



ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА МОЛОЧНО – РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

ГОРШЕНИНА Г., МУСАЕВА С.
izvestiya@ktu.aknet.kg

*Научно-исследовательский химико-технологический институт при КГТУ им. И. Раззакова
Приведены результаты разработки рецептуры и технологии комбинированных молочно-растительных продуктов с использованием математического моделирования.*

There are results of development the recipe and technology of the combined dairy-pumpkin products by mathematic modeling.

Современные тенденции совершенствования ассортимента продуктов питания ориентированы на создание сбалансированной по пищевой и биологической ценности продукции с определенным содержанием белка, жира, углеводов, витаминов, пищевых волокон, аминокислот, минеральных и других веществ, способных обеспечивать потребности различных групп населения в пищевых веществах и энергии, определять здоровье человека, его долголетие, работоспособность и т.д.

Иными словами необходимо «спроектировать» пищевой продукт с заданным комплексом качественных показателей.

Понятие «проектирование» означает разработку моделей, регламентирующих все этапы создания продуктов заданного качества и представляющих собой систему уравнений, отражающих все изменения одного или нескольких ключевых параметров, на основе которых они разрабатываются [1].

Наличие системы уравнений позволяет достаточно корректно описывать изменение общехимического, аминокислотного, жирнокислотного и других составов разрабатываемых поликомпонентных композиций в зависимости от соотношения и квоты используемых сырьевых компонентов, что дает возможность заменить дальнейшее исследование процесса формирования состава продуктов анализом его математической модели для получения решения поставленных конкретных задач [1].

При проектировании состава молочных продуктов, имеющих сложный сырьевой состав, следует учесть, что применение растительного сырья, обладающего повышенной биологической ценностью, позволяет получать композиции, характеризующиеся улучшенным витаминным, минеральным, углеводным и аминокислотным составом по сравнению с отдельно взятыми компонентами, при этом возможно более тонкое управление процессом формирования продукта.

В общем виде математическая постановка экспериментальной задачи состоит в определении наибольшего или наименьшего значения целевой функции – F- при определенных условиях. Наиболее изученным разделом математического моделирования является линейное программирование, для решения задач которого разработан целый комплекс эффективных методов, алгоритмов и задач.

Наиболее характерной формой представления пищевой ценности продуктов питания является сравнение их химического состава со шкалой суточной потребности человека в основных пищевых веществах и энергии.

Разработку рецептур новых молочных продуктов целесообразно осуществлять, применяя метод математического моделирования по критерию минимизации энергетической ценности или себестоимости, подбирая сырьевые компоненты с заданными ограничениями величины функции и регулируемых показателей.

Целевая функция, в таком случае, ограничена энергетической ценностью проектируемого продукта (уравнение 1):

$$F = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \text{® min (1)}$$

где $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ – калорийность соответствующего компонента композиции, ккал;
 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ – относительное содержание сырьевых компонентов в композиции, мас.%;
Ограничения на регулируемые показатели в проектируемой композиции:



$$K_1X_1+K_2X_2+K_3X_3+\dots+K_nX_{n_i}Y_1 \quad (2)$$

$$K_1X_1+K_2X_2+K_3X_3+\dots+K_nX_{n_j}Y_2 \quad (3)$$

где $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$ – средняя величина относительного содержания регулируемого показателя в конкретном сырьевом компоненте;

Y_1, Y_2 – величина регулируемого показателя в готовом продукте.

Решение данных систем уравнений осуществляется при использовании пакетов программ по оптимизации рецептур пищевых продуктов, позволяющих в результате их математической обработки определить относительное содержание сырьевых компонентов, а также величину энергетической ценности проектируемых композиций.

Таким образом, приведенные математические модели для расчета оптимального состава композиций учитывают специфику проектирования многокомпонентных рецептурных смесей и являются основой моделирования сбалансированности их состава. Выбор наиболее выгодного с позиций физиологических потребностей варианта рецептуры пищевого продукта может быть осуществлен только в результате такого моделирования [1].

Цель исследования – разработка оптимизированной рецептуры молочно –растительных композиций с помощью методов математического моделирования.

Методы исследования, использованные в работе являются стандартными и включают: титриметрическое определение кислотности, определение массовой доли жира методом Гербера. Кроме того, использована программа для создания математической модели.

Заслуживающим внимания сырьевым компонентом для получения различных комбинированных продуктов питания с регулируемым составом является молочная сыворотка.

В сочетании с натуральными соками, также имеющими высокую пищевую и биологическую ценность, можно получить уникальные композиты заданного состава и свойств. Натуральные соки могут выступать также в роли натуральных красителей и ароматизаторов. Отсутствие на рынке молочных продуктов с привлекательной для потребителя желированной консистенцией определило направление наших исследований.

Для разработки желе использованы тыквенный и апельсиновый соки, осветленная творожная сыворотка и сливки с массовой долей жира 10%, сахар-песок, желатин.

Процесс производства желе двухслойного включает несколько стадий, одной из которых является получение сывороточно-растительной смеси, и последующее внесение в эту смесь структурообразователя.

При отработке технологических параметров производства продукта определяли: оптимальное соотношение молочной основы и растительных компонентов; оптимальную дозу желатина и сахара-песка; оптимальное соотношение сывороточно-растительной смеси и сливок.

Варьирование соотношения сыворотка: тыквенный сок: апельсиновый сок в пределах 1:1:1 до 2:1:1 с последующей органолептической оценкой полученных смесей выявило оптимальный вариант – 2:1:1, при котором композиция имеет оригинальный и хорошо сочетающийся вкус.

Гелеобразующие свойства желатина в сывороточно–соковой смеси изучены при внесении 3-11 г студнеобразователя на 100 г основы. Доза желатина 7 г на 100 г смеси сыворотки с соками придает целевому продукту достаточно плотную гелеобразную структуру.

Для установления оптимальной дозы углевода количество сахара-песка варьировали от 5 до 9 г на 100 г продукта и определяли органолептические показатели продукта, в частности вкус.

Наилучшими органолептическими показателями обладает образец с добавлением 7 г сахара на 100 г продукта.

После полного растворения сахара-песка в смесь вносят нормализованные, пастеризованные, гомогенизированные и охлажденные до 4-6⁰С сливки с массовой долей жира 10% в соотношении 2:1 и 1:2.

Внесение сливок в набухшую сывороточно-растительную смесь обуславливает образование двухслойной структуры желе. При соотношении смесь:сливки, равном 2:1, слои имеют желательную одинаковую высоту.

Анализ полученных результатов позволил обосновать и разработать рецептуру гелеобразного продукта (табл.1.).

Таблица 1

Рецептура желе двухслойного, рассчитанная в MS Excel



Ингредиенты	X	Масса, кг	Жиры, %	Углеводы, %	Вода, %	Сухие вещества, %	Энерг. ценность, Ккал	Цена за 1 кг, сом
Сыворотка творожная	x1	29	0,05	3,5	94	6	16	0,5
Сливки с м.д.ж. 10%	x2	29,87917625	10	4,08	82,2	17,8	117	50
Тыквенный сок	x3	13,59995623	0	6,5	90	10	29	50
Апельсиновый сок	x4	13,59995623	0	8,4	87,5	12,5	38	50
Желатин	x5	6,895593678	0,4	0,7	10	90	355	350
Сахар-песок	x6	7,02531761	0	99,8	0,14	99,86	374	32
Сливки с м.д.ж. 20%	x7	0	20	3,78	72,8	27,2	205,374	100
Итого, кг		100						
Желе двухслойное			3,03	11,32	76,66	23,34		
Функция цели, ккал(сом)							99,46465231	5506,722386
Ввод балансовых уравнений			3,03	11,32	76,66	23,34		

Правильность расчета рецептуры подтверждается равенством суммарных цифровых значений массовых долей жира, углеводов, воды и сухих веществ предпоследней и последней строках. Рецептура желе двухслойного, рассчитанная симплексным методом, соответствует разработанной рецептуре, полученной экспериментальным методом. Разработанная программа предоставляет несколько вариантов рецептур (см. табл.2).

Поиск оптимального решения осуществляется путем подбора имеющегося в наличии сырья. Сравнительный анализ вариантов рецептур желе двухслойного показывает, что замена ингредиентов X₂ на X₇ приводит к повышению себестоимости желе, при этом следует отметить, что качественные показатели не снижаются.

Кроме того, разработанная программа привлекательна и перспективна по следующим положениям:

- ▶ во-первых, распечатка рецептуры в Excel может служить документом учета и отчетности сырья и готовой продукции;
- ▶ во-вторых, проведение промежуточных, повторных или новых рецептурных расчетов занимает считанные секунды (это время, необходимое для изменения исходных данных).

Таблица 2

Вариант рецептуры желе двухслойного

Ингредиенты	X	Масса, кг	Жиры, %	Углеводы, %	Вода, %	Сухие вещества, %	Энерг. ценность, Ккал	Цена за 1 кг, сом
Сыворотка творожная	X1	29	0,05	3,5	94	6	16	0,5
Сливки с м.д.ж. 10%	x2	0	10	4,08	82,2	17,8	117	50
Тыквенный сок	x3	21,30920539	0	6,5	90	10	29	50
Апельсиновый сок	x4	21,30920539	0	8,4	87,5	12,5	38	50
Желатин	x5	6,912440932	0,4	0,7	10	90	355	350
Сахар-песок	x6	6,529897441	0	99,8	0,14	99,86	374	32
Сливки с м.д.ж. 20%	x7	14,93925118	20	3,78	72,8	27,2	205,374	100
Итого, кг		100,0000003						
Желе двухслойное			3,03	11,32	76,66	23,34		
Функция цели, ккал(сом)							98,55948707	6267,656701
Ввод балансовых уравнений			3,03	11,32	76,66	23,34		

Полученные данные положены в основу технологической схемы производства желе двухслойного.

1. Разработана оптимизированная рецептура нового комбинированного функционального продукта с гелеобразной структурой – желе двухслойное. Отработаны технологические параметры производства нового продукта.
2. Разработана блок-схема технологического процесса производства желе двухслойного.
3. Определены физико-химические и органолептические показатели желе двухслойного, рассчитана его пищевая и энергетическая ценность.
4. Разработана программа для моделирования сбалансированных рецептур многокомпонентных продуктов, составленная в Microsoft Excel.
5. Проведен сравнительный анализ предлагаемых вариантов рецептур проектируемого продукта, в результате которого получена композиция, максимально соответствующая формуле сбалансированного питания.

Литература

[1].chem.kstu.ru/butlerov_comm/2003/1m/data/jchem&cs/russian/n1/app11/2vr11/2vr11.pdf

