

УДК 004.2

Сєдих О.Л.

старший викладач кафедри інформатики

НУХТ, м. Київ, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ПАКЕТУ MATHCAD ПРИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Можливості інформаційних технологій дозволяють підвищити якість підготовки студентів технологічних спеціальностей. Кваліфіковане використання програмних продуктів і систем дозволить фахівцям в рамках своєї професійної діяльності:

- ✓ оперативно вирішувати поставлені виробничі задачі, скорочуючи час на виконання рутинних операцій з обробки інформації при аналізі і прийнятті управлінського або виробничо-технологічного рішення;
- ✓ знизити ймовірність виникнення помилок в прийнятих рішеннях; зменшити трудомісткість процесів збору, обробки, систематизації інформації, що накопичується і використовується в процесі професійної діяльності.

Тому майбутнім інженерам-технологам харчових виробництв, як і будь-яким іншим фахівцям, необхідно знати сучасні прикладні програми та вміти грамотно їх використовувати при вирішенні практичних завдань.

У національному університеті харчових технологій при підготовці інженерів-технологів вивчають програмні продукти, що реалізують чисельні методи, методи оптимізації та методи статистичного аналізу даних. До цих програмних продуктів відносяться: математичний пакет MathCAD, табличний процесор MS Excel.

Для розв'язання виробничих задач майбутні фахівці повинні також мати і фундаментальну підготовку у галузі методології проектування продуктів харчування із застосуванням методів математичного моделювання та оптимізації. Одним із засобів автоматизації виробничої та наукової робіт є

математичний пакет MathCAD, який має універсальні можливості. Цей сучасний програмний продукт, який може використовуватися студентами, інженерами, науковцями для виконання будь-яких розрахунків. Пакет MathCAD виділяє серед інших пакетів надзвичайно зручний інтерфейс і чудова графіка. Застосування шаблонів для створення складних графіків, використання різноманітних засобів форматування графіків дозволяє досягти наочності, що не досягається традиційними засобами. Особливий інтерес представляє візуалізація поведінки в динаміці різних об'єктів за допомогою засобів анімації. Для оволодіння пакетом, на відміну від мов програмування, не потрібно багато часу. Однією з найсуттєвіших особливостей MathCAD є можливість об'єднувати в одному документі обчислення, коментарі та ілюстрацію графікою, включаючи кольорову та анімаційну. Завдяки цьому розв'язок задачі стає більш наочним. Електронний документ, підготовлений у MathCAD, у разі змінення будь-якої величини автоматично проводить всі потрібні обчислення, оновлюючи значення та графіки. Пакетом передбачена можливість обміну даними з іншими програмами, наприклад з Excel, MathLAB тощо.

Моделювання рецептурного складу продукту являє собою процес створення продукту як цілісної системи, що складається із сировинних компонентів, які окремо не забезпечують необхідних споживчих властивостей. Концептуальні підходи до моделювання продуктів з високими споживчими властивостями лежать в оптимізації вибору і співвідношення вихідних компонентів, за якими можна отримати рецептурну композицію, яка за кількісним вмістом і якісним складом максимально відповідає формулі збалансованого харчування, відповідає медико-біологічним вимогам і володіє покращеними споживчими властивостями.

Розглянемо рецептуру розробки глазурованих желейних цукерок з мінімальною енергетичною цінністю. В рецептурі в якості сировини, що містить цукор можна використовувати: цукор-пісок, фруктозу. Вміст сухих речовин в продукті повинен бути не менше 75%. Дані для розрахунків представлені в табл.1-2.

Таблиця 1.

Початкові дані для розрахунку рецептури 1

Рецептурні інгредієнти (PI)	Можливий діапазон варіювання PI, %	Вміст сухих речовин PI, %	Енергетична цінність
Цукор-пісок	50...65	99,85	379,00
Патока крохмальна	15...30	78,00	307
Пектин цитрусовий	1...4	92,00	43
Цитрат натрію	1...1,5	96,00	0
Лимонна кислота	0,3...1	98,00	0
Шоколадна глазур	20...25	99,10	540,1

Таблиця 2.

Початкові дані для розрахунку рецептури 2

Рецептурні інгредієнти (PI)	Можливий діапазон варіювання PI, %	Вміст сухих речовин PI, %	Енергетична цінність
Цукор-пісок	30...65	99,85	379,00
Фруктоза	10...20	97,20	92,0
Патока крохмальна	15...30	78,00	307
Пектин цитрусовий	1...4	92,00	43
Цитрат натрію	1...1,5	96,00	0
Лимонна кислота	0,3...1	98,00	0
Шоколадна глазур	20...25	99,10	540,1

Позначимо через $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ відповідно вагу включення у продукт кожного виду сировини. Потрібно знайти значення $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ при яких

$$F = 379x_1 + 307x_2 + 43x_3 + 540,1x_6 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 99,85x_1 + 78x_2 + 92x_3 + 96x_4 + 98x_5 + 99,1x_6 > 75 \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 1 \\ 0,5 \leq x_1 \leq 0,65; \quad 0,15 \leq x_2 \leq 0,3; \quad 0,01 \leq x_3 \leq 0,04; \\ 0,01 \leq x_4 \leq 0,015; \quad 0,003 \leq x_5 \leq 0,01; \quad 0,2 \leq x_6 \leq 0,25 \end{cases}$$

Це математична модель для рецептури 1.

Розрахунок глазурованих желейних цукерок з мінімальною енергетичною цінністю по рецептурам 1 і 2 в середовищі математичного пакету MathCAD представлені на рис. 1 і рис. 2. відповідно.

$$\begin{aligned}
 & \underline{\text{ORIGIN}} := 1 \\
 & n := 6 \quad m := 2 \\
 & i := 1..n \quad j := 1..m \\
 & \underline{c} := (379 \ 307 \ 43 \ 0 \ 0 \ 540.1)^T \\
 & \underline{x} := (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)^T \\
 & \underline{F(x)} := \sum_{i=1}^n (c_i \cdot x_i) \\
 & \text{Given} \\
 & 99.85 \cdot x_1 + 78 \cdot x_2 + 92 \cdot x_3 + 96 \cdot x_4 + 98 \cdot x_5 + 99.1 \cdot x_6 \geq 75 \\
 & 0.5 \leq x_1 \leq 0.65 \quad 0.15 \leq x_2 \leq 0.3 \\
 & 0.01 \leq x_3 \leq 0.04 \quad 0.01 \leq x_4 \leq 0.015 \\
 & 0.003 \leq x_5 \leq 0.01 \quad 0.2 \leq x_6 \leq 0.25 \\
 & \sum_{i=1}^n (x_i) = 1 \\
 & P := \text{Minimize}(F, x) \\
 & P^T = (0.5 \ 0.235 \ 0.04 \ 0.015 \ 0.01 \ 0.2) \\
 & F(P) = 371.385
 \end{aligned}$$

Рис. 1. Розрахунок рецептури 1

Представлений метод проектування багатоконпонентних харчових продуктів відрізняється простотою, наочністю і інформативністю і може бути

використаний при проектуванні багатокomпонентних харчових продуктів харчування із заданими властивостями.

$$\begin{aligned}
 & \underline{\text{ORIGIN}} := 1 \\
 & n := 7 \quad m := 2 \\
 & i := 1..n \quad j := 1..m \\
 & \underline{c} := (379 \ 92 \ 307 \ 43 \ 0 \ 0 \ 540.1)^T \\
 & \underline{x} := (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)^T \\
 & \underline{F}(x) := \sum_{i=1}^n (c_i \cdot x_i) \\
 & \text{Given} \\
 & 99.85 \cdot x_1 + 97.2 \cdot x_2 + 78 \cdot x_3 + 92 \cdot x_4 + 96 \cdot x_5 + 98 \cdot x_6 + 99.1 \cdot x_7 \geq 75 \\
 & 0.3 \leq x_1 \leq 0.65 \quad 0.1 \leq x_2 \leq 0.2 \\
 & 0.15 \leq x_3 \leq 0.3 \quad 0.01 \leq x_4 \leq 0.04 \\
 & 0.001 \leq x_5 \leq 0.0015 \quad 0.003 \leq x_6 \leq 0.01 \\
 & 0.2 \leq x_7 \leq 0.25 \quad \sum_{i=1}^n (x_i) = 1 \\
 & P := \text{Minimize}(F, x) \\
 & P^T = (0.3 \ 0.2 \ 0.2485 \ 0.04 \ 0.0015 \ 0.01 \ 0.2) \\
 & F(P) = 318.13
 \end{aligned}$$

Рис. 2. Розрахунок рецептури 2

Таким чином, оптимальною рецептурою з найменшою енергетичною цінністю є друга рецептура.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. И.М. Скурихина и М.Н. Волгарева. – 2-е изд. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.