УДК 641.053.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ СЫВОРОТОЧНОГО НАПИТКА ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

Simulation of a whey drink for schoolchildren

В. А. Баландина, студент магистратуры
А. Д. Николина, студент магистратуры
Южно-Уральский государственный университет (НИУ),
(Челябинск, пр. Ленина, 76)

Рецензент: А. В. Степанов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Аннотация

Детям школьного возраста необходимы продукты функционального назначения, которые обеспечивают сбалансированное питание, направленное на развитие благоприятной микрофлоры организма. В статье рассматривается разработка рецептуры сывороточного напитка с использованием плодово-овощных соков и белкового гидролизата. Представлено обоснование использования молочной сыворотки и белкового гидролизата в рецептуре напитка для школьников.

Ключевые слова: молочная сыворотка, функциональный продукт, белковый гидролизат, пектин.

Summary

School-age children need functional products that provide a balanced diet aimed at developing a favorable microflora of the body. The article discusses the development of a whey drink formulation using fruit and vegetable juices and protein hydrolysate. The substantiation of the use of whey and protein hydrolysate in the formulation of a drink for schoolchildren is presented.

Keywords: milk whey, functional product, protein hydrolysate, pectin.

Молоко и молочные продукты играют большую роль в рационе человека. Высокая питательная ценность молока и молочных продуктов заключается в том, что они содержат необходимые организму человека вещества в оптимально сбалансированных пропорциях и в легкоусвояемой форме [1]. В процессе производства молочных продуктов образуется вторичное молочное сырье – обезжиренное молоко, пахта и сыворотка. Зачастую молочные предприятия сливают эти отходы. Однако, вторичное молочное сырье является ценным источником белка. Белки молочной сыворотки – альбумин и глобулин превосходят по биологической ценности белок молока – казеин [2].

Молочная сыворотка обладает высокой пищевой и биологической ценностью. Химический состав представлен 50% сухих веществ, в том числе 20% белков, 10% молочного жира, 95% лактозы, 80% минеральных веществ [3]. Современные ученые утверждают, что продукты из сыворотки имеют диетическое и лечебное значение [4]. Белок молочной сыворотки, состоящий из β-лактоглабулина, α-лактальбумина и сывороточного альбумина, содержит все незаменимые аминокислоты [5]. Сывороточные белки богаты дефицитными незаменимыми аминокислотами (лизином, триптофаном, метионином, треонином и цистеином), что позволяет считать их наиболее биологически ценной частью белков молока. Использование сывороточных белков при производстве пищевых продуктов имеет большое практическое значе-

ние. Энергетическая ценность молочной сыворотки составляет 1013 кДж/кг или 36 % от энергетической ценности цельного молока [6].

Белковый гидролизат – это смесь отдельных белковых веществ (пептидов и свободных аминокислот), образующихся в результате реакции гидролиза белка. Белковые гидролизаты получают при ферментативном гидролизе путем расщепления длинных цепей белков на более короткие пептиды и аминокислоты. В результате процесса гидролиза белка молекулы становятся меньше и, таким образом, более легкоусвояемыми организмом. Это позволяет организму быстрее и эффективнее усваивать аминокислоты, необходимые для многих физиологических и метаболических процессов. Также, белковый гидролизат содержит все необходимые аминокислоты, включая незаменимые аминокислоты, которые организм не может производить самостоятельно и должны быть получены из пищи. Это делает его полноценным и качественным источником белка для поддержания здорового общего состояния и функционирования организма [7].

Пектины представляют собой природные полисахариды, которые содержатся почти во всех растениях. На территории России наиболее распространенным пектинсодержащим сырьем являются яблоки, сахарная свекла, цитрусовые, подсолнечник, клубни топинамбура и др. [8]. Пектин – натуральный пребиотик. Он стимулирует рост бифидо- и лактобактерий в кишечнике, способствует увеличению числа полезных бактерий, нормализует двигательную активность ЖКТ. Попадая в желудочно-кишечный тракт, он притягивает на себя воду, помогает продвижению пищи из желудка в кишечник.

Таким образом, эти компоненты в составе напитка могут служить профилактикой заболеваний желудочно-кишечного тракта у школьников, за счет своих свойств.

Для создания рецептуры проводилось математическое моделирование в программе Excel с помощью надстройки Поиск решения, этапы которого приведены на рисунке 1.

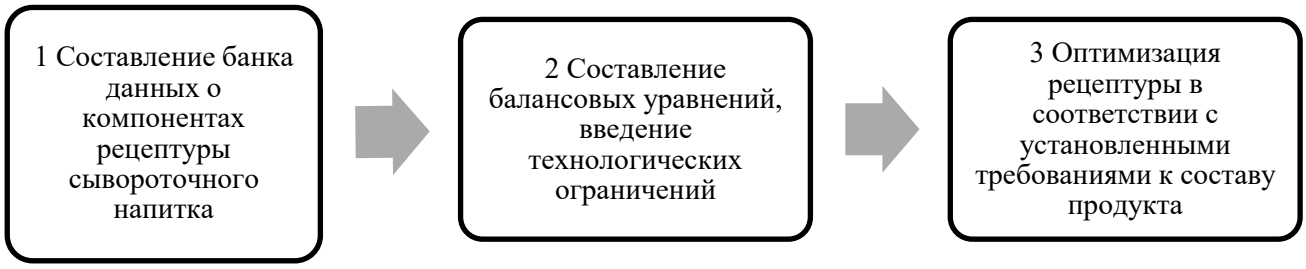

Рис. 1. Этапы проведения оптимизации в программе Excel с помощью надстройки Поиск решения

Для моделирования рецептуры составлен банк данных о показателях качества компонентов сывороточного напитка, представленных в таблице 1, и балансовые уравнения, представленные в таблице 2.

Таблица 1

Банк данных для проведения моделирования рецептуры

Компоненты рецептуры	Белки, %	Жиры, %	Углеводы, %	Пищевые Волокна, %	Сухие вещества, %	Витамин А, мг	Витамин В6, мг	Витамин В12, мг	Кальций, мг	Фосфор, мг	Калий, мг	Себестоимость, руб.
Сыворотка творожная	0,9	0,3	3,5	0	5,0	2,0	0,12	0,29	60	78	130	15
Сок морковный	1,1	0,1	12,6	1,0	15,0	350	0	0	19	26	130	160
Сок яблочный	0,5	0,1	10,1	0,2	12,0	0	0,04	0	7	7	120	80
Сироп лактулозы	0	0	3,5	3,5	0	0	0	0	0	0	0	800
Белковый гидролизат	80	5,5	2,5	0	92,0	0	0	0	0	0	0	1200
Пектин	0,3	0,3	90,0	9,0	90,6	0	0	0	7	0	0	940

Таблица 2

Балансовые уравнения

Балансовый показатель	Уравнения и ограничения
Содержание белка	$0,9 \cdot x_1 + 1,1 \cdot x_2 + 0,5 \cdot x_3 + 80 \cdot x_5 + 0,3 \cdot x_6 \geq 2,2$
Содержание жира	$0,3 \cdot x_1 + 0,1 \cdot x_2 + 0,1 \cdot x_3 + 5,5 \cdot x_5 + 0,3 \cdot x_6 \leq 0,7$
Содержание углеводов	$3,5 \cdot x_1 + 12,6 \cdot x_2 + 10,1 \cdot x_3 + 3,5 \cdot x_4 + 2,5 \cdot x_5 + 90 \cdot x_6$ – не ограничено
Пищевые волокна	$1 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_3 + 3,5 \cdot x_4 + 9 \cdot x_6 \geq 2$
Сухие вещества	$5 \cdot x_1 + 15 \cdot x_2 + 12 \cdot x_3 + 92 \cdot x_5 + 90,6 \cdot x_6$– не ограничено
Витамин А	$2 \cdot x_1 + 350 \cdot x_2$
Витамин В6	$0,12 \cdot x_1 + 0,04 \cdot x_3$
Витамин В12	$0,29 \cdot x_1$
Кальций	$60 \cdot x_1 + 19 \cdot x_2 + 7 \cdot x_3 + 7 \cdot x_6$
Фосфор	$78 \cdot x_1 + 26 \cdot x_2 + 7 \cdot x_3$
Калий	$130 \cdot x_1 + 130 \cdot x_2 + 120 \cdot x_3$
Себестоимость (функция цели)	$15 \cdot x_1 + 160 \cdot x_2 + 80 \cdot x_3 + 800 \cdot x_4 + 1200 \cdot x_5 + 940 \cdot x_6 \rightarrow \min$

При запуске надстройки «Поиск решения» программа выдала несколько рецептур, удовлетворяющих введенным требованиям, из которых нами выбраны 3, представленные в таблице 3.

Таблица 3

Сводная таблица рецептур напитков

Компоненты	Содержание компонентов, %		
	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Сыворотка творожная	96,3	21,3	67,0
Сок морковный	0,1	42,6	14,1
Сок яблочный	0	27,6	10,4
Сироп лактулозы	0,1	5,0	5,0
Белковый гидролизат	3,0	3,0	3,0
Пектин	0,5	0,5	0,5

На рисунке 2 представлены готовые образцы сывороточных напитков.

Рис. 2. Готовые образцы сывороточного напитка

С помощью математического моделирования в программе Excel можно создавать различные рецептуры пищевых продуктов в зависимости от необходимого результата. Метод максимально простой и выполняется с помощью математических программ, благодаря которым разработка продуктов питания в разы ускоряется и в случае необходимости быстро корректируется.

Библиографический список

1. *Baduanova S. D., Pronina E. V.* Influence of electromagnetic radiation on the number of microorganisms In the collection: Proceedings of the international scientific-practical conference dedicated to the 20th anniversary of Tuva State University. 2015. С. 140-143.

2. Вторичное сырье молочной отрасли: современное состояние и перспективы использования / М. Б. Ребезов, О. В. Зинина, Г. Н. Нурымхан и др.// АПК России. 2016. Т. 75. № 1. С. 150-155.

3. *Кладов К. А.* Сухие сыворочно-жировые концентраты и функциональные смеси для пищевой промышленности / К. А. Кладов, В. С. Капранчиков // Молочная промышленность. 2017. № 8. С. 51.

4. *Евдокимов Е. А.* Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки // Молочная промышленность. 2006. № 2. С. 35.

5. *Лазарев В. А.* Концентрирование аминокислот творожной сыворотки на керамических мембранах / В. А. Лазарев, Г. Б. Пищиков, С. В. Шихалев // Молочная промышленность. 2017. № 9. С. 67.

6. *Шувалова Е. Г.* Пищевая и биологическая ценность молочной сыворотки и ее рациональное использование / Е. Г. Шувалова, А. С. Арнатович, Е. Ю. Седых // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2018. № 20. С. 271-273.

7. *Ким Т. Т.* Молочная сыворотка – не отход, а сырьё / Т. Т. Ким, Д. В. Крупская, А. С. Орынбекова, В. В. Чеканова, В. В. Ярышкин // Форум молодых ученых. 2020. № 11 (51).

8. *Потрясов Н. В., Акопян К. В., Пономаренко А. В.* Использование пектина в различных технологиях // Молодой ученый. 2014. № 4. С. 242-244.