

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 663.44

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ПОНИЖЕННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

Бочкарева З.А.

Статья посвящена автоматизированному проектированию рецептур методом линейного программирования в среде MS Excel. Разработана программная реализация процесса оптимизации и моделирования рецептур мучных кондитерских изделий, позволяющая проводить расчет пищевой и энергетической ценности изделий с многокомпонентным сырьевым составом.

Ключевые слова: полуфабрикат, бисквитный, моделирование, рецептура, энергетическая ценность, овес, отруби.

Введение

Мучные кондитерские изделия являются высококалорийными продуктами за счёт большого количества легкоусвояемых углеводов. Чтобы потребление мучных кондитерских изделий не приносило вреда организму человека, необходимо снизить их энергетическую ценность, повысить пищевую ценность, обогатить пищевыми волокнами, макро- и микроэлементами [1]. В связи с этим, одна из главных задач технолога заключается в создании рецептур и технологий производства низкокалорийных мучных кондитерских изделий и их внедрения на предприятиях питания.

В настоящее время разрабатываются и внедряются новые технологии, основанные на использовании растительного сырья, плодово-ягодных порошков при производстве мучных кондитерских изделий. Исследованиям по снижению калорийности бисквитного теста посвящены работы В.С. Попова, Ю.М. Калимовой, Н.В. Поляковой, Е.Н. Баженовой, Е.А. Петровой [2, 3, 4]. Разработке технологий получения пищевых продуктов с использованием сахарозаменителей посвящены работы Е.И. Гужевского, Г.О. Магомедова, О.А. Богданова [5, 6].

На современном этапе разработку продуктов с многокомпонентным сырьевым составом рекомендуется производить на основе математического моделирования и теории оптимизации. Моделирование и оптимизация позволяют создавать новые продукты для функционального и лечебно-профилактического питания.

Целью работы является моделирование и оптимизация рецептуры бисквитного полуфабриката для определения рационального соотношения сырьевых компонентов с добавлением овсяных отрубей и сахарозаменителя.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования выбран полуфабрикат многокомпонентного мучного кондитерского изделия с разнообразными формами и оформлением поверхности, а именно бисквитный полуфабрикат, который является одним из самых доступных и популярных среди потребителей.

Моделирование выполнено в среде MS Excel с использованием метода линейного программирования для оптимизации рецептур с многокомпонентным сырьевым составом.

Результаты и их обсуждение

Любые операции над исходным сырьем, полуфабрикатами или ингредиентами продуктов, самими продуктами, а также технологические процессы в виде наборов последовательных действий – технологии – обладают определенными структурами, входами и выходами. Это позволяет производить их математическое моделирование с целью поиска приемлемых, а иногда и наилучших или оптимальных (с точки зрения определенных критериев) вариантов.

Современные направления расширения ассортимента бисквитных полуфабрикатов с пониженной калорийностью ориентированы на полную или частичную замену основного сырья – муки, жира, сахара менее энергоемкими, но биологически активными продуктами, а именно, молочными, овощными и фруктовыми пастами и пюре.

Для снижения калорийности изделий и придания им диетической направленности в рецептурах сахар частично или полностью заменяют на натуральные сахарозаменители: сорбит, фруктоза, мальтит, стевия, стевиозид, эритрит, ксилит. Каждый из ряда подсластителей имеет свои уникальные физи-

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУР БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ОВСЯНЫМИ ОТРУБЯМИ И САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕМ										
Цель моделирования рецептуры – 1) определение оптимального соотношения ингредиентов для бисквитного полуфабриката с овсяными отрубями и сахарозаменителем с пониженной калорийностью, 2) минимальной себестоимостью и максимально близкого по своим опорным характеристикам к контрольному образцу «Бисквит круглый» (буше).										
1. Энергетическая ценность min										
ПЕРЕМЕННЫЕ										
Имя	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7			
Значение	230,000	20,000	300,000	100,000	399,700	1,300	2,000			
Верхн.гр.	389,000	100,000	500,000	300,000	420,000	1,300	2,000			
Нижн.гр.	230,000	20,000	300,000	100,000	200,000	1,000	1,000	ЦФ		
								Значение	Направление	
Коэф. ЦФ	0,821	0,329	0,212	1,009	0	0	0	359,91	MIN	
ОГРАНИЧЕНИЯ										
Вид								Лев. часть	Знак	Прав. часть
Отр1(Белки)	0,027	0,014	0,049	0,047	0,000	0,000	0,000	25,773	≥	14,51
Отр2(Жиры)	0,003	0,006	0,000	0,091	0,000	0,000	0,000	9,970	≥	9,830
Отр3(Углеводы)	0,171	0,055	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	41,770	≤	56,190
Отр4(Масса)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1053,000	=	1053,000
Отр5(Энерг.цен.)	0,821	0,329	0,212	1,009	0,000	0,000	0,000	359,902	≤	371,000
Содержание основных пищевых веществ										
Наименование продукта	Индекс	Масса нетто, г	белки		жиры		углеводы			
			в 100 г	в рец.	в 100 г	в рец.	моно- и дисахариды		крахмал	
Мука пшеничная в/с	X1	248,360	10,800	26,820	1,300	3,230	1,000	2,480	67,900	168,640
Отруби овсяные	X2	82,952	17,300	14,350	7,000	5,810	1,450	1,200	64,770	53,730
Белки яичные	X3	438,007	11,100	48,620	0,000	0,000	1,000	4,380	0,000	0,000
Желтки яичные	X4	292,021	16,200	47,310	31,200	91,110	0,000	0,000	0,000	0,000
Эритрит	X5	417,170	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Кислота лимонная	X6	1,294	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Эссенция ванильная	X7	1,945	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Итого в сырье				137,100		100,150		8,070		222,360
Сохранность при тепловой обработке,%				94		88		91		92
Итого в изделии в 100 г			1000	128,87		88,13		7,34		204,58
			100	12,89		8,81		0,73		20,46

Рис. 1. Моделирование рецептуры бисквитного полуфабриката с минимальной энергетической ценностью

ко-химические свойства, поэтому, попадая в организм человека, такие вещества приводят к цепочке биохимических реакций.

Стоит отметить, что менее калорийными натуральными сахарозаменителями являются стевиозид и эритрит. Стевия (экстракт из листьев – стевиозид) – многолетнее травянистое растение, калорийность – 0,7 ккал, коэффициент сладости 200-300 единиц по сравнению с сахарозой, имеет травяной привкус, рекомендовано использовать с добавлением пектина, как структурообразующего компонента. Однако данный подсластитель имеет противопоказания, может вызвать аллергическую реакцию, а при чрезмерном употреблении – привести к слабительному эффекту.

Таблица 1 – Результат моделирования рецептуры бисквитного полуфабриката с минимальной энергетической ценностью

Наименование продукта	Индекс	Масса нетто, г
Мука пшеничная в/с	X1	230
Отруби овсяные	X2	20
Белки яичные	X3	300
Желтки яичные	X4	100
Эритрит	X5	399,7
Кислота лимонная	X6	1,3
Эссенция ванильная	X7	2
Итого сырье		1053,0
Выход изд.		780
Содержание белков в 100 г		9,38
Содержание жиров в 100 г		4,02
Содержание углеводов в 100 г		20,6
Энергетическая ценность изд., ккал		156

Эритрит (эритритол) – многоатомный спирт, калорийность – 0 ккал, составляет 70% сладости сахарозы, используется как стабилизатор и влагоудерживающий агент. Важным относительным показателем влияния углеводов, содержащихся в изделиях, на изменение уровня глюкозы в крови является гликемический индекс. В эритрите данный показатель равен 0 ГИ, это означает, что данный сахарозаменитель не повышает уровень глюкозы в крови и может быть рекомендован лицам, страдающим сахарным диабетом [7]. Поэтому в качестве подсластителя для бисквитного полуфабриката был использован эритрит (эритритол).

При проведении исследований для разработки бисквитных полуфабрикатов с овсяными отрубями и сахарозаменителем за основу выбрана классическая рецептура «Бисквит круглый» [8].

Для определения состава рецептурной смеси при производстве бисквитного полуфабриката с сахарозаменителем целесообразна оптимизация технологии по качественным характеристикам сырья, которые являются управляемыми параметрами. При разработке рецептуры бисквитного полуфабриката произведено математическое моделирование с целью определения оптимального соотношения ингредиентов с учетом их пищевой ценности и себестоимости.

На рисунке 1 представлено моделирование рецептуры, удовлетворяющее заявленным целям.

В результате моделирования определена рецептура бисквитного полуфабриката с овсяными отрубями и сахарозаменителем с пониженной калорийностью и минимальной себестоимостью, более всего удовлетворяющая опорным свойствам контрольного образца. Результат моделирования рецептуры бисквитного полуфабриката с минимальной энергетической ценностью представлен в таблице 1.

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что искомая цель достигнута: энергетическая ценность бис-

квитного полуфабриката с овсяными отрубями и сахарозаменителем равна 156 ккал (в 2,38 раз меньше контрольного образца), однако стоит обратить внимание на соотношение рецептурных компонентов.

Стоит отметить, что соотношение основных рецептурных компонентов в бисквитном тесте (яйца : сахар : мука = 2:1:1) играет важную роль. В полученных результатах моделирования количество яичных белков снижено более чем на 130 г, по сравнению с контрольным образцом, сухие компоненты преобладают над жидкими, поэтому в технологическом плане необходимо будет ввести дополнительную жидкость, либо снизить содержание муки в рецептуре.

Список литературы

- [1] Шленская Т. В. Экструдат пшеничных отрубей в производстве кексов / Т. В. Шленская, З. А. Бочкарева, Н. М. Шленская, В. П. Радченко // Кондитерское производство. 2009. № 6. С. 10–11.
- [2] Попов В. С., Калимова Ю. М. Кондитерские изделия из бисквитного теста пониженной калорийности // Молодой ученый. 2017. № 21. С. 142–145. URL: <https://moluch.ru/archive/155/43900/> (дата обращения: 13.01.2019).
- [3] Полякова Н. В. Исследование и разработка технологий, рецептур бисквитных полуфабрикатов функционального назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Н. В. Полякова. Москва, 2005. 24 с.
- [4] Баженова Е. Н. «Сладкие возможности» кондитерских изделий функционального назначения / Е. Н. Баженова, Е. А. Петрова // Кондитерское производство. 2014. № 2. С. 26–28.
- [5] Гужевский Е. И. Сахарозаменители в технологии производства бисквита / Е. И. Гужевский, Е. С. Яшкин // Техника и технология пищевых производств: материал междунар. науч. конф. студентов и аспирантов. Могилев: Изд-во МГУП «Могилевский технологический институт», 2012. С. 156.
- [6] Магомедов Г. О. Желейно-фруктовый мармелад с сахарозаменителем / Г. О. Магомедов // Кондитерское производство. 2013. № 5. С. 18–19.
- [7] Богданов О. А. Использование сахарозаменителей при производстве кондитерских изделий / О. А. Богданов, Н. Ф. Тесленко, И. Б. Красина // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: материалы междунар. науч.–технич. конф. Воронеж: Изд-во ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 2017. С. 644–648.
- [8] Павлов А. В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания / А. В. Павлов. СПб: Гидрометеиздат, 1998. 294 с.

MODELING THE RECIPE FOR BISCUIT SEMI-FINISHED PRODUCT OF REDUCED ENERGY VALUE

Bochkareva Z.A.

The article is devoted to automated design of formulations using linear programming in MS Excel. The software implementation of the process of optimization and modeling of flour confectionery products was developed, which allows to calculate the nutritional and energy value of products with a multicomponent raw material composition.

Keywords: *semi-finished product, biscuit, modeling, compounding, energy value, oats, bran.*

References

- [1] Shlenskaya T. V. Ekstrudat pshenichnykh otrubei v proizvodstve keksov / T. V. Shlenskaya, Z. A. Bochkareva, N. M. Shlenskaya, V. P. Radchenko // Konditerskoe proizvodstvo. 2009. No. 6. pp. 10–11.
- [2] Popov V. S., Kalimova Yu. M. Konditerskie izdeliya iz biskvitnogo testa ponizhennoi kaloriinosti // Molodoi uchenyi. 2017. No. 21. pp. 142–145. URL: <https://moluch.ru/archive/155/43900/> (data obrashcheniya: 13.01.2019).
- [3] Polyakova N. V. Issledovanie i razrabotka tekhnologii, retseptur biskvitnykh polufabrikatov funktsional'nogo naznacheniya: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.15 / N. V. Polyakova. Moskva, 2005. 24 p.

- [4] Bazhenova E. N. «Sladkie vozmozhnosti» konditerskikh izdelii funktsional'nogo naznacheniya / E. N. Bazhenova, E. A. Petrova // Konditerskoe proizvodstvo. 2014. No. 2. pp. 26–28.
- [5] Guzhevskii E. I. Sakharozameniteli v tekhnologii proizvodstva biskvita / E. I. Guzhevskii, E. S. Yashkin // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv: material mezhdunar. nauch. konf. studentov i aspirantov. Mogilev: Izd-vo MGUP «Mogilevskii tekhnologicheskii institut», 2012. p. 156.
- [6] Magomedov G. O. Zheleino-fruktovyi marmelad s sakharozamenitelem / G. O. Magomedov // Konditerskoe proizvodstvo. 2013. No. 5. pp. 18–19.
- [7] Bogdanov O. A. Ispol'zovanie sakharozamenitelei pri proizvodstve konditerskikh izdelii / O. A. Bogdanov, N. F. Teslenko, I. B. Krasina // Novoe v tekhnologii i tekhnike funktsional'nykh produktov pitaniya na osnove mediko-biologicheskikh vozzrenii: materialy mezhdunar. nauch.– tekhnich. konf. Voronezh: Izd-vo FGBOU VO «Voronezhskii gosudarstvennyi universitet inzhenernykh tekhnologii», 2017. pp. 644–648.
- [8] Pavlov A. V. Sbornik retseptur muchnykh konditerskikh i bulochnykh izdelii dlya predpriyatii obshchestvennogo pitaniya / A. V. Pavlov. SPb: Gidrometeoizdat, 1998. 294 p.