. *Моделювання та оптимізація систем* / В. М. Дубовой та ін. Вінниця : ПП «ТД«Еднльвейс». 2017. 804 с.
46. Поперечний А. М., Потапов В. О., Корнійчук В. Г. *Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв.* Київ : Центр учбової літератури, 2012. 312 с.
47. Остапчук М. В., Станкевич Г. М. *Математичне моделювання на ЕОМ.* Одеса: Друк, 2010. 313 с.