

О. И. Кутина¹, И. Н. Игонина¹, Е. С. Беломытцева¹, Н. И. Мячикова²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии (Москва)

²Белгородский государственный национальный
исследовательский университет (Белгород)

Обогащение рыбных фаршей растительными компонентами с целью получения на их основе функциональной кулинарной продукции

Рассмотрена новая рыбная кулинарная продукция «Функциональный продукт на основе рыбного фарша». Изучен биохимический состав. Сравнены показатели общего химического, аминокислотного, минерального и витаминного составов с требованиями ГОСТа на функциональные продукты питания. Результаты позволяют отнести «Функциональный продукт на основе рыбного фарша» к продукции функционального назначения. Моделирование композиций с заданным комплексом показателей пищевой ценности проводили путем оптимизации многокомпонентных рецептур по программе автоматизированного проектирования, расчета и оценки качества многокомпонентных рецептур пищевых продуктов (Generic-2.0). Продукция характеризуется задаваемыми свойствами: функциональностью, высокими органолептическими показателями за счет включения оригинального растительного сырья (крупя овсяная, или рисовая, или ячневая, сушеные грибы шиитаке *Lentinus edodes*, ламинария сушеная, топинамбур сушеный). Технология и рецептура защищены патентом, техническими нормативами, прошли апробацию в условиях производства.

Ключевые слова: рыбная кулинарная продукция; растительные ингредиенты; моделирование рецептур; функциональные свойства.

Основными государственными стратегическими правовыми документами в области здорового и безопасного питания являются: Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. [9], Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 [11], Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации [8], Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г. [16], Стратегия повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 г.: утв. распоряжением Правительства РФ от 29 июня 2016 г. № 1364-р) [15] и План мероприятий по реализации Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г.: утв. распоряжением Правительства РФ от 19 апреля 2017 г. № 738-р) [12].

Рыбное сырье — важнейший компонент здорового питания благодаря уникальности исходного сырья:

- сбалансированный аминокислотный состав;

– наличие эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот семейства омега-3.

Но разработка продукции на основе рыбы с заданными свойствами затруднена, так как вариабельность химического состава рыбы составляет примерно 40 %, что является достаточно высоким показателем.

В целях расширения ассортимента рыбной продукции для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения с учетом рационального использования рыбного сырья и научно-обоснованных норм питания разработана инновационная рыбная кулинарная продукция, химический состав которой, обоснованный с точки зрения доказательной медицины, позволяет отнести ее к функциональному продукту.

Методы исследований

При анализе разработанной продукции были использованы следующие методы исследования:

– отбор и подготовку проб для лабораторных исследований рыбной продукции проводили согласно единой методике в соответствии с требованиями ГОСТ 7636–85 [9], ГОСТ 31339–2006 [6];

– определение содержания белка — методом Кьельдаля по ГОСТ 25011–2017 [3];

– аминокислотный состав белков определяли на аминокислотном анализаторе ААА–835 («Hitachi», Япония) методом жидкостной хроматографии;

– содержания триптофана определяли по ГОСТ 32201–2013 (ISO 13904:2005) [2];

– содержание витаминов определяли методом газожидкостной хроматографии на приборе «Кристаллюкс-4000М» (Россия) на обращенной фазе;

– содержание калия и магния определяли фотометрическим методом по ГОСТ 26449.1–85 [7];

– определение фосфора — по ГОСТ 26657–97 [1].

Для решения оптимизационных задач применили компьютерную программу Кубанского государственного технологического университета «Genetik», предназначенную для автоматизированного проектирования и расчета многокомпонентных рецептов продуктов функционального питания [14].

Статистическую обработку отдельных показателей проводили по программе Microsoft Excel 7.0 с определением средней величины, стандартного отклонения и достоверности различий по Стьюденту.

Экспериментальные исследования проводились в 3–5-кратных повторностях.

Основная часть

Для получения расчетной информации о содержании нутриентов в составе моделируемой рецептуры использовано уравнение материального баланса:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{i,j} \times x_j}{\sum_{j=1}^n x_j}, \quad (1)$$

где C_i — массовая доля конкретного макро- или микропитательного вещества в рецептуре; a_{ij} — величина массовой доли i -го нутриента в j -м ингредиенте (компоненте); x_j — массовая доля j -го компонента в рецептуре.

В процессе расчетов использовали данные аминокислотного состава рецептурных ингредиентов. Из полученного массива выбрали данные, характеризующиеся наиболее высокими показателями функции желательности (ФЖ), отражающей степень сбалансированности аминокислот в белках продуктов.

Учитывая задаваемые при разработке пищевых продуктов ограничения на количественное содержание компонентов (их сумма принята за единицу) и допустимые отклонения значений массовых долей нутриентов от эталонных, для моделирования рецептур предложено использовать функцию Лагранжа и систему уравнений в виде условий теоремы Куна — Таккера для задачи выпуклого программирования. Ее решение позволяет получить вектор x массовых долей рецептуры, максимально сбалансированной по нутриентному составу.

Моделирование наиболее сбалансированной рецептуры не всегда определяет наивысшее качество готового продукта питания, поэтому для его разработки в большинстве случаев требуется не один, а достаточно широкий набор вариантов состава рецептурной композиции. С этой целью предложено разделить процесс ее оптимизации на два этапа. Первый — моделирование рецептуры как определение всех возможных вариантов количественного соотношения входящих в нее ингредиентов. Второй — качественная оценка и выбор нескольких наиболее оптимальных ее вариантов.

В качестве обобщенного критерия оценки качества моделируемой рецептуры использована функция желательности Харрингтона, которая обеспечивает независимость свойств частных показателей, обладающих различной размерностью и диапазоном варьируемых значений, и при этом позволяет свести в одну формулу относительные комплексные и простые единичные критерии качества:

$$Y = \sqrt[k]{\prod_{i=1}^k p_i}, \quad (2)$$

где Y – комплексный критерий качества; p_i – частные критерии (функции) качества.

При оптимизации рецептов пищевых продуктов питания, как правило, целесообразным является применение функции желательности, использующей двухстороннее ограничение:

$$p_i = \exp(-|y_i|^{n_i}), \quad (3)$$

$$y_i = \frac{2 \times C_i - (L_{i\max} + L_{i\min})}{L_{i\max} - L_{i\min}}, \quad (4)$$

где C_i — массовая доля i -го нутриента (пищевого вещества) в исследуемой рецептуре; $L_{i\min}$, $L_{i\max}$ — границы значений эталона i -го пищевого вещества.

Параметр n_i определяет характеристику кривой, при $n_i \rightarrow \infty$ кривая принимает прямоугольную форму.

В результате проведенных исследований был разработан «Функциональный продукт на основе рыбного фарша» [10], рецептура которого представлена в табл. 1 [13].

Таблица 1

Рецептура кулинарного изделия
«Функциональный продукт на основе рыбного фарша»

Рецептурный компонент	Содержание, %
Фарш рыбный	35,0–65,0
Сушеные грибы шиитаке <i>Lentinus edodes</i>	6,5–11,0
Крупа овсяная	5,0–10,0
или рисовая	
или ячневая	
Ламинария сушеная	2,5–3,5
Масло растительное	1,5–5,5
Топинамбур сушеный	1,5–2,0
Пшеничные или овсяные отруби	2,5–5,0
Смесь специй	1,8–2,0
Вода	35,0–15,0

Нами сравнены показатели химического состава разработанного кулинарного изделия «Функциональный продукт на основе рыбного фарша» с суточной потребностью взрослого человека в пищевых веществах согласно формуле сбалансированного питания по А. А. Покровскому (табл. 2).

Таблица 2

**Сравнительные показатели химического состава
рыбного кулинарного изделия «Функциональный продукт
на основе рыбного фарша» с суточной потребностью в них**

Пищевые вещества	Суточная потребность	Содержание в 100 г рыбного кулинарного изделия	Содержание в 100 г рыбного кулинарного изделия, % от суточной потребности
Белки, г	60–100	15,800±0,500	20,00
Незаменимые аминокислоты, г			
Триптофан	1	0,468±0,040	46,00
Лейцин	4–6	1,860±0,041	47,00
Изолейцин	3–4	0,839±0,060	31,0
Валин	3–4	1,960±0,090	42,0
Треонин	2–3	0,946±0,060	56,0
Лизин	3–5	2,059±0,060	46,40
Метионин	2–4	0,381±0,030	40,00
Фенилаланин	2–4	0,770±0,059	39,00
Заменимые аминокислоты, г			
Гистидин	1,5–2,0	1,130±0,075	72,00
Аргинин	5–6	1,100±0,088	23,00
Цистеин	2–3	0,180±0,020	12,00
Тирозин	3–4	0,720±0,050-	25,00
Аланин	3	1,015±0,088	31,00
Серин	3	0,885±0,070	30,00
Глутаминовая кислота	16	3,355±0,020	24,00
Аспарагиновая кислота	6	1,980±0,120	32,00
Пролин	5	0,906±0,060	20,00
Минеральные вещества, мг			
Фосфор	1200–1500	255,000±0,001	18,70
Калий	2500–5000	1750,000±0,001	50,00
Магний	400–450	87,500±0,001	18,90
Иод, мкг/сутки	150	315,000±0,001	200,00
Витамины и витаминоподобные соединения, мг			
Тиамин (витамин b1)	1,1–2,0	0,350±0,001	20,30
Рибофлавин (витамин b2)	1,3–2,4	0,330±0,001	24,60
Пиридоксин (витамин b6)	1,8–2,0	0,290±0,001	16,0
Кобаламин (витамин b12)	0,003	0,0005±0,001	16,0

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 55577–2013 «Продукты пищевые функциональные» [4] разработанный «Функциональный продукт на основе рыбного фарша» обладает функциональностью по следующим отличительным признакам и эффективности: с высоким содержанием белка, так как 20 % энергетической ценности пищевого продукта обеспечивается белком; источник витаминов группы В и минералов Р, К, Mg и I, так как

перечисленные витамины и минеральные вещества составляют более 15 % от суточной потребности в витаминах и минеральных веществах на 100 г.

Употребление 100 г «Функционального продукта на основе рыбного фарша» может удовлетворить до 50 % суточной потребности в незаменимых аминокислотах.

Библиографический список

1. *ГОСТ 26657–97*. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора.
2. *ГОСТ 32201–2013 (ISO 13904:2005)*. Корма, комбикорма. Метод определения содержания триптофана.
3. *ГОСТ 25011–2017*. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка.
4. *ГОСТ Р 55577–2013*. Продукты пищевые функциональные.
5. *ГОСТ 7636–85*. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа (с Изменением №1).
6. *ГОСТ 31339–2006*. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб (с Изменениями №1, 2).
7. *ГОСТ 26449.1–85*. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод.
8. *Доктрина* продовольственной безопасности Российской Федерации: утв. Указом Президента РФ от 30 января 2010 г. №120.
9. *Концепция* долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г.: утв. Распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. №1662-р.
10. *Кутина О.И., Могильный М.П., Шленская Т.В., Мираков И.Р., Славянский А.А., Шарова Т.Н.* Патентообладатель Кутина О.И. Патент №2634117 от 29.12.2015. Функциональный продукт на основе рыбного фарша. Бюл. 19.
11. *Основы* государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г.: утв. Распоряжением Правительства РФ 25 октября 2010 г. №1873-р.
12. *План* реализации Стратегии: утв. Распоряжением Правительства РФ от 19 апреля 2017 г. №738-р.
13. *Сборник* технических нормативов. Сборник рецептур для питания работающих на производственных предприятиях и обучающихся в образовательных организациях высшего образования / под ред. М. П. Могильного. М.: Дели плюс, 2016.
14. *Свидетельство* на программу для ЭВМ №2005611720. Программа для автоматизированного проектирования, расчета и оценки качества многокомпонентных рецептур пищевых продуктов (Genetic-2.0) / А.А. Запорожский, В.А. Запорожский.
15. *Стратегия* повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 г.: утв. Распоряжением Правительства РФ от 29 июня 2016 г. №1364-р.
16. *Стратегия* развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г.: утв. Распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 №559-р.