

УДК 637.14

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МУССА МОЛОКОСОДЕРЖАЩЕГО – НОВОГО ГИПОАЛЛЕРГЕННОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА

¹Просеков А.Ю., ¹Ульрих Е.В., ¹Кригер О.В., ¹Бабич О.О., ²Будрик В.Г.,
²Ботина С.Г., ²Агаркова Е.Ю.

¹ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,
Кемерово, e-mail: elen.ulrich@mail.ru;

²ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемия, Москва

Исследованы свойства молочной сыворотки, определены ее основные параметры. Исследовано распределение пептидов, полученных при гидролизе белков молочной сыворотки ферментами Alcalase и Protamex по молекулярной массе, определен фракционный состав белков обезжиренного молока, изучены мембранные методы переработки гидролизованной молочной смеси, выбраны режимы получения мусса молоко-содержащего. Определены также основные параметры процесса получения мусса молоко-содержащего. Рассчитана эффективность и надежность, экономические составляющие процесса получения мусса молоко-содержащего. Мусс молоко-содержащий предназначен для профилактического питания взрослых, страдающих аллергией на молочные белки. Технологический процесс диспергирования и газонаполнения должен обеспечивать однородность структуры гидролизованной молочной смеси, стойкость и плотность взбитой смеси на протяжении установленного срока хранения. Продукты, полученные с использованием данных приемов, будут менее дорогими и станут доступными для профилактического питания благодаря снижению затрат на дорогостоящий процесс гидролиза.

Ключевые слова: аллергия, гипоаллергенные продукты, сыворотка, деминерализация, ферментативный гидролиз, ультрафильтрация, диспергирование, газонаполнение, мусс молоко-содержащий

THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF MILK MOUSSA – THE NEW HYPOALLERGENIC FUNCTIONALITY PRODUCT

¹Prosekov A.U., ¹Ulrikh E.V., ¹Kruger O.V., ¹Babich O.O., ²Budrik V.G.,
²Botina S.G., ²Agarkova E.Y.

¹Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Kemerovo, e-mail: elen.ulrich@mail.ru;

²Russian Agricultural Academy, Moscow

The properties of whey, defined its basic parameters. The distribution of peptides obtained by hydrolysis of whey proteins and enzymes Alcalase Protamex molecular weight, determined by the fractional composition of skim milk proteins, membrane processing techniques studied hydrolysed formula, the mode selected receiving milk containing mousse. Defined in the same basic parameters of the process of obtaining milk containing mousse. Calculated the efficiency and reliability, the economic component of the process of obtaining milk containing mousse. Milk-mousse designed for preventive nutrition adults who are allergic to milk proteins. The technological process of dispersion and gas filling should ensure uniformity of structure hydrolysed formula, firmness and density of the whipped mixture over a set period of storage. Products obtained using methods of data will be less expensive and will be available for preventive nutrition by reducing the cost of expensive process of hydrolysis.

Keywords: allergies, hypoallergenic products, whey, demineralization, enzymatic hydrolysis, ultrafiltration, dispersion, gas-filled, milk-mousse

Одним из барьеров на пути широкого использования молочной сыворотки в пищевых целях является ее высокая относительная зольность, в два раза превышающая этот показатель для молока. По этой причине сывороточные концентраты в отличие от молочных обладают горько-соленым вкусом. Эта проблема решается деминерализацией – очищением сыворотки от растворенных в ней солей, в частности? от поваренной соли [1]. Процесс деминерализации молочной сыворотки расширяет сферу ее использования в пищевой промышленности, полученные деминерализованные сывороточные концентраты обладают чистым сладковатым вкусом и применяются для производства большого спектра продуктов здорового питания [2].

В свете современных представлений о здоровом питании медики и диетологи во всем мире рекомендуют низкокалорийные продукты. Однако по вкусовым характеристикам потребитель отдает предпочтение продукции с нежной консистенцией и выраженным сливочным вкусом [3]. Удовлетворить такие, казалось бы, противоречивые пожелания потребителей могут аэрированные молочные продукты, относящиеся к классу муссов. Широкая гамма вкусовых характеристик и оптимальные диетические свойства, а также привлекательный внешний вид (за счет многослойности, добавления топингов и т.д.) обеспечивают устойчивый покупательский спрос муссам. Аэрированные молочные продукты не требуют дополнительной подготовки перед

употреблением, хорошо усваиваются организмом. С введением различных пищевых добавок они приобретают заданные функциональные свойства.

Для получения газонасыщенных пищевых продуктов существуют разные типы оборудования как по принципу действия, так и по назначению [4].

Мусс молокосодержащий предназначен для профилактического питания взрослых, страдающих аллергией на молочные белки. Технологический процесс диспергирования и газонаполнения должен обеспечивать однородность структуры гидролизованной молочной смеси, стойкость и плотность взбитой смеси на протяжении установленного срока хранения [5].

Целью данного исследования было получение гипоаллергенного функционального продукта – мусса молокосодержащего – и изучение его свойств.

Материал и методы исследования

Объектами исследования в данной работе являлись: молочная сыворотка, которая подвер-

галась деминерализации, ферментативному гидролизу, каскадной ультрафильтрации, газонаполнению, и полученный в результате проведения данных процессов мусс молокосодержащий – новый гипоаллергенный функциональный молочный продукт.

В качестве методов исследования использовали метод определения катионного состава сыворотки методом капиллярного электрофореза после пропускания через ионообменные смолы, метод исследования распределения пептидов по молекулярной массе, полученных при гидролизе белков молочной сыворотки ферментами Alcalase и Protamex, метод определения фракционного состава белков обезжиренного молока, мембранные методы переработки гидролизованной молочной смеси, методика выбора режимов получения мусса молокосодержащего. Были проведены также расчеты на результативность, надежность, экономические показатели процесса получения мусса молокосодержащего.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования исходной молочной сыворотки получили результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели перерабатываемой сыворотки

Сырье: сыворотка	Массовая доля, %					Кислотность	
	сухих веществ	в том числе, %				титруемая, Т	активная
		белка	жира	лактозы	зола		
Подсырная	6,47 ± 0,2	0,65 ± 0,3	0,3 ± 0,02	5,0 ± 0,01	5 ± 0,01	18 ± 0,5	5,8 ± 0,1
Творожная	5,83 ± 0,2	0,53 ± 0,3	0,3 ± 0,02	0,6 ± 0,01	4,4 ± 0,01	75 ± 0,5	4,7 ± 0,1

Физико-химические показатели подсырной и творожной сыворотки зависят от способа производства сыра и творога и различаются кислотностью и содержанием лактозы и белка.

В табл. 2 представлены физико-химические показатели подсырной и творожной молочной сыворотки после обработки мембранными методами.

Таблица 2

Физико-химические показатели сыворотки после мембранной обработки

Сырье	Массовая доля, %					Кислотность	
	сухих веществ	в том числе, %				титруемая, °Т	активная
		белка	жира	лактозы	зола		
Сыворотка подсырная	6,04 ± 0,2	0,64 ± 0,3	0,3 ± 0,02	0,2 ± 0,01	4,9 ± 0,01	12 ± 0,5	6,2 ± 0,1
Сыворотка творожная	5,42 ± 0,2	0,52 ± 0,3	0,3 ± 0,02	0,3 ± 0,01	4,3 ± 0,01	33 ± 0,5	6,0 ± 0,1

По окончании процесса мембранной обработки в подсырной и творожной сыворотке определяли содержание одно- и двухвалентных металлов методом капиллярного электрофореза. Результаты анализа приведены в табл. 3.

Анализ экспериментальных данных подтверждает вывод, сделанный ранее на основе литературного обзора. После прохождения через обе колонки с ионообменниками эффективность деминерализации молочной сыворотки в зависимости от ее вида состав-

ляет 90–99%, при этом происходит незначительная потеря белков сыворотки. Недостатком ионного обмена является то, что после насыщения смолы минеральными веществами обрабатываемого раствора она подлежит регенерации кислотами и щелочами. Достоинством ионного обмена является возможность практически полной очистки растворов от минеральных веществ, малые затраты на тепло и электроэнергию, использование дешевых и доступных ионообменных смол

отечественного производства, длительный срок эксплуатации катионообменных и анионообменных смол.

Результаты определения фракционного состава белков обезжиренного молока представлены в табл. 4.

Таблица 3

Результаты определения катионного состава сыворотки после мембранной обработки методом капиллярного электрофореза

Номер образца	Наименование катиона	Содержание катионов, мг/дм ³
Сыворотка	Калий	984,912 ± 98,491
	Натрий	938,999 ± 93,900
	Магний	280,641 ± 28,064
	Кальций	695,331 ± 69,533
Сыворотка деминерализованная	Калий	3,622 ± 0,362
	Натрий	17,951 ± 1,795
	Магний	7,411 ± 0,741
	Кальций	11,454 ± 1,145

Таблица 4

Фракционный состав белков обезжиренного молока

Компонент	Всего, %	Процент казеина
Казеины	83	
α-s1-казеин	36	44
α-s2-казеин	9	11
β-казеин	21	25
κ-казеин	12	14
γ-казеин	4	5
Сывороточные белки	17	
β-лактоглобулин	10	
α-лактальбумин	2	
Иммуноглобулины	2	
Сывороточный альбумин	1	
Малые белки	2	

Фракции казеина также относятся к аллергенным белкам (согласно базам данных IUIS, BioPer, Allergen Online, AllerMatch),

для которых известны антигенные детерминанты. Проведен теоретический гидролиз казеинов такими ферментами препаратами, как Alcalase, Protamex, Thermolysin, Neutrase, Newlase, пепсин, трипсин, химотрипсин, Asp-N-endopeptidase, протеиназа К.

В табл. 5. представлены результаты проведения исследований молекулярно-массового распределения пептидов в ультрафильтрационных концентратах белков подсырной сыворотки.

Исследование молекулярно-массового распределения белковых веществ в полученных пробах пермеатов показало, что часть белковых веществ, проходящая через мембраны, соответствует протеозо-пептонной фракции молочной сыворотки (молекулярная масса < 5000 Дальтон). При этом в ультрафильтратах с отсечкой по молекулярной массе 5 и 10 кДа наблюдается минимальное присутствие крупных молекул сывороточных белков (молекулярная масса 18000–20000 Дальтон).

Таблица 5

Молекулярно-массовое распределение пептидов гидролизата подсырной сыворотки после мембранной обработки

Диапазон молекулярных масс, кДа	Относительное распределение пептидов по молекулярным массам, %			
	Ультрфильтрат 50 кДа	Ультрафильтрат 20 кДа	Ультрафильтрат 10 кДа	Ультрафильтрат 5 кДа
Более 20,0	9,5	0	0	0
20,0–15,0	2,3	1,2	0	0
15,0–10,0	2,5	2,2	2,0	0
10,0–5,0	14,6	12,3	12,0	7,6
Менее 5	71,1	84,3	86,0	92,4

На основании проведенных исследований выбраны оптимальные решения технологического процесса получения мусса молоко-содержащего (табл. 6).

На основании проведенных расчетов на надежность, эффективность и основных экономических параметров процесса получения мусса молоко-содержащего можно сделать

вывод о высокой надежности и эффективности данного процесса. Внедрение технологии получения мусса молокосодержащего

позволит отказаться от необходимости закупки и эксплуатации дорогостоящего импортного оборудования и компонентов.

Таблица 6

Основные характеристики технологических режимов и условий проведения процессов диспергирования и газонаполнения

Технологический процесс	Основные режимы процесса
1 – Диспергирование и газонаполнение	1) Температура (25 °С); 2) Давление (1 атм); 3) Влажность (до 70 %); 4) Поверхностное натяжение ($75 \cdot 10^{-4}$ Н/м ²); 5) рН (4,6); 6) Продолжительность взбивания, мин (10мин); 7) Скорость вращения, об/мин (1000–3000)
2 – Растворение пектина свекловичного и сахара-песка	1) Температура (25 °С); 2) Степень измельчения сахара-песка (просеивание через сито с отверстиями определенного диаметра); 3) Степень диспергирования (высокая степень диспергирования); 4) Мощность миксера (мощность, соответствующая получению мелкодисперсной смеси)
3 – Растворение желатина	1) Температура (25 °С); 2) Степень измельчения желатина (измельчение в фарфоровой ступке); 3) Качество желатина (без комочков, желтоватого цвета, без примеси коричневых зерен)
4 – Растворение лимонной кислоты	1) Температура (25 °С); 2) Концентрация раствора (20%)
5 – Подготовка плодово-ягодного сырья	1) Качество сырья (должно удовлетворять санитарным требованиям); 2) Степень диспергирования сырья (пюре)

При анализе литературного обзора и исследований свойств мусса молокосодержащего сделан вывод о том, что полное исключение молочных продуктов из питания больных с пищевой аллергией (за исключением тяжелых клинических случаев) не является рациональным подходом, поскольку они являются источниками наиболее легко усвояемого белка с полноценным аминокислотным составом. Коррекцию рациона питания больного за счет использования специализированных продуктов питания проводят как правило лишь в случае тяжелых форм заболеваний, поскольку данные продукты имеют достаточно высокую стоимость – от 770 до 3817 руб. за кг. Речь в основном идет о специализированном питании детей до трех лет. Для других возрастных групп предлагаются продукты на основе соевых изолятов, однако недостатками его использования в рецептурах продуктов являются нарушения функционирования желудочно-кишечного тракта и развивающаяся аллергия к белкам сои. До сих пор коммерчески доступных функциональных молочных продуктов, предназначенных для питания взрослых и детей старше трех лет, страдающих непереносимостью белков молока, не существует.

Заключение

Таким образом, создание молочных продуктов с пониженным содержанием основных аллергических белков молока является объективно необходимым, поскольку другие подходы не охватывают всей массы людей, подверженных непереносимости белков молока.

Наиболее перспективным подходом для снижения аллергенности молочных продуктов является биокаталитическая конверсия молочных белков, направленная на получение их гидролизатов с заданным молекулярно-массовым распределением и остаточной аллергенностью. Молекулярная масса ключевых белков-аллергенов молочной сыворотки составляет от 14,2 кДа (α -лактальбумин) до 160 кДа (иммуноглобулины). Среди белков молочной сыворотки наиболее выраженной аллергенностью и устойчивостью к ферментативному гидролизу обладает β -лактоглобулин, поэтому предварительная его биосорбция сможет значительно интенсифицировать процесс гидролиза, сократив время и дозу ферментного препарата. Тем самым продукты, полученные с использованием данного приема, будут менее дорогими и станут доступными

для профилактического питания благодаря снижению затрат на дорогостоящий процесс гидролиза.

Работа осуществляется при финансовой поддержке Министерства образования и науки в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы», государственный контракт № 12.527.11.0008.

Список литературы

1. Брагинский, Л.Н. Перемешивание в жидких средах: Физические основы и инженерные методы расчета / Л.Н. Брагинский, В.И. Бегачее, В.М. Барабаш. – Л.: Химия, 1984. – 336 с.
2. Круглик В.И. Теоретическое обоснование и практическая реализация технологий гидролизатов молочных белков и специализированных продуктов с их использованием: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04. – М., 2008.
3. Симоненко С.В., Антипова Т.А., Мануйлов Б.М. Научно-практические аспекты в детском питании // Пищевая промышленность. – 2010. – № 2. – С. 8–9.
4. Федорович Ж.В., Петрова Д.Т. Пищевая аллергия у детей первого года жизни // учебно-методическое пособие. – Минск: Эдит ВВ, 2007. – С. 49.
5. Frenhani P.B., Burini R.C. Mechanisms of absorption of amino acids and oligopeptides. Control and implications in

human diet therapy// Arq. Gastroenterol. –1999b. – Vol. 36, № 4. – P. 227–237.

References

1. Braginskij L.N. Peremeshivanie v zhidkih sredah: Fizicheskie osnovy i inzhenernye metody rascheta / L.N. Braginskij, V.I. Begachee, V.M. Barabash.-L.: Himija. 1984. 336 p.
2. Kruglik V.I. Teoreticheskoe obosnovanie i prakticheskaja realizacija tehnologij gidrolizatov molochnyh belkov i specializirovannyh produktov s ih ispol'zovaniem: avtoref. dis. dokt. tehn. nauk: 05.18.04. M, 2008.
3. Simonenko S.V., Antipova T.A., Manujlov B.M. Nauchno-prakticheskie aspekty v detskom pitanii // Piwevaja promyshlennost', 2010, no. 2. pp. 8–9.
4. Fedorovich Zh.V., Petrova D.T. Piwevaja allergija u detej pervogo goda zhizni // uchebno-metodicheskoe posobie. Minsk: Jedit VV, 2007. pp. 49
5. Frenhani P.B., Burini R.C. Mechanisms of absorption of amino acids and oligopeptides. Control and implications in human diet therapy// Arq. Gastroenterol. 1999b. V.36, no. 4. pp. 227–237.

Рецензенты:

Шевченко Т.В., д.т.н., профессор кафедры «Физическая и коллоидная химия» ФГБОУ ВПО «КемТИПП», г. Кемерово;
Захарова Л.М., д.т.н., профессор кафедры «Технология молока и молочных продуктов» ФГБОУ ВПО «КемТИПП», г. Кемерово.
Работа поступила в редакцию 07.11.2012.