

Секція: ХІМІЯ.ХІМІЧНА, БІОЛОГІЧНА ТА ХАРЧОВА ТЕХНОЛОГІЇ

Керівники: **проф. О. Покотило, проф. В. Юкало, проф. М. Кухтин**

Вчений секретар: канд. пед. наук. І. Назарко

УДК 664.6

Г.В. Карпик, канд. техн. наук, В.Г.Юрчак, д-р. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Національний університет харчових технологій

**ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ТІСТОПРИГОТУВАННЯ МАКАРОННИХ
ВИРОБІВ З ПШЕНИЧНИМИ ВИСІВКАМИ**

Galyna Karpyk, Ph. D, Vira Yurchak, Prof., Dr. in Tech. Sc

**OPTIMIZATION OF PARAMETERS DOUGH-MAKING OF WEAT BRAN
MACARONI PRODUCTS**

Для обґрунтування оптимальних параметрів приготування макаронного тіста з висівками, важливо вивчити вплив різних факторів на властивості тіста та готових виробів у взаємозв'язку. Для цього здійснювали моделювання та оптимізацію процесів замішування і пресування макаронного тіста.

Для математичного опису процесу замісу макаронного тіста використовували метод експериментально-статистичного моделювання з використанням математичного планування багатофакторного експерименту. Після реалізації експерименту здійснювали статистичне оброблення результатів, яке полягало у визначенні похибки дослідів, розрахунку коефіцієнтів регресії математичної моделі, оцінці їх вагомості та перевірці адекватності математичної моделі. На основі отриманих математичних моделей здійснювали оптимізацію процесу за комплексним методом Бокса-Уїлсона для задач типу «Склад – Технологія – Властивість». Кожну серію дослідів виконували в трьохкратній повторюваності. При вимірюванні основних показників якості напівфабрикатів та готових виробів формували вибірку, достатню для статистичного оброблення.

За оптимізувальні фактори були обрані кількість висівок (X_1), вологість тіста (X_2) та температура води (X_3). Для вибору інтервалу дозування пшеничних висівок опиралися на вміст харчових волокон у сировині та добову потребу їх вживання. Вибір діапазону досліджуваної вологості залежав від гідрофільних властивостей сировини. Значення температури обиралося залежно від типу замісу, при якому тісто досягало б потрібної пластичності.

Опираючись на попередні дослідження, за нульовий рівень обрано вологість тіста 36 %, інтервал варіювання – 1 %. Дозування висівок та температура води змінювали в межах відповідно 15 – 25 % та 50 – 70 °С. За критерій оптимальності приймали показник переходу сухих речовин у варильну воду Y , % до СР.

Враховуючи нелінійний характер впливу досліджуваних факторів на вихідні змінні, для його математичного опису застосовано поліном другого ступеня. Ставили ПФЕ 23. Отримували залежність даного показника як критерію оптимальності від оптимізувальних факторів як у кодованому, так і в натуральному виразах.

Враховуючи те, що тривалість замішування тіста можна змінювати лише в тістозмішувачах періодичної дії, встановили тривалість замішування постійною, яка становить 20 хв.

На підставі виконання експерименту та опрацювання експериментальних даних були отримані наступні залежності в кодованому та натуральному виразах:

рівняння регресії для Y – перехід сухих речовин у варильну воду:

у кодованому виразі

$$Y = 8,05 + 0,30.X_1 - 0,10.X_2 - 0,02.X_3 - 0,025.X_1.X_2 - 0,025.X_2.X_3$$

у натуральному виразі

$$Y = -1,1336 + 0,4728.X_1 + 0,1989.X_2 - 0,0099.X_1.X_2 - 0,0024.X_2.X_3$$

Отримані математичні моделі адекватно описують експериментальні дані. Про це свідчать розрахункові значення критерію Фішера відповідно 0,125 та 0,5987, якщо $F_t = 5,59$. Результати статистичної обробки показали, що коефіцієнт X_3 виявився несуттєвим.

Тому оптимізацію процесу здійснювали за двома факторами – дозування висівок, X_1 та вологість тіста, X_2 . Для цього за отриманою математичною моделлю розраховували програму «крутого сходження».

Таблиця 1 – Вихідні дані та результати розрахунку програми «крутого сходження»

Найменування	Фактори	
	X_1 (Гвис), %	X_2 (W_T), %
Нульовий рівень, X_{i0}	20	36
Інтервал варіювання, λ_i	5	1
Коефіцієнт b_i	0,30	-0,10
Розрахунок		
Добуток $b_i \cdot \lambda_{ii}$	1,5	-0,1
Інтервал h_i при зміні базового фактору на h_a	$h_1 = 0,75$	$h_a = -0,5$
Заокруглений крок крутого сходження	1,0	-0,5

Таблиця 2 – Програма «крутого сходження» та результати її реалізації

№ досліджу	Круте сходження		Критерій оптимальності		
	X_1 (Гвис), %	X_2 (W_T), %	Y_1	Y_2	\bar{Y}
1	20	36,0	8,0	8,0	8,0
2	19	36,5	7,9	7,8	7,8
3	18	37,0	7,7	7,7	7,7
4	17	37,5	7,9	7,8	7,8
5	16	38,0	8,1	8,2	8,1

Оптимуму функції Y мінімальне = 7,7 відповідає: $X_1 = 18$ %; $X_2 = 37$ %; X_3 – несуттєвий фактор.

Отже, оптимізація процесу за критерієм переходу сухих речовин у варильну воду показує, що мінімальне значення даного показника можна отримати при дозуванні висівок 18 % до маси борошна, вологості тіста 37 %. Температура води при цьому не має вирішального впливу.

З урахуванням округлень, можна рекомендувати параметри приготування тіста: дозування висівок – 20 %, вологість тіста – 37 %, температура води на заміс 50 – 70 °С.

Література

Коваль, С. В. Экспериментально-статистическое моделирование и оптимизация многокомпонентных рецептурно-технологических систем / С.В. Коваль, Т. В. Ляшенко – К.: Знання, 1987. – 20 с.