

УДК 664.661

DOI: 10.15587/2312-8372.2018.141385

## ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ДВОКОМПОНЕНТНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ХЛІБА ПШЕНИЧНОГО

Калашник О. В., Бараболя О. В., Михайлова О. С., Писаренко С. В., Юдічева О. П., Мороз С. Е., Бірта Г. О., Ткаченко А. С., Кириченко О. В., Гнітій Н. В.

Об'єктом дослідження є хліб пшеничний. Одним з найбільш проблемних місць є необхідність корекції харчового раціону населення з метою збагачення традиційних продуктів харчування життєво-необхідними нутрієнтами. Ураховуючи, що хліб належить до продуктів, які є у щоденному раціоні більшості населення, поліпшення його харчової цінності сприятиме покращенню раціону в цілому. Поліпшення харчової цінності хлібу може здійснюватися за рахунок додавання альтернативних видів борошна – кукурудзяного, вівсяного, борошна ярої пшениці.

В ході дослідження використовувалося моделювання рецептур методом дегустаційної оцінки. Розроблено 9 рецептур хліба на основі двокомпонентних борошняних сумішей з додаванням кукурудзяного, вівсяного, гречаного та борошна ярої пшениці (7,5 % та 15 %).

Отримані зразки були досліджені на відповідність органолептичним та фізико-хімічним показникам, а також показникам безпеки. За фізико-хімічними показниками якості (вологість та кислотність) усі зразки відповідали українській нормативній документації, показники безпеки також не перевищували допустимих меж. Найкращими органолептичними властивостями вирізнявся хліб, до складу рецептури якого було додатково введено борошна ярої пшениці у кількості 7,5 % і 15 %. Високу кількість балів одержав хліб із суміші пшеничного і вівсяного борошна (7,5 %). Зразки з додаванням кукурудзяного та гречаного борошна відрізнялися гіршими органолептичними властивостями. Це пов'язано з тим, що різні види борошна по-різному впливають на смакові властивості готового продукту.

Отримані результати досліджень свідчать про доцільність застосування двокомпонентних сумішей борошна. Очікується поліпшення амінокислотного складу продукту, зниження енергетичної цінності за рахунок хімічного складу борошна, застосованого у нових рецептурах.

Завдяки цьому забезпечується можливість отримання хлібу функціонального та дієтичного призначення. У порівнянні з аналогічними відомими рецептурами, розроблені зразки забезпечують такі переваги: поліпшення харчової цінності, покращення органолептичних властивостей продукту.

**Ключові слова:** харчова цінність хлібу, показники безпеки, органолептичні показники, двокомпонентна суміш борошна.

## 1. Вступ

Для задоволення фізіологічних потреб у раціоні традиційно основне місце посідає хліб. Підприємства, що виробляють хліб, пропонують широкий асортимент виробів, якій відрізняється використанням різноманітної сировини для задоволення різних фізіологічних потреб людей, енергетичною і харчовою цінністю, смаковими властивостями, вагою, упакованням тощо [1].

Різні потреби споживачів (дохід, уподобання, обмеження вживання різних видів хліба, доступність у місцях продажу) диктують виробникам напрямки формування асортиментної політики.

За статистичними даними серед найпопулярніших видів хліба на першому місці є пшеничний хліб [1]. Використання в рецептурі борошняних композицій на основі доповнення пшеничного борошна іншою сировиною вирішує проблему надання хлібу істотно нових споживних властивостей [2].

Тому одним з пріоритетних завдань для науки та промисловості є створення та розширення асортименту хлібобулочних виробів з новими, наприклад, оздоровчими, лікувально-профілактичними, властивостями, які відповідали б сучасним вимогам харчування [3]. Тобто, формування та розширення асортименту пшеничного хліба є актуальним.

## 2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

*Об'єктом дослідження є хліб пшеничний.*

Під час аудиту досліджувалися 9 рецептур хліба, які мали такий компонентний склад:

- контрольний, виготовлений за традиційною рецептурою із пшеничного борошна;
- хліб із пшеничного борошна з додаванням 15 % кукурудзяного борошна;
- хліб із пшеничного борошна з додаванням 7,5 % кукурудзяного борошна;
- хліб із пшеничного борошна з додаванням 15 % гречаного борошна;
- хліб із пшеничного борошна з додаванням 7,5 % гречаного борошна;
- хліб із пшеничного борошна з додаванням 15 % борошна ярої пшениці;
- хліб із пшеничного борошна з додаванням 7,5 % борошна ярої пшениці;
- хліб із пшеничного борошна з додаванням 15 % вівсяного борошна;
- хліб із пшеничного борошна з додаванням 7,5 % вівсяного борошна.

Контрольний зразок відрізнявся високими органолептичними властивостями, проте має недоліки стосовно харчової цінності, оскільки пшеничне борошно відрізняється гіршим хімічним складом у порівнянні з альтернативними видами борошна.

Одним з найбільш проблемних місць є створення раціональної рецептури хліба, яка б задовольняла споживача за органолептичними характеристиками та за параметрами харчової цінності.

### **3. Мета та задачі дослідження**

*Метою роботи є обґрунтування використання двокомпонентних сумішей для виготовлення хліба пшеничного.*

Для досягнення поставної мети були вирішені такі завдання:

1. Визначити органолептичні властивості хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних сумішей за розробленими рецептурами.
2. Дослідити фізико-хімічні показники (вологість та кислотність м'якушки) якості хліба пшеничного.
3. Встановити рівні токсичних елементів хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних сумішей за розробленими рецептурами.

### **4. Дослідження існуючих рішень проблеми**

Світовою практикою встановлено, що на розширення асортименту хліба впливають такі чинники:

- розробка нових рецептур;
- застосування компонентів, що покращують органолептичні показники (зовнішній вигляд, колір, запах, смак);
- використання компонентів, що виступають функціональними інгредієнтами;
- удосконалення технології виготовлення хліба [2, 3].

Аналіз інформаційних джерел показав, що використання різноманітних добавок йде у кількох напрямках: надають визначеного аромату хліба; надають необхідні властивості для здоров'я людини [4]. Незначна частина загального обсягу виробництва хліба припадає на продукцію функціонального, дієтичного та спеціального призначення [5]. Широко використовують альтернативні види борошна для виробів дієтичного призначення, зокрема гречане, рисове, кукурудзяне тощо. Впливу комбінування різних видів борошна на споживні властивості хліба присвячено багато праць, проте ще досить багато композицій борошна ще не вивчено, що спонукає до виконання досліджень у цьому напрямку.

З'ясовано, що в якості різних видів сировини, яку додають до основного виду борошна використовують зернові, зерно-бобові та олійні культури, а також прянощі, продукти переробки плодів, ягід, овочів, горіхів і навіть кавові суміші [6]. Проте такі інгредієнти значно здорожують собівартість.

У якості джерела цінних інгредієнтів, які входять до складу сумішей для виробництва хліба, використовують продукти переробки круп'яних культур. Наприклад, ячменю, гречки, вівса, кукурудзи, проса, рису тощо у вигляді цільного зерна, крупів, борошна, пластівців, висівок, шротів, екструзійних сумішей тощо [5]. Слід зазначити, що надзвичайно важливим є дослідження раціонального співвідношення борошна у суміші.

На підставі проведених досліджень з'ясовано, що вівсяне, гречане, рисове і кукурудзяне борошно у різних пропорціях впливають на технологічні та біохімічні властивості борошняних сумішей і можуть бути використані в якості збагачувачів мікронутрієнтів. А також для стабілізації якості клейковини і числа падіння в борошняних сумішах [7]. Наприклад, борошно вівсяне у

кількості від 10 % у рецептурі використовують для збагачення лізином, метіоніном, токоферолами, біотином, натуральними антиоксидантами, кремнієм і магнієм [8]. Використання вівсяного борошна зумовлено підвищеною кількістю макро- і мікроелементів, токоферолу, що містяться у його складі [9]. Гречане борошно застосовують для збагачення лізином, альбумінами і глобулінами, токоферолами; рисове – біотином [7]; ячмінне – клітковини, токоферолів, кальцію і фосфору  $\beta$ -глюканом [10]; кукурудзяне – біотином, токоферолами, більшим вмістом мінеральних речовин, ліпідів, цукрів, геміцелюлози [11].

У роботі [12] авторами проведено дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників якості хліба, виготовленого із композиції пшеничного борошна з додаванням 10, 20 та 30 % ячмінного борошна. Встановлено, що найкращим варіантом серед досліджених, є хліб, виготовлений із додаванням 10 % ячмінного борошна. Окрім того, додавання ячмінного борошна є перспективним напрямом розвитку виготовлення хліба підвищеної харчової цінності. Проте у дослідженні не було оптимізовано рецептуру хліба за всіма показниками.

Науковими дослідженнями [13] доведено, що 15 % ячмінного борошна доцільно використовувати у якості збагачувача сортового пшеничного борошна. Проте дослідженнями не було встановлено вплив цього інгредієнта на органолептичні показники.

Для виготовлення білково-пшеничного хліба у роботі [14] запропоновано композиції із вмістом 20 % сухої пшеничної клітковини з додаванням 20, 30 та 40 % гречаного борошна, в результаті аналізу яких обрані найкращі зразки з оптимальною кількістю даного компонента – 20 %. Окрім того, гречане борошно активно використовують у виробництві безглютенового хліба [15] та для покращення харчової цінності хліба. Це дозволяє розширити асортимент хлібних виробів функціонального призначення [16, 17]. Однак така кількість може суттєво вплинути на ціну готової продукції.

Яра пшениця є кращим джерелом рослинного білка, вміст якого у м'яких сортах сягає 14–16 %, а у твердих – 15–18 %, порівняно із зерном озимої пшениці. Водночас загальна кількість клейковини у борошні ярої пшениці знаходиться в межах від 28 до 40 %. Завдяки зазначеним особливостям хімічного складу, борошно із ярої пшениці здатне поліпшувати хлібопекарські властивості пшеничного борошна зі зниженим вмістом клейковини і сприяти одержанню продукції доброї якості [18]. Така рецептура буде впливати на вміст глютену у готових виробах та роботи його алергеном.

У роботі [19] проаналізована розробка дієтичного хлібу «Геркулес», який містить 20 % вівсяного борошна. Дослідженнями встановлено оптимальний вміст вівсяного борошна (30 %) від загальної маси борошна та його вплив на хлібопекарські властивості і харчову цінність сумішей з пшеничним борошном. Але в даному дослідженні не оптимізовано рецептуру за органолептичними та фізико-хімічними властивостями.

Проведеними дослідженнями [20, 21] з'ясовано, що внесення у рецептуру кукурудзяного борошна покращує показники якості хліба та оптимальною

кількістю заміни пшеничного борошна кукурудзяним слід вважати 10 %. Однак в цих же дослідженнях виявлено, що така рецептура призводить до зменшення об'єму і формостійкості хліба.

Ураховуючи теоретичний аналіз проведених досліджень, перспективною є розробка нових видів хліба на основі двокомпонентних сумішей, зокрема з використанням борошна ярої пшениці.

## 5. Методи досліджень

Для визначення показників якості хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних сумішей використали стандартні методи за нормативною документацією.

Для сенсорного аналізу було застосовано удосконалену систему балової оцінки, що розроблена на основі роботи [22], у якій використано 5 показників якості. В удосконалену систему балової оцінки був включений показник колір м'якушки. Відповідно до розробленої системи виділено п'ять основних рівнів якості для оцінки кожного показника, що досліджується:

- 5 балів – відмінний рівень якості;
- 4 бали – добрий рівень якості;
- 3 бали – задовільний;
- 2 бали – незадовільний;
- 1 бал – продукт неякісний.

Зазначена шкала має опис конкретного показника для кожного рівня якості (табл. 1).

**Таблиця 1**

Удосконалена 5-и балова шкала органолептичної оцінки якості хліба

Показники якості	Бали	Характеристика
Зовнішній вигляд: – форма	5	Правильна (не зім'ята, не розпливчата, без бічних напливів)
	4	Правильна з легкими притисками
	3	Злегка розпливчата, або дещо зім'ята
	2	Неправильна, розпливчата або зім'ята.
	1	Неправильна, розпливчата або зім'ята, з бічними впливами, не відповідає даному виду виробів
– поверхня	5	Гладка, допускається злегка шорстка, без підривів
	4	Гладка, допускається злегка зморшкувата, борошниста, без підривів
	3	Допускаються невеликі тріщини, борошниста
	2	Має тріщини, борошниста, виражено шорстка
	1	З тріщинами і надривами, значна борошністість
– колір	5	Рівномірний, відповідає даному виробу
	4	Достатньо рівномірний
	3	Недостатньо однорідний
	2	Неоднорідний, блідий чи темний, брудний
	1	Підгорілий, надто блідий із забрудненнями
– стан м'якушки	5	М'яка, ніжна, дуже еластична, суха на дотик. Пористість – рівномірна, добре розвинута, тонкостінна

	4	М'яка, еластична, суха на дотик. Пористість – достатньо рівномірна, розвинута
	3	Достатньо м'яка, достатньо еластична, ледь волога. Пористість – недостатньо рівномірна, пори різного розміру
	2	Мало еластична, волога на дотик. Пори – неоднорідні; дуже дрібні чи завеликі велика, пористість – товстостінна, є порожнини
	1	Не еластична, дуже волога на дотик. Велика кількість порожнин, непромішування
– колір м'якушки	5	Приємний, однорідний, притаманний певному виробу
	4	Однорідний, притаманний певному виробу
	3	Незначна неоднорідність
	2	Неоднорідний
	1	Неоднорідний, неприємний
– запах	5	Дужеприємний, гармонійний, властивий даному виробу, добре виражений, без сторонніх
	4	Приємний, властивий виробу, виражений, без сторонніх
	3	Невиражений, порожній
	2	Кислий дріжджовий, порожній
	1	Затхлий, неприємний зі стороннім запахом
– смак	5	Дужеприємний, гармонійний, властивий даному виробу, добре виражений, без сторонніх
	4	Приємний, властивий виробу, виражений, без сторонніх
	3	Невиражений, порожній
	2	Кислий, дріжджовий, порожній
	1	Затхлий, неприємний зі стороннім присмаком

Визначення вмісту цинку, кадмію, свинцю і міді здійснювали методом інверсійної вольтамперометрії. Метод ґрунтується на електрохімічному концентруванні металів за постійного потенціалу. Вимірювання проводили на аналізаторі вольтамперометричному АВА-2 (Російська Федерація).

## 6. Результати досліджень

Вплив компонентів на показники якості одержаних зразків хліба вивчали за показниками – органолептичними, фізико-хімічними, вмістом токсичних елементів.

Під час проведення сенсорного аналізу одержаних зразків хліба пшеничного було досліджено такі органолептичні показники: зовнішній вигляд (форма, поверхня, колір), стан м'якушки, смак і запах.

Для встановлення відмінностей між контрольним та дослідними зразками були визначені органолептичні показники одержаних зразків хліба.

За результатами досліджень встановлено, що дослідні зразки хліба мають овальну і напівовальну форму, світло-коричневий колір, стан поверхні – від гладкої до шорсткої, зморшкуватої, горбистої (у зразків 5 і 8 виявлено тріщини). Стан м'якушки характеризується як помірно тонкостінний рівномірний (зразки 7–9), помірно крупний, рівномірний (зразки 5, 6), помірно товстостінний (зразки 3, 4), помірно крупний, нерівномірний (зразок 1). Колір м'якушки дослідних зразків коливається від білого з жовтуватим відтінком (зразки 1, 3, 7) до світло-жовтого, жовтого і золотистого (зразки 2 і 9 і 6) і,

навіть, сіруватого (зразки 4, 5, 8). Отже, різні добавки найбільший вплив мали на поверхню, стан м'якушки дослідних зразків хліба і її колір.

Від стану м'якушки хліба залежить те, наскільки повно і швидко хліб, що потрапить до шлунку і кишечника людини, буде засвоюватися її організмом. Добре розвинена, рівномірна, тонкостінна пористість хліба сприяє максимальному проникненню травних соків і покращує перетравлюваність і засвоюваність їжі.








Для візуалізації та більш повного уявлення про стан м'якушки було здійснено макро- і мікроскопічне дослідження структури зразків хліба пшеничного, отриманого за новими рецептурами (табл. 2).

**Таблиця 2**

Макро- і мікроструктура м'якушки зразків хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних сумішей

№ варіанта	Макроструктура	Мікроструктура до $\times 500$
1	 <p>Пористість помірнокрупна, рівномірна</p>	 <p>Маса коагульованого білка у вигляді просторових витягнутих плівок</p>
2	 <p>Пористість помірнокрупна, не рівномірна товстостінна</p>	 <p>Суцільна маса коагульованого білка у вигляді просторових витягнутих плівок</p>



3	 <p>Пористість помірнокрупна, рівномірна, тонкостостінна</p>	 <p>Коагульований білок у вигляді просторових розгалужених тонкостінних плівок</p>
4	 <p>Пористість крупна, рівномірна, помірнотовстостостінна</p>	 <p>Суцільна маса коагульованого білка у вигляді просторових витягнутих плівок</p>
5	 <p>Пористість крупна, рівномірна, помірнотонкостостінна</p>	 <p>Суцільна маса коагульованого білка у вигляді просторових витягнутих розгалужених тонкостінних плівок</p>
6	 <p>Пористість помірнокрупна, рівномірна, помірнотовстостостінна</p>	 <p>Суцільна маса коагульованого білка у вигляді просторових витягнутих плівок</p>

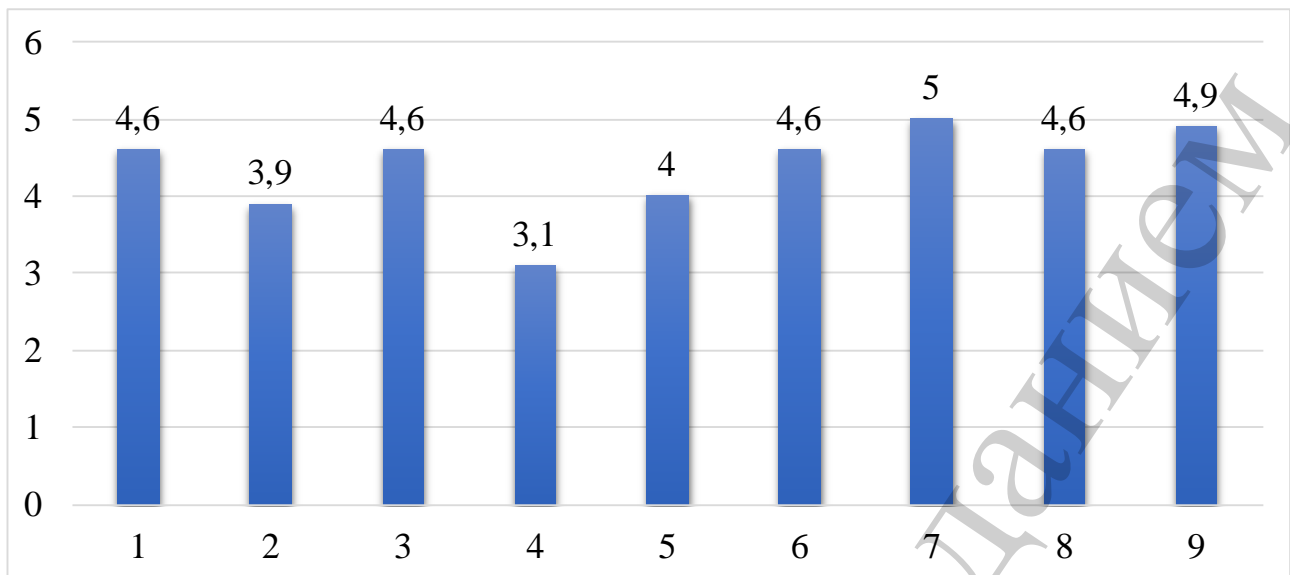


7	 <p>Пористість помінокрупна, рівномірна, тонкостінна</p>	 <p>Суцільна маса коагульованого білка у вигляді просторових витягнутих розгалужених тонкостінних плівок</p>
8	 <p>Пористість помірно крупна, рівномірна, тонкостінна</p>	 <p>Суцільна маса коагульованого білка у вигляді просторових витягнутих плівок</p>
9	 <p>Пористість помінокрупна, рівномірна, тонкостінна</p>	 <p>Суцільна маса коагульованого білка у вигляді просторових витягнутих розгалужених тонкостінних плівок</p>

Мікрофотографії м'якушки зразків хліба пшеничного дозволили зробити висновок про те, що міжпорові стінки складаються із суцільної маси коагульованого під час випікання білка у вигляді просторових витягнутих плівок, при цьому відсутні помітні окремі гранули крохмалю.

Встановлено, що просторова структура дослідних зразків хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних сумішей 3, 5, 7, 9 більш розгалужена, тонкостінна.

Загальна бальова оцінка органолептичних показників якості зразків хліба пшеничного, збагаченого різними видами борошна, представлена на рис. 1.



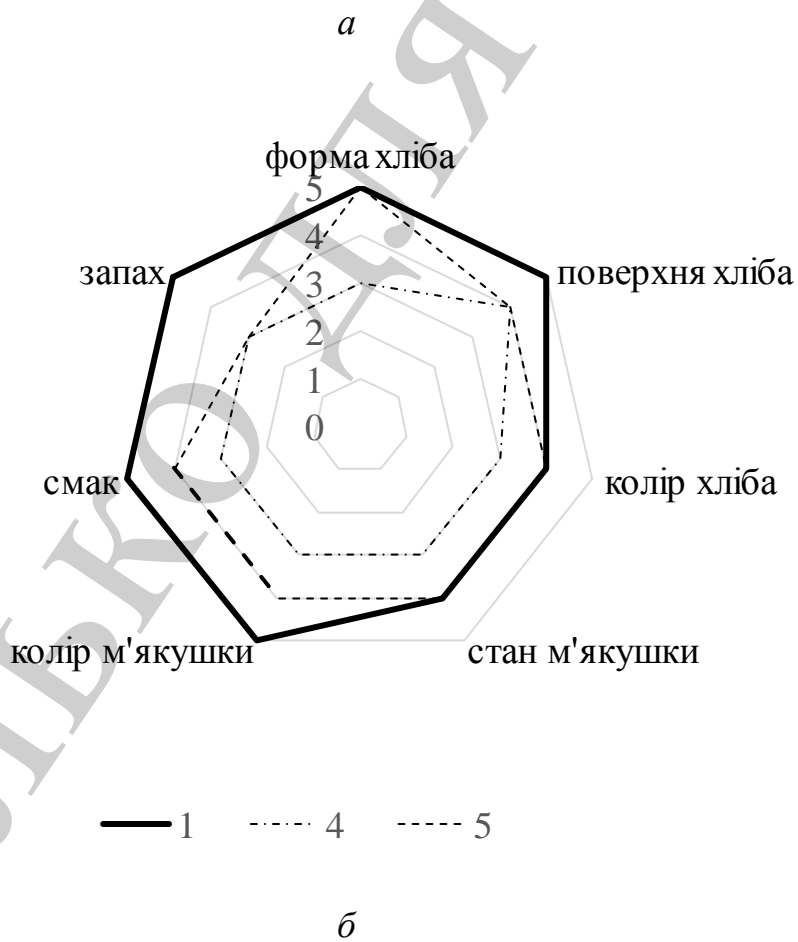
**Рис. 1.** Загальна бальова оцінка органолептичних показників якості зразків хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних сумішей, бали

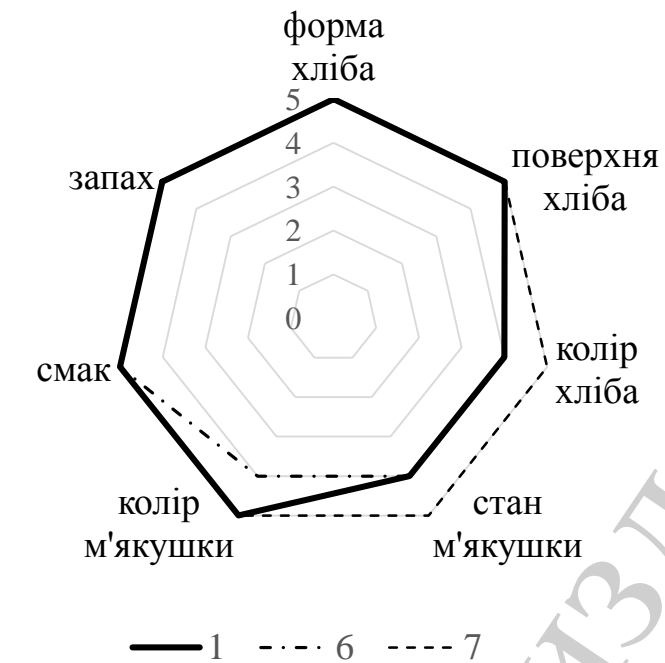
Максимальну кількість балів (5,0) за результатами проведених досліджень одержав зразок 7. Зазначений зразок відрізнявся гладкою поверхнею, світло-коричневим кольором, еластичною м'якушкою, пористість якої була помірно тонкостінною і рівномірною. Дегустатори відзначили привабливий колір м'якушки – білий з жовтуватим відтінком. Високу кількість балів (4,9) одержав зразок 9 і зразки 3, 6 та 8, у яких дегустатори відзначили їх тонкостінність, однорідну пористість і дуже приємний колір м'якушки (золотистий – у зразка 6 і світло-жовтий – у зразка 9).

Добавки гречаного борошна погіршили органолептичні властивості дослідних зразків хліба. Найбільш негативних змін зазнав колір, який у зразках характеризувався як сірий. Дегустатори також відзначили наявність зморшкуватої поверхні і товстостінної пористості, що відобразилося на середньому балі, який для зразка 4 склав 3,1 бали, а для зразка 5 – 4,0 бали.

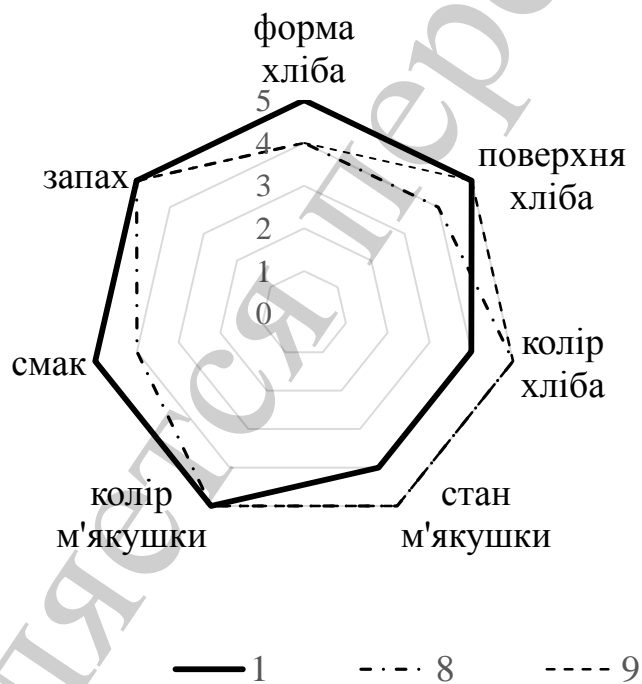
У 3,9 балів було оцінено зразок 2, що мав злегка зморшкувату, горбисту поверхню, пористість м'якушки була помірно крупна, нерівномірна. Дегустаторам менше сподобався і виражений жовтий колір м'якушки.

Заключним етапом органолептичної оцінки зразків хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних сумішей, стала побудова пелюсткових діаграм залежно від вмісту компонентів (рис. 2).





*a*



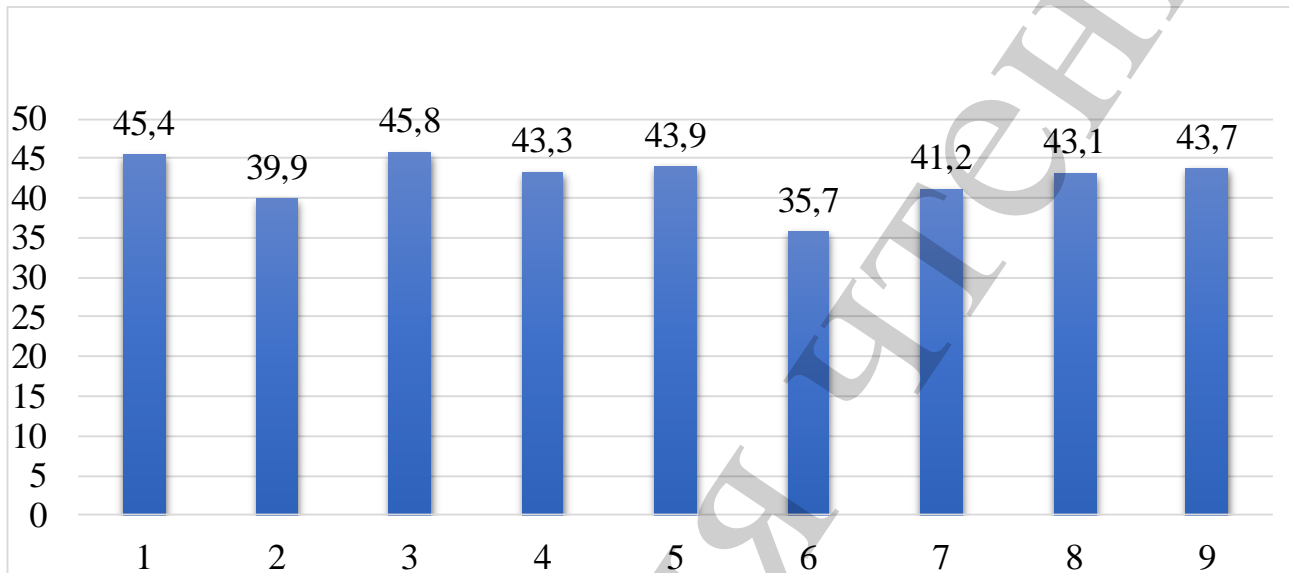
*b*

**Рис. 2.** Радіальна діаграма зразків хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних сумішей: *a* – з кукурудзяним борошном; *b* – з гречаним борошном; *в* – з борошном ярої пшениці; *г* – з вівсяним борошном

Значення вологості та кислотності м'якушки одержаних зразків хліба визначали за стандартними методиками, передбаченими ДСТУ 7517:2014. Зазначені показники мають значний вплив на якість хліба. За підвищеної вологості знижується харчова цінність хліба, він гірше засвоюється організмом,

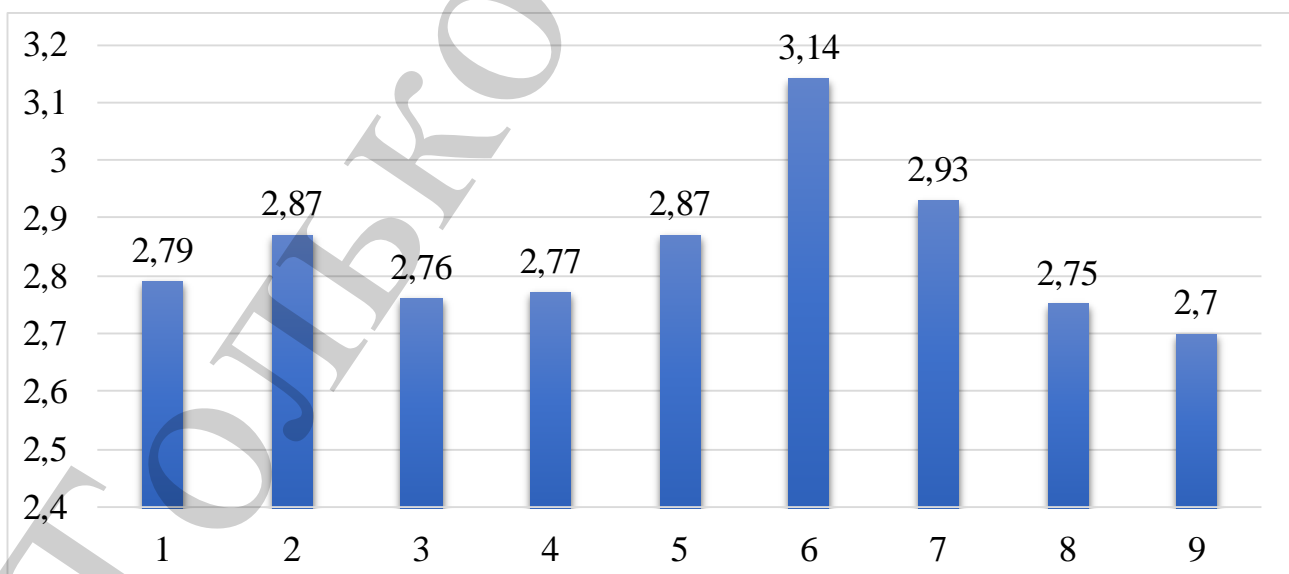
легко деформується, швидше пліснявіє і хворіє; за низької вологості м'якушка стає занадто сухою, мало еластичною, крихкою, погіршується смак виробів. Підвищена та знижена кислотність впливають на смак хліба, що стає занадто кислим або прісним.

У ході визначення вологості встановлено, що для всіх одержаних зразків хліба пшеничного цей показник знаходився в допустимих межах за нормативною документацією (35,7–45,8 %).



**Рис. 3.** Вологість м'якушки одержаних зразків хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних сумішей, %

Окрім того було виявлено, що зі збільшенням частки іншого борошна зменшується вологість м'якушки. Так для кукурудзяного борошна зменшення становить 14,8 %, а для борошна ярої пшениці – 15,4 %.



**Рис. 4.** Кислотність м'якушки дослідних зразків хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних сумішей, град

Як видно з рис. 4. кислотність м'якушки дослідних зразків хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних сумішей коливається від 2,7° (зразок 9) до 3,14° (зразок 6), що відповідає показникам якості за нормативною документацією.

Визначення токсичних елементів є важливим, коли мова йде про безпечність харчових продуктів. Особливого значення вміст цих сполук набуває у продуктах щоденного вживання, у тому числі в хлібобулочних виробках. Свинець і кадмій відносяться до найбільш небезпечних токсичних металів, цинк і мідь стають небезпечними, коли надходження до організму перевищує допустиму добову дозу. Свинець і кадмій відносяться до найбільш небезпечних токсичних металів, цинк і мідь стають небезпечними, коли кількість у харчовому раціоні перевищує допустиму добову дозу. Небезпека свинцю полягає у негативному впливі на діяльність нервової системи людини в цілому. Нині до основних джерел надходження цього мікроелемента відносять небезпечні відходи багатьох промислових підприємств, продукти згоряння бензину, деякі пестициди. Токсичність кадмію перевищує шкідливу дію свинцю, що обумовлено його здатністю до поступового накопичення в різних тканинах організму. За надмірної кількості кадмію негативно впливає на метаболізм заліза і кальцію, а також є причиною складних отруєнь та небезпечних захворювань.

Проведення вольтамперометричного аналізу дало змогу визначити рівні токсичних елементів у зразках хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних сумішей (табл. 3). Проведено визначення вмісту цинку, міді, свинцю, кадмію.

**Таблиця 3**

Результати аналізу рівня токсичних елементів у зразках хліба пшеничного, виготовлених із двокомпонентних композиційних сумішей

№ варіанта	Вміст Zn, мг/кг		Вміст Cd, мг/кг		Вміст Cu, мг/кг		Вміст Pb, мг/кг	
	ГДР	виміряне	ГДР	виміряне	ГДР	виміряне	ГДР	виміряне
1	25,0	4,49	0,05	0,01	5,0	2,83	0,3	0,04
2		3,87		0,01		3,36		0,04
3		2,91		0,02		4,21		0,02
4		4,38		0,02		4,78		0,05
5		2,81		0,01		4,85		0,01
6		2,71		0,01		3,34		0,02
7		5,39		0,01		2,83		0,02
8		5,21		0,02		3,93		0,02
9		5,17		0,02		3,97		0,05

**Примітка:** ГДР – гранично допустиме значення.

Всі досліджувані зразки хліба пшеничного, виготовлених із двокомпонентних композиційних сумішей мали рівень токсичних елементів (Zn, Cd, Cu, Pb) в межах граничнодопустимих нормативних значень. Окремо слід відзначити зразки, в яких застосовувати гречане борошно. У даних зразках

відмічений підвищений рівень Zn, Cu та Pb – зразок 4 та Cu у зразку 5. Це може бути пов'язано із агротехнікою вирощування гречки.

## **7. SWOT-аналіз результатів досліджень**

*Strengths.* Розроблені рецептури хліба мають переваги у порівнянні з традиційними, оскільки альтернативні види борошна, запропоновані у нових рецептурах, відрізняються кращим амінокислотним складом у порівнянні з борошном пшеничним. Встановлено, що використані добавки впливають на формування стану м'якушки хліба. Зокрема, пористості м'якушки хліба, а також кольору і поверхні виробів.

Включення до складу двокомпонентних сумішей борошна із зерна ярої пшениці сприяло формуванню еластичної м'якушки, що відрізнялася помірно тонкостінною і рівномірною пористістю та приємним світло-жовтим кольором. Одержані вироби відрізнялися гладкою поверхнею. Хліб із суміші пшеничного і вівсяного борошна відрізнявся світло-жовтим кольором, м'якушка мала однорідну, тонкостінну пористість. Кукурудзяне борошно, кількість якого у складі суміші складала 7,5 %, надало виробам привабливого золотистого кольору; сприяло утворенню еластичної м'якушки з тонкостінною, однорідною пористістю.

Вміст токсичних елементів – свинцю, міді, цинку, кадмію не перевищував допустимих меж у зразках, де одним із компонентів було обрано борошно ярої пшениці, кукурудзяне і вівсяне борошно. Використання гречаного борошна призвело до підвищення вмісту зазначених металів у готовому виробі.

*Weaknesses.* Добавки гречаного борошна у кількості 7,5 і 15 % погіршили органолептичні властивості дослідних зразків хліба, що мали зморшкувату поверхню, товстостінну пористість і недостатньо привабливий сірий колір.

У випадку, коли вміст кукурудзяного борошна було збільшено до 15 % було виявлено злегка зморшкувату, горбисту поверхню хліба, пористість м'якушки була помірно крупна, не рівномірна. Дегустаторам менше сподобався і виражений жовтий колір м'якушки.

Значним недоліком даного дослідження є те, що вартість розроблених зразків збільшилася у порівнянні з контрольним зразком, оскільки вартість запропонованих видів борошна є вищою.

*Opportunities.* Перспективи подальших досліджень полягають у детальному дослідженні харчової цінності отриманих виробів (жирнокислотний, амінокислотний, вітамінний та мінеральний склад). Розроблені зразки можуть бути використані підприємствами хліборобної промисловості з метою розширення асортименту виробів функціонального призначення. Запропоновані рецептури можуть бути впроваджені у виробництво не лише в Україні, а й за кордоном.

*Threats.* Основними загрозами є дорожча собівартість запропонованих зразків у порівнянні з традиційним хлібом. Усунути даний ризик можна завдяки зниженню енерговитрат на виробництво. Ще однією загрозою є те, що споживачі звикли до хлібу з пшеничного борошна, проте для встановлення попиту на розроблені зразки, необхідно проводити маркетингові дослідження.



## 8. Висновки

1. Використання в рецептурі (разом із основною сировиною – пшеничним борошном) інших видів борошна впливає на органолептичні властивості готового хліба. Використані добавки найбільше впливають на поверхню, стан м'якушки дослідних зразків хліба і її колір. Найкращими органолептичними властивостями вирізнявся хліб, до складу рецептури якого було додатково введено борошна ярої пшениці у кількості 7,5 % (5,0 балів) і 15 % (4,8 бали). Високу кількість балів одержав хліб із суміші пшеничного і вівсяного борошна (7,5 %), який за результатами бальної оцінки одержали 4,8 бали. Негативно вплинула на якість хліба добавка до пшеничного борошна 15 % кукурудзяного (середній бал – 3,4), дослідний зразок мав помірно крупну, нерівномірну пористість, горбисту поверхню, жовтий колір м'якушки. Добавки гречаного борошна у кількості 7,5 і 15 % теж погіршили органолептичні властивості дослідних зразків хліба. Найбільш негативних змін зазнав колір, який у зразках характеризувався як сіруватий.

2. Вологість м'якушки дослідних зразків хліба знаходиться у межах від 35,7 до 45,8 %, що відповідає вимогам чинної нормативної документації. Найбільшу вологість має хліб із добавками кукурудзяного борошна і борошна ярої пшениці. Кислотність м'якушки дослідних зразків відповідає стандарту і коливається залежно від виду хліба від 2,7 до 3,14°.

3. Зразки хліба пшеничного, виготовленого із двокомпонентних композиційних сумішей, у яких як додаткова сировина використано кукурудзяне, вівсяне борошно і борошно ярої пшениці, мали рівень токсичних елементів (Zn, Cd, Cu, Pb) в межах граничнодопустимих нормативних значень. Дослідні зразки хліба, до складу рецептури яких входило борошно гречане, відрізнялися підвищеним рівнем Zn, Cu та Pb (зразок 4) та Cu (зразок 5). Це може бути пов'язано із агротехнікою вирощування гречки.

## References

1. Zavertanyi D. V. Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku khlibopekarskoi haluzi Ukrainy // Rynkova ekonomika: suchasna teoriya i praktyka upravlinnia. 2015. Vol. 14, Issue 2. P. 194–203.
2. Martínez-Monzo J., García-Segovia P., Albors-Garrigos J. Trends and Innovations in Bread, Bakery, and Pastry // Journal of Culinary Science & Technology. 2013. Vol. 11, Issue 1. P. 56–65. doi: <http://doi.org/10.1080/15428052.2012.728980>
3. Szwacka-Mokrzycka J. Sources of competitive advantage in food industry // 11th International Conference of Social Responsibility, Professional Ethics, and Management. Ankara, 2010. P. 823–844.
4. Nehir El S., Simsek S. Food Technological Applications for Optimal Nutrition: An Overview of Opportunities for the Food Industry // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2011. Vol. 11, Issue 1. P. 2–12. doi: <http://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00167.x>
5. Makarova O. V., Pshenishnyuk G. F., Ivanova A. S. Pishhevaya tsennost' khlebnykh izdeliy na osnove zernovykh smesey // Naukovi pratsi ONAKHT. 2014. Vol. 1, Issue 46. P. 133–137.

6. Gambuś H., Gambuś F., Pisulewska E. Całozziarnowa mąka owsiana jako źródło składników dietetycznych w chlebach pszennych // Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin. Biul. IHAR. Błonie, 2006. Issue 239. P. 259–267.
7. Yaseen A. A., Shouk A. A., Ramadan M. T. Corn-Wheat Pan Bread Quality as Affected by Hydrocolloids // Journal of American Science. 2010. Issue 6 (10). P. 684–690.
8. Zhigunov D. A. Issledovanie tekhnologicheskikh i biokhimicheskikh pokazateley kachestva muki iz razlichnykh zernovykh kul'tur // Zernovi produkti i kombikormi. 2015. Vol. 60, Issue 4. P. 19–24.
9. Titova M. Chem polezen ovsyanyy khleb // Khleboprodukty. 2006. Issue 12. P. 40.
10. Rybalka O. I. Biolohichno tsinni kharchovi produkty iz zerna yachmeniu ta pshenytsi // Yakist pshenytsi ta yii polipshennia. Kyiv, 2011. P. 128–145.
11. Usembaeva Zh. K., Dautkanova D. R., Musaeva S. D. Ispol'zovanie kukuruznoy muki v proizvodstve pshenichnogo khleba // Khranenie i pererabotka zerna. 2004. Issue 11. P. 37–38.
12. Tipsina N. N., Selezneva G. K. Ispol'zovanie yachmennoy muki v proizvodstve khlebo-bulochnykh izdeliy // Vesnik KrasGAU. Tekhnologiya pererabotki. 2011. Issue 10. P. 204–208.
13. Sravnitel'niy analiz metodik probnoy vypechki khleba iz kompozitnykh smesey / Merko I. T. et. al. // Zernovi produkti i kombikormi. 2004. Issue 4. P. 23–25.
14. Hordienko T. V., Semenova A. B., Mykhonik L. A. Bilkovo-pshenychnyi khlib iz hrechanykh boroshnom // Naukovi pratsi ONAKhT. 2012. Vol. 1, Issue 42. P. 143–146.
15. Gavrilova O. M., Matveeva I. V., Vakulenchik P. I. Prigotovlenie hleba s ispol'zovaniem grechnevoy muki // Hlebopechenie Rossii. 2007. Issue 3. P. 14–16.
16. Gavrilova O., Matveeva I., Tolmacheva E. Vliyanie grechnevoy muki na kachestvo hleba iz pshenichnoy muki vysshego sorta // Hleboprodukty. 2007. Issue 4. P. 34–35.
17. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception / Dewettinck K. et. al. // Journal of Cereal Science. 2008. Vol. 48, Issue 2. P. 243–257. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.01.003>
18. Znachennia yaroi pshenytsi. URL: <https://agrosience.com.ua/plant/znachennya-yaroi-pshenytsi>
19. Chaldaeve P. A., Zimichev A. V. Ispol'zovanie ovsa i produktov ego pererabotki v hlebopechenii // Hlebopechenie Rossii. 2012. Issue 2. P. 22–23.
20. Drobot V. I., Pysarets O. P., Kravchenko I. M. Vykorystannia kukurudzianoj krupy u vyrobnytstvi pshenychnoho khliba // Hranenie i pererabotka zerna. 2013. Issue 9 (174). P. 53–55.
21. Shchelakova R. P. Ispol'zovanie kukuruznoy muki pri prigotovlenii pshenichnogo hleba // Kharchova nauka i tekhnolohiya. 2014. Issue 1 (26). P. 83–86.
22. Vashchenko V. Otsinka konkurentospromozhnosti khliba novoho asortymentu na rynku Ukrainy // Tovary i rynky. 2010. Issue 1. P. 158–163.