

SECTION 9. Chemistry and chemical technology.

Gulbakhor Dilmuradovna Karimova

master student

Taraz State University named after M.Kh.Dulaty,

Kazakhstan

no_message@inbox.ru**Nina Aleksandrovna Gorbatovskaya**

candidate of technical Sciences,

Professor, senior lecturer

Taraz State University named after M.Kh.Dulaty,

Kazakhstan

STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF FERMENTED MARE'S MILK TO DEVELOP KAS MEDICATED PRODUCTS FOR CHILDREN

Abstract: The paper studies Mare's milk as an alternative raw material in the manufacture of baby food, as it is in the protein composition and structure as close breast milk.

Key words: Mare milk, composition, baby food.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КАШ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ

Аннотация: В статье исследуется кобылье молоко как альтернативное сырье при производстве детского питания, так как оно по белковому составу и структуре максимально приближено женскому молоку.

Ключевые слова: кобылье молоко, состав, детское питание.

Для детей первого года жизни и до года женское молоко является основным видом питания, через которое они получают все необходимые питательные элементы и вещества. Кроме того, грудное молоко – это единственно подходящее по молекулярной структуре пища, которое может переварить и усваивать желудок малышей. Поэтому детское питание производят по принципу максимального приближения состава готового продукта к составу женского молока.

Как правило, для производства различных продуктов детского питания используется коровье молоко, поскольку оно является основным видом сырья молочной промышленности. Однако, кобылье молоко может стать альтернативным сырьем при производстве детского питания, так как оно по белковому составу и структуре максимально приближено женскому молоку.

Рассмотрим химический состав кобыльего молока в сравнении с другими видами молока (табл.1).

Таблица 1**Сравнительный химический состав грудного молока с молоком различных животных (%)**

Молоко	Сухое вещество	Жир	Белок	Лактоза	Минеральные вещества
Грудное женское	11,9	3,9	1,0	6,8	0,2

Коровье	12,7	3,8	3,5	4,7	0,7
Козье	13,7	4,4	3,3	4,9	0,8
Ослиное	10,4	1,6	2,2	6,0	0,5
Кобылье	10,1	1,0	2,1	6,7	0,3

Сухой остаток. Почти на 90 % молоко состоит из воды, остальная часть представляет собой сухой остаток и включает жир, белок, углеводы, минеральные вещества, витамины, ферменты, гормоны и защитные факторы. По количеству сухого остатка можно судить о питательности молока. Из данных таблицы видно, что женское молоко уступает по питательности козьему и коровьему по содержанию белка и превосходит кобылье по содержанию жира.

Жиры оказывают большое влияние на рост и развитие ребенка. Среднее содержание жира в грудном молоке 3,9 %. В среднем оно варьирует от 2,15 до 5,3 % в зависимости от питания мамы. По содержанию жира козье и коровье молоко мало отличается от женского. Несмотря на то, что количество жира в женском и коровьем молоке почти одинаково, по своему составу жир женского молока значительно отличается от жира коровьего молока.

Как видно из рисунка 1, в составе женского молока преобладают ненасыщенные эссенциальные жирные кислоты, которые не синтезируются в организме человека и особенно ребенка первого года жизни.

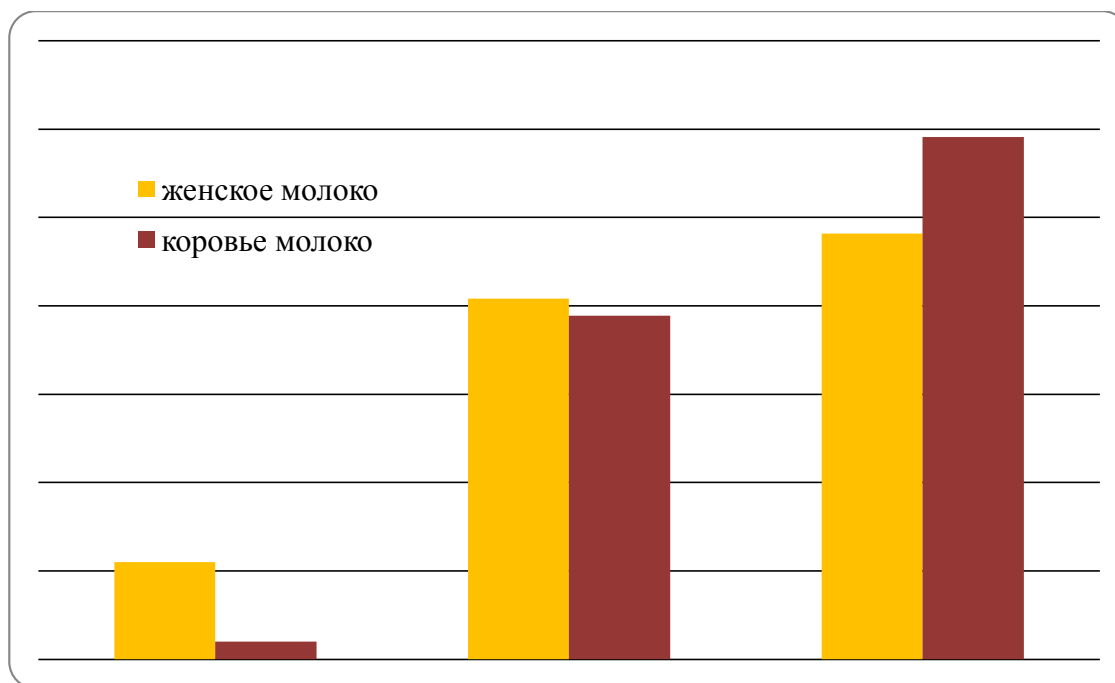


Рисунок 1 – Среднее содержание жирных кислот в женском и коровьем молоке.

Ненасыщенные жирные кислоты способствуют проявлению физиологического действия витаминов (тиамин, аскорбиновая кислота), повышают сопротивляемость организма к инфекциям, и выполняют роль гормонов. Насыщенные жирные кислоты могут раздражать кишечник [1].

В кобыльем меньше всего жира, но по Лаксу, в молочном жире кобылиц содержится 2,29% каприловой кислоты, 2,19% каприновой и 67,8% олеиновой кислот. Таким образом, количество олеиновой кислоты в жире молока кобылиц приближается к содержанию олеиновой кислоты в жире женского молока [2].

По качественному составу жировых шариков женское молоко во многом превосходит коровье, потому что содержит в два раза больше ненасыщенных жирных кислот, в том числе и незаменимых.

Белок. По качеству белка все виды молока делятся на 2 группы: казеиновое и альбуминовое. Это разделение во многом зависит от преобладания в молоке белков казеина или альбумина, которые ведут себя в желудке ребенка по-разному. Альбумин при обработке пищеварительными ферментами превращается в легкоперевариваемые нежные хлопья, а казеин образует плотный сгусток, переваривание которого для грудного ребенка – настоящая проблема. Из данных таблицы 1 женское, кобылье и ослиное молоко относится к альбуминовому, а коровье и козье – к казеиновому.

Альбумин относится к простым белкам, хорошо растворим в воде. Под действием сычужного фермента и кислот альбумин не свертывается, а при нагревании до 70 °С выпадает в осадок. Самая большая часть в альбуминовой фракции приходится на β -лактоальбумин, а α -лактоальбумин — самый термостабильный сывороточный белок. Альбумин содержит ценную незаменимую аминокислоту триптофан (до 7%), которую не содержат ни один белок. Глобулин присутствует в молоке в растворенном состоянии. Он также относится к простым белкам, свертывается при нагревании в слабокислой среде до температуры 72 °С. Альбумин и глобулин относятся к белкам плазмы крови. Глобулин является носителем иммунных тел. Количество сывороточных белков увеличивается в молозиве до 15%. Альбумин и глобулин (сывороточные белки) с точки зрения физиологии питания более полноценные, чем казеин, так как содержат больше незаменимых кислот и серы. Степень усвоения этих белков молока — 96-98%. [3]

В таблице 2 представлено среднее содержание незаменимых и заменимых аминокислот в белках молока сельскохозяйственных животных, используемых в производстве детского питания в сравнении и с составом белка грудного молока [2].

Таблица 2

Среднее содержание аминокислот в белках молока сельскохозяйственных животных и грудного молока, %

Аминокислоты	Молоко					
	<i>грудное</i>	коровье			<i>кобылицы</i>	козье
		сумма белков	казеин	сывороточные белки		
<i>Незаменимые</i>						
Лизин+гистидин	8,45	8,3	8,2	9,1	7,6	9,7
Фенилаланин	4,71	4,9	5,0	4,4	0,6	2,5
Метионин	1,93	2,7	2,8	2,3	0,2	1,5
Треонин	4,51	4,9	4,9	5,2	4,0	4,3
Лейцин+изолейцин	15,95	16,1	15,3	18,5	7,7	12,4
Валин	5,46	6,9	7,2	5,7	4,2	6,0
Триптофан	1,66	1,7	1,7	2,2		
<i>Заменимые</i>						
Аргинин	5,11	0,13	0,12	0,02	6,2	3,0
Аланин	3,18	0,13	0,09	0,03	3,8	3,9
Серин	5,24	0,020	0,16	0,03	6,6	6,0
Глутаминовая	18,68	0,76	0,66	0,13	12,6	16,7
Аспаргиновая	10,32	0,29	0,21	0,08	5,4	5,5

Цистин	+ цистеин 2,06	0,9	0,34	3,4	-	-
Тирозин	5,32	5,8	6,3	3,8	-	-
Пролин	6,31	0,36	0,33	0,03	-	-
Глицин	2,13	0,08	0,06	0,02	-	-

Кроме того, в коровьем и козьем молоке белка в 3 раза больше, чем в женском, поэтому нагрузка на пищеварительную систему при переваривании такого молока гораздо выше. Если обратиться к статистическим данным, то около 80% от общего количества детей, употребляющих продукты из коровьего молока, страдают непереносимостью белка, содержащегося в коровьем молоке.

Лактоза. Лактоза – молочный сахар, придающий кобыльему и женскому молоку сладость и служащий пищей для полезной микрофлоры кишечника. Ближе всего к женскому по содержанию лактозы кобылье молоко (6,8% и 6,7% соответственно), на втором – ослиное (6,0%), а в коровьем молоке – 4,7%.

Из общего содержания сухих веществ на лактозу приходится около 40% и 26% калорийности молока. Лактоза играет важную роль в физиологии развития, так как является практически единственным углеводом, получаемым новорожденными с пищей. Этот дисахарид расщепляется ферментом лактазой, является источником энергии и регулирует кальциевый обмен. В желудке человека фермент лактазу обнаруживают уже на третьем месяце развития плода, и содержания ее достаточно на протяжении всей жизни, если молоко постоянно входит в рацион питания. Лактоза по сравнению с сахарозой менее сладкая и хуже растворяется в воде. Если принять сладость сахарозы за 100 ед., то сладость фруктозы будет 125 ед., глюкозы — 72 ед., лактозы — 38 ед. При температуре 20 °С растворимость лактозы 16,1%, при 50 °С — 30,4%, при 100 °С — 61,2%, в то время как растворимость сахарозы при этих температурах составляет 67,1; 74,2 и 83%. Лактоза является главным источником энергии для молочнокислых бактерий, которые сбрасывают ее на глюкозу и галактозу и далее до молочной кислоты. Под влиянием молочных дрожжей конечные продукты распада лактозы — главным образом спирт и углекислый газ. Особенность лактозы — медленное всасывание (усвоение) стенками желудка и кишечника. Достигая толстого кишечника она стимулирует жизнедеятельность бактерий, продуцирующих молочную кислоту, которая подавляет развитие гнилостной микрофлоры. В молоке преобладает а-форма лактозы, которая придает молоку сладковатый привкус, легко усваивается организмом, но не проявляет выраженных бифидогенных свойств (не является регулятором микробиологических процессов). Кроме лактозы в молоке содержатся в небольших количествах другие сахара — это прежде всего аминсахара, которые связаны с белками и действуют как стимуляторы роста микроорганизмов. Усвояемость молочного сахара составляет 99%. Энергетическая ценность лактозы 15,7 кДж. [3]

Минеральные вещества (соли молока). Под понятием минеральные вещества подразумеваются ионы металлов, а также неорганические и органические кислоты молока. В молоке содержится 0,7-0,8% минеральных веществ. Большую часть составляют средние и кислые соли фосфорной кислоты. Минеральные вещества содержатся во всех тканях организма, участвуют в формировании костей, поддерживают осмотическое давление крови, являются составной частью ферментов, гормонов. Соли молока и микроэлементы наряду с другими основными компонентами обуславливают высокую пищевую и биологическую ценность молока. Недостаток или избыток солей влечет за собой нарушение коллоидной системы белков, в результате чего они выпадают в осадок. В зависимости от концентрации в молоке ионы делятся на микро- и макроэлементы (Na, K, Ca, Mg, P, Cl, SO₄, HCO₃ и цитраты).

Наряду с макроэлементами в молоке присутствуют в виде ионов и микроэлементы (мг/1000 см³). Микроэлементы являются жизненно необходимыми веществами. Они входят в состав многих ферментов, активизируют или ингибируют их действие, могут быть катализаторами химических превращений веществ, вызывающих различные пороки. Поэтому концентрация микроэлементов не должна превышать допустимых значений.

Высокую потребность организм человека испытывает в таких микроэлементах, как Fe, Si, Co, Zn, J. Растущий детский организм особенно нуждается в таких минеральных веществах, как кальций, фосфор, железо, магний. [3]

Содержание минеральных веществ в козьем и коровьем молоке в 3 – 4 раза превышает их долю в женском грудном молоке. Именно поэтому педиатры не рекомендуют их применение в качестве пищи для грудных детей, так как из-за высокого содержания солей на мочевыводительную систему ребенка приходится огромная нагрузка, это может привести к нежелательным заболеваниям. Ближе всего к грудному молоку по содержанию минеральных веществ кобылье. Грудное молоко уникально еще и тем, что соотношение в нем кальция и фосфора оптимально. Именно в пропорции 2 : 1 усвоение кальция организмом полное [1].

В грудном молоке содержится масса биологически-активных веществ: витамины, ферменты, гормоны и фагоциты (иммунная защита), что и делает его идеальным по содержанию этих веществ для ребенка, поступающих в организм малыша в неизменном виде.

Витамины. В молоке содержатся все жизненно необходимые витамины, но некоторые в недостаточных количествах. Содержание витаминов зависит от сезона года, породы животных, качества кормов, условий хранения и обработки молока. Жирорастворимые витамины устойчивы к нагреванию и начинают разрушаться при температуре свыше 120 °С (витамин А), но не устойчивы к действию воздуха, ультрафиолетовых лучей, кислот. Витамин Е является антиокислителем жиров и защищает витамин А от окислительного разрушения. Водорастворимые витамины, за исключением витаминов С и В₁₂, устойчивы к нагреванию. Они хуже выдерживают нагревание в щелочной среде. Витамин РР практически полностью сохраняется после тепловой обработки и хранения молока. Наиболее разрушается при пастеризации и хранении витамин С.

В кобыльем молоке очень много витамина С (до 135 мг/л), витамина А (до 300 мг/л), витамина Е (до 1000 мг/л), достаточно высокое содержание витаминов группы В и др.

Ферменты. Особое значение приобретают гидролитические ферменты, участвующие в расщеплении белка. У.М. Мирзакаримов (1974) изучал активность пепсиногена, трипсина и антитрипсина в женском молоке на протяжении лактации. Активность этих ферментов варьируется в широких пределах и зависит от индивидуальных особенностей. Протеолитическая активность женского молока имеет существенное значение, особенно для детей первых месяцев жизни, так как у них отмечается низкая ферментообразующая функция главных клеток желудка, синтезирующих пепсиноген, и поджелудочной железы, образующей трипсин. Таким образом это ограничение уравнивается благодаря наличию ферментов, содержащихся в женском молоке [1].

Иммунные тела (антитела), гормоны обладают бактерицидными свойствами. Они образуются в организме животного, на непродолжительное время подавляют развитие микроорганизмов. Время, в течение которого проявляются бактерицидные свойства молока, называется бактерицидной фазой. Продолжительность ее зависит от температуры молока и составляет при 30 °С 3 ч, при 5 °С — более суток [3].

Ценной особенностью кобыльего молока является высокая калорийность. Установлено, что калорийность 1 л молока казахских кобыл – 493 - 593 ккал, рысисто-казахских помесей 512 – 525, кустанайской, казахских помесей – 512 ккал. Кислотность молока низкая – около 60 Т (рН = 6,6 – 7,0), плотность – 1032 – 1034 кг/м³.

Следует отметить, что содержащиеся в кобыльем молоке жир и низкомолекулярные ненасыщенные нежирные кислоты очень легко усваиваются детским организмом. Кобылье молоко в десять раз больше содержит в своем составе полиненасыщенных жирных кислот, чем коровье, которые являются необходимыми для полноценного развития ребенка. По утверждению специалистов, процент казеина в кобыльем молоке очень низок, в то время как процент глобулинов высок. Психическое, умственное и физическое развитие детей, употреблявших с грудного возраста кобылье молоко и продукты, изготовленные из него, ничем не отличаются от развития детей, которые находились на грудном вскармливании. Кроме того, продукты детского питания из кобыльего молока, такие как кормительные смеси, творожки, йогурты – гипоаллергенны. Использование таких молочных продуктов в питании детей способствует получению детьми полного комплекса всех полезных веществ, как если бы они питались материнским молоком [4].

В результате изучения органолептических и физико-химических показателей качества сырого кобыльего молока были получены следующие результаты, представленные в таблице 3.

Таблица 3

Физико-химические и органолептические показатели качества сырого кобыльего молока

Показатели	Сырое кобылье молоко
Консистенция	Однородная жидкость, без осадка и хлопьев
Вкус и запах	Свойственный кобыльему молоку, без посторонних привкусов и запахов
Плотность, кг/м ³	1030
Кислотность, °Т	5,6
Массовая доля жира, %	2,8
Массовая доля белка, %	2,0

Отобранное, для исследования кобылье молоко представляло собой белую с голубоватым оттенком жидкость. На вкус кобылье молоко сладкий и немного терпкий. Консистенция молока однородная, без осадка и хлопьев; вкус и запах чистый, без посторонних привкусов и запахов – свойственный кобыльему молоку.

Основными физико-химическими показателями молока являются: титруемая кислотность (Т⁰) и плотность. По этим показателям можно судить о качестве молока.

Плотность молока – это отношение массы молока при температуре 20⁰С к массе того же объема воды при температуре 4⁰С. Плотность сборного кобыльего молока должна быть не менее 1032,0 кг/м³. На плотность молока влияют в первую очередь белки, соли и жир. Как видно из результатов анализов плотность кобыльего молока соответствует требованиям СТ РК 1005-98.

Титруемая кислотность отражает концентрацию составных частей молока, имеющих кислотный характер. Основными компонентами кобыльего молока, кислотность которого составляет 5,6 °Т, являются кислые фосфорно-кислые соли кальция, натрия, калия, лимоннокислые соли, углекислота и белки.

Как видно из данных анализа, массовая доля жира исследуемого кобыльего молока, оказалась выше стандартных данных – 2,8% в отличие от 1,0%.

Для разработки каши лечебно-профилактического назначения на основе кобыльего молока, использовалось сухое кобылье молоко, полученное сублимационной сушкой. При сублимационной сушке кобыльего молока происходит удаление влаги путем замораживания, при этом не разрушается структура исходного продукта. Воздействие параметров сушки не должно сильно отражаться на конечном продукте. Важно сохранить питательную, пищевую и биологическую ценность исходного продукта при получении из него сухого порошка.

Для определения качества сухого кобыльего молока, полученного в ТОО «Игеру», провели анализ органолептических и физико-химических свойств молока. При этом провели сравнение восстановленного сухого кобыльего молока и сырого кобыльего молока.

Исследование органолептических и физико-химических свойств сухого молока проводили опытным путем на соответствие НД ГОСТ Р 52975-2008 «Молоко кобылье сухое».

Результаты исследования органолептических и физико-химических показателей сухого кобыльего молока представлены в таблице 4

Таблица 4

Физико-химические и органолептические показатели качества сухого кобыльего молока.

Показатели качества	Сухое кобылье молоко
Внешний вид	Однородный порошок
Вкус и запах	Чистый сладковатый вкус, свойственный кобыльему молоку, без каких-либо посторонних привкусов и запахов
Консистенция	Мелкодисперсный сухой порошок. Допускается наличие легко рассыпающихся комочков. В восстановленном виде – однородная жидкость, без осадка
Цвет	Белый. В восстановленном виде – белый с сероватым оттенком
Кислотность, °Т	3,0
Индекс растворимости, см ³ сырого осадка,	0,2
Массовая доля влаги, %	1,7
Массовая доля жира, %	2,8
Массовая доля белка, %	18,1

Оценка органолептических и физико-химических показателей кобыльего молока, полученного сублимационной сушкой, показала, что органолептические и физико-химические свойства незначительно отличаются от исходного продукта и соответствуют требованиям ГОСТ Р 52975-2008. Кроме того, индекс растворимости показывает что, сухое кобылье молоко имеет очень хорошую растворимость и быстро восстанавливается при разбавлении.

Восстановление сухого кобыльего молока провели следующим образом: 20 грамм сухого порошка развели в 150 – 180 мл кипяченной воды температурой 30 – 35°С.

По результатам анализа кислотность сухого молока оказалась ниже кислотности сырого кобыльего молока. Это связано с потерями некоторых веществ при сушке, влияющих на кислотность. Массовая доля жира соответствует массовой доле жира

сырого кобыльего молока. Массовая доля белка соответствует требованиям (не менее 16,0%) и составила 18,1%.

Молоко и молочные продукты могут быть причиной микробных пищевых отравлений, в первую очередь, стафилококкового токсикоза. Патогенные микроорганизмы могут попадать в молоко в процессе его получения и транспортировки из окружающей среды или могут содержаться в молоке больных животных (стафилококки, бруцеллы, микобактерии туберкулеза). Через молоко и молочные продукты могут передаваться возбудители различных заболеваний. Поэтому основной задачей микробиологического анализа является обеспечение выпуска молочных продуктов детского и диетического питания высокого качества и надежности в санитарном отношении.

Исходное сырое кобылье молоко и полученное сухое кобылье молоко были подвергнуты микробиологическому анализу. Результаты анализов представлены в таблицах 5, 6.

Таблица 5

Микробиологические показатели сырого кобыльего молока

Показатели	Нормы	Сырое кобылье молоко
КМАФАнМ, КОЕ/см ³ (г), не более	5*10 ⁵	1*10 ⁵
Патогенные, в т.ч сальмонеллы в 25,0 г.	Не допускаются	Отсутствуют
Содержание соматических клеток в 1 см ³ (г), не более	1*10 ⁶	1*10 ⁵
Ингибирующие вещества	Не допускаются	Отсутствуют

Таблица 6

Микробиологические показатели сухого кобыльего молока

Показатели	Нормы	Сухое кобылье молоко
КМАФАнМ, КОЕ/см ³ (г), не более	5*10 ⁴	2*10 ⁴
Патогенные, в т.ч сальмонеллы в 25,0 г.	Не допускаются	Отсутствуют
БГКП (колиформы) в 0,1 г.	Не допускаются	Отсутствуют
S. aureus в 1,0 г/см ³	Не допускаются	Отсутствуют

Как видно из результатов микробиологического анализа микробиологические показатели сухого кобыльего молока соответствуют требованиям СанПиН.

Перед сублимационной сушкой необходимо проводить обработку молока (консервирование).

Физические методы консервирования основаны на применении высоких и низких температур, ультразвука, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, ионизирующих излучений и другие.

Для кобыльего молока подходящим методом обработки является *ультрастерилизация* - нагревание молока в течение одной секунды до 150°C в трубчатых аппаратах химически чистым паром путем введения его непосредственно в продукт. При этом режиме устраняются окислительные процессы, приводящие к разрушению витамина С, удаляются некоторые летучие вещества кормового и стойлового происхождения. Такое молоко может храниться длительное время, что особенно важно для южных районов страны.

Безопасность сырого и пастеризованного молока и молочных продуктов зависит, прежде всего, от состава и количества микрофлоры. При санитарно-эпидемиологической экспертизе молока и молочных продуктов обязательно проводится определение их микробиологических показателей.

На основании проведенных анализов исследования физико-химических свойств, органолептических и микробиологических показателей сырого и сухого кобыльего молока, считаем возможным использование сухого кобыльего молока для разработки каш лечебно-профилактического назначения для детей от 6 месяцев.

References:

1. Мазурин А.В. Учебное пособие по питанию здорового ребенка. - Москва: Медицина, 1980 – 208 с.
2. Справочник по детской диетике./Под ред. И.М. Воронцова, А.В. Мазурина.- Л.: Медицина, 1980, 416 с.
3. Химический состав и потребительские свойства молока. [Электронный ресурс] <http://www.znaytovar.ru/new627.html> (Дата доступа 13.03.2014).
4. Смирнова Л.И. Основные принципы и методы консервирования и хранения пищевых продуктов. -Учебное пособие. - Киров: Вятская ГСХА, 2005. -42с
5. Патент РФ № 2272415 Способ консервирования кобыльего молока холодом
6. Вагн Вестергаард. Технология производства сухого молока. Выпаривание и распылительная сушка Niro A/S Копенгаген, Дания, 2003 г.
7. Вессер Р. Технология получения и переработки молока. - М.: Колос, 1971. - 479 с.
8. Технология производства кумыса из сухого кобыльего молока: Рекомендации. - М.: Россельхозиздат, 1976 - 30 с.
9. В ВКО возник большой спрос на сухой кумыс. [Электронный ресурс] http://news.headline.kz/что_v_strane/v_vko_voznik_bolshoy_spros_na_suhoj_kumyis.html (Дата доступа 13.03.2014).