

УДК 664.64.016.8-048.34:664.641.2:635.621

DOI: 10.31395/2310-0478-2022-1-82-88

**Г. М. Господаренко,**

доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва (м. Умань), Україна  
E-mail: hospodarenko@gmail.com

**В. В. Любич,**

доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва (м. Умань), Україна  
E-mail: LyubichV@gmail.com

**В. В. Желєзна,**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва (м. Умань), Україна  
E-mail: valieria.vozian07@gmail.com

**В. В. Новіков,**

кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва (м. Умань), Україна  
E-mail: 1990vovanovikov1990@gmail.com

## ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ БОРОШНА ГАРБУЗОВОГО

Проаналізовано використання борошна гарбузового для збагачення хліба. Встановлено, що показник упікання хліба змінювався від  $13,3 \pm 0,3$  % до  $13,8 \pm 0,3$  % залежно від варіанту дослідження. Коефіцієнти варіювання вибірок були меншими за три. Усихання хліба залежно від варіанту дослідження змінювалась від  $5,1 \pm 0,4$  % до  $5,3 \pm 0,3$  %. Варіювання вибірок було неістотним. Помітною була зміна показника об'єму залежно від варіанту дослідження від  $158 \pm 3$  см<sup>3</sup>/100 г тіста до  $220 \pm 3$  см<sup>3</sup>/100 г тіста. Збільшення частки борошна гарбузового зумовлювало зменшення об'єму хліба. Аналогічно змінювався об'єм виробу порівняно із 100 г суміші борошна пшеничного та борошна гарбузового. Коефіцієнти варіювання вказаних вибірок були досить низькими (coef V = 0,35–1,36). Аналогічно попереднім показникам об'єму виробу, змінювався показник питомого об'єму тіста та хліба.

Маса хліба із 100 г борошна істотно не змінювалась залежно від варіанту дослідження, а вибірки аналітичних повторювань суттєво не варіювали. Помітні зміни відбувались у відношенні об'єму хліба до об'єму тіста. Залежно від варіанту дослідження об'єм хліба змінювався з  $2,1 \pm 0,02$  (контроль) до  $1,5 \pm 0,04$  (20). Випуклість виробу зменшувалась із  $0,48 \pm 0,02$  (5) до  $0,45 \pm 0,02$  (20) залежно від варіанту дослідження. Варіювання даних вибірок було неістотним (coef V = 2,12–4,44). Отримані результати первинного статистичного оброблення свідчать про високі якісні показники і зумовлюють можливість застосування даних для подальшого статистичного оброблення.

**Ключові слова:** борошно гарбузове, хліб, упікання, усихання, об'єм, маса.

**H. M. Hospodarenko,**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry and Soil Science of the Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

**V. V. Liubych,**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Food Technologies of the Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

**V. V. Zheliezna,**

Phd of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technologies of the Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

**V. V. Novikov,**

Phd of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technologies of the Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

### OPTIMIZATION OF PUMPKIN FLOUR IN BREAD TECHNOLOGY

Bread and bakery products are widely used as basic food around the world. Recently, bakery products have been widely researched to develop functional foods by enriching active ingredients such as dietary fiber, biologically active peptides, minerals, vitamins, etc. to increase their nutritional and biological value. Bakery products are diversified by adding new ingredients. Laboratory and mathematical-statistical methods were used for research. The use of pumpkin flour for bread enrichment was analyzed. It was found that bread baking rate varied from  $13.3 \pm 0.3\%$  to  $13.8 \pm 0.3\%$  depending on the experiment variant. Variation coefficients of the samples were less than 3. Bread drying varied from  $5.1 \pm 0.4\%$  to  $5.3 \pm 0.3\%$  depending on the experiment variant. The sample variation was insignificant, but this indicator approached 10% and ranged from 4.5 to 7.2.

Data samples from analytical replicates of the bread volume indicator had better quality indicators compared to shrinkage, which was due to insignificant data variation. There was a noticeable change in volume indicator depending on the research option from  $158 \pm 3 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$  of dough to  $220 \pm 3 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$  of dough. An increase in the proportion of pumpkin flour in bread resulted in volume decrease.

Product volume changed similarly compared to 100 g of a mixture of wheat flour and pumpkin flour. Variation coefficients of these samples were quite low (coef  $V = 0.35\text{--}1.36$ ). Similar to the previous product volume, the specific volume of dough and bread has changed. Sample variation of analytical replicates was insignificant (coef  $V = 0.78\text{--}2.00$ ).

Bread weight from 100 g of flour did not change significantly depending on the experiment variant, and the samples of analytical repetitions did not vary significantly. There have been noticeable changes in bread volume to dough volume. Depending on the experiment variant, bread volume varied from  $2.1 \pm 0.02$  (control) to  $1.5 \pm 0.04$  (20). The probability of sample variation of analytical replicates was quite low. Product convexity decreased from  $0.48 \pm 0.02$  (5) to  $0.45 \pm 0.02$  (20) depending on the experiment variant. The variation of the sample data was insignificant (coef  $V = 2.12\text{--}4.44$ ).

The obtained results of primary statistical processing indicate high quality indicators and determine the possibility of data using for further statistical processing.

**Key words:** pumpkin flour, bread, baking, shrinkage, volume, weight.

**Постановка проблеми.** Хліб і хлібобулочні виробу широко вживаються як основний продукт харчування в усьому світі. Нині хлібобулочні виробу широко досліджуються для розробки функціональних продуктів харчування за допомогою збагачення активних інгредієнтів, таких як харчові волокна, біологічно активні пептиди, мінерали, вітаміни тощо, щоб підвищити їх харчову та біологічну цінність [1, 2]. Хлібобулочні виробу урізноманітнюються додаванням нових інгредієнтів. Серед доданих інгредієнтів значну увагу привернули харчові волокна [3, 4]. Харчові волокна природно присутні в злаках, овочах, фруктах і горіхах. Продукти, багаті клітковиною, мають меншу енергетичну цінність, менший вміст жиру, більший вміст вітамінів і мікроелементів. Встановлено, що здорова доросла людина повинна споживати від 20 до 35 г харчових волокон щодня [5].

Використання специфічних волокон у харчових продуктах значною мірою визначається їх функціональними можливостями, що залежить від фізико-хімічних властивостей, та умовами обробки харчових продуктів. Основні чинники, які необхідно враховувати під час збагачення харчових продуктів рослиною сировиною, це колір, смак, запах через їх вплив на органолептичні властивості [6]. Нині харчові волокна отримують навіть із джерел, які можна було б вважати відходами. Наприклад, солома пшениці, сої, вівса, шкірки арахісу й мигдалю, кукурудзяні стебла та качани, відпрацьоване зерно після пивоваріння, відходи фруктів і овочів, оброблених у великих кількостях, можуть бути перетворені на інгредієнти волокна, які можуть бути високофункціональними. Харчова клітковина володіє всіма характеристиками, необхідними для того, щоб розглядатися як важливий інгредієнт у складі функціональних харчових продуктів, завдяки її корисному впливу на здоров'я [7, 8].

Гарбуз (*Cucurbita pepo* L.) – одна з найпоширеніших овочевих культур. Традиційно його споживають у свіжому, відвареному або у вигляді цукатів, а також зберігають, заморожують або консервують. Гарбуз містить багато  $\beta$ -каротину, який надає жовтий або оранжевий колір який є основним джерелом вітаміну А, клітковини, пектину, мінеральних солей, вітамінів та інших корисних для здоров'я речовин. Ці факти дозволяють переробляти гарбуз на різні харчові продукти [9].

**Аналіз останніх досліджень.** Гарбуз додають до хлібобулочних виробів у свіжому вигляді (м'якоть, сік), відвареному або консервованому – у вигляді пасти [10]. Також гарбуз переробляють на борошно, яке має довший термін зберігання. Гарбузові продукти використовуються через їх приємний смак, аромат і жовто-оранжевий колір, як доповнення до зернового борошна в хлібобулочних виробках, кондитерських виробках таких як торти, печиво, кекс, бісквіт, для приготування супів, соусів, локшини швидкого приготування та спецій, а також натуральний барвник у макаронних і борошняних сумішах [11].

Вчені [12] встановили, що борошно гарбузове, отримане екстракцією соку та сушінням у камері, потім подрібнення за допомогою млина і просіювання крізь сито, буде дешевим у виробництві, має високу якість і

легко використовується як добавка  $\beta$ -каротину в харчових продуктах. В інших дослідженнях [13] використання 10–20 % борошна гарбузового, заміненого на борошно пшеничне, у десертах поліпшувало їх колір, збільшило вміст  $\beta$ -каротину та за загальними органолептичними властивостями було прийнятним для споживачів. Вчені [14] повідомляють, що заміна 5–10 % пшеничного борошна на гарбузове в тостовому хлібі мали найвищу оцінку щодо запаху, кольору, текстури і загальну органолептичну якість.

Встановлено [15], що заміна борошна пшеничного борошном гарбузовим у хлібі для бутербродів, солодкому хлібі та печиві була прийнятною на рівні 10 і 20 % у здобних і шифонових тортах. Подальше збільшення частки борошна гарбузового негативно впливало на колір, об'єм і загальну органолептичну оцінку готового виробу. Сприйняття групою споживачів було на рівні від «подобається» до «дуже подобається». Від 90 до 100 % споживачів, які тестували продукцію, купили б її. До того ж, додавання борошна гарбузового у випічку підвищило вміст каротину.

Проведені дослідження зі збагачення кексів з цільнозернового тритикалевого борошна гарбузовим пюре. Виявлено, що додавання гарбузового пюре в тісто призводить до поліпшення органолептичних показників (покращується колір, пористість, еластичність м'якучки, форма готових виробів) [16]. Вчені [17] повідомляють, що за введення борошна гарбузового в торт, вміст золи і  $\beta$ -каротину збільшувалося, тоді як вміст білка, жиру та вуглеводів зменшувалося.

Встановлено [18], що під час випікання в печиві не вдається утримувати оптимальну вологу, оскільки вміст вуглеводів збільшується завдяки додаванню борошна гарбузового на заміну пшеничного борошна вищого сорту. Вміст золи і білка був нижчим, тоді як вміст золи і харчових волокон вищим у зразку з додаванням борошна гарбузового, ніж у контрольному зразку (без борошна гарбузового). Мінеральних речовин, таких як кальцій, фосфор і залізо, було більше в оптимізованому зразку печива, порівняно з контрольним зразком, а вміст жиру залишався на рівні контролю.

Додавання борошна гарбузового спричинювало вище водопоглинання й довший час розстоювання тіста. Додавання борошна гарбузового суттєво ( $p < 0,05$ ) вплинуло на якісні параметри випечених булочок (зменшилися об'єм і показник упікання). Твердість випечених булочок збільшувалася зі збільшенням вмісту борошна гарбузового. Крім цього, показники твердості зросли упродовж 72 год. Сенсорна оцінка показала, що найбільш прийнятні булочки були отримані додаванням 2,5 % борошна гарбузового. Збагачені булочки характеризувались гарбузовим смаком і запахом [19].

Отже, аналіз літератури підтвердив, що додавання гарбуза та продуктів його перероблення істотно підвищує кулінарну та харчову цінність продуктів. Проте оптимальний вміст продуктів перероблення гарбуза у виробках не встановлений. Це стосується борошна гарбузового. Тому дослідження щодо вивчення оптимального вмісту борош-

на гарбузового в технології хліба є актуальними.

**Мета статті** – оптимізація технології хліба з використанням борошна гарбузового.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили у навчально-науковій лабораторії «Оцінювання якості зерна та продуктів його перероблення» кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва.

Використовували борошно пшеничне вищого сорту, яке відповідало ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Борошно гарбузове отримували з висушеної м'якоти гарбуза мускатного (*Cucurbita moschata* Duch.) сорту Доля (Україна), вирощеного в умовах Правобережного Лісостепу. Після висушування сухий гарбуз подрібнювали у молотковій дробарці та просіювали. Використовували прохід сита №19 розміром 360 мкм. Тісто готували з борошна вищого сорту вологістю 14 % з додаванням 3 % дріжджів пресованих і 1,5 % солі кухонної, води питної 55 %. Борошно гарбузове добавляли відповідно до рецептури (табл. 1). Його розмішували перед додаванням води. Після цього тісто обробляли, формували, уміщували у термостат (температура 28–32 °С), випікали у печі (температура 200–220 °С) упродовж 15–20 хв.

Контролем були зразки хліба, приготованого без додавання борошна гарбузового. Готові вироби оцінювали через 4 год після випікання за органолептичними і фізико-хімічними показниками. Відбір проб готових хлібобулочних виробів здійснювали відповідно до ДСТУ 7517:2014 Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови. Фізико-хімічні показники якості визначали за ДСТУ 7045:2009. Об'єм – різницю між об'ємом ємкості, наповненої дрібнонаасінною культурою без хліба і з ним.

Упікання хліба визначали за формулою

$$Y = \frac{m_1 - m_2}{100 \cdot m_1},$$

де  $Y$  – упікання хліба, %;

$m_1$  – маса тіста до випікання, г;

$m_2$  – маса гарячого хліба, г.

Усихання хліба визначали за формулою

$$Y = \frac{m_1 - m_2}{100 \cdot m_1},$$

де  $Y$  – усихання хліба, %;

$m_1$  – маса гарячого хліба, г;

$m_2$  – маса охолодженого хліба, г.

Питомий об'єм – за формулою

$$V_p = \frac{V}{m},$$

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

$V$  – об'єм, см<sup>3</sup>;

$m$  – маса, 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 відповідно до методик [20–22]. Розрахунки проводили за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення Stat Soft; Microsoft Office 2021. Дисперсійним аналізом підтверджували або спростовували «нульову гіпотезу». Для цього визначали значення коефіцієнта « $r$ », який показував ймовірність відповідної гіпотези. У випадках коли  $p < 0.05$  «нульова гіпотеза» спростовувалась, а вплив чинника був достовірним.

**Основні результати дослідження.** Нині процеси математичного моделювання технологічних процесів істотно спрощені можливістю застосування ЕОМ і спеціалізованого програмного забезпечення, проте залишається важливим завданням отримання якісних результатів статистичного оброблення, що істотно корелює з якісними показниками даних аналітичних повторювань вибірок, що підлягають математичному або статистичному обробленню. Неврахування чинників, що можуть істотно впливати на систему зумовлює можливість отримання некоректних результатів і формування неточних або хибних висновків, що беззаперечно шкодить якості наукової роботи. Неточні або невірні висновки зумовлюють формування некоректних рекомендацій виробництву, що нині є недопустимим. Тому етап первинного статистичного оброблення вибірок аналітичних повторювань – важливий етап наукового дослідження.

Коефіцієнт варіювання вибірок аналітичних повторювань (табл. 1–9) був меншим за 10, що відповідає неістотному варіюванню даних. Такі результати свідчать про можливість подальшого використання вказаних вибірок аналітичних повторювань для проведення математичного моделювання.

Визначення фактичних втрат під час випікання є важливим чинником, оскільки готовий продукт після випікання повинен мати певну масу. На втрати від випікання в основному впливають маса продукту, форма та вміст вологи [23]. Упікання хліба змінювалось від 13,3±0,3 % до 13,8±0,3 % залежно від варіанту досліджу (табл. 1). Коефіцієнти варіювання вибірок були меншими за 3.

Усихання хліба залежно від варіанту досліджу змінювалось від 5,1±0,4 % до 5,3±0,3 (табл. 2). Варіювання вибірок було неістотним проте вказаний показник наближався до показника 10 % і становив від 4,5 до 7,2.

Вибірки даних аналітичних повторювань показника об'єму хліба мали кращі якісні показники порівняно із усушкою, що було зумовлено неістотним варіюванням даних (табл. 3). Помітною була зміна показника об'єму залежно від варіанту досліджу від 158±3 см<sup>3</sup>/100 г тіста до 220±3 см<sup>3</sup>/100 г тіста. Збільшення частки борошна гарбузового зумовлювало достовірне зменшення об'єму хліба.

Аналогічно змінювався об'єм виробу з 100 г суміші борошна пшеничного з борошном гарбузовим (табл. 4). Коефіцієнти варіювання вказаних вибірок були досить низькими (coef  $V = 0,35$ – $1,36$ ). Збільшення частки борошна гарбузового до 20 % зменшувало об'єм хліба від 350 до 250 см<sup>3</sup> або в 1,4 рази.

Аналогічно попереднім показникам об'єму виробу, змінювався показник питомого об'єму тіста та хліба (табл. 5, 6). Варіювання вибірок аналітичних повторювань було

Таблиця 1

**Результати первинного статистичного аналізу вибірок аналітичних повторювань для упікання хліба, %**

Борошно пшеничне	Борошно гарбузове	Всього
100	–	100
95	5	100
90	10	100
85	15	100
80	20	100

**Примітка.**  $R$  – розмах варіації;  $SD$  – середнє лінійне відхилення;  $D$  – дисперсія;  $S^2$  – виправлена дисперсія; coef  $V$  – коефіцієнт варіації.

Таблиця 2  
Результати первинного статистичного аналізу вибірок аналітичних повторювань для усихання хліба, %

Варіант	R <sup>1</sup>	SD <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	S <sup>2 4</sup>	coef V <sup>5</sup>	± <sup>6</sup>
Контроль	0,9	0,30	0,115	0,153	2,457	13,8±0,3
5	0,6	0,20	0,055	0,073	1,741	13,5±0,2
10	0,5	0,20	0,045	0,060	1,582	13,4±0,3
15	0,8	0,25	0,095	0,127	2,316	13,3±0,3
20	0,9	0,35	0,135	0,180	2,699	13,6±0,4

**Примітка.**R – розмах варіації; SD – середнє лінійне відхилення; D – дисперсія; S<sup>2</sup> – виправлена дисперсія; coef V – коефіцієнт варіації.

Таблиця 3  
Результати первинного статистичного аналізу вибірок аналітичних повторювань для об'єму хліба, см<sup>3</sup>/100 г тіста

Варіант	R <sup>1</sup>	SD <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	S <sup>2 4</sup>	coef V <sup>5</sup>	± <sup>6</sup>
Контроль	7	2,5	7,5	10,00	1,25	220±3
5	6	2,0	5,0	6,67	1,04	216±2
10	8	3,0	10,0	13,33	1,54	205±3
15	9	4,0	16,5	22,00	2,36	172±4
20	6	2,5	6,5	8,67	1,61	158±3

**Примітка.**R – розмах варіації; SD – середнє лінійне відхилення; D – дисперсія; S<sup>2</sup> – виправлена дисперсія; coef V – коефіцієнт варіації.

Таблиця 4  
Результати первинного статистичного аналізу вибірок аналітичних повторювань для об'єму хліба, см<sup>3</sup>/100 г суміші борошна пшеничного з борошном гарбузовим

Варіант	R <sup>1</sup>	SD <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	S <sup>2 4</sup>	coef V <sup>5</sup>	± <sup>6</sup>
Контроль	3	1	1,5	2,00	0,35	350±1
5	7	3	9,5	12,67	0,90	341±3
10	7	3	9,5	12,67	0,95	324±3
15	4	2	4,0	5,33	0,74	272±2
20	9	3	11,5	15,33	1,36	250±3

**Примітка.**R – розмах варіації; SD – середнє лінійне відхилення; D – дисперсія; S<sup>2</sup> – виправлена дисперсія; coef V – коефіцієнт варіації.

Таблиця 5  
Результати первинного статистичного аналізу вибірок аналітичних повторювань для питомого об'єму хліба, см<sup>3</sup>/г тіста

Варіант	R <sup>1</sup>	SD <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	S <sup>2 4</sup>	coef V <sup>5</sup>	± <sup>6</sup>
Контроль	0,04	0,015	0,0003	0,0003	0,7864	2,20±0,02
5	0,07	0,030	0,0009	0,0013	1,3889	2,16±0,03
10	0,05	0,020	0,0004	0,0006	0,9756	2,05±0,02
15	0,08	0,035	0,0013	0,0017	2,0988	1,72±0,04
20	0,04	0,02	0,0004	0,0005	1,2658	1,58±0,02

**Примітка.**R – розмах варіації; SD – середнє лінійне відхилення; D – дисперсія; S<sup>2</sup> – виправлена дисперсія; coef V – коефіцієнт варіації.

Таблиця 6  
Результати первинного статистичного аналізу вибірок аналітичних повторювань для питомого об'єму, см<sup>3</sup>/г хліба

Варіант	R <sup>1</sup>	SD <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	S <sup>2 4</sup>	coef V <sup>5</sup>	± <sup>6</sup>
Контроль	0,07	0,030	0,0009	0,0013	1,1070	2,71±0,03
5	0,07	0,025	0,0008	0,0010	1,0679	2,65±0,03
10	0,10	0,035	0,0016	0,0021	1,5873	2,52±0,04
15	0,06	0,020	0,0005	0,0007	1,0616	2,11±0,02
20	0,08	0,030	0,0011	0,0015	1,7026	1,95±0,03

**Примітка.**R – розмах варіації; SD – середнє лінійне відхилення; D – дисперсія; S<sup>2</sup> – виправлена дисперсія; coef V – коефіцієнт варіації.

Таблиця 7

**Результати первинного статистичного аналізу вибірок аналітичних повторювань маси хліба з 100 г борошна**

Варіант	R <sup>1</sup>	SD <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	S <sup>2 4</sup>	coef V <sup>5</sup>	± <sup>6</sup>
Контроль	0,9	0,351	0,135	0,180	0,285	128,9±0,4
5	1,0	0,351	0,155	0,207	0,307	128,5±0,4
10	1,4	0,551	0,335	0,447	0,451	128,5±0,6
15	1,2	0,400	0,200	0,267	0,347	128,8±0,4
20	0,7	0,301	0,095	0,127	0,240	128,1±0,4

**Примітка.** R – розмах варіації; SD – середнє лінійне відхилення; D – дисперсія; S<sup>2</sup> – виправлена дисперсія; coef V – коефіцієнт варіації.

Таблиця 8

**Результати первинного статистичного аналізу вибірок аналітичних повторювань відношення об'єму хліба до об'єму тіста**

Варіант	R <sup>1</sup>	SD <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	S <sup>2 4</sup>	coef V <sup>5</sup>	± <sup>6</sup>
Контроль	0,05	0,020	0,0004	0,0006	0,9524	2,10±0,02
5	0,10	0,040	0,0017	0,0023	2,0196	2,04±0,04
10	0,15	0,055	0,0036	0,0049	3,0928	1,94±0,06
15	0,13	0,050	0,0027	0,0037	3,1902	1,63±0,05
20	0,09	0,030	0,0014	0,0018	2,4933	1,50±0,04

**Примітка.** R – розмах варіації; SD – середнє лінійне відхилення; D – дисперсія; S<sup>2</sup> – виправлена дисперсія; coef V – коефіцієнт варіації.

Таблиця 9

**Результати первинного статистичного аналізу вибірок аналітичних повторювань випуклості хліба**

Варіант	R <sup>1</sup>	SD <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	S <sup>2 4</sup>	coef V <sup>5</sup>	± <sup>6</sup>
Контроль	0,03	0,010	0,0002	0,0002	2,9375	0,48±0,01
5	0,05	0,020	0,0005	0,0006	4,6667	0,48±0,02
10	0,04	0,015	0,0003	0,0003	3,5306	0,49±0,02
15	0,02	0,010	0,0001	0,0001	2,1277	0,47±0,01
20	0,05	0,020	0,0004	0,0006	4,4444	0,45±0,02

**Примітка.** R – розмах варіації; SD – середнє лінійне відхилення; D – дисперсія; S<sup>2</sup> – виправлена дисперсія; coef V – коефіцієнт варіації.



Рис.1 Хліб з борошном гарбузовим (вид зверху)



Рис.2 Хліб з борошном гарбузовим (вид у розрізі)

неістотним (coef V = 0,78–2,00).

Питомий об'єм хліба на один грам тіста знижувався від 2,20 до 1,58 або на 28 % порівняно з варіантом без борошна гарбузового. Цей показник на один грам хліба знижувався від 2,71 до 1,95 або на 28 %. Це свідчить про отримання хліба з нижчою пористістю м'якушки.

Маса хліба із 100 г борошна істотно не змінювалась залежно від варіанту досліду, а вибірки аналітичних повторювань істотно не варіювали (табл. 7).

Помітні зміни відбувались у відношенні об'єму хліба до об'єму тіста. Залежно від варіанту досліду об'єм хліба змінювався з  $2,1 \pm 0,02$  (контроль) до  $1,5 \pm 0,04$  (20 % борошна гарбузового). При цьому ймовірність варіювання вибірок аналітичних повторювань була досить низькою (табл. 8). Це свідчить про формування хліба з нижчою пористістю м'якушки.

На рис. 1 і 2 показано хліба з додаванням борошна гарбузового (вид зверху та вид у розрізі).

#### Висновки

Встановлено, що додавання 5–20 % борошна гарбузового в рецептуру хліба з борошна вищого сорту достовірно знижує упікання хліба, його об'єм, питомий об'єм, відношення об'єму хліба до об'єму тіста, випуклість. Не змінюється маса хліба з 100 г суміші борошна пшеничного вищого сорту борошном гарбузовим і його усихання. За показниками фізичних параметрів якості хліба оптимально замінити 5–10 % борошна пшеничного вищого сорту борошном гарбузовим. За такої рецептури хліба має такі показники: упікання становить 13,5 %, усихання – 5,2–5,3 %, об'єм хліба зі 100 г суміші борошна пшеничного та гарбузового –  $324\text{--}340\text{ см}^3$ , відношення об'єму хліба до об'єму тіста –  $1,94\text{--}2,04$  з випуклістю 0,48. Отримані результати первинного статистичного оброблення свідчать про високі якісні показники та зумовлюють можливість застосування даних для подальшого статистичного оброблення.

#### Література

- Mudgil D., Barak S., Khatkar B. S. Optimization of bread firmness, specific loaf volume and sensory acceptability of bread with soluble fiber and different water levels. *Journal of Cereal Science*. 2016. Vol. 70 no. 7. P. 186–191.
- Любич В. В., Полянецька І. О. Якість цілої крупи із зерна спельти залежно від індексу лушпиння та водно-теплової обробки. *Вісник Уманського НУС*. 2015. № 2. С. 34–39.
- Aziah N. A., Komathi, C. A. Acceptability attributes of crackers made from different types of composite flour. *International Food Research Journal*. 2009. №16. P. 479–482.
- Любич В. В., Лещенко І. А. Вихід і якість цілої крупи із зерна пшениці полби залежно від консистенції ендосперму та водотеплового оброблення. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 2 (106). С. 71–79.
- Dhingra et al. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of food science and technology*. 2012. Vol. 49. № 3. P. 255–266.
- Tosh S. M., Yada S. Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. *Food Research International*. 2010 Vol. 43. № 2. P. 450–460.
- Liubych V. V. et al. Improvement of the process of hydrothermal treatment and peeling of spelt wheat grain during cereal production. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 3(11). С. 40–51.
- Dhingra et al. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of food science and technology*. 2012. Vol. 49. № 3. P. 255–266.
- Kuchtová et al. Chemical composition and functional properties of pumpkin pomace-incorporated crackers. *Acta Chimica Slovaca*. 2016. Vol. 9. № 1. P. 54–57.
- Любич В. В., Железна В. В., Грабова Д. М. Оцінювання якості кексу з додаванням до борошна тритикале гарбузового пюре. Trends and prospects development of science and practice in modern environment. *Abstracts of*

*X International Scientific and Practical Conference*. Geneva, Switzerland. 2021. С. 357–362.

11. Minarovičová, L., et al. 2017. Effect of pumpkin powder incorporation on cooking and sensory parameters of pasta. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2017. Vol. 11. no. 1. P. 373–377.
12. Pongjanta J. et al. Effect of processing and drying treatment on quality of pumpkin powder. *Food Journal*. 2003. Vol. 33. P. 68–76.
13. Pongjanta J. et al. The utilization of pumpkin powder in Thai Sweetmeal. *Food Journal*. 2004. Vol. 34. P. 80–89.
14. 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.
15. Pongjanta J. et al. Utilization of pumpkin powder in bakery products Songklanakarin. *J. Sci. Technol*. 2006. Vol. 28 (Suppl. 1). P. 71–79.
16. Любич В. В., Железна 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.
17. Bhat M. A., Bhat A. 2013. Study on Physico-Chemical Characteristics of Pumpkin Blended Cake. *Food Processing & Technology*. Vol. 4 (9). P. 1–4.
18. Kulkarni A. S., Joshi D. C. Effect of replacement of wheat flour with pumpkin powder on textural and sensory qualities of biscuit. *International Food Research Journal*. 2013. Vol. 20 (2). P. 587–591.
19. Minarovičová L. et al. Utilization of pumpkin powder in baked rolls. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2018. Vol. 12. № 1. P. 195–201.
20. Дубовой В. М. та ін. *Моделювання та оптимізація систем*. Вінниця: ПП «ТД«Еднльвейс». 2017. 804 с.
21. Поперечний А. М., Потапов В. О., Корнійчук В. Г. *Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв*. Київ: Центр учбової літератури, 2012. 312 с.
22. Остапчук М. В., Станкевич Г. М. *Математичне моделювання на ЕОМ*. Одеса: Друк, 2010. 313 с.
23. Bojnanská T., Mocko K. Bread-making quality of Slovak and Serbian wheat varieties. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2014. Vol. 3. № 3. P. 190–194.

#### References

1. Mudgil, D., Barak, S., Khatkar, B. S. (2016). Optimization of bread firmness, specific loaf volume and sensory acceptability of bread with soluble fiber and different water levels. *Journal of Cereal Science*, 2016, 70 (7), pp. 186–191. (in English).
2. Lyubych, V.V., Polyanetska, I.O. (2015). Quality of whole grain from spelled grain depending on the index of peeling and water-heat treatment. *Bulletin of Uman NUS*. Uman, 2015, no. 2. pp. 34–39. (in Ukrainian)
3. Aziah, N. A., Komathi, C. A. (2009). Acceptability attributes of crackers made from different types of composite flour. *International Food Research Journal*, 2009, 16, pp. 479–482. (in English).
4. Lyubich, V.V., Leshchenko, I.A. (2020). Yield and quality of whole grain from spelled wheat grain depending on the consistency of endosperm and water-heat treatment. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 2020, no. 2 (106). pp. 71–79. (in Ukrainian)
5. Dhingra et al. (2012). Dietary fibre in foods: a review. *Journal of food science and technology*, 2012, 49(3), pp. 255–266. (in English).
6. Toshosh, S. M., Yada, S. (2010). Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. *Food Research International*, 2010, 43(2), pp. 450–460. (in English).
7. Liubych, V. V. et al. (2019). Improvement of the process of hydrothermal treatment and peeling of spelt wheat grain during cereal production. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2019, 3(11), pp. 40–51. (in English).

8. Dhingra et al. (2012). Dietary fibre in foods: a review. *Journal of food science and technology*, 2012, 49 (3), pp. 255–266. (in English).
9. Kuchtová et al. (2016). Chemical composition and functional properties of pumpkin pomace-incorporated crackers. *Acta Chimica Slovaca*, 2016, 9(1), p. 54–57. (in English).
10. Lyubich, V. V., Zhelezna, V. V., Grabova, D. M. (2021). Evaluation of cake quality with the addition of pumpkin puree triticale flour. Trends and prospects development of science and practice in modern environment. *Abstracts of X International Scientific and Practical Conference*. Geneva, Switzerland, 2021, pp. 357–362. (in Ukrainian).
11. Minarovičová, L. et al. (2017). Effect of pumpkin powder incorporation on cooking and sensory parameters of pasta. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 11(1), pp. 373–377. (in English).
12. Pongjanta, J. et al. (2003). Effect of processing and drying treatment on quality of pumpkin powder. *Food Journal*, 2003, 33, pp. 68–76. (in English).
13. Pongjanta, J. et al. (2004). The utilization of pumpkin powder in Thai Sweetmeal. *Food Journal*. 2004, 34, pp. 80–89. (in English).
14. Sara, M. S., Amira, M. (2018). Evaluation of Physical and Sensory Characteristics of Jam and Cake Processed Using Pumpkin (*Cucurbita moschata*) Middle East. *Journal of Applied Sciences*. 2018, 8, pp: 295–306. (in English).
15. Pongjanta, J. et al. (2006). Utilization of pumpkin powder in bakery products Songklanakarin *J. Sci. Technol.*, 2006, 28(1), pp. 71–79. (in English).
16. Lyubich, V. V., Zhelezna, V. V., Grabova, D. M. (2021). Quality of triticale cakes enriched with pumpkin paste. *Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture*, 2021, 2, pp. 17–28. (in Ukrainian).
17. Bhat, M. A., Bhat, A. (2013). Study on Physico-Chemical Characteristics of Pumpkin Blended Cake, *Food Processing & Technology*, 4(9), pp. 1–4. (in English).
18. Kulkarni, A. S., Joshi, D. C. (2013). Effect of replacement of wheat flour with pumpkin powder on textural and sensory qualities of biscuit. *International Food Research Journal*, 2013, 20 (2), pp. 587–591. (in English).
19. Minarovičová, L. et al. (2018). Utilization of pumpkin powder in baked rolls. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences vol*, 2018, 12 (1), pp. 195–201. (in English).
20. Dubovoi, V. M. et al. (2017). *Modeling and optimization of systems: a textbook*. Vinnytsia: PE "Ednlweiss", 2017, 804 p. (in Ukrainian).
21. Poperechny, A. M., Potapov, V. O., Korniychuk, V. G. (2012). *Modeling of processes and equipment of food production*. Textbook. K.: Center for Educational Literature, 2012, 312 p. (in Ukrainian).
22. Ostapchuk, M. V., Stankevich, G. M. (2010). *Mathematical modeling on a computer: textbook*. Odesa: Druk, 2010, 313 p. (in Ukrainian).
23. Bojnanská, T., Mocko, K. (2014). Bread-making quality of Slovak and Serbian wheat varieties. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2014, vol. 3, no. 3, pp. 190–194 (in English).