

Оптимізація рецептурного складу виробів із заварного тіста

Н. ФЕДАК, О. ДЬЯКОВ, кандидати техн. наук
А. ДІХТЯРЬ, асистент
Харківський державний університет харчування і торгівлі

Анотація. У статті наведено результати оптимізації рецептурного складу виробів із заварного тіста. З метою досягнення необхідних показників якості готової продукції було визначено оптимальний рецептурний склад заварного тіста на основі сучасних методів планування експерименту та математичного моделювання.

Ключові слова: олія соняшникова високоолеїнового типу, заварне тісто, показники якості.

Abstract. The results of the optimization of prescription products from choux pastry. In order to achieve the required quality parameters of finished products was determined the optimal prescription choux pastry composition based on modern methods of planning experiments and mathematical modeling.

Key words: high oleic sunflower oil, choux pastry, quality.

Аннотация. В статье приведены результаты оптимизации рецептурного состава изделий из заварного теста. Для достижения необходимых показателей качества готовой продукции были определены оптимальный рецептурный состав заварного теста на основе современных методов планирования эксперимента и математического моделирования.

Ключевые слова: масло подсолнечное высокоолеинового типа, заварное тесто, показатели качества.

У структурі харчування людини важливе місце займає споживання кулінарної продукції, серед якої високим попитом користуються вироби із заварного тіста. [1].

Водночас маркетингові дослідження показали, що асортимент кулінарної і кондитерської продукції із заварного тіста на вітчизняному ринку ще обмежений, якість не задовольняє вимогам сьогодення, а технологія їхнього виробництва потребує удосконалення. На основі аналізу літературних джерел встановлено, що на якість готових виробів із заварного тіста істотно впливає жировий рецептурний компонент та параметри технологічного процесу. Безумовним є той факт, що якість кінцевої продукції залежить від поведінки рецептурних компонентів у технологічному потоці.

Мета досліджень — оптимізація рецептурного складу виробів із заварного тіста.

Співвідношення рецептурної кількості жирової та водної фази, що вносять, істотно позначається на органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних показниках якості виробів та харчовій цінності, зокрема, енергетичній. Визначення оптимального рецептурного складу тіста з метою досягнення необхідної якості готової продукції — складне технологічне завдання і його потрібно вирішувати на основі сучасних методів дослідження, до яких, у першу чергу, відносяться методи активного планування експерименту та математичного моделювання [2-5].

Результати досліджень

Беручи до уваги складність взаємозв'язків між вхідними (складовими рецептури) та вихідними (показником якості) змінними готового продукту, що не дає повною мірою використати основні фізико-хімічні закони та певну невизначеність параметрів сировини, що буде перероблятися, дослідження розробки рецептури доцільно будувати на основі регресійних співвідношень. Використання такого підходу дає змогу знайти співвідношення між вхідними та вихідними змінними розроблюваного, продукту які у середньому правильно відтворюють ці залежності. Крім того, за рахунок використання сучасної теорії планування експерименту, що полягає у проведенні цілеспрямованих дослідів, можна зменшити кількість експериментів та скоротити загальний термін проведення досліджень.

Загальне розв'язання цієї проблеми складається з двох етапів: на першому – шляхом проведення цілеспрямованих експериментів знаходять об'єктивні залежності між компонентами рецептури готового продукту і значеннями показника якості (питомий об'єм виробу). Визначення цих залежностей допомагає одержати математичну модель процесу. Здобута модель дає перше уявлення щодо наявності зв'язків між вхідними (рецептура) та вихідними (показником якості) параметрами продукту, що розробляється.

На другому етапі досліджень шляхом використання методів оптимізації, на основі здобутої математичної моделі, знаходять значення рецептури майбутнього продукту, які допомагають максимально наблизитись до бажаних значень показників якості продукту.

На останньому етапі остаточно перевіряють одержані параметри розроблені рецептури на відповідність встановленим показникам якості і, при необхідності,

проводять коригування. У більшості випадків це необхідно для уточнення органолептичних показників, тому що вони при побудові математичної моделі визначаються суб'єктивно і можливі певні відхилення остаточних показників якості порівняно з початковими вимогами.

Технологічний процес створення заварного тіста визначається двома вхідними змінними, які відображають рецептуру, та показником питомого об'єму виробу який визначає якість готового продукту. Метою побудови математичної моделі є знаходження відповідних аналітичних залежностей між вхідними та вихідними показниками готового продукту [3].

Використання методів активного планування проведення експериментальних досліджень при створенні математичної моделі може істотно зменшити обсяг проведення експериментальних досліджень.

При створенні рецептури у якості вхідних змінних були використані наступні величини:

x – кількість олії соняшникової високо олеїнового типу, y – кількість води. Ці дані були відібрані шляхом аналізу певних літературних джерел [2-5].

Також на основі аналізу показником якості тіста було обрано питомий об'єм виробу z .

Для опису залежностей між вихідними змінними і вхідними параметрами була обрана квадратична модель виду

$$z(x, y) = a_1 + a_2 \cdot x + a_3 \cdot y + a_4 \cdot x^2 + a_5 \cdot y^2 + a_6 \cdot x \cdot y, (1)$$

де a_{1-6} – коефіцієнти математичної моделі.

Використання даної моделі виду дає змогу знайти, у певному розумінні, найкращі сполучення щодо показників технологічного процесу відносно до показників якості.

Згідно із загальною теорією проведення експериментальних досліджень для визначення коефіцієнтів моделі шляхом проведення повного факторного експерименту необхідно побудувати таблицю, 9 дослідів. У цій таблиці відтворюються всі можливі сполучення між вхідними змінними, які можуть приймати три різних значення. План експерименту наведено в табл. 4.

Таблиця 4
План експерименту

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x	1	1	-1	-1	0	-0	-1	0	0
y	1	-1	1	-1	-1	1	0	1	0



В якості вхідних змінних у табл. 4 використовуються кодовані значення які знаходяться з виразу

$$X(x) = \frac{x - \left(\frac{x_{\max} + x_{\min}}{2}\right)}{\left(\frac{x_{\max} - x_{\min}}{2}\right)}, \quad (2)$$

$$Y(y) = \frac{y - \left(\frac{y_{\max} + y_{\min}}{2}\right)}{\left(\frac{y_{\max} - y_{\min}}{2}\right)}, \quad (3)$$

За допомогою перетворення (2, 3) діапазон вхідних змінних дорівнює (-1 - 1) і дає змогу швидко попередньо оцінити вагомість коефіцієнтів математичної моделі.

Після визначення таблиці експерименту на її основі створюється матриця експерименту F, яка враховує обраний вид математичної моделі і використовується для подальших розрахунків. У кожній точці експерименту проводилось не менше двох вимірювань з

метою зменшення впливу похибок вимірювання і для подальшого обчислення коефіцієнтів моделі брали середнє значення проведених вимірювань.

Коефіцієнти моделі визначали:

$$a = (F^T F)^{-1} F^T Y,$$

де Y – матриця даних експерименту.

Визначені коефіцієнти математичної моделі для кодованих вхідних змінних мають наступні значення

$$a = (7,28; 0,283; 0,03; -0,102; -1,17; -0,1)$$

Здобуті коефіцієнти не мають істотної різниці за величиною і тому для подальшого дослідження доцільно їх усі враховувати.

Метою подальшого дослідження є знаходження таких значень величин X та Y, за яких показник якості Z буде досягати свого найбільшого значення на всій можливій множині зміни вхідних параметрів.

Для знаходження цих значень буде використана функція Maximize математичного пакета MATHCAD [6], що обчислює функцію за формулою

$$Z(x, y) \xrightarrow{X, Y \in \Omega} \max, \quad (4)$$

де $Z(x, y)$ – загальний критерій якості, Ω – множина дозволених значень X та Y щодо використаного критерію.

За проведеними розрахунками було встановлено, що найкращі значення кодованих змінних рецептури дорівнюють $X = 0,139$; $Y = 0,008$.

Натуральні значення рецептури мають наступні показники:

$$x = 32 \% ; \quad y = 68 \%$$

Слід зазначити, що точність визначення параметрів рецептури значною мірою обумовлені значенням та стабільністю окремих її компонентів. Тому якщо осе-



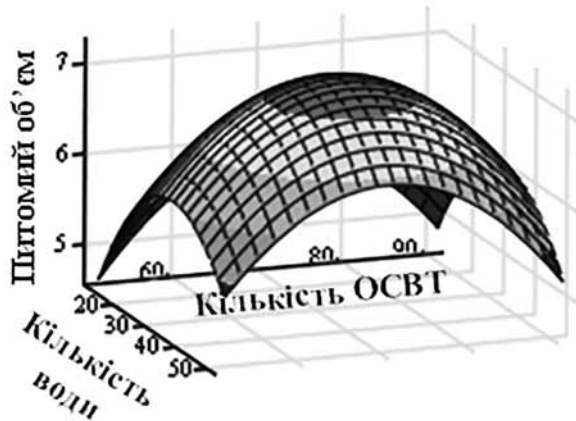


Рис 1. Поверхня відгуку моделі в натуральних значеннях

редненні технологічні показники значення компоненті рецептури, що надходять на переробку, можуть дещо відрізнятися від значень, що використовувалися при розробці та дослідженнях математичних моделей. Тому доцільно провести ще додаткові досліді, з різними партіями продуктів з метою уточнення коефіцієнтів математичної моделі для певної групи виробників і на цій основі визначити рекомендації щодо значень рецептури. Після проведення додаткових експериментів остаточні значення рецептури можна рекомендувати наступними значеннями: $X_1=32\%$, $X_2=68\%$.

Максимальне значення питомого об'єму, що розраховано програмою, дорівнює $Y=7,3$ ($\text{см}^3/\text{г}$).

Модель у натуральних значеннях має вид (5).

$$Z(x,y) = -11,170 + 0,194 \cdot X + 423 \cdot Y - 2,542 \cdot 10^{-3} \cdot X^2 - 2,917 \cdot 10^{-3} \cdot Y^2 - 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot X \cdot Y, \quad (5)$$

Графічну інтерпретацію математичної моделі наведено на рис.1 та 2.

Як свідчать результати оптимізації, вироби із заварного тіста з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу мають наступні інтервали оптимізаційних параметрів (рис. 1): 100 % – заміна вершкового масла на олію соняшкову високоолеїнового типу із кількісним співвідношенням рецептурних компонентів олія:вода 1:2,3 відповідно, тобто $x = 32$, а $y = 68$, допомагає одержувати найкращий показник питомого об'єму готових виробів.

Висновок

Визначено раціональні концентрації рецептурних компонентів, що дало змогу розробити рецептурний склад нового продукту із заварного тіста з визначеними

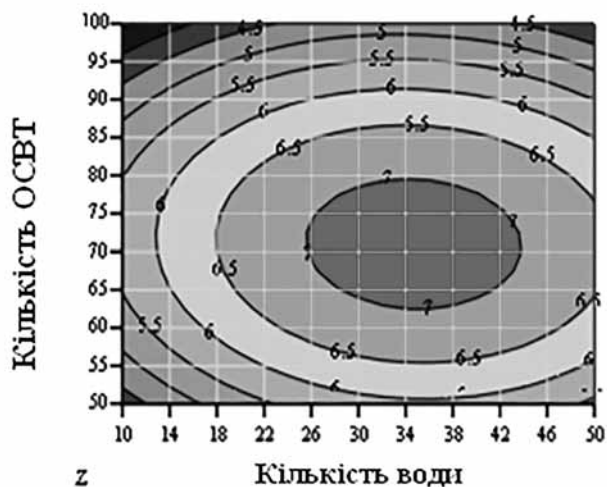


Рис 2. Поверхня відгуку моделі в натуральних значеннях

показниками. Установлено, що оптимальна концентрація олії у рецептурі – 32%, а води 68 %, за даної концентрації питомий об'єм випеченого напівфабрикату становить $7,3 \text{ см}^3/\text{г}$.

Література

1. **Караева Л.В.** Жировое сырье для производства мучных кондитерских изделий / Кондитер. производство. – 2006. – № 6. – С. 16.
2. **Грачев Ю. П.** Математические методы планирования эксперимента / Ю. П. Грачев. Ю. М. Плаксин. – М.: Дели принт, 2005. – 296 с.
3. **Дьяконов В. П.** MathCad в математике / В. П. Дьяконов. – М.: Горячая линия Телеком, 2007. – 958 с.
4. **Савчук В. П.** Обработка результатов измерений / В. П. Савчук. – Одесса : ОНПУ, 2002. – 54 с.
5. **Лавров В. В.** Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента / В. В. Лавров, Н. А. Спириин – Е, ГОУ ВПО УГТУ-УПИ.: Наука, 2004. – 255 с.

