



DOI 10.32782/2078-0877-2025-25-1-14

УДК 004.652.4664:637.521:637.04

І. П. Паламарчук^{1,2}, д-р. техн. наук

Ф. Юанься, аспірантка

Н. П. Загорко², канд. техн. наукВ. В. Бочарнікова¹, студентка

ORCID: 0000-0002-0441-6586

ORCID: 0000-0002-4238-1847

ORCID: 0000-0003-4828-5343

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України² Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

e-mail: vibroprocessing@gmail.com

ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗРАЗКІВ КИТАЙСЬКИХ КОВБАС ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ «ФАКТОРНИХ ПЛОЩ» ЗА ВМІСТОМ МІНЕРАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ

Анотація. Серед китайських можна відзначити сосиски з м'яса, які стійкі до зберігання; ковбаси з нежирного м'яса із сильними приправами; солоні, тверді та висушені на повітрі пивні ковбаси; солодкі ковбаси зі смаком сичуані та гострі ковбаси з кантонським смаком. До недоліків технологій виготовлення таких ковбас зараховують тривалий часу сушіння, високу залежність від температури та вологості, що впливають на якість і смак продукту; недостатньо високу продуктивність виробництва продукції. Тому *метою* наукової праці було обрано пошук та реалізацію ефективної оцінки якісних характеристик китайських ковбас. При створенні математичної моделі висунуто *гіпотезу про те*, що визначальні параметри продукції створюють відповідні якісні простори, взаємодія яких формує властивості продукції. Розроблений автором метод оцінювання якісних характеристик продукції передбачає застосування безрозмірних критеріїв оцінки, які можна отримати при їх співвідношенні з нормативними або рекомендованими характеристиками. Критеріями оцінки досліджуваних китайських ковбас обрано коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості та коефіцієнт відповідності граничним нормативним величинам, які реалізують загальнорегламентовані критерії якості для цієї продукції. За результатами моделювання виявилось, що за вмістом мінеральних компонентів незадовільна оцінка стосується ковбас овочевої та свинячої звичайної. Водночас зразки ковбас кантонської та пивної показують позитивну зміну динаміки якісних параметрів.

Ключові слова: геометричні моделі якості, кантонська та пивна ковбаси, якісні характеристики, нормативні параметри, мінеральні речовини

Постановка проблеми. Ковбасні вироби вже давно посідають важливе місце в раціоні людини, будучи джерелом високоякісного білка та поживних речовин. Завдяки широкому спектру смаків і текстур ковбаси є популярним продуктом у багатьох кухнях світу. Дефіцит поживних елементів, зокрема білків і вітамінів групи В, необхідних для енергетичного обміну та імунної функції, може підвищити рівень захворювань, послабити імунітет і знизити загальну продуктивність населення, забезпечуючи організм важливими мікроелементами, як-от залізо, вітаміни групи В та цинк, що відіграють ключову роль у профілактиці. Мікроелементи Ca, Mg і Fe відіграють важливу фізіологічну роль у здоров'ї людини: кальцій необхідний для розтягування та скорочення м'язів, а також для росту кісток і зубів; магній може регулювати людські нерви та м'язи та брати участь у підтримці білкового й жирового обміну; залізо виконує кровотворну функцію в організмі людини, синтезує цитохроми та різноманітні ферменти, відіграє роль у транспортуванні кисню й поживних речовин у крові, бере участь в утворенні гемоглобіну й у процесі кровоутворення. Наявність натрію сприяє нормалізації кров'яного тиску, нормальній роботі нервів і м'язів в організмі, а також може регулювати воду й проникнення в організм елементів, що дестабілізують кислотно-лужну рівновагу.

Так, варто зазначити, що середній уміст заліза в організмі здорових дорослих чоловіків становить 50 мг/кг, а в жінок — трохи менш ніж 35 мг/кг. На кальцій припадає близько 1,7 % маси тіла людини, 99 % у вигляді гідроксифосфату кальцію в кістках і зубах і 0,1 % у крові. Уміст магнію в організмі людини становить близько 0,05 % маси тіла, хоча такий мікроелемент є одним із найбільш важливих поживних речовин для живих істот: 50 % магнію в організмі людини відкладається в кістках, потім усередині клітин, і лише 2 % – у крові [1].

Як об'єкт досліджень у науковій роботі використано 5 зразків китайських ковбас, зважаючи на особливості стану харчової промисловості в досліджуваному регіоні. Для оцінки якості харчової продукції, як правило, використовують експертну оцінку за органолептичними характеристиками. Така оцінка відзначається суб'єктивним характером ухвалення рішення, обмеженою кількістю використаних параметрів оцінки, відсутністю нормативної межі або рекомендації, що регламентується або обґрунтована досить великим обсягом досліджень. З огляду на це, набуває *актуальності* завдання ефективної оцінки якісних характеристик ковбасної продукції та формування перспективних напрямів розвитку цієї галузі. Розроблений метод математичного моделювання базується на параметрах оцінки, які є необмеженими за кількістю, що дає змогу адекватно оцінити якість продукції.

Аналіз останніх досліджень. Воєнні дії в Україні сприяють загостренню продовольчої кризи, проблеми глобального забезпечення продовольства, зниженню доступності багатьох важливих продуктів, що позначається на раціоні харчування мільйонів людей та підвищує важливість оцінки якості харчових продуктів [2]. Підвищення біологічної цінності, що можна відзначити вмістом мінеральних компонентів у харчовій продукції має вирішальне значення для забезпечення того, щоб харчові продукти були поживними та корисними для здоров'я [3].

Зважаючи на досліджуваний асортимент, ковбасні вироби зручні в зберіганні та використанні, що робить їх важливим елементом харчування як у домашніх умовах, так і в закладах громадського харчування. Різноманіття китайських ковбас становлять сосиски з гладким м'ясом, ковбаси тривалого зберігання, пісні ковбаси із сильними смаковими приправами та солоні, тверді й жувальні висушені на повітрі ковбаси та багато інших. Традиційні китайські сосиски готують холодною зимою і можуть зберігатися більш ніж 3 місяці та при заморожуванні в холодильнику – до 1 року, серед яких за особливостями смакових якостей відзначають сичуанські «гострі» та кантонські «солодкі» ковбаси [4].

Технології виготовлення таких ковбас здійснюється шляхом природного або коптільного сушіння, прямого розтирання будь-якого м'яса тварин, нутрощів або згорнутої крові в пасту або внаслідок змішування з крохмалем; забезпечення достатньо тривалої теплової та масообмінної обробки; композитного сушіння при застосуванні сонячної енергії [5].

Ковбаса по-кантонськи виготовляється зі свіжого або замороженого м'яса як основної сировини з додаванням цукру, солі, витриманого вина, що становить у Китаї одну з трьох традиційних фірмових страв у провінції Гуандун. Застосування процесів маринування, клізми, сушіння, запікання; наявність летких речовинами, які утворюються в результаті окислення жиру та деградації білка, забезпечують специфічність смаку такої продукції [6]. Технологія обробки та зберігання кантонської ковбаси, а також вплив мінеральних компонентів становить основну причину унікальних смакових досліджуваного продукту [7]. Додавання до ковбас побічного продукту бродіння лікеру збільшило вміст ефірів і спиртів, введення зерна дистилятора до ковбаси значно прискорило деградацію білка, збільшило виробництво вільних амінокислот у ковбасі та покращило смак кантонської ковбаси [8; 9].

Проте високий уміст жиру й холестерину в традиційних свинячих ковбасах, відсутність водорозчинних вітамінів та мінералів, споживання більшої кількості свинячих ковбас може легко призвести до таких захворювань, як гіпертонія та атеросклероз [10].



Так, для підвищення рівня життя людей у структурі харчування дедалі більше уваги надається натуральності, поживності та корисності їжі, що реалізується при додаванні до продукції рослинних домішок для збільшення вмісту амінокислот, інгредієнтів морепродуктів та сировини тваринного походження [11; 12]; змішування кількох таких інгредієнтів, що дає змогу створити збалансовану за вмістом жирів, вуглеводів та амінокислот продукцію [13; 14].

Формулювання мети та постановка завдання. На основі вищезазначеного *метою наукової роботи* є визначення найбільш прийняттого сорту серед досліджуваних китайських ковбас залежно від умісту мінеральних компонентів шляхом застосування необхідної бази експериментальних досліджень та математичного моделювання методом факторних площ.

Для виконання поставленої мети виконано такі завдання:

- представлення порівняльних характеристик у вигляді безрозмірних комплексів;
- вибір критеріїв оцінки для адекватної оцінки стану досліджуваних зразків, використовуючи експериментальну базу даних;
- розрахунок необхідних безрозмірних комплексів та побудова площинних геометричних моделей якості;
- здійснення оцінку досліджуваних зразків китайських ковбас.

Основна частина. Експериментальні дослідження проводили з наступними зразками м'ясопродуктів: ковбаса свиняча звичайна (зразок 1); ковбаса овочева (зразок 2); кантонська ковбаса (зразок 3); ковбаса пивна (зразок 4); пивна ковбаса на основі свинини та яловичини (зразок 5).

За даними експериментальних досліджень у табл. 1 розмістили характеристики досліджуваних зразків ковбас за вмістом мінеральних компонентів.

Для переведення параметрів для порівняльної оцінки в безрозмірні комплекси використовували відношення між величинами характеристик продукції R_i та їх нормативними або рекомендованими значеннями R_n . Коли відкласти ці величини по діагоналях певної геометричної фігури, то очевидно, що на площині вона відображається у вигляді багатокутника, кількість кутів або сторін якого відповідає кількості параметрів [15; 16]. При цьому правильний багатокутник будується за нормативними характеристиками, які є однаковими та рівні одиниці; а при використанні часткових величин для поточних параметрів зразків факторні площі представляються у вигляді неправильних багатокутників.

Таблиця 1

Вміст мінеральних компонентів у досліджуваних сортах ковбас

№ з/п	Мінеальні компоненти, мг	Нормативні дані	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 5
1	Ca	10–50	14	63	5	8	27
2	Mg	5–25	52	36	24	13	19
3	Na	700–1200	2309.2	888	1477.9	1240	732
4	K	200–400	453	231	356	253	244
5	Fe	1–2	5.8	3.72	2.8	0.76	1.73
6	Zn	1–3	7.61	1.46	2.62	1.72	2.21
7	Se	10–30	8.77	7.4	7.02	20.9	17.4
8	Cu	0.1–0.3	0.31	0.25	0.07	0.05	0.103
9	Mn	0.02–0.1	0.36	0.725	0.04	0.032	0.155
10	P	100–200	198	225	173	103	135

При розрахунку площ неправильних багатокутників використали метод розбивання фігури на трикутники, використовуючи складену програму обчислень. Так для 10 параметрів шукана площа становить [15]:

$$S_{10} = 0,5 \sin \alpha \cdot [R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_3 \cdot R_4 + R_4 \cdot R_5 + R_5 \cdot R_6 + R_6 \cdot R_7 + R_7 \cdot R_8 + R_8 \cdot R_9 + R_9 \cdot R_{10} + R_{10} \cdot R_1] \quad (1)$$

Площі правильних багатокутників на відображених розрахункових графічних моделях демонструють нормований простір параметрів під час оцінювання відповідного сорту ковбаси, площа якого становить:

$$S_n = \frac{m R_n^2 \sin^2 \left(\frac{180}{m} \right)}{\operatorname{tg} \left(\frac{180}{m} \right)} = 0,5 m R_n^2 \sin \left(\frac{360}{m} \right) \quad (2)$$

де m – кількість кутів або сторін багатокутника; a – величина сторони багатокутника, яку можна знайти через напівдіагональ R_n як: $a = 2 R_n \sin \left(\frac{180}{m} \right)$.

Для оцінювання характеристик ковбас за вмістом мінеральних компонентів використали 10 параметрів, тому відповідна нормована факторна площа становить: $S_{n10} = 0,5 \cdot 10 \cdot \sin 36 = 2,939$ ум. од². ум. од².

Для оцінки можливих відхилень характеристик продукції від граничних (максимальних) нормативних або рекомендованих величин використовували розроблений коефіцієнт відповідності нормативної границі якості:

$$k_{\text{вгн}} = \frac{\sum f_i}{n} \quad (3)$$

де $f_i = F_i / F_{\max}$; F_i – дійсне значення поточного параметра; $F_{\max}$ – максимальне значення нормованого параметра (табл. 2); n – кількість поточних параметрів для оцінювання.

Для двобічного оцінювання при використанні характеристик, що представлені в таблиці 1, розробили й запропонували коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості:

$$k_{\text{вія}} = \frac{S_i}{S_c} \quad (4)$$

де S_c – середня величина нормованого інтервалу; S_i – факторний простір поточних параметрів.

Цей критерій оцінки показує, наскільки наближається комплекс показників якості зразка продукту нормативному інтервалу якості [5], що регламентовані для досліджуваного зразка ковбаси за певного факторного простору, що визначають алгебраїчно при наближенні отриманого результату до одиниці або геометрично за асиметрією отриманої площі багатокутника відносно правильного, тобто нормованого.

$$k_{\text{вія}} = \frac{S_i}{S_c} \mapsto 1 \quad (5)$$

Для розрахунку означених параметрів складали відповідну комп'ютерну програму для автоматизації розрахунків та побудови графічних моделей.

Відповідно до експериментальних даних для ковбаси кантонської (рис. 1) провели розрахунки основних показників для побудови математичної моделі (табл. 2) за вмістом мінеральних компонентів.

Використовуючи розрахункові значення поточних параметрів R_i (табл. 2), побудували геометричну модель якості досліджуваного зразка № 3 ковбаси кантонської у результаті двобічного оцінювання (рис. 2) за вмістом мінеральних компонентів. Геометричні моделі для зразків



Рис. 1. Зразки ковбас по-кантонськи

Таблиця 2

Розрахунок параметрів якості ковбаси кантонської (зразок 3) за вмістом мінеральних компонентів

№ з/п	Показник, мг	Норма			Характеристики якості зразка продукції					
		F_c	R , ум. од.	F_{max}	f_i	R_i , ум. од.	S_c , ум. од. ²	S_i , ум. од. ²	$k_{в\dot{и}я}$	$k_{в\dot{и}н}$
1	Ca	30	5	50	0,1	0,167	2,939	2,54	0,864	0,719
2	Mg	15	24	25	0,96	1,6				
3	Na	950	1477.9	1200	1,232	1,556				
4	K	300	356	400	0,89	1,187				
5	Fe	1,5	2.8	2,0	1,4	1,867				
6	Zn	2,0	2.62	3,0	0,873	1,31				
7	Se	20	7.02	30	0,234	0,351				
8	Cu	0,2	0.07	0,3	0,233	0,35				
9	Mn	0,06	0.04	0,1	0,4	0,667				
10	P	150	173	200	0,865	1,153				

Примітка: F_c – середня величина нормованого параметра, що оцінюється; F_{max} – максимальне значення нормованого параметра; $R = 1,0$ – величина нормованого параметра в умовних одиницях; F_i – дійсне значення поточного параметра; R_i – поточні параметри, що представлені в ум. од.; S_i – факторний простір поточних параметрів, що визначається площею неправильного багатокутника, ум. од.²; S_n – нормативний факторний простір: для двобічної оцінки $S_n = S_c$, ум. од.²; $k_{в\dot{и}я}$ – коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості; $k_{в\dot{и}н}$ – коефіцієнт відповідності нормативам якості.

№ 1 та № 2 графічно не представляли, результати їх аналітичного аналізу показали у результативній таблиці 5.

Відповідно до експериментальних даних для ковбаси пивної (табл. 3) провели розрахунок основних показників для побудови математичної моделі (рис. 3). Використовуючи розрахункові значення поточних параметрів R_i (табл. 3), побудували геометричну модель якості досліджуваного зразка № 4 ковбаси пивної в результаті двобічного оцінювання (рис. 3) за вмістом мінеральних компонентів.

Використовуючи розрахункові значення поточних параметрів R_i (табл. 4), побудували геометричну модель якості досліджуваного зразка № 5 ковбаси пивної на основі свинини та яловичини в результаті двобічного оцінювання (рис. 4) за вмістом мінеральних компонентів.

Відповідно до експериментальних даних для ковбаси пивної (табл. 3) провели розрахунок основних показників для побудови математичної моделі (рис. 3). Використовуючи розрахунок

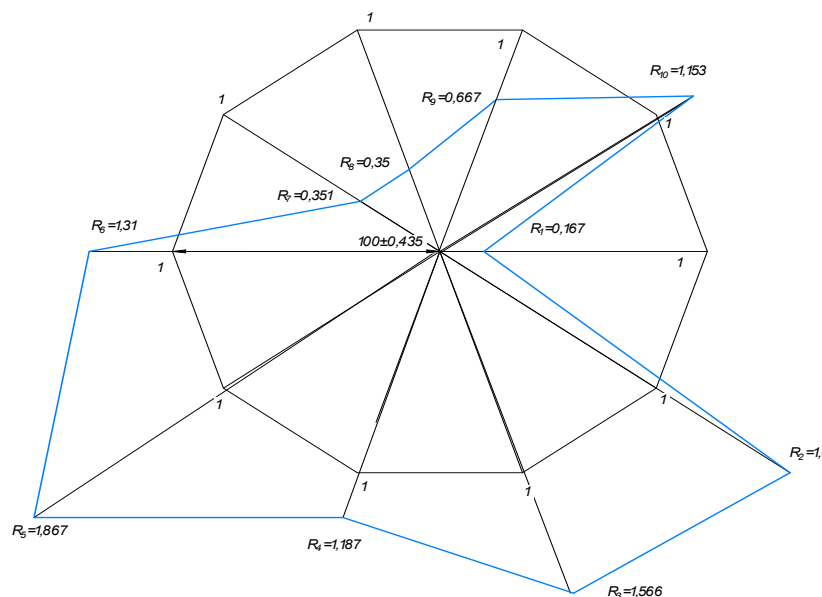


Рис. 2. Математична модель якості досліджуваного зразка № 3 ковбаси кантонської при використанні двобічної оцінки факторного простору за вмістом мінеральних компонентів

Таблиця 3

Розрахунок параметрів якості ковбаси пивної (зразок 4) за вмістом мінеральних компонентів

№ з/п	Показник, мг	Норма			Характеристики якості зразка продукції					
		F_c	R , ум. од.	F_{max}	f_i	R_i , ум. од.	S_c , ум. од. ²	S_i , ум. од. ²	$k_{вия}$	$k_{вгн}$
1	Ca	30	8	50	0,16	0,267	2,939	1,4	0,476	0,499
2	Mg	15	13	25	0,52	0,867				
3	Na	950	1240	1200	1,033	1,305				
4	K	300	253	400	0,633	0,843				
5	Fe	1,5	0.76	2,0	0,38	0,507				
6	Zn	2,0	1.72	3,0	0,573	0,86				
7	Se	20	20.9	30	0,697	1,045				
8	Cu	0,2	0.05	0,3	0,167	0,25				
9	Mn	0,06	0.032	0,1	0,32	0,533				
10	P	150	103	200	0,515	0,687				

кові значення поточних параметрів R_i (табл. 3), побудували геометричну модель якості досліджуваного зразка № 4 ковбаси пивної в результаті двобічного оцінювання (рис. 3) за вмістом мінеральних компонентів.

Використовуючи розрахункові значення поточних параметрів R_i (табл. 4), побудували геометричну модель якості досліджуваного зразка № 5 ковбаси пивної на основі свинини та яловичини в результаті двобічного оцінювання (рис. 4) за вмістом мінеральних компонентів.

Використовуючи результати математичного моделювання методом факторних просторів, отримані критерії оцінки якості досліджуваних зразків ковбас розмістили в таблиці 5.

Очевидно, що за результатами оцінки якісних властивостей ковбас за вмістом мінеральних компонентів найкращі характеристики виявились у зразка № 5 ковбаси пивної на основі свинини та яловичини: коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості $k_{вия} = 0,965$ (табл. 5), тобто найбільш близько наближається до 1 порівняно з іншими досліджуваними сортами ков-

Таблиця 4

Розрахунок параметрів якості ковбаси пивної на основі свинини та яловичини (зразок 5)
за вмістом мінеральних компонентів

№ з/п	Показник, мг	Норма			Характеристики якості зразка продукції					
		F_c	R , ум. од.	F_{max}	f_i	R_i , ум. од.	S_c , ум. од. ²	S_i , ум. од. ²	$k_{вия}$	$k_{вгн}$
1	Ca	30	27	50	0,54	0,9	2,939	2,82	0,96	0,727
2	Mg	15	19	25	0,76	1,267				
3	Na	950	732	1200	0,61	0,771				
4	K	300	244	400	0,61	0,813				
5	Fe	1,5	1.73	2,0	0,865	1,153				
6	Zn	2,0	2.21	3,0	0,737	1,105				
7	Se	20	17.4	30	0,58	0,87				
8	Cu	0,2	0.103	0,3	0,343	0,515				
9	Mn	0,06	0.155	0,1	1,55	2,583				
10	P	150	135	200	0,675	0,9				

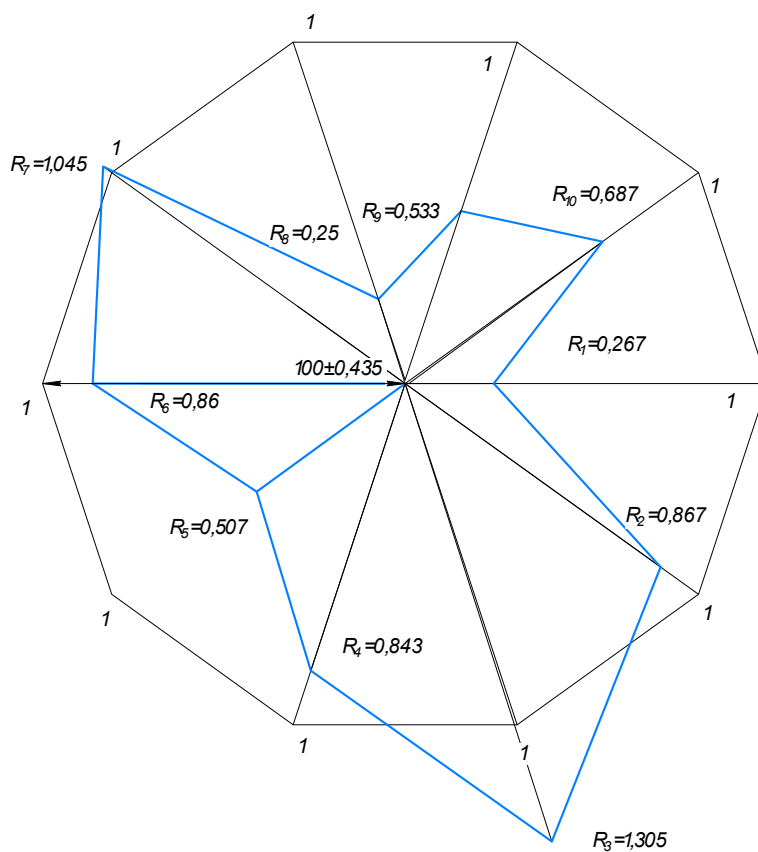


Рис. 3. Математична модель якості досліджуваного зразка № 4 ковбаси пивної при використанні двобічної оцінки факторного простору за вмістом мінеральних компонентів

бас, а коефіцієнт відповідності нормативним границям $k_{вгн} = 0,727$ для цієї ковбаси, тобто має певний запас до максимального граничного значення.

Найгірші характеристики виявились у ковбаси овочевої (зразок № 2). Так, для цього сорту ковбаси коефіцієнт відповідності нормативної границі в 4,72 раза перевищує середній нор-

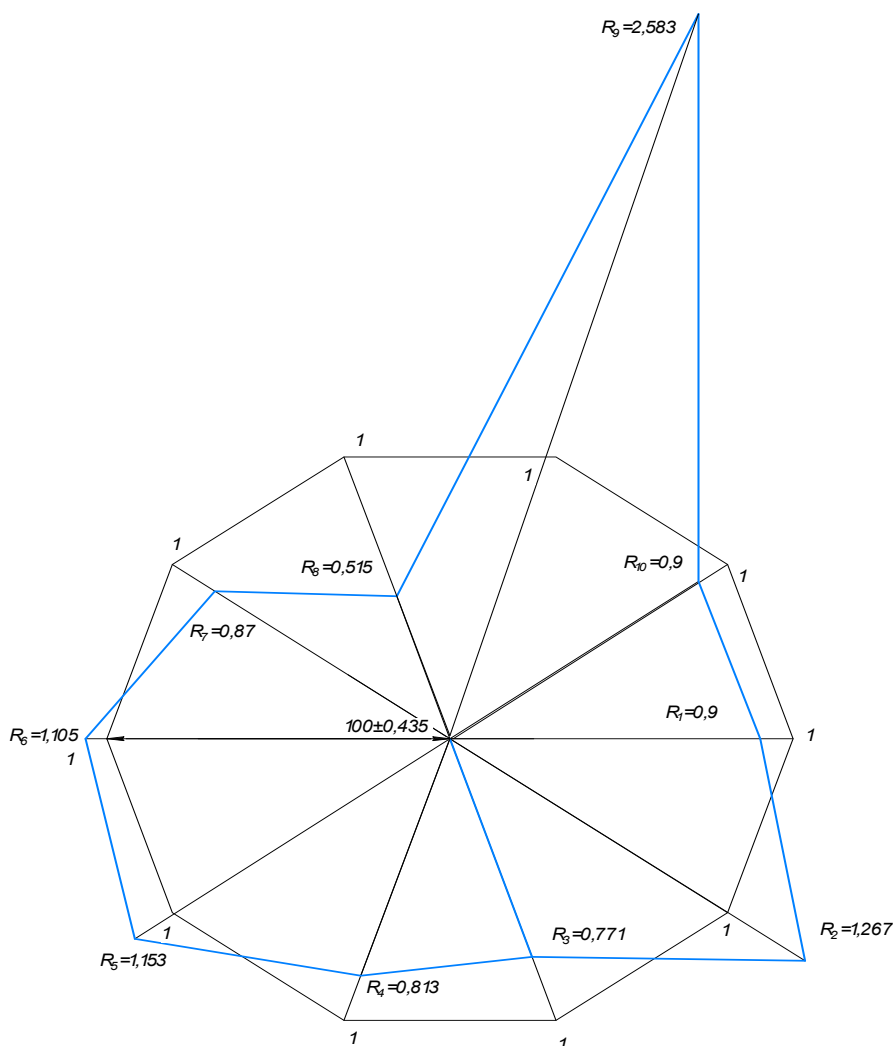


Рис. 4. Математична модель якості досліджуваного зразка № 5 ковбаси пивної на основі свинини та яловичини при використанні двобічної оцінки факторного простору за вмістом мінеральних компонентів

Таблиця 5

Критерії оцінки якості досліджуваних зразків ковбас за вмістом мінеральних компонентів

Метод оцінки	Факторна площа		Характеристики якості плодів	
	S_c , ум. од ²	S_n , ум. од ²	$k_{вля}$	$k_{вгн}$
<i>Зразок № 1: ковбаса свиняча звичайна</i>	2,939	10,35	3,522	1,825
<i>Зразок № 2: ковбаса овочева</i>	2,939	13,87	4,72	1,582
<i>Зразок № 3: кантонська ковбаса</i>	2,939	2,54	0,864	0,719
<i>Зразок № 4: ковбаса пивна</i>	2,939	1,4	0,476	0,499
<i>Зразок № 5: пивна ковбаса на основі свинини та яловичини</i>	2,939	2,82	0,96	0,727

Примітка: S_n – факторна площа нормативних параметрів, що визначалася за однобічною оцінкою; S_n – факторна площа поточних негативних або позитивних параметрів, що визначалася за однобічною оцінкою; S_c – середня факторна площа, що визначалася за двобічною оцінкою; $k_{яз}$ – коефіцієнт зростання якості; $k_{вн}$ – коефіцієнт відповідності нормативам якості; $k_{вля}$ – коефіцієнт відповідності заданому інтервалу якості.

мативний показник та в 1,582 раза в середньому розрахунку перевищує граничні нормативні характеристики (табл. 5). Наближається до останнього сорту ковбас за негативними характеристиками ковбаса свиняча звичайна (зразок 1), для якої $k_{вля} = 3,522$ та $k_{вгн} = 1,825$, причому коефіцієнт відповідності нормативної границі є більшим, ніж для ковбаси овочевої (зразок № 2), що показано на рис. 5.

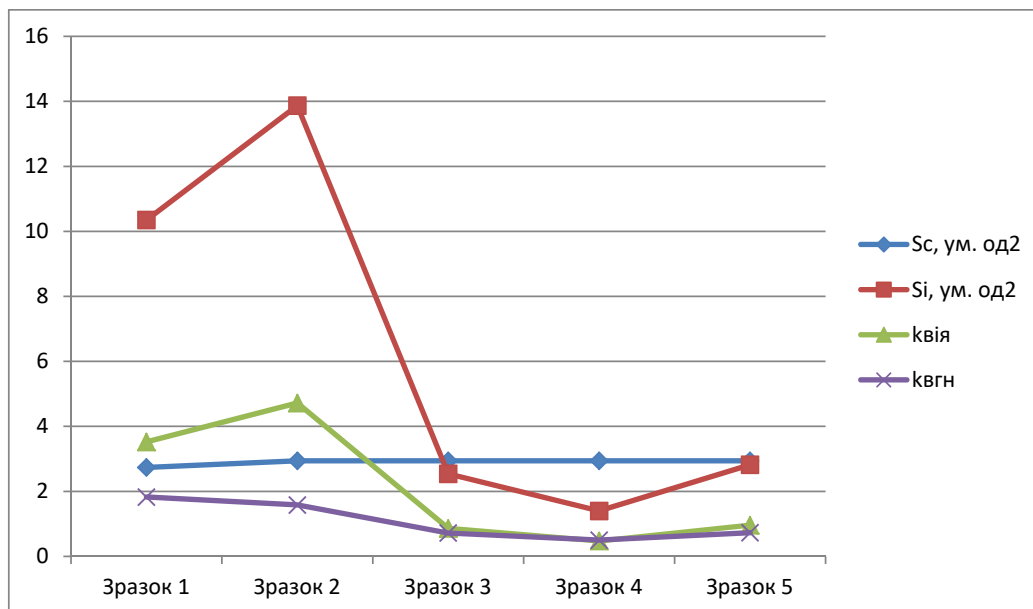


Рис. 5. Порівняльний аналіз зміни критеріїв оцінки якості досліджуваних зразків ковбас за вмістом мінеральних компонентів

Висновки. За результатами проведених досліджень очевидно, що факторний простір овочевої ковбаси (зразок 2) значно перевищує нормативні показники для всіх проведених методів оцінки; ковбаса свиняча звичайна (зразок 1) для методів оцінки за загальними характеристиками її харчової цінності та вмістом мінеральних компонентів майже повторює негативну динаміку, як і для овочевої ковбаси; зразок ковбаси свинячої звичайної показує аномальне перевищення допустимого вмісту шкідливих компонентів, які були представлені для оцінки; зразки ковбас 3, 4 та 5 для всіх методів оцінки показують позитивну зміну динаміки використаних критеріїв оцінки.

Список використаних джерел

1. Palamarchuk, I., Yuanxia, F., Zhuravel, D., Petrychenko, I., Blishch, R., Holovatyuk, A., Domin, O., & Kostiuk, T. Spectroscopic assessment and quantitative analysis of the trace element composition of vegetable additives to meat products. In *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2024. Vol. 18, 480–496. <https://doi.org/10.5219/1965>
2. Priss, O. Introduction: Focus on food system challenges. In *Food Technology Progressive Solutions*, 2024. (pp. 1–3). <https://doi.org/10.21303/978-9916-9850-4-5.introduction>
3. Priss, O., Pugachov, M., Pugachov, V., Yaremko, I., & Shchabelska, V. (). The Development of the World Economy and the Impact of the Global Food Crisis 2022-2023. *Economic Affairs*, 2023. 68 (1). 35–42. <https://doi.org/10.46852/0424-2513.1s.2023.5>
4. Jie G. Process optimization of mixed chicken, duck and pork Cantonese sausage[D]. Yunnan Agricultural University. 2023. <http://dx.doi.org/10.27458/d.cnki.gynyu.2023.000026>
5. He L, Yu CH., Mingguo L., et al. Optimization and Flavor Analysis of Sichuan Sausage Seasoning Formula[J]. *food industry science and technology*, 2017. 38 (20). 221–225. <http://dx.doi.org/10.13386/>



j.issn1002-0306.2017.20.039

6. Feibai Zh., Weizheng S., Mouming Zh.. Formation mechanism of volatile flavor compounds in Cantonese sausage and the effects of storage and cooking [J]. Food and Fermentation Industries, 2012. 38(3). 17–22. <http://dx.doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.2012.03.023>
7. Mikami N., Tsukada Y., Pelpolage S., et al. Effects of sake lees (Sake-kasu) supplementation on the quality characteristics of fermented dry sausages[J]. Heliyon, 2020. 6(2). 03379. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03379>
8. Xin N., Hongfan Ch., Jingjing M., et al. Changes of volatile flavor compounds in Cantonese sausages during air-drying period of sauce-flavored liquor[J]. Food & Machinery. 2023/ 39 (12)/ 2-8. <http://dx.doi.org/10.13652/j.spjx.1003.5788.2023.81083>
9. Yuhe W. Process optimization of chickpea composite fish sausage and analysis of quality characteristics during storage period[D]. Xinjiang Agricultural University, 2021. <http://dx.doi.org/10.27431/d.cnki.gxnyu.2021.000725>
10. Xiaopan F., Yaohua G., Lanxin Y., et al. Effects of vegetables on the contents of amino acids, fatty acids, biogenic amines and nitrosamines in fermented sausages [J]. food science and technology, 2016. 41 (05). 108–115. <http://dx.doi.org/10.13684/j.cnki.spkj.2016.05.021>
11. Jiao W., Huiqiu N., Xianbao L. Research on the process of carrot and celery sausage[J]. Agricultural Products Processing, 2019. (13). 48–51. [http://dx.doi.org/10.16693/j.cnki.1671-9646\(X\).2019.07.013](http://dx.doi.org/10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2019.07.013)
12. Haiyan W. Development and nutritional evaluation of new vegetable and meat compound sausage products [J]. Journal of Rational Clinical Medication, 2011. 4 (16). 108–109. <http://dx.doi.org/10.15887/j.cnki.13-1389/r.2011.16.001>
13. Luyao G.. Research on myofibrillar protein gel properties of mixed meat of livestock and poultry and development of dietary fiber composite beef sausage[D]. Jilin University, 2024. <http://dx.doi.org/10.27162/d.cnki.gjlin.2024.001620>
14. Palamarchuk, I., Mushtruk, M., Vasylyv, V., Stefan, E., Priss, O., Babych, I., Karpovych, I., & Pushanko, N. Modelling the centrifugal mixing process of minced meat to optimise the production of chopped meat semi-finished products. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences, 2024. 18. 297–312. <https://doi.org/10.5219/1959>
15. Паламарчук І. П., Загорко Н. П., Яременко Я. В., Сватова Н. С. Математичні моделі якості м'ясопродуктів з рослинними домішками. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. Вип. 24. Т. 3. С. 177–187. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-3>

Стаття надійшла до редакції 20.03.2025 р.

I. Palamarchuk^{1,2}, Yuanxia Fu¹, N. Zagorko², V. Bocharnikova¹

¹ National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

² Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

QUALITY ASSESSMENT OF CHINESE SAUSAGE SAMPLES USING MATHEMATICAL MODELS OF “FACTORIAL AREAS” BY THE CONTENT OF MINERAL COMPONENTS

Summary

Among the Chinese sausages, we can note meat sausages that are resistant to storage; sausages from lean meat with strong seasonings; salty, hard and air-dried beer sausages; sweet sausages with a Sichuan flavor and spicy sausages with a Cantonese flavor. The disadvantages of the technologies for manufacturing such sausages include a long drying time, high dependence on temperature and humidity, which affect the quality and taste of the product; insufficiently high production productivity of this product. Therefore, the purpose of this scientific work was chosen to search for and implement an effective assessment of the quality characteristics of Chinese sausages. When creating a mathematical model, the hypothesis was put forward that the defining parameters of the product create the corresponding quality spaces, the interaction of which forms the properties of the product. The method for assessing



the quality characteristics of the product developed by the author involves the use of dimensionless assessment criteria that can be obtained by correlating them with regulatory or recommended characteristics. The practical value of the developed modeling method is due to the simplicity of compiling a geometric model, the clarity of information display, the possibility of using any number of evaluation parameters. This allows to realize the maximum possible accuracy of this mathematical examination, which is determined only by the correctness of the choice of evaluation criteria. The presented features cannot be achieved by the method of organoleptic characteristics diagrams, which can only visually resemble the developed modeling method. As the evaluation criteria for the studied Chinese sausages, the coefficient of compliance with a given quality interval and the coefficient of compliance with the limit normative values, which implement the generally regulated quality criteria for this product, were chosen. According to the modeling results, it turned out that the unsatisfactory assessment in terms of the content of mineral components concerns vegetable and ordinary pork sausages. At the same time, samples of Cantonese and beer sausages show a positive change in the dynamics of quality parameters.

Keywords: geometric quality models, Cantonese and beer sausages, quality characteristics, normative parameters, mineral substances.