

ОЦІНКА ЯКІСНОГО СТАНУ КИТАЙСЬКИХ КОВБАС МАТЕМАТИЧНИМ МОДЕЛЮВАННЯМ МЕТОДОМ ФАКТОРНИХ ПЛОЩ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація

Об'єктом досліджень у даній науковій роботі стали характеристики овочевої китайської ковбаси, а саме, вміст натрієвої солі, жиру, холестерину, нітритів, сірки та хлору. Проведення математичного моделювання ґрунтувалось на гіпотезі, що обрані оціночні параметри продукції, представлені у безрозмірних одиницях, створюють відповідні факторні простори, які можна обчислити за площами геометричних фігур. Отримані математичні алгоритми та їх геометрична візуалізація дозволили ефективно оцінити якість відповідного зразка продукції.

Ключові слова: моделі якості; зразки овочевої ковбаси; якісні та нормативні параметри; вміст шкідливих речовин та вітамінів.

Вступ

Китайські ковбаси є зручністю у зберіганні та використанні; відзначаються широтою асортименту, що включає сосиски з гладким м'ясом, ковбаси тривалого зберігання, пісні ковбаси з сильними смаковими приправами та солоні, тверді та м'які та багато інших [1]. Такі властивості визначають дані продукти як важливі елементи харчування як у домашніх умовах, так і в закладах громадського харчування. Овочеві ковбаси, зразки яких досліджувались у роботі, поєднують у структурі овочі та м'ясну сировину; що надають споживачам більший вибір асортименту, створюють нові перспективні напрями розробки збалансованих харчових продуктів, які мають широке науково-дослідне значення та ринкову перспективу [2].

Разом із цим, характерним для китайських ковбас є порівняно високий вміст натрієвої солі, жиру, холестерину, нітритів, сірки та хлору. Високий вміст жиру та холестерин, відсутність водорозчинних вітамінів та мінералів, споживання більшої кількості свинячих ковбас може легко призвести до таких захворювань, як гіпертонія та атеросклероз [1, 2]. Тривале споживання занадто великої кількості натрію може призвести до підвищення ризику високого кров'яного тиску та серцево-судинних захворювань. Нітрити можуть окислювати гемоглобін з низьким вмістом заліза до метабемоглобіну, що може призвести до нівелювання здатності переносити кисень, викликаючи гіпоксію тканин. Наявність білку у ковбасах може бути алергеном для деяких людей, що залежить від індивідуальної алергії та чутливості.

Розробка нових сортів ковбасної та іншої харчової продукції має тенденцію до сталого розвитку, що покращує комфортність життя людей, але й вимагає вирішення оздоровчих, соціальних та екологічних аспектів. Безпечно вимагають розвитку методів та оснащення для контролю якості харчової продукції. Тому безсумнівно *актуальним* є розробка та використання нових ефективних методів оцінки якісного стану харчової продукції для забезпечення безпечного харчування, вживання екологічно чистих продуктів, планування здорового образу життя.

Метою роботи є розробка ефективної оцінки якісного стану харчових продуктів шляхом використання результатів експериментального аналізу властивостей овочевих китайських ковбас, математичного моделювання методом «факторних площ».

Результати дослідження

Відповідно до експериментальних даних для овочевої ковбаси провели перерахунок основних показників якості у безрозмірні комплекси для побудови відповідних математичних моделей. Отримані параметри R_i відклали у полярних координатах послідовно через кут, що дорівнює $360/p$, де p – кількість оціночних характеристик. Кожний із даних параметрів оцінювався при порівнянні з даними технічних та технологічних умов або нормативних характеристик, що дорівнював умовній одиниці. У результаті геометрична візуалізація отриманої математичної моделі якісного стану складалась із правильного та неправильного p -кутника.

Для реалізації розробленого методу математичного моделювання висунули наукову *гіпотезу*, згідно

із якою відповідні площі неправильних багатокутників чисельно відображають якісний стан продукції, що можна порівняти із нормативним факторним простором, який описується площею правильного багатокутника. Для 6-факторної оцінки зразка китайської овочевої ковбаси отримали наступний математичний алгоритм для визначення площі неправильного 6-кутника [3]:

$$S_{06} = 0,5 \sin 60^\circ \cdot [R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_3 \cdot R_4 + R_4 \cdot R_5 + R_5 \cdot R_6 + R_6 \cdot R_1] \quad (1)$$

де $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6$ – поточні оціночні параметри в умовних одиницях, які показують вміст відповідно натрієвої солі, жиру, холестерину, нітритів, сірки та хлору.

Величини даних параметрів дозволили побудувати математичну модель якісного стану зразка овочевої китайської ковбаси за вмістом шкідливих речовин (рис.1).

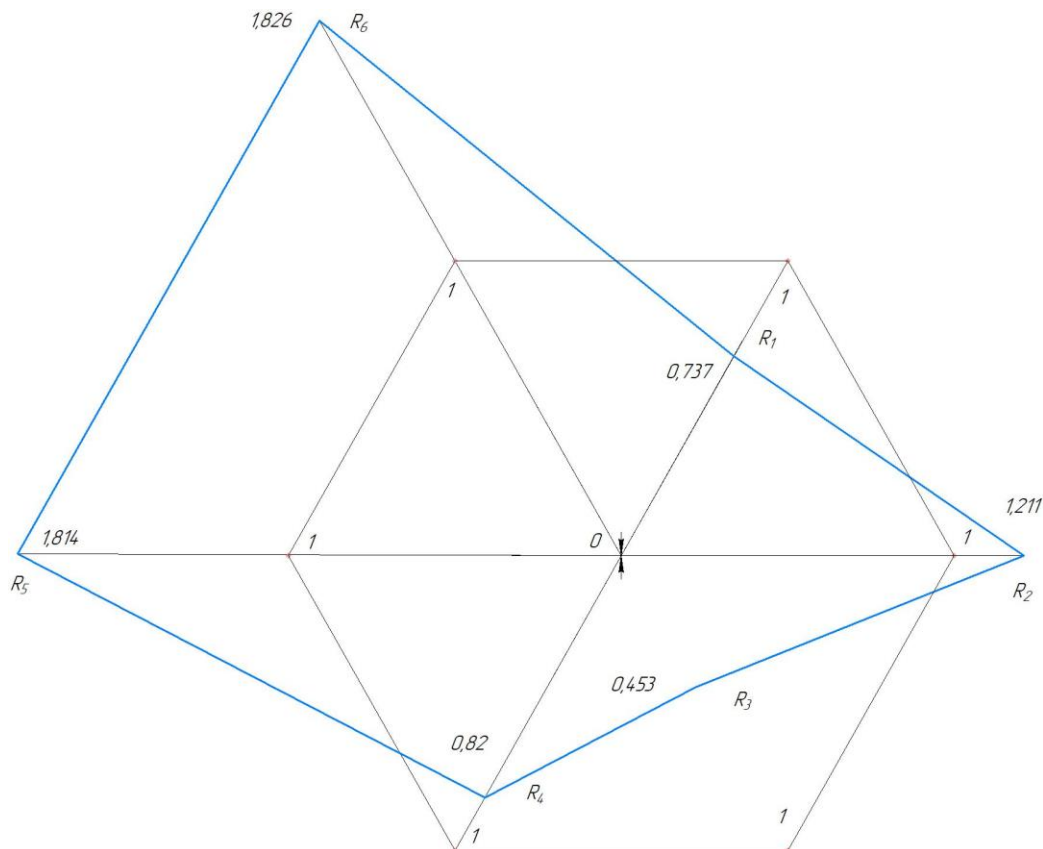


Рис.1. Математична модель якісного стану зразка овочевої китайської ковбаси за вмістом шкідливих речовин (синім кольором показана модель за поточними параметрами зразка, а чорним – за нормативними)

Аналіз геометричних моделей на рис.1 свідчить, що зразок овочевої ковбаси перевищує нормативні значення за вмістом сірки та хлору відповідно на 81,4 та 82,6 %. У цілому за всіма негативними параметрами має місце перевищення нормативу в 1,32 рази.

Далі провели оцінку якості даного зразка за вмістом 7 різновидів вітамінів, а саме, $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_9$. Для 7-факторної оцінки зразка китайської овочевої ковбаси отримали наступний математичний алгоритм для визначення площі неправильного 7-кутника [4]:

$$S_{07} = 0,5 \sin 60^\circ \cdot [R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_3 \cdot R_4 + R_4 \cdot R_5 + R_5 \cdot R_6 + R_6 \cdot R_7 + R_7 \cdot R_1] \quad (2)$$

де $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7$ – поточні оціночні параметри в умовних одиницях, які показують вміст відповідно вітамінів $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_9$.

Аналогічно попередній методиці за величинами вмісту використаних вітамінів побудували математичну модель якісного стану зразка овочевої китайської ковбаси за вмістом вітамінів (рис.2).

Аналіз геометричних моделей на рис.2 свідчить, що зразок №2 китайської овочевої ковбаси значно перевищує нормативні значення за вмістом вітаміну B_1 (thiamine) у 3,61 раза, вітаміну B_3 (niacin) – у 2,8 раза, вітаміну B_6 – у 2,76 раза, вітамінів B_9 (Folic Acid) та B_2 (riboflavin) – у 2 рази, вітаміну B_4 (choline) – на 39,4 %. Лише вміст вітаміну B_5 (pantothenic acid) склав 32,3 % від нормативного показника. У цілому за всіма оціночними параметрами має місце перевищення нормативу в 4,34 рази, що свідчить про високий вміст у овочевій ковбасі вітамінів.

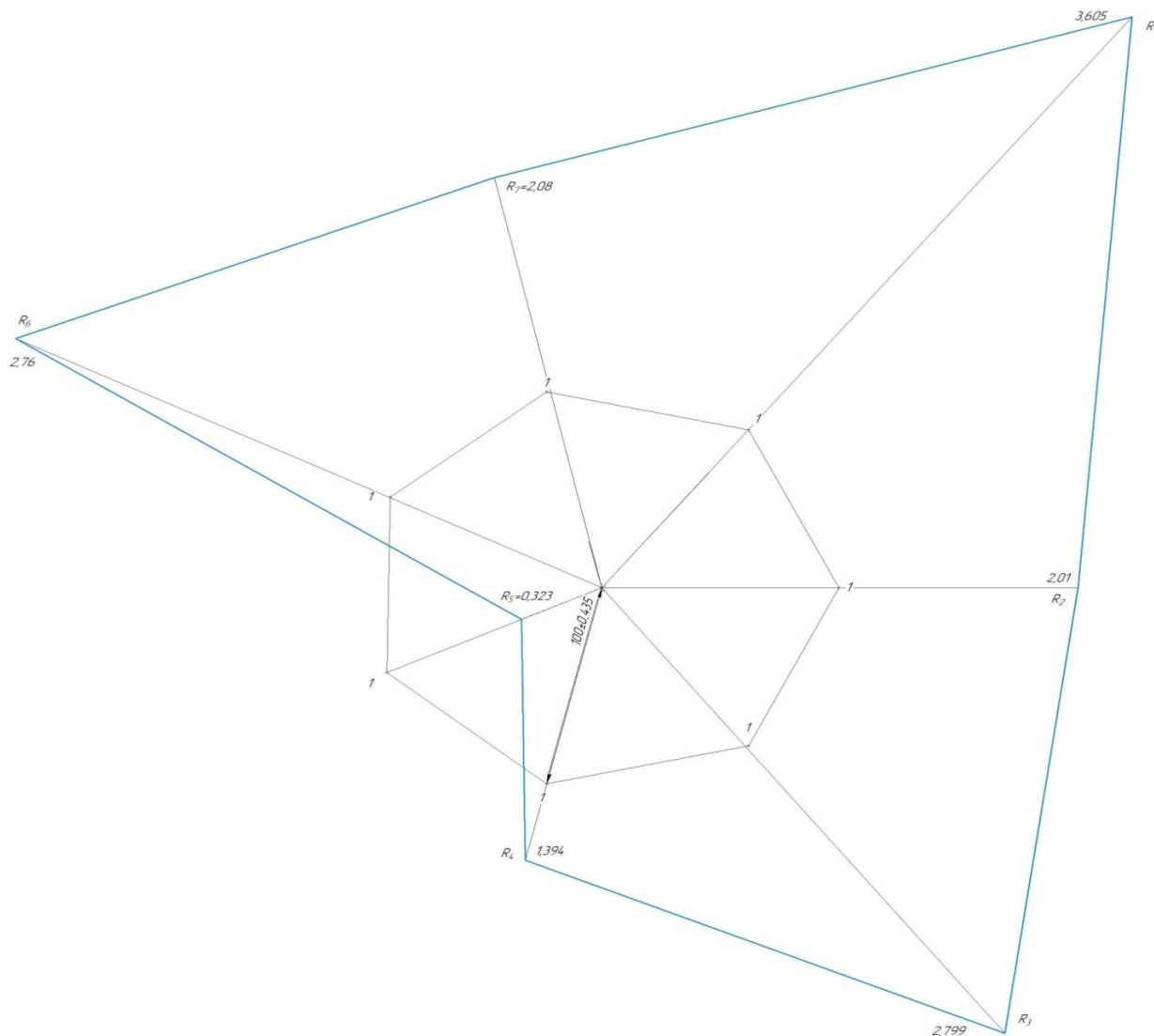


Рис.2. Математична модель якісного стану зразка овочевої китайської ковбаси за вмістом вітамінів (синім кольором показана модель за поточними параметрами зразка, а чорним – за нормативними)

Висновки

1. Розроблений метод математичного моделювання базується на чисельних параметрах оцінки, які є необмеженими за кількістю, що дозволяє здійснити ефективну об'єктивну оцінку якісного стану досліджуваних зразків продукції.
2. Оцінка зразка овочевої ковбаси за вмістом шкідливих речовин виявила, що факторна площа поточних параметрів перевищила нормативну на 32,8%, спостерігалось перевищення за нормативні на 80% лише двох якісних характеристик із шести.
3. За результатами оцінки якісних властивостей ковбас за вмістом вітамінів найкращі характеристики виявились у ковбаси овочевої із решти досліджуваних китайських ковбас: у 4,342 разів були перевищені середні нормативні показники та у 1,388 рази у середньому розрахунку були перевищені граничні нормативні характеристики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Zhou Feibai, Sun Weizheng, Zhao Mouming. 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>.
2. 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>.
3. Palamarchuk, Igor P., Adamchuk, Leonora, Palamarchuk, Vladyslav I., ... T., Hutsol, Taras, O., Bezalychna, Olena. Assessment of the Ecological Safety of Honey with the Help of "Factor Area" Models. Sustainability (Switzerland), 2024. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208018791>

4. Palamarchuk, I., Mushtruk, M., Piddubny, V., Tkachenko H.,...Modeling of the qualitative state of oilseeds from soybean seeds by multifactorial analysis of factor areas. Scifood, vol.19, 2025. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208018791>

Паламарчук Ігор Павлович — професор Національного університету біоресурсів і природокористування України, Київ, e-mail: vibroprocessing@gmail.com.

Yuanxia Fu — аспірантка Національного університету біоресурсів і природокористування України, Київ, e-mail: fuyuanxia81@gmail.com.

Assessment of the quality of Chinese sausages by mathematical modeling using the factorial area method

Abstract

The object of research in this scientific work was the characteristics of vegetable Chinese sausage, namely, the content of sodium salt, fat, cholesterol, nitrites, sulfur and chlorine. The mathematical modeling was based on the hypothesis that the selected estimated product parameters, presented in dimensionless units, create the corresponding factor spaces, which can be calculated by the areas of geometric figures. The obtained mathematical algorithms and their geometric visualization allowed to effectively assess the quality of the corresponding product sample.

Key words: quality models; vegetable sausage samples; quality and regulatory parameters; content of harmful substances and vitamins.

Igor Palamarchuk P. — Professor of National University Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev, e-mail: vibroprocessing@gmail.com

Yuanxia Fu — postgraduate of National University Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev, e-mail: fuyuanxia81@gmail.com