

**ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ
СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ВЫТВОРЧАСЦІ**

УДК 664.8/9:641.562:681.5.015

Л. М. ПАВЛОВСКАЯ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУР КОНСЕРВОВ
ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ
С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

НПЦ НАН Беларуси по продовольствию

(Поступила в редакцию 31.05.2005)

Введение. Питание обеспечивает основные жизненные функции детского организма. С продуктами ребенок получает все необходимые компоненты для протекания обменных процессов, которые лежат в основе как роста организма, так и осуществления внешних функций передвижения, общения, обретения навыков обслуживания себя, адаптации к условиям внешних факторов. Для гармоничного развития ребенок должен потреблять в пищу нужное количество питательных веществ в определенном необходимом соотношении между веществами и элементами. Несбалансированное питание ведет к нарушению в детском организме обменных процессов, которые в будущем могут привести к серьезным нарушениям как физического состояния, так и психического развития [1].

Очень важен состав питания, который ребенок получает в качестве прикорма, и в какой форме оно подается. Здесь исключительную роль играет подбор продуктов по консистенции, степени измельченности, неагрессивности продуктов в отношении неадаптированного детского желудочно-кишечного тракта. Все это требует коренным образом изменить подходы к проектированию рецептур детских продуктов [2].

Методология и проектирование рецептур. Консервированные пюре, соки на плодовоовощной основе являются источником минеральных веществ и витаминов, которые, как правило, не синтезируются в организме человека, а поступают с пищей. Они богаты моносахарами: глюкозой, фруктозой, органическими кислотами, но отличаются относительной бедностью белков и жиров. Поэтому для сбалансированности консервов необходимо включать в их состав различные композиции молочных продуктов, а также зерновые смеси.

Проектирование рецептур полноценного питания ставит перед разработчиками задачу системного всестороннего учета критериев качества каждого из компонентов продукта с целью формирования заданного, обусловленного научно обоснованными нормами и требованиями [3, 4]. На первый план выдвигаются не вкусовые характеристики, которые носят довольно субъективный оттенок в оценке продукта взрослыми, а набор показателей, являющихся интегральными составляющими качественной характеристики с точки зрения полезности продукта ребенку.

Процесс создания рецептуры можно представить в виде математической модели, которая в общем виде описывается системой математических зависимостей:

$$\begin{cases} X_1 + X_2 + \dots + X_n = 1000, \\ X_1 A_{1-1} + X_2 A_{1-2} + \dots + X_n A_{1-n} = 1000 A_{1-p}, \\ X_1 A_{2-1} + X_2 A_{2-2} + \dots + X_n A_{2-n} = 1000 A_{2-p}, \\ X_1 A_{k-1} + X_2 A_{k-2} + \dots + X_n A_{k-n} = 1000 A_{k-p}, \\ \vdots \\ \frac{X_1}{X_2} = M_{1-2}, \\ \frac{X_n}{X_1} = M_{n-1}, \end{cases}$$

где n – количество компонентов; k – количество критериев качества, выраженных через математическую зависимость уравнений материального баланса; $X_1; X_2; \dots X_n$ – проектируемые весовые доли каждого из компонентов рецептуры, кг; $A_{1-1}; A_{1-2}; \dots A_{1-n}$ – массовая доля первого критерия качества в каждом из компонентов, %; $A_{2-1}; A_{2-2}; \dots A_{2-n}$ – массовая доля второго критерия качества в каждом из компонентов, %; $A_{k-1}; A_{k-2}; \dots A_{k-n}$ – массовая доля k -го критерия качества в каждом из компонентов, %; A_{1-p} – массовая доля первого критерия качества в готовом продукте, %; A_{k-p} – массовая доля k -го критерия качества в готовом продукте, %; $\frac{X_1}{X_2} = M_{1-2}$ – весовое

соотношение первого и второго компонентов; $\frac{X_n}{X_1} = M_{n-2}$ – весовое соотношение n -го компонента и первого компонента.

В общем виде систему уравнений, представляющих математическую модель проектируемого продукта, можно записать

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n X_i = 1000, \\ \sum_{i=1}^n X_i A_{1-i} = 1000 A_{1-p}, \\ \sum_{i=1}^n X_i A_{k-i} = 1000 A_{k-p}, \\ \vdots \\ \frac{X_1}{X_2} = M_{1-2}, \\ \frac{X_i}{X_1} = M_{i-1}. \end{cases}$$

Эта система уравнений представляет собой математическую интерпретацию основных закономерностей создания многокомпонентного продукта:

- первое уравнение описывает условие постоянной суммы веса всех составляющих компонентов рецептуры, равной 1000 кг;
- второе и последующие уравнения представляют собой уравнения материального баланса. Здесь критерием качества в каждом случае может быть любой из показателей: массовая доля сухих веществ, жира, титруемых кислот, белка, минеральных веществ, витаминов;
- уравнения соотношения весовых частей компонентов применены с целью обязательного учета условий технологических особенностей, которые определяют целесообразность совместного применения отдельных компонентов, например, учет соотношения между крахмалом и во-

дой или другим жидким компонентом, который обеспечивает полное растворение крахмала и заданную консистенцию.

Главным условием решения системы линейных уравнений является равенство количества математических зависимостей числу составляющих компонентов смеси. В случае превышения количества ингредиентов над количеством критериев качества можно вводить в систему уравнений дополнительные зависимости, косвенно характеризующие состав продукта, например массовую долю растворимых сухих веществ. Важен также корректный подход в формулировании задачи проектирования: нельзя в одной и той же системе уравнений задавать условия равенства или превышения массовой доли растворимых сухих веществ больше или равным массовой доле общих сухих веществ при наличии в рецептуре ингредиентов, характеризующихся общими сухими веществами.

Применение математического подхода к проектированию рецептуры позволяет автоматизировать этот процесс.

Данный подход был применен нами к проектированию рецептуры детского питания на плодово-овощной основе, обогащенного белками кисломолочных продуктов.

Пример. Поставлена задача – создать пюре яблочно-клубничного с добавлением йогурта, в состав которого входят: пюре яблочное, клубничное, йогурт, крахмал, сахар, вода, аскорбиновая кислота.

1. Выбираем критерии качества проектируемого продукта и их численные характеристики: массовая доля общих сухих веществ – 19 %, титруемых кислот (в расчете на яблочную кислоту) – 0,44%; растворимых сухих веществ – 14%; белка – 0,6; соотношение между весовыми частями воды и крахмала принято 8, а яблочного и клубничного пюре – 3. При выборе численных значений приняты во внимание требования СанПиН 11-63 РБ 98 [5] к массовой доле общих сухих веществ, титруемой кислотности, белка, аскорбиновой кислоты (С), с учетом ее потерь в технологическом процессе, условия технологичности соотношения воды и крахмала, гармоничности вкусовых ощущений смеси яблочного и клубничного компонентов и сахарокислотного индекса, корректности соотношения содержания растворимых и общих сухих веществ.

2. Проводим лабораторные исследования составляющих компонентов по показателям массовой доли общих и растворимых сухих веществ, титруемых кислот, аскорбиновой кислоты, белка в йогурте.

3. Составляем систему математических зависимостей, исходя из установленных критериев и фактических значений показателей качества используемых компонентов.

Решение системы линейных зависимостей позволяет нам определить единственное значение каждого из составляющих ингредиентов, удовлетворяющее всем условиям поставленной задачи, конкретным значениям проектируемых критериев качества.

Проектируемая рецептура будет выглядеть следующим образом, кг: яблочное пюре – 400,5; вода – 176; йогурт – 170,6; клубничное пюре – 133,6; крахмал – 22; сахар – 96,3; аскорбиновая кислота – 1.

Заключение. Изменяя задачи при проектировании конкретного вида продукта и учитывая характеристики составляющих ингредиентов, с помощью математической модели можно запроектировать любую рецептуру гомогенной смеси, с конкретными значениями составляющих компонентов. Это позволит поднять на качественно иной уровень разрабатываемые продукты для детей, а практическая реализация этого процесса в производственных условиях позволит гарантировать стабильность качества выпускаемого детского питания.

Таким образом, еще раз подтверждено значение математического подхода в проектировании рецептур функциональных продуктов питания, где конкретные количественные характеристики минеральных веществ, витаминов, других биологически активных соединений призваны корректировать определенные обменные процессы в организме как ребенка, так и взрослого. В данной ситуации создание математической модели продукта является рабочим инструментом проектирования рецептуры.

Литература

1. К а с ь я н о в Г. И. Технология продуктов детского питания. М., 2003.
2. А р т е м ь е в а Н. К. Взаимосвязь медико-биологического и алгоритмического моделирования в проектировании здорового питания детей // Материалы 7-й Всероссийского конгресса Государственная концепция «Политика здорового питания в России». М., 2003.
3. Ш а з о Р. И. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2004. № 9. С. 7–10.
4. Л и п а т о в Н. Н. // Хранение и переработка сельхозсырья. 1995. № 3. С. 4–9.
5. СанПиН 11-63 РБ 98. Мн., 1999.
6. Д о р о н и н А. Ф., Ш е н д е р о в Б. А. Функциональное питание. М., 2002.

L. M. PAULOUSKAYA

DESIGNING OF COMPOUNDINGS OF CANNED FOOD FOR THE CHILDREN'S MEAL USING MATHEMATICAL MODELING

Summary

The mathematical model of designing of compoundings of homogeneous canned food for a children's meal on a fruit-and-vegetable basis with certain physical and chemical characteristics and stages of its realization is offered.