

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КИСЛОТНОСТИ СРЕДЫ НА ДИФФУЗИЮ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ В МОЛОКЕ И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ

Е.И. Тихомирова, И.Л. Тихонова, Н.А. Наронова, Н.А. Белоконова

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»,
г. Екатеринбург*

Исследованы образцы питьевого молока для питания взрослых и детей в сравнении между собой и с молочными смесями, применяемыми в детском питании. Проведена сравнительная оценка образцов разного типа молока по величине рН, буферной емкости, вязкости, диффузионных свойств кальция и магния. Установлено, что образцы имели достаточно высокие значения буферной емкости, обусловленные аминокислотным составом молочных белков и свидетельствующие об относительной устойчивости молока к снижению рН, что особенно необходимо для детского организма. С другой стороны, снижение рН сопровождалось возрастанием вязкости молока, связанного с изменением белковых структур и увеличению содержания свободного кальция. Для магния наблюдалась обратная зависимость. Также было выявлено снижение свободного кальция при увеличении температуры обработки молока.

Ключевые слова: *молочные продукты, детское питание, буферная емкость, динамическая вязкость, пастеризация, диффузия ионов кальция и магния.*

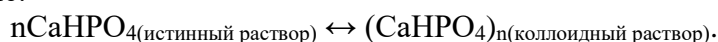
Роль молока и молочных продуктов в поддержании процессов жизнедеятельности детского и взрослого организма хорошо известна. В состав входят все необходимые вещества – белки, жиры, углеводы, ферменты, витамины, минеральные вещества, которые находятся в сбалансированных соотношениях для усвоения организмом [1]. Свойства молока как единой физико–химической системы обуславливаются свойствами компонентов, входящих в его состав: от количества белков, в большей степени зависят вязкость и кислотность, а пониженное содержание солей и белков обуславливает низкую кислотность и буферную емкость. Изменения состава или содержания компонентов молока приводят к изменениям физико-химических свойств.

Процесс усвоения макро– и микроэлементов зависит от химического состава и свойств молочных продуктов, которые меняются в зависимости от внешних факторов (рН среды, термическая обработка) [2,3].

Представляет интерес зависимость содержания свободного кальция и магния от АК состава молока, степени пастеризации, а также

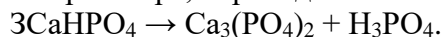
корреляция этого содержания с исследованными свойствами (буферная емкость и вязкость). Актуальным остается вопрос биодоступности ионов кальция и магния для детского питания.

До сих пор не выяснено, в какой форме находится кальций в свежем молоке: ряд исследователей считают, что он содержится в форме CaHPO_4 , другие — что в форме $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ или в виде их смеси [12]. Известно, что часть фосфатов кальция представляет собой истинный раствор, другая часть — коллоидный; между ними устанавливается равновесие:



Сдвиг солевого равновесия в ту или иную сторону зависит от рН молока, температуры и других факторов, а соотношение этих форм фосфата кальция играет важную роль в стабилизации коллоидных белковых частиц молока. Так, фосфат кальция в форме истинного раствора является источником образования ионов кальция, от количества которых зависят устойчивость казеиновых мицелл при тепловой обработке. Большая часть коллоидного фосфата кальция связана с казеинатом кальция и образует казеинаткальцийфосфатный комплекс. Увеличение в молоке количества коллоидного фосфата кальция (например, при пастеризации, ультрапастеризации) может вызвать снижение термоустойчивости казеиновых мицелл. Таким образом, между всеми формами солей кальция существует равновесие, которое обуславливает устойчивое состояние всей коллоидной системы молока. Нарушение этого равновесия вызывает свертывание молока при нагревании.

При тепловой обработке молока изменяется его солевой состав. Эти изменения часто имеют необратимый характер. В первую очередь нарушается соотношение форм солей кальция в плазме молока. В процессе нагревания гидрофосфат кальция, находящийся в виде истинного раствора, переходит в плохо растворимый фосфат кальция:



Образовавшийся фосфат кальция агрегирует и в виде коллоида осаждается на казеиновых мицеллах. Часть его выпадает на поверхности нагревательных аппаратов, образуя вместе с денатурированными сывороточными белками так называемый молочный камень. Таким образом, после пастеризации и стерилизации в молоке снижается количество растворимых солей кальция (в среднем на 11-50 %).

Для детей до полугода характерна слабая общая кислотность желудочного сока [1], обусловленная низкой концентрацией соляной кислоты. При создании высокой кислотности происходит переход кальция в свободное состояние. Свободный кальций хуже усваивается, чем кальций в составе коллоидно-дисперсной системы (КДС) [4-8].

Следует отметить также влияние магния на биодоступность кальция: магний влияет на вход кальция в клетку, т.е. магний выступает как физиологический антагонист кальция и препятствует излишней функциональной активности клеток. Однако важно учитывать оптимальное соотношение кальция к магнию в детской пище как 3:1 [9].

В предыдущих исследованиях были рассчитаны коэффициенты проницаемости ионов магния и кальция из восстановленных молочных смесей, оценены размеры частиц, свидетельствующие, о том, что кальций находится в ионной фазе. А также было показано, что диффузия ионов *in vitro*, идентична процессам всасывания через стенку желудочно-кишечного канала, а также оценена возможность применения процессов пассивного транспорта через полупроницаемую мембрану из ацетата целлюлозы для сравнения свойств адаптированных молочных смесей и грудного молока. На наш взгляд, целесообразно продолжить исследования в данном направлении и оценить влияние кислотности на некоторые физико-химические свойства молока и молочных продуктов для взрослого и детского питания в сравнении со свойствами восстановленных молочных смесей [10,11].

Цель исследования: оценить влияние кислотности среды на диффузию ионов кальция и магния в молоке и молочных продуктах.

Экспериментальная часть

В качестве объектов исследования были взяты молоко и молочные продукты, рекомендованные для детского питания:

Молочные смеси – Nestle NAN антирефлюкс (MC2), Nutricia Малютка 2 (MC4), НПП (MC6);

Молоко детское питьевое – «Агуша» (DM1), «Наша Маша» (DM2);

Молоко питьевое для взрослого питания – «Простоквашино» 2,5% пастеризованное (BM1) и ультрапастеризованное (BM2), «Доимик в деревне» 2,5% пастеризованное (BM3) и ультрапастеризованное (BM4).

Водородный показатель pH был измерен потенциометрическим методом с помощью pH-метра рХ-150 («Антех», Беларусь).

Величину буферной емкости водных растворов определяли потенциометрическим методом: к 20 мл растворов исследуемых образцов добавляли по 2 мл 0,1 н HCl и 2 мл 0,1 н NaOH, перемешивали и измеряли водородный показатель pH, по изменению величины pH (ΔpH) рассчитывали буферную емкость по кислоте (V_k) и по основанию (V_o) по формуле:

$$V = \frac{C \cdot V (\text{сильной кислоты или основания})}{\Delta pH \cdot V (\text{исследуемого раствора})}, (\text{ммоль-экв/л})$$

Оценка вязкости проводилась при pH=7,0; pH=5,0; pH=2,0 с добавлением ацетатного буфера для поддержания постоянного значения pH. Понижение кислотности добивались добавлением соляной кислоты (важного ингредиента желудочного сока).

Экспериментальные данные динамической вязкости рассчитаны по значениям полученным вискозиметром Оствальда.

Для диффузии использовалась специальная установка с мембранным фильтром из ацетата целлюлозы с диаметром пор 0,45 мкм. 60 мл молока помещали во внешний сосуд установки для диффузии. Во внутренний сосуд заливали физраствор 0,9 %. После 24 ч определялось содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} во внутреннем сосуде трилонометрическим методом.

Статистическая обработка проводилась методом вариационной статистики с использованием программы MicrosoftOfficeExcel 2003 forWindows. Данные представлены в виде средних арифметических величин и стандартной ошибки среднего ($M \pm m$). Для установления достоверности различий использовалось t-распределение Стьюдента. Различия считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Обсуждение результатов

Молоко (ДМ) — это многокомпонентная полидисперсная система, эмульсия, включающая в себя молекулярные ионизированные растворы сывороточных белков, тонкую коллоидную систему казеиновых частиц, дисперсную систему молочного жира и липопротеиновых частиц, низкомолекулярные азотистые соединения, лактозу, минеральные соли, витамины и огромное количество биологически активных компонентов [12]. Молочная смесь (МС) — продукт детского питания на коровьей или козьей молочной основе, предназначенный для искусственного или смешанного вскармливания детей первого года жизни. В целях приближения, или адаптации, коровьего молока к составу женского молока в смесях снижается количество белков, изменяется соотношение белковых фракций, минеральных веществ, повышается содержание полиненасыщенных жирных кислот.

По величине pH оценивается качество сырого молока и молочных продуктов. Согласно экспериментальным данным и нормативным документам величина pH цельного молока составляет в среднем 6,70 - 6,50 и колеблется в пределах от 6,30 до 6,90 (Таблица 1). Показатель pH имеет большое значение, так как от него зависят стабильность полидисперсной системы молока, условия роста микрофлоры, термоустойчивость белков молока, активность ферментов. Анализ экспериментальных данных показывает, что величина pH всех образцов меньше 7,00 (слабокислая), находится в интервале 6,35 – 6,93, которая обусловлена именно белковой составляющей исследуемых продуктов питания.

Таблица 1.

Сравнение рН и буферной емкости молока и молочных продуктов

Название продукта питания	рН	Вк, ммоль/л	Во, ммоль/л
МС2	6,35±0,01	18,2±0,2	2,5±0,1
МС4	6,86±0,02	8,3±0,1	3,6±0,1
МС6	6,92±0,01	3,9±0,1	2,6±0,1
ДМ1	6,73±0,01	12,5±0,2	14,3±0,2
ДМ2	6,66±0,02	15,2±0,2	14,5±0,2
ВМ1	6,81±0,01	28,2±0,1	15,0±0,2
ВМ2	6,92±0,01	24,2±0,1	14,2±0,1
ВМ3	6,60±0,01	16,7±0,1	18,8±0,1
ВМ4	6,50±0,01	12,5±0,1	11,5±0,1

Исследуемые объекты различаются по аминокислотному составу и соответственно имеют разное количество заряженных центров. Однако в растворе при рН близком 7,00 все свободные функциональные группы находятся в ионизированном состоянии. При попадании в желудок, где среда кислая (рН=2), белки, находящиеся в виде ионов, будут связывать протоны кислоты и превращаться в катионы. Таким образом, активная кислотность, обусловленная наличием соляной кислоты, будет снижаться, что способствует замедлению и недостаточному расщеплению белков молока и молочных продуктов. Кроме этого, нейтрализация соляной кислоты может приводить к снижению активной кислотности и может являться благоприятным условием для колонизации кишечного тракта патогенной микрофлоры. Например, производители МС2 выделяют в качестве отдельного компонента L-тирозин (рI=5,7), а в составе МС4 можно найти L-триптофан (рI=5,98). При этом экспериментальные значения рН МС2 ниже, чем у МС4, что говорит о степени влияния отдельно добавленной аминокислоты.

Безусловно, буферные свойства молока и молочных продуктов, обусловлены входящими в состав аминокислотами и белками, механизм которых состоит в способности поддерживать постоянство рН за счет нейтрализации избытка кислоты. Чем ниже буферная емкость, тем меньше снижается уровень рН кишечного содержимого, что

способствует росту бифидобактерий и подавлению патогенной микрофлоры [13].

Для исследуемых МС величина буферной емкости по кислоте (V_k) больше, чем буферная емкость по основанию (V_o), что обеспечивается правильно подобранным составом МС (ΔV в интервале 3,9 до 18,2 ммоль/л). Стоит отметить, что не для всех образцов молока, рекомендованного для детского питания, а также взрослого наблюдается такое же соотношение ($V_o > V_k$) для исследуемых образцов ДМ1, ВМ3), что может быть обусловлено наличием в составе коровьего молока сывороточного белка β -лактоглобулин, который отсутствует в женском молоке и соответственно в МС. (рисунок 2). Снижается буферная емкость по кислоте V_k и основанию V_o при ультрапастеризации по сравнению с пастеризацией, что является следствием частичной денатурации белковых структур молока. В целом, буферная емкость представленных образцов молока и молочных продуктов значительно выше по кислоте, что может свидетельствовать об относительной устойчивости к снижению рН. Повышенная в значительной мере буферная емкость образцов взрослого и детского питьевого молока по сравнению с молочными смесями свидетельствует о различном АК составе молочных белков.

Наиболее важным реологическим свойством для определения легкости глотания, особенно среди недоношенных детей, страдающих дисфагией (расстройство акта глотания) является вязкость. В связи с анатомо-физиологическими особенностями детского возраста была проведена оценка вязкости молока и молочных продуктов при рН=7,0; рН=5,0; рН=2,0 (Таблица 2). Выбор значений рН был сделан исходя из величины кислотности желудочного сока новорожденных детей (рН=7), детей грудного возраста (рН=5) и детей ясельно-дошкольного возраста (рН=2).

По мнению западных исследователей, оптимальное значение вязкости грудного молока равно 1,5 мПа*с, что способствует наилучшему усвоению пищи [14]. Среди образцов МС наибольшее значение вязкости наблюдается для МС2 с рН=7 (1,69 мПа*с), наименьшее – для МС6 с рН=7 (1,04 мПа*с). Согласно полученным результатам, можно проследить, что с повышением кислотности у большинства образцов МС уменьшаются значения вязкости. Это может быть вызвано тем, что вязкость зависит от наличия в первую очередь белков, растворенных в воде, структура которых меняется под действием уменьшения рН. Зачастую производители МС добавляют загустители, поддерживающие вязкость смеси на необходимом уровне и даже увеличивающие ее при пониженных значениях кислотности. Такое наблюдается у образца МС6: с повышением кислотности наблюдали увеличение вязкости (крахмал (рисовый, картофельный или кукурузный) или клейковина рожкового дерева (камедь)).

Таблица 2.

Сравнение вязкости молока и молочных продуктов

Название продукта питания	Вязкость pH=7, мПа*с	Вязкость pH=5, мПа*с	Вязкость pH=2, мПа*с
МС2	1,69±0,02	1,20±0,01	1,20±0,01
МС4	1,23±0,01	1,00±0,01	1,00±0,01
МС6	1,04±0,01	1,23±0,01	1,28±0,01
ДМ1	1,18±0,02	3,37±0,02	свернулось
ДМ2	1,09±0,01	3,01±0,02	свернулось
ВМ1	1,42±0,01	3,81±0,01	4,72±0,01
ВМ2	1,32±0,01	1,38±0,01	3,45±0,01
ВМ3	1,01±0,02	2,10±0,01	2,52±0,01
ВМ4	1,05±0,01	1,22±0,01	2,42±0,01

Значения вязкости детского питьевого молока при pH=7 не превышает значений 1,18 мПа*с. При очень малых значениях pH (pH=2) из-за увеличения ионной силы раствора происходит экранирование электростатических взаимодействий ионов, макромолекулы снова могут сворачиваться в относительно плотные клубки, что приводит к уменьшению вязкости растворов. Вязкость в изоэлектрической точке минимальна (что применимо к кислым аминокислотам), вследствие взаимного притяжения присутствующих в равном количестве противоположно заряженных групп полимерная цепь принимает форму плотного клубка, менее всего препятствующего течению жидкости. Следует отметить, что наиболее вязкая молочная смесь (МС2) обладает самой большой $V_k=18,2$ ммоль/л из исследованных молочных смесей и образцов детского питьевого молока. Можно предположить, что в основе антирефлюксного эффекта лежат особенности трансформации аминокислот при взаимодействии с кислой средой.

Величина вязкости питьевого молока для детского питания достаточно высока (2,89 – 3,01 мПа*с при pH=5) относительно вязкости МС, что делает их не допустимым в питании детей грудного возраста по данному физико-химическому свойству, и не только. Более того, вязкость данных образцов резко возрастала с увеличением кислотности, при низком значении (pH=2) образцы молока свернулись, что

обусловлено процессом денатурации белков, содержащихся в молоке. Такая же тенденция наблюдается для значений вязкости взрослого молока: при уменьшении значений рН вязкость возрастала для всех образцов взрослого молока. Стоит отметить, что относительно повышенные значения вязкости взрослого молока относительно МС коррелируют с повышенными значениями буферной емкости (коэффициент линейной корреляции Пирсона равен 0,76), что является следствием различного АК состава. При этом значение вязкости снижается с увеличением степени пастеризации, поскольку меняется структура белка вследствие частичной денатурации.

Исследование диффузионных свойств кальция и магния в образцах взрослого молока показывает тенденцию к снижению свободного кальция при увеличении температуры обработки молока, что может быть обусловлено переходом гидрофосфата в нерастворимый фосфат. При снижении рН наблюдается увеличение свободного кальция, поскольку фосфаты способны частично растворяться в кислой среде. Для магния наблюдается обратная зависимость (Таблица 3, Рисунок 1,2).

Таблица 3.

Результаты диффузии ионов кальция и магния

Тип молока	C(Ca ²⁺), мг%			C(Mg ²⁺), мг%		
	рН=7	рН=5	рН=2	рН=7	рН=5	рН=2
ВМ1	1,6	2,8	3,4	10,6	2,0	2,8
ВМ2	0,6	2,1	3,0	2,0	2,4	2,6
ВМ3	1,4	1,0	4,2	1,8	3,2	3,0
ВМ4	0,8	2,0	3,8	2,2	2,2	2,4

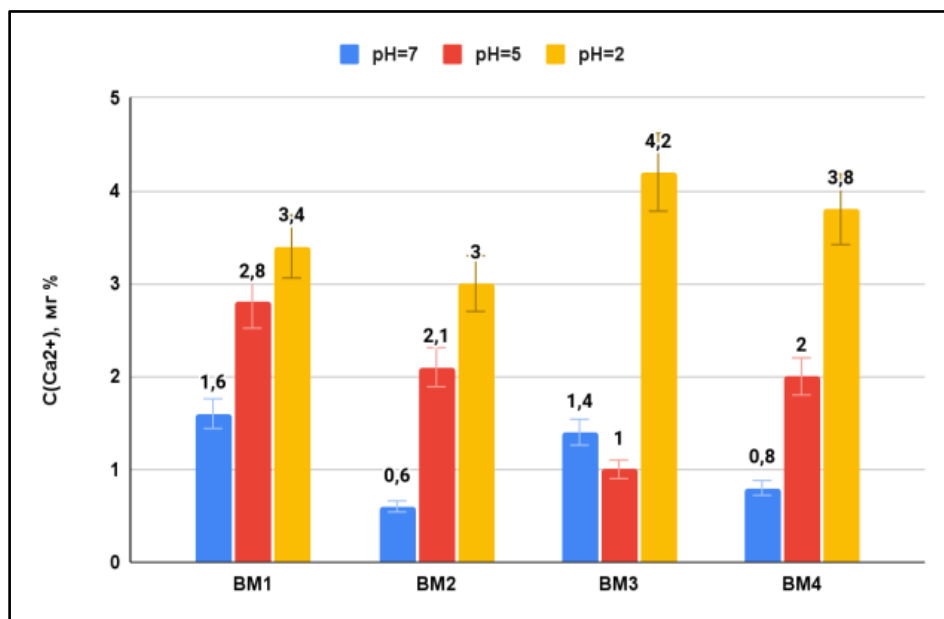


Рис. 1. Диффузия ионов кальция при разных значениях pH

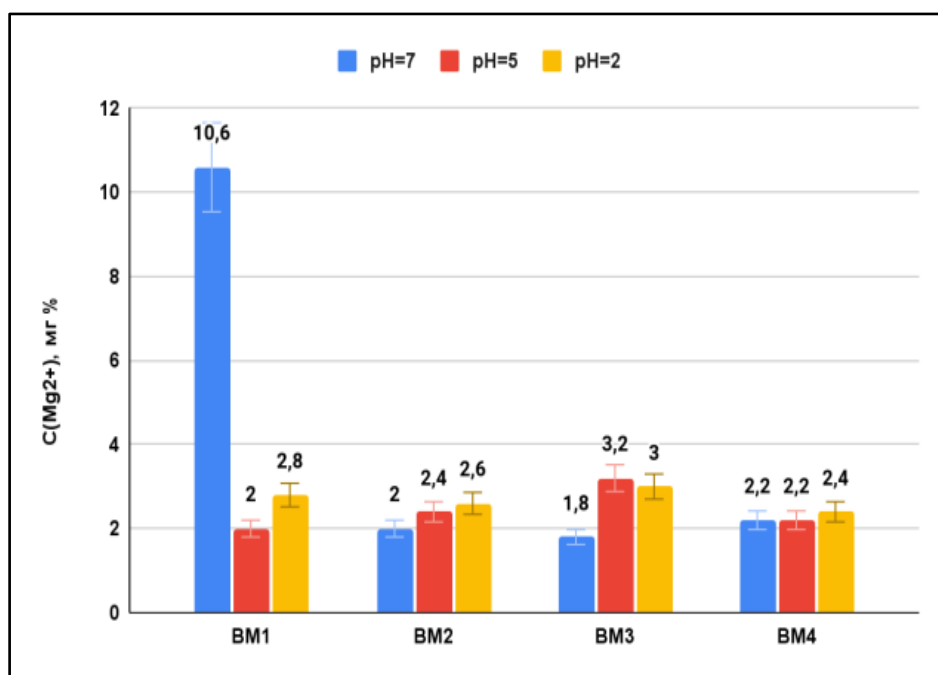


Рис.2. Диффузия ионов магния при разных значениях pH

В работе [10] для молочных смесей отношение масс протиффундированных ионов Ca:Mg равно 2,77:1. Для образцов молока BM1, BM2, BM3, BM4 соотношение Ca:Mg увеличивается при уменьшении pH, однако остается меньше оптимального и при pH=2

равно (1,2-1,6):1 (Таблица 4). Это связано с правильно подобранным соотношением по данному показателю в МС, а также разной структурой молока и МС, о чем свидетельствуют результаты вязкости. Очевидно, что большая вязкость будет препятствовать высвобождению свободного кальция и магния в молоке и для общего содержания кальция и магния соотношение может приближаться к оптимальному.

Таблица 4.

Соотношение содержания ионов кальция и магния при различных значениях

рН			
C(Ca ²⁺)/C(Mg ²⁺), мг%			
значение рН	рН=7	рН=5	рН=2
ВМ1	0,2	1,5	1,2
ВМ2	0,3	0,9	1,2
ВМ3	0,8	0,3	1,4
ВМ4	0,4	0,9	1,6

Выводы

1. Повышенная в значительной мере буферная емкость образцов взрослого и детского питьевого молока по сравнению с молочными смесями свидетельствует о различном АК составе молочных белков. Снижается буферная емкость по кислоте Вк и основанию Во при ультрапастеризации по сравнению с пастеризацией. В целом, буферная емкость представленных образцов молока и молочных продуктов значительно выше по кислоте, что может свидетельствовать об относительной устойчивости к снижению рН.

2. Величина вязкости питьевого молока для детского питания достаточно высока (2,89-3,01 мПа*с при рН=5) относительно вязкости МС, что делает их не допустимым в питании детей грудного возраста по данному физико-химическому свойству. Более того, вязкость данных образцов резко возрастала с увеличением кислотности. Такая же тенденция наблюдается для значений вязкости взрослого молока.

3. Выявлено снижение свободного кальция при увеличении температуры обработки молока. При снижении рН наблюдается увеличение свободного кальция. Для магния наблюдается обратная зависимость.

4. Для ВМ соотношение ионов кальция и магния находится в интервале (1,2-1,6):1 при рН=2 и при смещении рН в область нейтральных значений уменьшается до значений (0,2-0,8):1.

Список литературы

1. Панфилова В. Н. Определяющая роль питания в нормализации пищеварения ребенка // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2016. – Т. 61. – №. 2. – С. 110-114.
2. Кривцова Любовь Александровна Изменение пищевой и биологической ценности молока в процессе тепловой обработки // Уникальные исследования XXI века. 2015. №8 (8). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-pischevoy-i-biologicheskoy-tsennosti-moloka-v-protseste-teplovoy-obrabotki>.
3. Романчук И.О., Рудакова Т.В., Моисеева Л.А. Влияние высокотемпературной обработки на показатели молока // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2017. №80. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vysokotemperaturnoy-obrabotki-na-pokazateli-moloka>.
4. Белканова Е.А., Мещерякова А.П., Белоконова Н.А., Ермишина Е.Ю. // Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения. III МНПК молодых ученых и студентов. 2018. Т. 2. С. 583-588.
5. Гунькова П.И., Гуньков С.В., Горбатова К.К. // Процессы и аппараты пищевых производств. Изд-во С.-Пб госуниверситет низкотемпературных и пищевых технологий. 2011. № 2. С. 342-346.
6. Остроумов Л.А., Шахматов Р.А, Курбанова М.Г. // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 1. С. 36-41.
7. Громова О.А. Значение дефицита кальция в педиатрии и пути его коррекции // Вопросы современной педиатрии. 2007. Т.6, N.2. С. 82–87.
8. Лукоянова О. Л., Боровик Т. Э., Скворцова В. А., Ладодо К. С. Предпосылки для создания современной адаптированной молочной смеси с синбиотическими свойствами // Вопросы детской диетологии. 2010. Т. 8, N. 4. С. 49–54.
9. Осинцев А.М., Брагинский В.И., Лапшакова О.Ю., Чеботарев А.Л. Роль ионов кальция в коллоидной стабильности мицелл казеина // Техника и технология пищевых производств. 2009. N.1. С. 63–67.
10. Белоконова Н.А., Ермишина Е.Ю., Наронова Н.А., Бородулина Т.В. Диффузия минерального состава молочных смесей через полупроницаемую мембрану в сравнении с грудным молоком и модельным раствором // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2018. Т. 8, № 1.
11. Ермишина Е.Ю., Белоконова Н.А., Наронова Н.А., Бородулина Т.В. Определение коэффициентов диффузии и размеров частиц в восстановленных молочных смесях // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 4. – С. 23-28 URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36720>.
12. Горбатова К. К. Биохимия молока и молочных продуктов: учеб. К. К. Горбатова, П. И. Гунькова; под общ. ред. К. К. Горбатовой. — 4-е изд., перераб. и доп. — С П б.: ГИОРД, 2010. — 336 с. ил.
13. Иванов Д. О., Богданова Н. М. Функциональные нарушения желудочно-кишечного тракта у новорожденных // В сб.: Пищевая непереносимость

у детей. Современные аспекты диагностики, лечения, профилактики и диетотерапии. 2018. С. 97-145

14. Fondaco D. et al. Biophysical aspects of lipid digestion in human breast milk and Similac™ infant formulas //Food biophysics. 2015. Т. 10. №. 3. С. 282-291.

Об авторах:

ТИХОМИРОВА Елена Игоревна – кандидат химических наук, доцент кафедры общей химии Уральского государственного медицинского университета, (620014, ул. Репина, 3, Екатеринбург, Свердловская обл.); e-mail: helen_2504@mail.ru

ТИХОНОВА Ирина Леонидовна – кандидат химических наук, доцент кафедры общей химии Уральского государственного медицинского университета (620014, ул. Репина, 3, Екатеринбург, Свердловская обл.); e-mail: koritca14@gmail.com

НАРОНОВА Наталия Анатольевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры общей химии Уральского государственного медицинского университета (620014, ул. Репина, 3, Екатеринбург, Свердловская обл.); e-mail: edinstvennaya@inbox.ru

БЕЛОКОНОВА Надежда Анатольевна – доцент, кандидат химических наук, доктор технических наук, зав. кафедрой общей химии Уральского государственного медицинского университета (620014, ул. Репина, 3, Екатеринбург, Свердловская обл.); e-mail: 89221503087@mail.ru

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF ACIDITY OF THE ENVIRONMENT ON THE DIFFUSION OF CALCIUM AND MAGNESIUM IONS IN MILK AND DAIRY PRODUCTS

E.I. Tikhomirova, I.L. Tikhonova, N.A. Naronova, N.A. Belokonova

Ural State Medical University, Ekaterinburg

The work examined samples of drinking milk for feeding adults and children in comparison with each other and with milk formulas used in baby food. A comparative assessment of samples of different types of milk was carried out in terms of pH, buffer capacity, viscosity, and diffusion properties of calcium and magnesium. It was found that the samples had fairly high buffer capacity values, due to the amino acid composition of milk proteins and indicating the relative resistance of milk to a decrease in pH, which is especially necessary for the

child's body. On the other hand, a decrease in pH was accompanied by an increase in milk viscosity, associated with changes in protein structures and an increase in the content of free calcium. For magnesium, an inverse relationship was observed. A decrease in free calcium was also found with increasing milk processing temperature.

Keywords: *dairy products, baby food, buffer capacity, dynamic viscosity, pasteurization, diffusion of calcium and magnesium ions.*

Дата поступления в редакцию: 17.04.2024.

Дата принятия в печать: 22.04.2024.