

ОПТИМИЗАЦИЯ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА КОМБИНИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Кьосев ¹, Д., Попиванова ², М., Петрова ¹, Н., Данчев ¹, С., Шнекел ¹, В.
¹ Высший институт пищевой и вкусовой промышленности, Пловдив, Болгария
² Рыбоперерабатывающий завод, Пловдив, Болгария

Создание новых (комбинированных) мясных продуктов с использованием белкового сырья разного происхождения утверждается в последнее время в практике, и оно вызвано нехваткой белка животного происхождения в мировом масштабе. Комбинирование разного белкового сырья необходимо сообразить не только с его технологическими качествами (водоудерживающая, эмульгирующая, стабилизирующая способность и т.д.), но и с пищевой стоимостью и биологической ценностью, с органолептической характеристикой готового продукта, с его стоимостью цен и с другими показателями. В качестве дополнительных белковых источников при производстве комбинированных мясных продуктов, часть которых испытанные уже в практике, являются разные дериваты крови, молочные белки, растительные белки и др. Но при использовании этих источников затрудняется выбор самого благоприятного соотношения между ними, которое соответствует современным нормам рационального питания. Вот почему в ряд научных работ затрагиваются вопросы о нахождении оптимальных границ использованных белковых источников и наряду с этим разыскиваются способы создания математических моделей для оптимальной рецептуры комбинированных мясных продуктов (Воякин 1982, Салаватулина 1982, Мизерецкий 1982, Липатов 1984, Чолакова 1983, 1984). В этих разработках рассматриваются вопросы моделирования и оптимизирования состава вареных колбасных изделий, приготовленных в основном на базе мясного сырья с добавлением молочных белков, соевого изолята, кровяной плазмы и др. В литературе отсутствуют достаточное количество данных о математическом моделировании и оптимизировании состава комбинированных продуктов, в которых в качестве составного компонента исполь-

зуется рыбное мясо и цельная кровь. Использование рыбного фарша применяется давно в производстве колбасных изделий. При его добавлении в количествах 20 - 30% это не отражается на пищевую стоимость и биологическую ценность готового колбасного продукта. Однако, при большей степени замены традиционных белков рыбой, кровью и другими белковыми источниками получается некоторое дебалансирование аминокислотного состава, что заставляет точно регулировать количественных соотношений незаменимых аминокислот в смеси, использованной для приготовления колбасных изделий. Имея в виду актуальность вопроса о производстве новых (комбинированных) мясных продуктов, как и необходимость оптимизирования их аминокислотного состава в соответствии с требованиями сбалансированного питания мы поставили себе цель создать модельную систему таких продуктов, в состав которых участвуют рыбное мясо, кровь и другие белковые источники. Для этой цели сделали математическое моделирование при определенных, заранее заданных ограничениях, связанных с требованиями рационального питания. В разработанной математической модели были приняты ввиду: содержание белков, количества незаменимых аминокислот и их соотношение в использованном для приготовления продукта сырье. Принятые граничные стоимости для содержания общего белка и те же самые незаменимых аминокислот, сообразены с требованиями ФАО/ВОЗ даны в таблице 1.

Таблица 1

Составная часть	Необходимые граничные стоимости составных частей в продукте, %	
	Минимальное количество составных частей	Максимальное количество составных частей
белки	17,0	18,2
лизин	0,93	1,02
треонин	0,68	0,74
валин	0,85	1,00
метионин+цистин	0,58	0,63
изолейцин	0,68	0,80
леуцин	1,19	1,60
фенилаланин+тирозин	1,02	1,60
триптофан	0,13	0,18

В моделированной системе нового продукта использовали в качестве белковых источников следующее сырье: рыбное мясо, телятина, цельная кровь и молочный белковой

концентрат. В подобранных этим образом компонентах содержание отдельных составных частей в них можно увидеть в таблице 2. Смотри на этих данных некоторых сырьевых компонентов содержатся определенные аминокислоты ниже необходимого количества. Так

Таблица 2

Составная часть	Содержание составных частей в сырье, %			
	Компоненты смеси			
	Рыбное мясо	телятина	цельная кровь	молочный белковой концентрат
белки	17,0	20,4	18,5	15,8
лизин	0,86	0,76	1,90	1,36
треонин	0,49	0,84	1,14	0,72
валин	0,70	1,18	1,56	1,12
метионин-цистин	0,57	0,70	0,64	0,43
изолейцин	0,72	1,05	0,19	0,93
левцин	1,33	1,57	2,45	1,69
фенилаланин-тирозин	1,35	1,54	2,23	1,71
триптофан	0,05	0,26	0,34	-

например, сравнительно низкие количества: лизина в рыбном мясе и в телятине, треонина и триптофана в рыбном мясе; валина в крови и в рыбном мясе, изолейцина в крови, метионина и цистина в молочном белке. Кроме того, в молочном белковом концентрате содержится меньше количество общего белка. Эти заниженные количества однако можно было бы комбинировать более высоким содержанием те же незаменимых аминокислот в некоторых других использованных компонентах сырья. Вот почему необходимо разыскать соотношение между разными компонентами, которое доведет и до оптимального соотношения между отдельными аминокислотами. Отыскание оптимальной рецептуры сделали с помощью линейного программирования. Для этой цели принимаем обозначения:

- x_1 - содержание рыбы в смеси, %
- x_2 - содержание телятины, %
- x_3 - содержание крови, %
- x_4 - содержание молочного белкового концентрата, %.

Видно, что должно быть выполнено равенство: $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 100$ /1/
Содержание белок в смеси, согласно табл.1, должно быть с 17 по 18,2%. Чтобы смесь была для одного грамма в этих границах, то мы должны иметь:

$$0,17 \leq 0,170x_1 + 0,204x_2 + 0,185x_3 + 0,158x_4 \leq 0,182$$

100

Откуда находим неравенства:

$$17 \leq 0,170x_1 + 0,204x_2 + 0,185x_3 + 0,158x_4 \leq 18,2 \quad /2/$$

Для каждой отдельной аминокислоты получаем тем же самым способом неравенства, которые для более удобной математической обработки показываем в следующем виде:

$$93 \leq 0,86x_1 + 0,76x_2 + 1,90x_3 + 1,36x_4 \leq 102 \quad /3/$$

$$68 \leq 0,49x_1 + 0,84x_2 + 1,14x_3 + 0,72x_4 \leq 74 \quad /4/$$

$$89 \leq 0,70x_1 + 1,18x_2 + 1,56x_3 + 1,12x_4 \leq 100,5 \quad /5/$$

$$58 \leq 0,57x_1 + 0,70x_2 + 0,64x_3 + 0,43x_4 \leq 63 \quad /6/$$

$$68 \leq 0,72x_1 + 1,05x_2 + 0,19x_3 + 0,93x_4 \leq 80,5 \quad /7/$$

$$119 \leq 1,33x_1 + 1,57x_2 + 2,45x_3 + 1,69x_4 \leq 160 \quad /8/$$

$$102 \leq 1,35x_1 + 1,54x_2 + 2,23x_3 + 1,71x_4 \leq 160 \quad /9/$$

$$12,8 \leq 0,05x_1 + 0,26x_2 + 0,34x_3 + 0 \leq 18 \quad /10/$$

Каждая рецептура, составленная использованными нами 4 источниками сырья, которая удовлетворяет неравенства /2/.../10/ и равенство /1/ является "стандартной" рецептурой, т.е. она удовлетворяет нормы рационального питания, установленные ФАО и международной организацией здравоохранения.

Из-за некоторых специфических свойств и состава цельной крови и молочного белкового концентрата, полученного кисло-сливочной пахтой, как и из-за технологических соображений приходится их включать в ограниченных количествах. В таком случае необходимо использовать и неравенства:

$$x_3 \leq 15 \quad /11/$$

$$x_4 \leq 10 \quad /12/$$

Эти ограничения связаны с невозможностью вложить больше 15% крови и 10% молочного концентрата в мясных продуктах (Шнекел, 1983).

Исходя из всех допустимых рецептур, которые удовлетворяют условия /1/ - /12/ нашли оптимальный состав по отношению к себестоимости готового продукта. Для этой цели используем формулу:

$$f_{min} = 4x_1 + 5,12x_2 + 0,04x_3 + 0,38x_4$$

где f_{min} является ценой 100 кг продукции. После подсчитания ЭВМ нашли следующий оптимальный состав комбинированного продукта:

$$x_1 = 55,3 \text{ кг /рыбное мясо/}; \quad x_2 = 22,0 \text{ кг /телятина/}$$

$$x_3 = 12,70 \text{ кг /кровь/}; \quad x_4 = 10,0 \text{ кг /молочный белковой концентрат/}$$

В полученной таким образом рецептуре комбинированного продукта количество белка и незаменимых аминокислот предоставлено в табл. 3.

Из данных о составе комбинированного продукта, полученного способом математического моделирования, видно что результаты отвечают требованиям рационального питания. Количество белка, как и количества незаменимых аминокислот находятся в интервале между

Таблица 3

Количество составных частей в оптимальной рецептуре / г/100г продукта/									
белок	лизин	треонин	валин	метионин и цистин	изолейцин	леуцин	фенилаланин тирозин	триптофан	
17,82	1,021	0,7166	0,9568	0,5935	0,7463	1,5611	1,5396	0,1281	

ду принятыми граничными стоимостями. Таким образом получается новый продукт с оптимальным составом и сбалансированным содержанием незаменимых аминокислот.

Выводы :

1. Сделано математическое моделирование и оптимизирование аминокислотного состава новых (комбинированных) мясных продуктов, при котором в модельную систему были включены рыбное мясо, телятина, кровь убойных животных и молочный белковой концентрат.
2. Получено решение, которое обеспечивает оптимальную рецептуру при установленных ограничениях, при котором продукт содержит 17,82% белков и необходимое количество отдельных незаменимых аминокислот, гарантирующих их оптимальное соотношение.

Литература

- Воякин Н.П., В.М.Горбатов, Г.П.Горошко, Р.М.Салаватулина, Обоснование оптимальной рецептуры колбас с применением обобщенного критерия. 28. Евр. конгресс науч. раб. мясной пром., Мадрид, 1982.
- Салаватулина Р.М., Г.П.Горошко, М.П.Воякин, А.Н.Печникова, Построение математической модели и алгоритма расчета оптимальной рецептуры вареных колбас заданного химического состава. Сб. тр. ВНИИМЛ, 124, 1982.
- Мизерецкий Н.Н., Ю.А.Ивашкин, С.С.Ежов, И.В.Губинцов, Определение оптимальных рецептур сыревых композиции для мясопродуктов с заранее заданными свойствами. 28. Евр. конгресс науч. раб. мясн. пром., Мадрид, 1982.
- Липатов Н.Н., И.А.Рогов, А.В.Ефимов, М.Л.Момиконян, Н.А.Михайлов, Е.И.Титов. Моделирование и оптимизация аминокислотного состава многокомпонентных мясных систем. 30. Евр. конгресс науч. раб. мясн. пром., Бристоль, 1984.
- Чолакова А.Г., Метод определения оптимальных соотношений замены мясного белка белками неконвенционального происхождения в мясных продуктах., Мисопромышленост, 1983, 3, 62-64.

- Чолакова А.Г., А.Кръстев, Н.Несторов. Обоснование квоты нетрадиционных белков при замещении мясного белка в колбасных изделиях. 30. Евр. конгресс науч. раб. мясн. пром. Бристоль, 1984
- Шнекел В. Технологические исследования при производстве вареных колбас с использованием белковых добавок животного происхождения, канд. диссертация, ВИПВП, Пловдив, 1983.