

С.В.Симоненко, кандидат технических наук

Г.М.Лесь, И.В.Хованова

Научно-исследовательский институт детского питания (г.Истра, Московская обл.)

Т.Н.Головач

Институт мясо-молочной промышленности (Минск, Р. Беларусь)

Е.М.Червяковский, В.П.Курченко, кандидаты биологических наук

Н.В.Гавриленко

Белорусский государственный университет (Минск)

E-mail: niidp@rambler.ru

УДК 637.144

## Особенности козьего молока как сырья для продуктов детского питания

Проведена сравнительная оценка содержания белка, витаминов, минеральных веществ и аминокислот в коровьем, козьем, женском молоке и продуктах детского питания. Определено, что сывороточные белки козьего и коровьего молока различаются по своему фракционному составу и физико-химическим свойствам. Впервые разработаны отечественные биологически полноценные продукты для питания детей раннего возраста на основе козьего молока, предназначенные для смешанного или искусственного вскармливания с рождения до пяти месяцев и с пяти месяцев до одного года.

Ключевые слова: козье молоко, женское молоко, коровье молоко, молочный жир, белки козьего молока, фракционный состав, электрофорез, продукты гидролиза сывороточных белков, продукты питания детей раннего возраста

The comparative investigation of protein, vitamin, mineral and amino-acid content of cow, goat, human milk and infant food has been conducted. It was determined that goat and cow whey proteins differ in their fractional content and physical-chemical properties from each other. However they reveal similar pattern of immunoreactivity. For the first time were elaborated the native goat milk based and nutritional adequate food-stuffs for mixed or artificial feeding of infants from the first days of their life till 5 months and from 5 months till one year.

Key words: goat milk, human milk, cow milk, milk fat, goat milk proteins, fraction composition, electrophoresis, products from hydrolysis of whey proteins, infant products for early age babies

**К** ОЗЬЕ молоко приближено по своему составу к женскому, оно естественно для нашего организма, не вызывает аллергии, укрепляет иммунную систему.

Интерес к продуктам на основе козьего молока обусловлен тем, что оно усваивается в пять раз быстрее коровьего, обладает бактерицидными свойствами, оказывает положительный эффект при колите, болезнях печени, бронхиальной астме [2].

Молочный жир в козьем молоке находится в виде жировых шариков, которые в несколько раз мельче, чем в коровьем и, соответственно, имеют большую поверхность, доступную для пищеварительных ферментов, что обеспечивает легкую их усвояемость [3]. Этому способствует также присутствие в козьем молоке среднецепочных триглицеридов, которые всасываются в кишечнике без участия желчных кислот непосредственно в венозную сеть, минуя лимфатические капилляры.

Белки козьего молока отличаются от таковых коровьего по фракционному составу, структурным, физико-химическим и иммунологическим свойствам. Важная отличительная особенность белка козьего молока – содержание в нем лизоцима, нормализующего микрофлору кишечника.

Проведены сравнительные исследования состава белков коровьего, козьего и женского молока для обоснования компонентного состава продуктов на основе козьего молока для питания детей.

### Материалы и методы

В работе использовали сырое цельное коровье, козье и женское молоко. Коровье и козье молоко обезжиривали центрифугированием в течение 30 мин. при 5°C, 10 тыс. об/мин. Для получения молочной сыворотки в обезжиренное молоко (рН 6,5) при непрерыв-

ном перемешивании вносили концентрированную молочную кислоту до значения рН 4,6, при котором протекает кислотная коагуляция казеина. Через 30 мин. казеин отделяли центрифугированием. В женском молоке кислотная коагуляция казеина не происходит.

Для исследований использовали стандарты белков бычьего сывороточного альбумина, α-лактальбумина (Sigma, USA), β-лактоглобулина. Концентрацию белка в козьем, коровьем и женском молоке измеряли методом Лоури.

Фракционный состав молока определяли с использованием нативного и ДСН-электрофореза в полиакриламидном геле. С помощью специализированного программного обеспечения Image Quant 5.1 оценивали электрофореграммы продуктов гидролиза сывороточных белков. Степень протеолиза – относительное количество расщепленного белка, выраженное в %.

Белковый состав молока анализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на колонке Zorbax-300SB (Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, USA) C18 (4,6x250 мм), уравновешенной растворителем А (0,1 % ТФУ в H<sub>2</sub>O) и элюированной в линейном градиенте растворителя В (0,1 % ТФУ в ацетонитриле) в течение 40 мин. Разделение проводили при комнатной температуре в ВЭЖХ-системе (Agilent 1100, Agilent Technologies) в потоке 1,0 мл/мин; поглощение элюата измеряли при 214 и 280 нм. Объем пробы составил 10 мл с концентрацией белка, эквивалентной 0,5 мг/мл. Перед нанесением на C18 колонку все пробы фильтровали через шприц фильтром 0,2 мкм.

Чтобы получить поликлональные антитела против белков сыворотки коровьего молока, иммунизировали кроликов β-лактоглобулином (варианты А и В; Sigma, USA), α-лактальбумином (Sigma, USA) с интервалом в одну неделю в течение 2,5 мес. Инъекцию проводили 1 мл раствора белка в концентрации 1 мг/мл

в смеси с полным адъювантом (Freund's adjuvant; Calbiochem-Behring Corp., USA). Кровь брали с интервалом в одну неделю в количестве 20...40 мл. Специфичность сыворотки определяли методом двойной радиальной иммунодиффузии в агарозном геле (по Ухтерлони). Полученные сыворотки использовали для оценки аллергенных свойств белков молока.

### Результаты

Примечательно, что в козьем молоке белковая фракция  $\alpha$ -s<sub>1</sub> казеин, как и в женском, практически отсутствует. В связи с этим оно вызывает меньше аллергических реакций и расстройств пищеварения, чем коровье [4]. Сравнительный анализ белков коровьего, козьего и женского молока свидетельствует о существенных различиях в составе белков сывороточной и казеиновой фракций (рис. 1).

Преобладающий сывороточный белок коровьего молока –  $\beta$ -лактоглобулин ( $\beta$ -лг), а козьего и женского –  $\alpha$ -лактальбумин ( $\alpha$ -ла) (рис. 2). Благодаря такому составу белков козьего молока, в желудке образуется менее плотный сгусток, значительно облегчающий переваривание [1].

Лактальбумин – глобулярный белок, образованный цепью из 123 аминокислотных остатков, с молекулярной массой 14,2 кДа; в структуре глобулы выявлено наличие четырех дисульфидных мостиков и связанных ионов кальция. БСА представлен одной полипептидной цепью, сформированной 583 аминокислотными остатками, при pH 5...7, содержащей 17 дисульфидных мостиков и одну сульфгидрильную группу; молекулярная масса белка – 66,4 кДа.

Лактоглобулин – основной белок сыворотки и главный аллерген коровьего молока, имеющий глобулярную структуру. Белок содержит два стабилизирующих дисульфидных мостика и три тиольных группы. В нейтральных условиях происходит агрегация мономеров с образованием димера, диссоциирующего на субъединицы при pH < 3,5 и pH > 6,5.

Сравнивали первичные последовательности предшественников молока коровьего (*Bos taurus*) и козьего (*Capra hircus*)  $\beta$ -лактоглобулинов ( $\beta$ -лг) с использованием методов компьютерного анализа [7]. Предшественник коровьего  $\beta$ -лг состоит из 178 аминокислотных остатков, первые 16 из которых входят в состав сигнального пептида, отщепляющегося на стадии процессинга данного белка. Сигнальный пептид козьего  $\beta$ -лг содержит два дополнительных аминокислотных остатка.

Зрелый коровий и козий  $\beta$ -лг в своем составе имеют 162 аминокислотных остатка. Эти белки отличаются высокой степенью гомологии – около 97%. Имеющиеся аминокислотные замены, в основном, не затрагивают гидрофобного ядра рассматриваемых белков и, вероятно, не оказывают существенного влияния на их вторичную и третичную структуры. Детальное рассмотрение аминокислотных замен показало, что в молекуле козьего молока  $\beta$ -лг, по сравнению с коровьим белком остаток аспарагиновой кислоты замещены на аспарагин и лизин. Эти аминокислоты локализованы на поверхности белковой молекулы, что следует из данных по пространственной организации  $\beta$ -лг (рис. 3). Перечисленные замены могут привести к тому, что козий белок будет обладать более положительным суммарным зарядом, чем коровий. Это предположение подтверждают данные нативного электрофореза и теоретический расчет изоэлектрических точек коровьего и козьего  $\beta$ -лг, с использованием алгоритма Compute pI/Mw Tool, представленного на сервере ExPASy [6]. [http://www.expasy.ch/tools/pi\_tool.html]. Изоэлектрическая точка pI по результатам расчетов козьего  $\beta$ -лг составляет 5,29, а коровьего – 4,83.

Из полученных данных методом ВЭЖХ можно сделать вывод, что сывороточные белки различаются по хроматографическим свойствам, а именно временам удерживания.

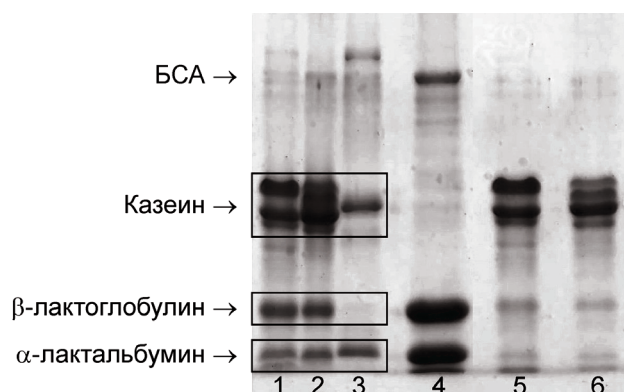


Рис. 1. ДСН-электрофореграмма белков и казеиновой фракций молока: 1, 5 – коровьего цельного, 2, 6 – козьего цельного, соответственно, 3 – женского, 4 – смесь стандартов сывороточных белков.

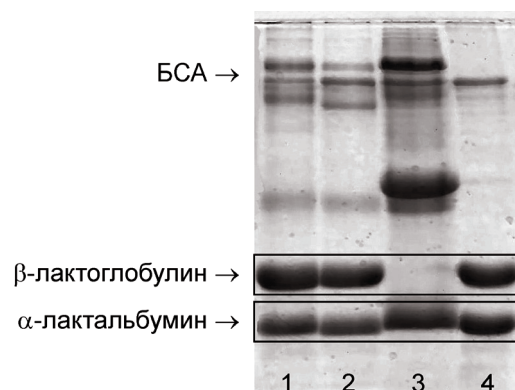


Рис. 2. ДСН-электрофореграмма белков молочной сыворотки: 1, 2, 3 – коровьего, козьего, женского, соответственно; 4 – смесь стандартов белков ( $\beta$ -лактоглобулина,  $\alpha$ -лактоальбумина и бычьего сывороточного альбумина).

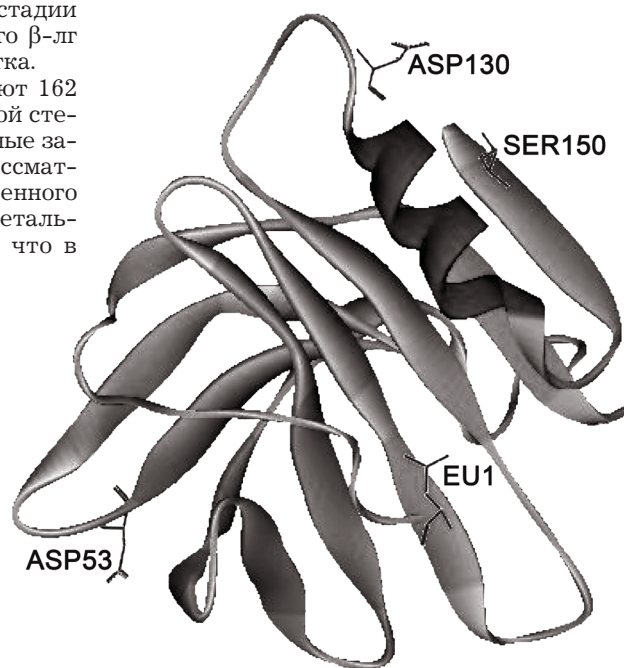


Рис. 3. Пространственная структура коровьего  $\beta$ -лг с некоторыми аминокислотными остатками, замещенными козьим  $\beta$ -лг.

Таблица 1.

Показатель	Содержание в 100 г продукта	
	1	2
Жир, г	3,6	3,6
Белок, г	1,5	1,6
Углеводы, г	7,2	7,3
Энергетическая ценность, ккал	67,2	68,0

Также выявлены аллергенные белковые фракции в коровьем и козьем молоке методом иммунопреципитации (по Ухтерлони) с использованием кроличьих антител против основных сывороточных белков коровьего молока. В частности, антисыворотка против  $\beta$ -лг коровьего молока дает перекрестные реакции с козьим  $\beta$ -лг, что обуславливает аналогичную картину преципитации. В реакции с сывороткой женского молока преципитат не выявлен, что связано с отсутствием в ней основного аллергена коровьего и козьего молока -  $\beta$ -лг.

Идентичными были результаты для сывороток коровьего и козьего молока с использованием антисыво-

ротки против  $\alpha$ -ла и БСА. Таким образом, иммунохимически в анализируемых сыворотках выявлены  $\alpha$ -ла и БСА. При анализе сыворотки женского молока перекрестные реакции с кроличьими антителами против  $\alpha$ -ла и БСА не обнаружены, что свидетельствует о различиях антигенных детерминант указанных белков.

На основе натурального козьего молока НИИ детского питания впервые разработал биологически полноценные продукты, предназначенные для смешанного или искусственного вскармливания детей с рождения до 5-и мес. (1) и с 5-и мес. (2) до одного года (табл.1).

Продукты соответствуют метаболизму ребенка первого года жизни и содержат в своем составе натуральное козье молоко, сливки, растительные масла, мальтодекстрин, пищевые волокна, молочный сахар, макро- и микроэлементы, витамины, биотин, L-карнитин, инозитол. Продукт с рождения до пяти месяцев дополнительно содержит сывороточные белки и таурин [5].

В результате анализа можно сделать вывод: по аминокислотному составу (табл. 2) козье молоко отличается от коровьего. Оно более насыщено лизином (на 11,0 %), тирозином (на 13,0 %), цистином (на 53,0 %), что приближено к составу женского молока.

Таблица 2.

Аминокислота	Общее количество белка, %				
	в молоке			в детских продуктах	
	коровьем	козьем	женском	1	2
Валин	6,0	6,4	6,0	5,8	6,4
Изолейцин	5,9	5,7	4,6	5,0	5,5
Лизин	7,8	8,6	6,6	7,0	7,2
Треонин	4,8	4,8	4,6	5,1	4,8
Тирозин	4,3	4,9	4,8	4,8	5,4
Цистин	0,8	1,2	2,2	1,6	1,5

Таблица 3.

Ингредиент	Молоко			Детские продукты		
	коровье	козье	женское	1	2	
Витамин, мг						
ретинол	A	0,025	0,060	0,060	0,065	0,065
кальциферол, мкг	D	0,05	0,06	0,80	1,00	1,00
токоферол	E	0,09	0,09	0,40	0,80	0,80
аскорбиновая кислота	C	1,5	2,0	6,2	7,0	7,5
ниацин	PP	0,10	0,30	0,20	0,55	0,55
тиамин	B <sub>1</sub>	0,04	0,04	0,02	0,05	0,05
рибофлавин	B <sub>2</sub>	0,15	0,14	0,06	0,06	0,08
пантотеновая кислота	B <sub>3</sub>	0,38	0,30	0,45	0,40	0,40
пиридоксин	B <sub>6</sub>	0,05	0,05	0,02	0,04	0,06
фолиевая кислота, мкг	Bc	5,0	1,0	1,4	7,5	7,5
цианкобаламин, мкг	B <sub>12</sub>	0,40	0,10	0,05	0,20	0,20
Минеральные вещества, мг						
кальций		120	143	35	50	55
фосфор		95	89	15	30	30
калий		148	220	50	65	70
натрий		50	47	17	25	25
железо		0,06	0,10	0,04	0,65	0,7
цинк		0,46	0,41	0,14	0,55	1,00
медь, мкг		12	20	30	50	70
йод, мкг		16,0	11,0	6,0	7,5	7,5



Козье молоко превосходит коровье по содержанию витамина А в 2,5 раза, витамина С - в 1,5 раза, а по содержанию никотиновой кислоты (РР) - в три раза (табл. 3). Оно - хороший источник легкоусвояемого кальция, а также железа, меди и калия, роль последнего особенно велика в деятельности сердечно-сосудистой системы. Железо козьего молока усваивается намного лучше (30 %), чем коровьего (10 %), но не достигает уровня усвоения этого элемента женского молока (50 %) [1].

Селена в козьем молоке содержится 0,13 мг/кг, что на порядок выше, чем в коровьем, а он, как известно, обладает антиоксидантными свойствами. По сравнению с коровьим, козье молоко содержит в 6 раз больше кобальта, входящего в состав витамина В<sub>12</sub>, который отвечает за кроветворение и контролирует обменные процессы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Денисова С.Н. Использование козьего молока в питании кормящих матерей для лечения и профилактики атопического дерматита у детей/С.Н.Денисова, Т.Б.Сенцова, М.В.Гмошинская, М.Ю.Белицкая // Вопросы детской диетологии. 2004. № 2.

2. Козырева С.Ю. О пользе козьего молока/С.Ю.Козырева, И.Н.Шманова //Технология и продукты здорового питания: Мат. Междун. науч.-практ. конф.-Саратов: ГАУ, 2007.

3. Скальный А.В. Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии/Под ред. А.В.Скального. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005.
4. Шамова А.Г. Пищевая аллергия у детей (новые технологии профилактики и лечения). Мет. рек. для врачей.-Казань: КГМУ, 2005.
5. Федеральный закон Российской Федерации от 12 июня 2008 г. № 88-ФЗ "Технический регламент на молоко и молочную продукцию".
6. Compute pI/Mw Tool [Electronic Resource]/ExPASy Proteomics Server, 2009.-Mode of access: [http://www.expasy.ch/tools/pi\\_tool.html](http://www.expasy.ch/tools/pi_tool.html) .-Date of access: 05.05.2009.
7. SIB BLAST Network Service [Electronic Resource]/ExPASy Proteomics Server, 2009.-Mode of access: <http://www.expasy.ch/tools/blast/> .-Date of access: 05.05.2009.

**О.Н.Мусина, кандидат технических наук**  
 Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия  
**Г.Ф.Вальтер, коммерческий директор**  
 Любинского молочноконсервного комбината, г.Омск  
**П.А.Лисин, доктор технических наук**  
 Омский государственный аграрный университет  
 E-mail: maratsah@yandex.ru

УДК 637.3+608.3 (082)

## Виды комбинированных продуктов сыродельной отрасли

Проведенный автором патентный поиск комбинированных продуктов сыродельной отрасли России (с 1924 г.) позволил отобрать 150 охраняемых документов, соответствующих регламенту. Все они классифицированы в соответствии с Международной патентной классификацией (МПК). Индекс МПК, присвоенный документу, дает исследователю достаточную информацию о предмете изобретения.

Patent searching for composite products in cheese making branch of Russia performed by the author (since 1924) has enabled to select 150 protected documents that correspond to regulations. All these are classified in accordance with the International patent regulations (IPR). IPR index conferred upon the document permits the researcher to have sufficient information about the subject of the invention.

Ключевые слова: патент, изобретение, классификация, сыр, творог

Key words: patent, invention, classification, cheese, curd

**ОСОБЕННОСТЬ** патентной классификации - формальное обобщение признаков, по которым изобретение классифицируют.

Проанализируем не только формулы изобретений, касающиеся комбинированных продуктов, но и их полные описания. Формула изобретения - это словесная характеристика сущности технического решения в виде совокупности признаков, необходимых и достаточных для реализации изобретения. Имеет большое значение, в каком именно месте формулы дается указание на то, что продукт - комбинированный. Новые признаки изобретения содержатся в отличительной части формулы и отражают, например, способ посола сыра, по которому классифицируется продукция.

Мы проанализировали описание каждого охраняемого документа, отобранного в соответствии с регламентом поиска, а именно раздел, указывающий на область техники, к которой относится изобретение. В ходе работы обращали внимание на то, как именно заявители (патентообладатели) называют вид комбинированного продукта, что не всегда четко отражено в названии документа.

При анализе документов, классифицированных как А23С19/076 ("Мягкий незрелый сыр, например, сыр коттедж или сливочный"), "Сыр мягкий" определен как предмет изобретения в 18 случаях, в двух случаях уточнено, что это "сыр мягкий без созревания", в одном случае сыру дана характеристика - сладкий, острый, фруктовый. В патенте ц 1741717 и заявке на изобретение ц 2004126466 фигурирует сыр домашний.

В восьми случаях предметом изобретения назван *творог*. Причем в трех случаях уточнено использование изобретения.

В шести случаях предмет изобретения - *творожный продукт* или *творожное изделие*. Причем в заявке на изобретение ц 2004124261 творожный продукт назван *кварком*, а в патенте ц 2143205 он охарактеризован как продукт общего, диетического и профилактического питания, для людей пожилого возраста, с сердечно-сосудистыми заболеваниями, имеющими избыточный вес, а также проживающих в местах с неблагоприятной экологической средой.

Зачастую *творог* (творожную массу) называют в общем виде "молочный или кисломолочный белковый