

СОКОСОДЕРЖАЩИЕ НАПИТКИ НА ОСНОВЕ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ

Л.С. Байдалинова, А.С. Роина

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,
236022, Россия, г. Калининград, Советский проспект, 1
E-mail: baydalinova@newmail.ru

Рассмотрена перспективность переработки и показана рациональность обогащения творожной сыворотки. Методом математического моделирования определена оптимальная рецептура напитка. Дана оценка органолептических свойств продукта.

творожная сыворотка, хитозан, грейпфрутовый сок, функциональные напитки

ВВЕДЕНИЕ

Творожная сыворотка – побочный продукт переработки молока, образующийся при производстве творога, относится к ценному пищевому сырью, из которого получают различные молочные продукты и полуфабрикаты.

В России молочной отраслью ежегодно поставляется более 2,2 млн. т сыворотки, а промышленной переработке подвергается лишь около 30% [1]. В непереработанном виде сыворотка создает экологическую опасность для окружающей среды, так как ее загрязняющая способность превышает аналогичный показатель для бытовых сточных вод в 500-1000 раз. При производстве 1 т творога получают до 9 т сыворотки. Значительные объемы сыворотки и достаточно высокая питательная ценность обуславливают необходимость ее сбора и рационального использования. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что решение данной проблемы возможно только на основе организации промышленной переработки этого вида молочного сырья в пищевые продукты, кормовые полуфабрикаты, технические и медицинские препараты.

Сухие вещества творожной сыворотки содержат лактозу (около 70%), белковые вещества, жир [2]. Сыворотка является продуктом с естественным набором жизненно важных минеральных соединений и витаминов. Минеральные соли и микроэлементы способствуют поддержанию водно-солевого баланса организма человека. Творожная сыворотка – биологически ценный продукт, особенно за счет значительного содержания лактозы. Замедленный в сравнении с другими углеводами гидролиз лактозы в кишечнике человека ограничивает процессы брожения, нормализует жизнедеятельность микрофлоры. Сывороточные белки оптимально сбалансированы по аминокислотному составу.

В целом творожную сыворотку можно охарактеризовать формулой: «минимум калорий при максимуме биологической ценности», так как энергетическая ценность сыворотки в 3,5 раза ниже, чем цельного молока, и составляет всего 20 ккал на 100 г. Это позволяет рассматривать творожную сыворотку и продукты из нее как биологически полноценные с диетическими свойствами.

Сыворотка улучшает работу почек и нормализует функции печени человека, стимулирует деятельность кишечника, особенно полезна при диетах, выводит из организма лишнюю жидкость, способствуя оптимальному выводу шлаков и токсинов, помогает при ревматизме, гипертонии, улучшает кровообращение и предотвращает развитие атеросклероза, уменьшает воспалительные процессы в желудке и кишечнике [2].

Недостатками творожной сыворотки являются ее органолептические показатели (зеленовато-желтый цвет и кислый привкус), которые ограничивают ее применение в пищевой промышленности.

Таблица 1. Химический состав творожной сыворотки (в сравнении с цельным молоком) [3]

Table 1. Chemical composition of serum (in comparison with whole milk)

Показатели	Содержание в 100 г	
	сыворотки	молока
Вода, г	94	87
Сухое вещество, г	6	13
Белки, г	0,8	3,2
Жиры, г	0,2	3,5
Углеводы, г	3,5	4,5
Макроэлементы, мг:		
калий	130	146
кальций	60	120
магний	8	14
натрий	42	50
фосфор	78	90
хлор	67	110
Микроэлементы, мкг:		
железо	60	67
йод	8	9
кобальт	0,1	0,8
медь	4	12
молибден	12	5
цинк	500	400
Витамины, мг:		
Е	0,03	0,09
С	0,50	1,50
В ₆	0,12	0,05
В ₁₂ , мкг	0,29	0,40
биотин, мкг	2,00	3,20
ниацин	0,14	0,10
пантотеновая кислота	0,34	0,38
рибофлавин	0,11	0,15
тиамин	0,03	0,04
фолацин, мкг	1,00	5,00
холин	14,00	23,60

Исходя из данных табл. 1, содержание основных компонентов в сыворотке позволяет отнести ее к ценному сырью, из которого можно получить различные пищевые продукты. Промышленное использование сыворотки даст возможность реализовать принципы безотходной технологии, увеличить ресурсы полноценных продуктов питания, повысить экономическую эффективность переработки молока и исключить загрязнение окружающей среды [2, 4].

С учетом пищевой ценности и диетических свойств творожной сыворотки наиболее доступным и целесообразным представляется применение ее для производства разнообразных напитков. При этом будут использоваться все составные части сыворотки, возможно обогащение ее за счет введения наполнителей [4], которыми могут стать соки фруктовые (яблочный, грейпфрутовый, апельсиновый) и овощные (свекольный, огуречный), экстракты трав (хвощ полевой, пустырник, мята) и растений (боярышник, цветки гибискуса и др.) [5].

Введение полисахаридов (пектин, хитозан) тоже может положительно влиять на структурно-механические свойства напитков. Эти биополимеры обладают антиокислительным и бактерицидным действием, что позволяет увеличить сроки хранения напитков. Соки и экстракты улучшают органолептические характеристики напитков из творожной сыворотки, обогащая их макро- и микроэлементами, витаминами, усвояемыми белками и углеводами [6]. Следовательно, творожная сыворотка является важным и перспективным сырьем для производства соко-содержащих напитков функционального назначения.

Так как соки являются натуральным продуктом, в котором нет красителей, консервантов, ароматизаторов, внесение их в сыворотку позволяет повысить общее содержание биологически активных веществ и получить напиток с лечебно-профилактическими свойствами. Добавление соков придает напиткам приятный вкус, цвет, аромат, обогащает его витаминами, минеральными веществами.

Грейпфрутовый сок в напитках на основе творожной сыворотки может выступать в роли естественного ароматизатора и улучшителя вкуса. Грейпфрут богат жизненно важными витаминами В₂, С, Р, каротином (провитамин А), калием, кальцием, эфирными маслами и органическими кислотами, играющими важную роль в процессах пищеварения (стимулируют обмен веществ, усиливают выработку пищеварительных ферментов), растворимой клетчаткой, которая усиливает перистальтику кишечника. Сок грейпфрута укрепляет центральную нервную систему человека, поэтому особенно полезен при физическом и умственном переутомлениях (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав грейпфрута [3]

Table 2. Chemical composition of grapefruit

Компоненты	Содержание в 100 г продукта
1	2
Вода, г	89,6
Сухое вещество, г	10,4
Белки, г	0,3
Жиры, г	0,1
Углеводы, г	7,9
Пищевые волокна	0,2
Органические кислоты	1,6

Продолжение табл. 2

1	2
Макроэлементы, мг:	
калий	162
кальций	20
магний	10
натрий	14
фосфор	15
Микроэлементы, мг:	
железо	0,1
Витамины:	
А, мкг	2
β-каротин, мг	0,015
Е, мг	0,2
С, мг	40
В ₆ , мг	0,04
ниацин	0,2
пантотеновая кислота	0,03
рибофлавин	0,02
тиамин	0,03
фолацин, мкг	3

Грейпфрутовый сок в напитках на основе творожной сыворотки обеспечивает повышение качества готовой продукции, улучшение ее органолептических характеристик – цвета, аромата, вкуса и консистенции, а также эффективно маскирует сывороточный привкус.

Положительно влиять на структурно-механические свойства и биологическую ценность молочных продуктов может хитозан, вводимый в их состав. Установлен факт антиокислительного и бактерицидного действия данного биополимера, что позволяет удлинить сроки хранения получаемой продукции за счет ингибирования процесса ее скисания.

В качестве пищевого хитозана может использоваться «ПолиХит» - российский лечебно-профилактический препарат, представляющий собой комплекс пищевого хитозана (67%) и морской капусты (ламинарии) с добавлением лимонной кислоты. «ПолиХит» при дозе 3 г на 100 г напитка является средством, снижающим уровень холестерина в организме, эффективно связывает жиры, нормализует работу щитовидной железы, не вызывает интоксикацию организма. Высокоэффективен при ишемической болезни сердца, нарушениях сердечной проводимости, атеросклерозе, гипертонической болезни, варикозном расширении вен. Является эффективным антиаллергеном. В кислой среде желудка преобразуется в гель, обволакивающий слизистую оболочку ЖКТ, что и оказывает противовоспалительный эффект [7].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для экспериментальных работ использовалась творожная сыворотка производства ОАО «Кировский сыродельный завод» кислотностью 60°Т, грейпфрутовый сок фирмы «Hortex», «ПолиХит» производства ЗАО «Биопрогресс».

Приготовление напитка происходит следующим образом. Сыворотку подогревают до температуры $93 \pm 2^\circ\text{C}$. Это обусловлено необходимостью подавить развитие нежелательной микрофлоры, инактивировать остатки сычужного фермента. Сыворотку фильтруют, добавляют воду и грейпфрутовый сок. Смесь хитозана с сахаром добавляют к сыворотке и соку постепенно при непрерывном помешивании, не допуская комкообразования. Перемешивание производят до полного растворения хитозана.

Для определения оптимальной рецептуры напитка, при которой гарантируется получение продукции высокого качества, был применен один из методов математического планирования эксперимента – ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) второго порядка для двух факторов: содержания сыворотки и препарата «ПолиХит» в 100 г продукта. Эти факторы были выбраны как играющие основную роль в рецептуре и качестве напитка (табл. 3).

Таблица 3. Значение основных факторов, их уровней, интервалов варьирования
Table 3. Value of major factors, their levels, variation intervals

Фактор	Уровни			ΔX
	-1	0	+1	
Содержание сыворотки в 100 г продукта (С)	60	70	80	10
Содержание препарата «ПолиХит» в 100 г продукта (П)	1	2	3	1

Другие факторы, обуславливающие рецептуру напитка (грейпфрутовый сок, вода, сахар), были зафиксированы в течение проводимых экспериментов на неизменном уровне.

Качество экспериментальных образцов оценивали по отдельным показателям (частным откликам – органолептическая оценка по разработанной 5-балловой шкале, титруемая кислотность по ГОСТ 3624-92, вязкость напитка по методу Стокса) (табл. 4).

Таблица 4. Частные отклики и их идеальные значения
Table 4. Individual responses and their ideal values

Наименование отклика	Размерность	Идеальное значение
Органолептическая оценка (О)	Баллы	10
Кислотность титруемая (К)	$^\circ\text{T}$	70
Вязкость (В)	$\text{мм}^2/\text{с}$	2.24

Реализация эксперимента была осуществлена согласно матрице (табл. 5).

Таблица 5. Матрица и план эксперимента
Table 5. Matrix and plan of experiment

Номер опыта	План эксперимента				Данные для математической обработки				
	С		П						
	x_1	н	x_2	н	x_0	x_1x_2	$\frac{x_1^2}{2/3}$	$\frac{x_2^2}{2/3}$	У
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	+1	80	+1	3	+1	+1	1/3	1/3	U_1

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	-1	60	+1	3	+1	-1	1/3	1/3	У ₂
3	+1	80	-1	1	+1	-1	1/3	1/3	У ₃
4	-1	60	-1	1	+1	+1	1/3	1/3	У ₄
5	+1	80	0	2	+1	0	1/3	-2/3	У ₅
6	-1	60	0	2	+1	0	1/3	-2/3	У ₆
7	0	70	+1	3	+1	0	-2/3	1/3	У ₇
8	0	70	-1	1	+1	0	-2/3	1/3	У ₈
9	0	70	0	2	+1	0	-2/3	-2/3	У ₉

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Реализация опытов по матрице ЦКОП и плану эксперимента позволяет построить полиномиальную модель второго порядка. В результате проведенных расчетов получена кодированная математическая модель, связывающая качество продукта с факторами дозировки основных компонентов:

$$y=0.067283+ 0.03588x_1+0.00705x_2+0.00465x_1x_2-0.068967x_1^2-0.10298x_2^2. \quad (1)$$

Анализ данной модели дает возможность судить о величине влияния изменяемых дозровок сыворотки и препарата «ПолиХит» на качество напитка. Перевод кодированной математической модели на натуральный уровень позволил получить функцию отклика (2), связывающую факторы дозровок:

$$y=-3398.4+96.8196C-2.83603П+0.0465СП-0.68967C^2-0.10298П^2. \quad (2)$$

На основе этой модели возможно оптимизировать дозировки компонентов, найти значения таких факторов для желаемого уровня органолептической оценки. Данное уравнение даёт возможность рассчитать оптимальную рецептуру.

Оптимальные значения:

содержание сыворотки С=60г в 100г напитка;

содержание препарата «ПолиХит» П=3г в 100г напитка.

Таким образом, математическое моделирование позволило определить оптимальную рецептуру напитка на основе творожной сыворотки с добавлением пищевого хитозана и грейпфрутового сока, проведя минимальное количество опытов (всего 9) и затратив при этом минимальное количество сырья и материалов [8].

Для оценки органолептических свойств готового продукта использована 5-балловая шкала. В связи с различной значимостью единичных показателей в общем восприятии товарного качества продукции применяются коэффициенты весомости. Они выражают доленое участие признака в формировании качества продукта и служат множителями при расчете обобщенных балловых оценок.

В качестве коэффициентов весомости выделены главные показатели разрабатываемого напитка: вкус, запах, консистенция, внешний вид (цвет).

В табл. 6 представлено описание органолептических характеристик каждого качественного уровня для выбранных единичных показателей [9,10].

Таблица 6. Шкала оценки органолептических показателей напитка из сыворотки
 Table 6. Scale of an assessment of organoleptic indicators of drink of serum

Показатель качества	Коэффициент весомости	Численное значение уровней качества	Характеристика значений уровней качества
Внешний вид (цвет)	0.6	5	Светло-розовый
		4	Светло-жёлтый
		3	Жёлто-зелёный
		2	Светло-зелёный
		1	Зелёный
Запах	0.5	5	Ярко выраженный запах грейпфрута
		4	Слабо выраженный запах грейпфрута
		3	Слабо выраженный запах сыворотки
		2	Ярко выраженный запах сыворотки
		1	Посторонний запах
Вкус	0.6	5	Сладкий, ярко выражен вкус грейпфрута
		4	Сладкий, вкус грейпфрута выражен слабо
		3	Сладкий, ярко выражен вкус сыворотки
		2	Кислый, вкус грейпфрута выражен слабо
		1	Кислый, вкус сыворотки
Консистенция	0.3	5	Слабовязкая
		4	Вязкая
		3	Излишне вязкая
		2	Недостаточно вязкая
		1	Жидкая

На основании проведенной органолептической оценки качества образцов напитка наивысшую оценку с учетом коэффициента весомости получил образец опыта № 2 (см. табл. 5), так как именно он наиболее соответствует оптимальной рецептуре напитка, определенной математическим планированием эксперимента (содержание сыворотки 60 г в 100 г напитка, а препарата «ПолиХит» 3 г в 100 г напитка). Органолептические показатели этого образца (внешний вид, запах, вкус, консистенция) дегустаторами оценены в 5 баллов.

ВЫВОДЫ

Проведенные эксперименты позволили установить возможность получения сокодержущих напитков высокого качества на основе творожной сыворотки. С помощью математической модели установлены оптимальные соотношения компонентов в напитках. Использование пищевого хитозана и грейпфрутового сока не только позволит решать проблему создания безотходной технологии переработки молока, но и получать биологически ценный продукт с хорошими ор-

ганолептическими характеристиками и функциональными свойствами, так как применение хитозансодержащего компонента «ПолиХит» обогащает напиток пищевыми волокнами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Евдокимов, И.А. Современное состояние переработки молочной сыворотки / И.А. Евдокимов, А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко // Молочная промышленность. – 2008. – № 11. – С. 36 – 39.
2. Храмцов, А.Г. Промышленная переработка вторичного молочного сырья / А.Г. Храмцов, С.В. Василисин. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 100 с.
3. Химический состав пищевых продуктов: справочник: в 3 т. / под ред. И.М. Скурихина. – М.: Агропромиздат, 1987. - Т. 1-2.
4. Напитки нового поколения из молочной сыворотки / А.Г. Храмцов [и др.] // Молочная промышленность. – 2006. – № 6. – С. 87.
5. Храмцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: учеб. пособие / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 587 с.
6. Роина, А.С. Разработка технологии напитка на основе творожной сыворотки с добавлением пищевого хитозана и грейпфрутового сока / А.С. Роина, Н.С. Сергеев // Вестник молодёжной науки – 2011: сб. науч. статей студентов, аспирантов и молодых учёных ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ». – С. 322-326.
7. Хитин и хитозан: получение, свойства и применение / под ред. К.Г. Скрябина, Г.А. Вихоревой, В.П. Варламова. – М.: Наука, 2002. – 368 с.
8. Мезенова, О.Я. Моделирование и оптимизация технологических процессов производства продуктов питания путём математического планирования эксперимента / О.Я. Мезенова. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2008. - 45 с.
9. Родина, Т.Г. Дегустационный анализ продуктов / Т.Г. Родина, Г.А. Вулс. – М.: Колос, 1994. – 191 с.
10. Феоктистова, Н.А. Учебно-методический комплекс, предназначенный для освоения программы по дисциплине «Сенсорный анализ продовольственных товаров» специальности 080401.65 «Товароведение и экспертиза товаров» / Н.А. Феоктистова, Д.А. Васильев. – Ульяновск: Изд-во ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА», 2009. – 72 с.

JUICE DRINKS ON THE BASIS OF SERUM

L.S. Baydalinova, A.S. Roina

Prospects of processing serum are considered. Rationality of enrichment of serum is shown. The method of mathematical modeling determined an optimum compounding of drink. The assessment of organoleptic properties of a product is given.

serum, chitozan, grapefruit juice, functional drinks

Байдалинова Лариса Степановна 46-35-69

Роина Алексей Сергеевич 46-35-69 8(952)056-11-39