

Використання можливостей математичного пакету MathCAD при рішенні рецептурних задач

Ольга Сєдих

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Комп'ютерна техніка все ширше використовується на підприємствах харчової та переробної галузей для розв'язання виробничих задач. Тому майбутні фахівці повинні володіти сучасними інформаційними технологіями і мати фундаментальну підготовку у галузі методології проектування продуктів харчування із застосуванням методів математичного моделювання та оптимізації. Одним із засобів автоматизації виробничої та наукової робіт сьогодні є математичний пакет MathCAD, який має універсальні можливості для розв'язування задач. 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. 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 наочнішим. 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.

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

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

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

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

Це математична модель для рецептури 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

Рішення будемо виконувати в середовищі математичного пакету MathCAD.

Розрахунок рецептури 1

$$\begin{aligned} & \text{ORIGIN} := 1 \\ & n := 6 \quad m := 2 \\ & i := 1..n \quad j := 1..m \quad x := (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)^T \\ & F(x) := \sum_{i=1}^n (c_i \cdot x_i) \quad c := (379 \ 307 \ 43 \ 0 \ 0 \ 540,1)^T \\ & \text{Given} \\ & 99,85 \cdot x_1 + 78 \cdot x_2 + 92 \cdot x_3 + 96 \cdot x_4 + 98 \cdot x_5 + 99,1 \cdot x_6 \geq 75 \\ & 0,5 \leq x_1 \leq 0,65 \quad 0,15 \leq x_2 \leq 0,3 \quad 0,01 \leq x_3 \leq 0,04 \\ & 0,01 \leq x_4 \leq 0,015 \quad 0,003 \leq x_5 \leq 0,01 \\ & \sum_{i=1}^n (x_i) = 1 \quad 0,2 \leq x_6 \leq 0,25 \\ & P := \text{Minimize}(F, x) \\ & P^T = (0,5 \ 0,235 \ 0,04 \ 0,015 \ 0,01 \ 0,2) \quad F(P) = 371,385 \end{aligned}$$

Розрахунок рецептури 2

```

ORIGIN := 1
~~~~~
n := 7      m := 2      x := (0 0 0 0 0 0 0)T
i := 1..n   j := 1..m

F(x) := ∑i=1n (ci·xi)   c := (379 92 307 43 0 0 540.1)T

Given
99.85·x1 + 97.2·x2 + 78·x3 + 92·x4 + 96·x5 + 98·x6 + 99.1·x7 ≥ 75

0.3 ≤ x1 ≤ 0.65      0.1 ≤ x2 ≤ 0.2      0.15 ≤ x3 ≤ 0.3
0.01 ≤ x4 ≤ 0.04      0.001 ≤ x5 ≤ 0.0015      0.003 ≤ x6 ≤ 0.01
∑i=1n (xi) = 1      0.2 ≤ x7 ≤ 0.25

P := Minimize(F, x)

PT = (0.3 0.2 0.2485 0.04 0.0015 0.01 0.2)

F(P) = 318.13

```

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

Представлений вище метод проектування багатокomпонентних харчових продуктів відрізняється простотою, наочністю і інформативністю і може бути використаний при проектуванні багатокomпонентних харчових продуктів харчування із заданими властивостями.

Література

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.