

Описано математичну модель оптимізації споживних властивостей фруктових начинок. Обрано цільову функцію, встановлено граничні умови для неї. Визначено раціональні параметри досліджуваної математичної моделі

Ключові слова: начинка, оптимізація, пектин

Описана математическая модель оптимизации пищевых свойств фруктовых начинок. Выбрана целевая функция, установлены граничные условия для нее. Определены рациональные параметры исследуемой математической модели

Ключевые слова: начинка, оптимизация, пектин

The mathematical model of optimization of food characteristics of fruit stuffing's was described. The criterion function was selected, the boundary conditions for it were detected. The rational parameters were determined for observable mathematical model

Key words: stuffing's, optimization, pectin

ОПТИМІЗАЦІЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ФРУКТОВИХ НАЧИНОК

А. В. Євтушенко

Аспірант

Кафедра товарознавства в митній справі
Харківський державний університет харчування та торгівлі
вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна
Контактний тел.: (057) 349-45-00

1. Постановка проблеми у загальному вигляді

Сучасні погляди на харчові продукти базуються на розробці науково-теоретичних основ створення математичних моделей складу і якості продуктів з метою управління процесами, що відбуваються на різних етапах їх життєвого циклу. Оскільки фруктові начинки складаються з декількох компонентів, то існує необхідність визначення раціонального співвідношення між ними на основі існуючих даних про їх хімічний склад та енергетичну цінність [1, 2].

2. Мета та завдання статті

Метою роботи є оптимізація споживних властивостей та розробка рецептури фруктових начинок шляхом побудови математичної моделі, а саме: вибору цільової функції, встановлення граничних умов та визначення раціональних параметрів даної математичної моделі.

3. Виклад основного матеріалу дослідження

Вихідною сировиною у досліджуваних фруктових начинках являються яблучне, абрикосове, сли-

вові пюре, цукор та пектин. В якості перемінних у використаній математичній моделі виступають масові частки складових у досліджуваних фруктових начинках.

Перемінними для них є: для яблучно-абрикосової (ЯА) – масова частка яблучного пюре (x_1), абрикосового пюре (x_2), пектину (x_3) та цукру (x_4); для яблучно-абрикосово-сливової (ЯАС) – масова частка яблучного пюре (x_1), абрикосового пюре (x_2), сливового пюре (x_3), пектину (x_4) та цукру (x_5); для абрикосово-сливової (АС) – масова частка абрикосового пюре (x_1), сливового пюре (x_2), пектину (x_3) та цукру (x_4).

Цільові функції для ЯА (1), ЯАС (2) та АС (1) начинок мають вид:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{m_1} a_{ij} \cdot x_i, \quad (1)$$

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = \sum_{i=1}^{n_2} \sum_{j=1}^{m_2} a_{ij} \cdot x_i, \quad (2)$$

де a_{ij} – значення j -го показнику в i -му компоненті.

Значення показників визначались вмістом харчових речовин в рецептурних компонентах досліджуваних фруктових начинок, які наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Вміст харчових речовин в рецептурних компонентах фруктових начинок

Харчові речовини	Рецептурні компоненти					Норма, що рекомендується на 1000 ккал	
	Яблуко, 100г	Абрикос, 100г	Слива, 100г	Пектин, 100г	Цукор, 100г		
Клітковина, г	0,6	0,8	0,5	0	0	3,4	
Органічні кислоти, г	1,2	1,7	1,3	0	0	0,6	
Пектин, г	1	0,7	0,9	100	0	5,1	
Цукор, г	9,75	12,6	11,2	0	99	20	
Мінеральні речовини, мг	К	0,278	0,305	0,214	0	0,003	0,8
	Na	0,026	0,003	0,018	0	0,001	1,3
	Ca	0,016	0,028	0,02	0	0,002	0,25
	P	0,011	0,026	0,02	0	0	0,4
	Mg	0,009	0,008	0,009	0	0	0,13
	Fe	2,2	0,7	0,5	0	0,0003	0,005
	Mn	0,047	0,22	0,11	0	0	0,0021
Zn	0,15	0,082	0,1	0	0	0,004	
β-каротин, мг	0,02	1,50	0,10	0	0	1,80	
Вітаміни, мг	B ₁ · 10 ⁵	1,5	3	6	0	0	70
	B ₂ · 10 ⁵	3	6	4	0	0	80
	C	17,5	16	10,5	0	0	20
	PP · 10 ³	0	0,3	0,15	0	0	7
Енергетична цінність, ккал/100г	46	46	43	10	374	1000	

Граничні умови для цільових функцій встановлювались виходячи з органолептичних показників. Вибір граничних умов проводився згідно з табл. 2.

В даній таблиці наведено як змінюються основні органолептичні показники в залежності від співвідношення рецептурних складових фруктових начинок.

Таблиця 2

Оцінка за органолептичними показниками в залежності від масових часток рецептурних компонентів

Органолептичний показник	Інгредієнт, що впливає на значення показника	масова частка, % (для кольору: співвідношення)	Значення органолептичного показника
ЯА начинка			
Смак	цукор	0-5	не солодкий
		5-7	слабосолодкий
		7-13	солодкий

Продовження таблиці 2

Колір	яблучне: абрикосове	50:50 (1:1)	оранжевий
		67:33 (2:1)	світло оранжевий
		33:67 (1:2)	світло коричневий
Консистенція	пектин	0-0,4	пюреподібний
		0,4-0,7	пастоподібний
		0,7-1,0	густий
ЯАС начинка			
Смак	цукор	0-5	не солодкий
		7-9	слабосолодкий
		9-14	солодкий
Колір	яблучне: абрикосове: сливове	40:30:30 (2:1:1)	оранжевий з рожевим відтінком
		40:40:20 (2:2:1)	оранжево-коричневий
		40:20:40 (2:1:2)	коричневий
Консистенція	пектин	0-0,7	пюреподібний
		0,7-0,9	пастоподібний
		0,9-1,0	густий
АС начинка			
Смак	цукор	0-10	не солодкий
		10-15	слабосолодкий
		15-20	солодкий
Колір	абрикосове: сливове	50:50 (1:1)	оранжевий з рожевим відтінком
		67:33 (2:1)	оранжево-коричневий
		33:67 (1:2)	коричневий
Консистенція	пектин	0-2,0	пюреподібний
		2,0-2,5	пастоподібний
		2,5-3,0	густий

Необхідно відмітити, що консистенція начинок в основному залежить від кількості внесеного пектину, ступінь солодкості в більшій мірі визначається масовою часткою цукру, а колір співвідношенням фруктових пюре з яких складається досліджувана начинка, причому в ЯА визначається в основному масовою часткою абрикосового пюре, а в ЯАС та АС масовими частками сливового та абрикосового пюре.

При знаходженні раціональних масових часток рецептурних компонентів потрібно, щоб кількість харчових речовин в отриманій начинці була максимально наближена до норм, що рекомендуються. Для вирішення даної задачі необхідно, щоб виконувалась умова (метод найменших квадратів):

$$\sum_{i=1}^n (f(x_i) - V \cdot K_i)^2 \rightarrow \min \tag{3}$$

де n – кількість показників за якими проводиться оптимізація; K_i – нормативне значення i-го показника; V – нормувальний показник, що розраховується за формулами:

$$V_i = \frac{46x_1 + 46x_2 + 10x_3 + 374x_4}{1000},$$

$$V_2 = \frac{46x_1 + 46x_2 + 43x_3 + 10x_4 + 374x_5}{1000}, \quad (4)$$

$$V_3 = \frac{46x_1 + 43x_2 + 10x_3 + 374x_4}{1000},$$

де V_1, V_2, V_3 – нормувальні показники для ЯА, ЯАС та АС начинок, відповідно.

Знаходження значення перемінних за умовою (3) проводилось за допомогою стандартної функції *Minimize* [3] пакету програм *MathCad*.

Раціональні значення масових часток рецептурних складових після оптимізації цільових функцій для кожної фруктової начинки склали: для ЯА начинки – 64% яблучного пюре, 31% абрикосового пюре, 5% цукру та 0,5% пектину; для ЯАС начинки – 37% яблучного пюре, 37% абрикосового пюре, 18% сливового пюре, 7% цукру та 0,7% пектину; для АС начинки – 58% абрикосового пюре, 29% сливового пюре, 10% цукру та 2,0% пектину.

Вміст харчових речовин розрахований за раціональними масовими частками рецептурних компонентів фруктових начинок наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Оптимізований склад фруктових начинок

Харчові речовини	Начинка			Норма, що рекомендується на 1000 ккал	
	ЯА	ЯАС	АС		
Клітковина, г	0,632	0,608	0,609	3,4	
Органічні кислоти, г	1,295	1,307	1,363	0,6	
Пектин, г	1,357	1,491	2,667	5,1	
Цукор, г	15,096	17,216	20,456	20	
Мінеральні речовини, мг	К	0,273	0,254	0,239	0,8
	Na	0,018	0,014	0,007	1,3
	Ca	0,019	0,02	0,022	0,25
	P	0,015	0,017	0,021	0,4
	Mg	0,00824	0,00791	0,00725	0,13
	Fe	1,625	1,163	0,551	0,005
	Mn	0,098	0,119	0,159	0,0021
	Zn	0,121	0,104	0,077	0,004
β-каротин, мг	0,48	0,58	0,89	1,80	
Вітаміни, мг	$V_1 \cdot 10^5$	1,89	2,75	3,48	70
	$V_2 \cdot 10^5$	3,78	4,05	4,64	80
	C	16	14	12	20
	$PP \cdot 10^3$	0,093	0,138	0,218	7
Енергетична цінність, ккал/100г	62	68	77	1000	

Висновки

Таким чином, з отриманих даних видно, що в розроблених начинках більша частина розглянутих харчових речовин близька до рекомендованих норм [4]. Розроблені фруктові начинки багаті на залізо, марганець, цинк та можуть бути джерелом даних мінеральних речовин, які являються життєво необхідними елементами для організму людини. Вміст β-каротину складає до 50%, а вітаміну С – 70% від норми на 1000 ккал, що є досить високим показником біологічної цінності даного харчового продукту. Енергетична цінність даного продукту низька (62...77 ккал/100г), оскільки використана рослинна сировина являється низькокалорійною, а її смакові властивості задовольняють вимогам до продукту даної товарної групи, таким чином додавання цукру у кількості 5...10% є достатнім. Необхідно відмітити високий вміст засвоюваних вуглеводів (глюкози, фруктози, сахарози) в ЯА, ЯАС та АС начинках, який дорівнює 65%, 57% та 50%, відповідно.

Література

- Кафаров В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств / Кафаров В. В., Глебов М. Б. – М.: Высшая школа, 1991. – 400с.
- Хартман К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / Хартман К. и др. – М.: Мир, 1977. – 552с.
- Дьяконов В. *MathCad 2000: учебный курс* / Дьяконов В. – СПб: Питер, 2000. – 592с.:ил.
- Покровский А. А. К теории действия биологически активных веществ пищи / А. А. Покровский // Научные основы разработки продуктов детского и диетического питания. – М.: Ин-т питания, 1976, С.1-12.