

## НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ С ЗАДАННОЙ ПИЩЕВОЙ АДЕКВАТНОСТЬЮ

**Л. Ю. Филиппова, Н. А. Ракуленко, А. А. Крохалева, Л. И. Зубарева**

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины  
«Научно-исследовательский и проектный институт стандартизации и технологий  
экобезопасной и органической продукции», г. Одесса, Украина*

Медико-биологическими требованиями к свойствам функциональных продуктов, разработанными ранее в институте, определено, что за счет многокомпонентного состава можно достичь максимального обеспечения организма человека жизненно необходимыми нутриентами в количествах и соотношении, которые варьируются в зависимости от функциональной направленности продуктов [1]. Одновременно многокомпонентный состав характеризуется широким перечнем химических элементов, числовые значения которых нестабильны под влиянием биологических и технологических факторов. При этом этот перечень постоянно расширяется и включает не только показатели потребительских свойств продуктов, но и технологических, санитарно-гигиенических, экономических и т.д. [2].

Задача разработки исходных данных для моделирования рецептуры нового продукта заключается в органическом сочетании органолептических, функциональных, биохимических, технологических свойств с учетом универсальных параметров качества. При создании рецептур традиционного продукта такими параметрами выступают показатели пищевой ценности – белок, жир, углеводы, элементы витаминного и минерального состава. Для продуктов с заданной пищевой адекватностью необходимо применение ключевых параметров, которые непосредственно связаны с соответствующей функциональной направленностью элементов химического состава продуктов [2]. Согласно медико-биологическим требованиям нутриентный состав продуктов должен обеспечивать положительное влияние на повышение сопротивляемости организма человека к неблагоприятным факторам окружающей среды, формировать антиоксидантную защиту, иммуномодулирующие и детоксикационные свойства [1].

При анализе ориентировочного состава продуктов нами выделены отдельные показатели качества, применяемые для выполнения нескольких задач: отделение продукта с заданной пищевой адекватностью (функционального продукта) от других традиционных и регламентирование параметров и критериев для его идентификации, а именно:

– каротиноиды, белок, L-аскорбиновая кислота, полифенолы, железо, кальций, магний, фосфор (антиоксидантные свойства);

- каротиноиды, L-аскорбиновая кислота, белок, аминокислоты, витамины А, Е, группы В (иммуномодулирующие свойства);
- L-аскорбиновая кислота, полифенолы, пектиновые вещества, пищевая клетчатка, калий, магний (детоксикационные свойства).

Учитывая сложный характер взаимосвязи отдельных вышеприведенных нутриентов, который, как свидетельствуют предварительные исследования, влияет на образование новых модифицированных соединений, необходимо провести комплексную оценку каждого из них в системе «сырье – готовый продукт» (модель рецептурной композиции).

Процесс создания модели продукта предполагает, в первую очередь, формирование информационной базы данных.

Анализ научных источников свидетельствует, что задачи моделирования рецептур пищевых продуктов решаются по выбранному направлению, например, показателями энергетического баланса, витаминного, минерального, аминокислотного состава [3, 4, 5].

Нами выбрана альтернативная методология моделирования, основанная на объектно-ориентированном (многокритериальном) подходе к расчету рецептур. Из многочисленных критериев можно определить ключевые (доминирующие) и вспомогательные и задачи моделирования решать поэтапно. На первом этапе подбор рецептурных композиций осуществляется по ключевым параметрам качества, на втором этапе проводят оптимизацию рецептур с применением дополнительных критериев.

Выбранная последовательность формирования, моделирования рецептурных композиций базируется на определении взаимосвязи химического состава сырьевых ингредиентов с медико-биологическими требованиями, нормами физиологической потребности человека в отдельных нутриентах и функционально-технологическими свойствами продуктов. Таким образом, решение задач каждого этапа непосредственно связано с систематизацией данных о химическом составе исходного сырья и оценкой их адекватности для получения продукта с прогнозируемыми свойствами.

Систематизация данных проведена с использованием результатов предыдущих исследований относительно ориентировочного перечня ингредиентов сырья, рекомендованных для моделирования рецептур, технологических и медико-биологических требований к базовым потребительским характеристикам функциональных продуктов (пищевая ценность, отдельные параметры качества, структурно-механические свойства). Под отдельным показателем качества принято понимать перечень физиологических нутриентов (элементов химического состава исходного сырья), которые обуславливают прогнозируемые функциональные свойства продукта [6]. Критерием систематизации определена номенклатура показателей пищевой ценности, которые одновременно характеризуют биологическую ценность и функционально-технологические свойства продуктов по видам:

- коктейли фруктовые, фруктово-овощные, с сывороткой, с пектином и/или инулином и/или β-каротином;

- коктейли фруктовые, фруктово-овощные со сливками, зерновыми отрубями;
- десерты фруктовые, фруктово-овощные с творогом;
- смузи молочно-зерновые с фруктами «жидкий завтрак».

Доля каждого рецептурного компонента и оптимизация рецептурного состава характеризует не только степень обеспечения пищевой адекватности продукта медико-биологическим требованиям, но и его технологические свойства. Из приведенного выше ориентировочного перечня видов продуктов, а также с учетом разработанных требований к их свойствам, моделирование рецептур должно обеспечить в продуктах с консистенцией разной вязкости такие свойства, которые будут стабильны в процессе длительного хранения, а именно, продукт не будет расслаиваться. Роль структурообразователей выполняют природные функциональные нутриенты сырья – пектины, пищевая клетчатка, белок. Определены механизмы их формирования заданной структуры продуктов в присутствии моно- и дисахаридов, органических кислот [1, 6].

Другая группа физиологически функциональных нутриентов – это каротиноиды и флавоноидные вещества, которые играют также важную роль в формировании органолептических свойств. В присутствии L-аскорбиновой, лимонной или яблочной кислот они обеспечивают стойкий цвет продукта, соответствующий использованному сырью.

Незаменимые для нормального функционирования иммунной системы биологически активные нутриенты (отдельные витамины, минеральные вещества) одновременно выполняют технологические функции сохранения направленной модификации других функциональных нутриентов – регулирования процесса этерификации пектина, предупреждения окисления продукта с образованием фурфурола, оксиметилфурфурола, комплексообразования для снижения риска интоксикации организма человека контаминантами различной природы и предотвращения выпадения осадка и расслоения продукта и т.д.

Таким образом, обоснована номенклатура показателей пищевой и биологической ценности продуктов, которые отражают и корректно описывают изменения или особенности общего химического состава, функциональных и технологических свойств продуктов. С использованием определенного перечня показателей проведено изучение взаимосвязи химического состава ингредиентов сырья и заданных потребительских свойств продуктов.

На примере ориентировочного ассортимента продуктов (коктейли фруктово-овощные с иммуномодулирующими свойствами, коктейли фруктовые с иммуномодулирующими свойствами, коктейли фруктовые с антиоксидантными свойствами, десерт фруктовый с творогом с иммуномодулирующими свойствами, десерт фруктово-овощной с антиоксидантными свойствами, смузи фруктово-зерновые с детоксикационными свойствами, коктейли фруктовые с детоксикационными свойствами) проведено обоснование исходных требований (параметров) к моделированию рецептур, которые включают:

- информационную базу данных (вид и структура продуктов);
- ключевые параметры оценки соответствия химического состава;

- параметры (критерии) оптимальности;
- дополнительные ограничения.

На основе сформированного банка данных химического состава ингредиентов сырья и готовых продуктов с заданной пищевой адекватностью, указанных выше, методом линейных уравнений материального баланса определены ключевые параметры, то есть приоритетные показатели для оценки физико-химических, функциональных и технологических свойств продуктов. При выборе ключевых параметров также руководствовались степенью обеспечения заданного уровня содержания соответствующего нутриента за счет сырьевых компонентов.

Перечень ключевых параметров включает: во-первых, лимитированные физиологически функциональные нутриенты – белок, витамины: С, группы В, β-каротин и минеральные вещества – кальций, фосфор, магний, железо. Приведенные нутриенты обуславливают биологическую ценность продукта, однако по данным наших исследований их содержание в базовых продуктах обеспечивает не более 10 % суточной физиологической потребности человека. Для повышения уровня соответствия необходимо использование дополнительных источников белоксодержащего сырья (молочные и зерновые продукты) и натуральных источников витаминов, отдельных минеральных веществ или введение их премиксов.

Оценку белкового обеспечения, которая в значительной степени характеризует биологическую ценность, целесообразно проводить по содержанию лимитированных незаменимых аминокислот – триптофана, лизина, метионина, соотношение которых регламентируется действующими медико-биологическими требованиями и составляет 1 : 1,5 : 2 соответственно.

Перечень ключевых параметров дополнен также пектином и пищевой клетчаткой, содержание которых в базовом продукте не превышает 0,6 % и 0,2 %, соответственно, за счет нативного содержания в растительном сырье. Для обеспечения функционального воздействия полезных полисахаридов и получения устойчивой желеобразной консистенции содержание пектина в продукте должно быть не менее 1,0 %, пищевой клетчатки – не менее 5 %, что требует дополнительного введения других источников этих нутриентов (определенные овощи, фрукты, продукты переработки зерновых культур).

Для обоснованного применения ключевых параметров установлены ограничения, которые учитывают заданную степень обеспечения организма человека отдельными нутриентами с одновременным обеспечением технологических свойств продуктов (консистенция, вязкость) и возможные для каждого показателя пределы превышения нормы, не оказывающие отрицательного воздействия на организм человека [7, 8, 9].

Результаты формирования исходных требований для моделирования рецептурного состава представлены в диапазоне значений для каждого ключевого параметра: минимальные значения соответствуют рекомендованным нормам физиологической потребности человека, максимальные – учитывают допустимое для каждого показателя повышение нормы разового употребления которое, не

вызывая опасных последствий для жизни и здоровья человека, оказывает терапевтический эффект на отдельные функции ее жизнедеятельности (иммуномодулирующее, антиоксидантное, детоксикационное). Одновременно максимальные значения учитывают потери биоактивных нутриентов сырья в процессе его переработки, которые, по предварительным исследованиям, составляют: витамина С – до 70 %, витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> – до 45 %, β-каротина, фенольных веществ, незаменимых аминокислот – до 35 %, минеральных веществ – до 55 % [1, 6].

Обоснованные исходные требования включают комплексные критерии оценки нутриентной сбалансированности соотношения отдельных минеральных веществ и лимитированных незаменимых аминокислот, что вместе с витаминами, элементами энергетического баланса несколько усложняет задачи моделирования рецептур, но позволяет с большей вероятностью прогнозировать соответствие химического состава новых продуктов их заданной пищевой адекватности.

## Литература

1. Наукові основи прогнозування хімічних модифікацій харчових нутрієнтів у проектуванні технологій виробництва функціональних продуктів на основі впровадження принципів доказової медицини в сфері забезпечення базових показників стандартів здорового харчування [Текст] : звіт про НДР (пром.інж.): / Відокр. підр-л Нац. унів-ту біоресурс. і природокорист. України «Наук.-дослідн. та проєктн. ін-т стандарт. і технологій екобезпечн. та органічн. продукції»; керівн. Мазуренко І.К.; виконавці: Мазуренко І.К., Філіпова Л.Ю. [та інш.]. – Одеса, 2015. – 216 с.
2. Івашків, Л.Я. Нові класи інгредієнтів продуктів харчування та їхні функціональні властивості / Л.Я. Івашків // Проблеми харчування. – 2010. – № 3-4 (23). – С. 61–66.
3. Лисин, П.А. Оптимизация рецептуры многокомпонентного продукта методом линейного программирования / П.А. Лисин, И.В. Кистер, Е.А. Молибога, А.П. Скоков, Т.Д. Воронова, В.В. Браницкий // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 8 (114). – С. 29–32.
4. Мусина, О.Н. Системное моделирование многокомпонентных продуктов питания / О.Н. Мусина, П.А. Лисин // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – Т. 4. – № 27. – С. 32–37.
5. Белінська, С. Моделювання рецептур багатоконпонентних овочевих напівфабрикатів [Текст] / С. Белінська, Н. Орлова, В. Краснощок // К.: Товари і ринки, 2008. – № 1 – С. 84–91.
6. Черно, Н.К. Розробка біологічно активних добавок і функціональних продуктів детоксуючої дії на основі зерна / Черно Н.К. – [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.onaft.edu.ua/download/innovin/q13.pdf>.
6. Закон України. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів від 23.12.1997 № 771/97-ВР із змінами [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради (ВВР), 1998, № 19, ст.98. – Режим доступу: <http://www.zakon5.rada.gov.ua/laws/show/771/97-вр>.
7. Доронин, А.Ф. Принципы разработки продуктов специализированного назначения для различных возрастных групп/ А.Ф. Доронин, О.Е. Бакуменко, С.Н. Панфилова // Материалы VIII Международной научно-практической конференции и выставки «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты». – М.: ИК МГУПП. – 2010. – С. 63–67.
8. Ипатова, Л.Г. Новые направления в создании функциональных пищевых продуктов / Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев // Пищевая промышленность. – 2007. – № 1. – С. 12–14.
9. Рензяева, Т.В. Функционально-технические свойства сырья и пищевых добавок [Текст] / Т.В. Рензяева, А.С. Тубольцева, В.М. Позняковский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 8 – С. 35–38.