

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ / FOOD TECHNOLOGY

Оригинальная статья

УДК 544.77.022.532

DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2227-2925-2018-8-1-115-121>

ДИФфуЗИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА МОЛОЧНЫХ СМЕСЕЙ ЧЕРЕЗ ПОЛУПРОНИЦАЕМУЮ МЕМБРАНУ В СРАВНЕНИИ С ГРУДНЫМ МОЛОКОМ И МОДЕЛЬНЫМ РАСТВОРОМ

© **Н.А. Белоконова, Е.Ю. Ермишина, Н.А. Наронова, Т.В. Бородулина**

Уральский государственный медицинский университет Минздрава России,
620028, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Репина, 3 г.

*Цель – оценена возможность применения процессов пассивного транспорта через полупроницаемую мембрану из ацетата целлюлозы для сравнения свойств адаптированных молочных смесей и грудного молока. Потенциометрическим методом было определено содержание ионов калия и натрия, титриметрическим методом содержание кальция и магния в прокаленных молочных смесях. Полученные данные были использованы для оценки скорости диффузии из восстановленных молочных смесей. Были рассчитаны коэффициенты проницаемости ионов калия, натрия, магния и кальция из восстановленных молочных смесей и раствора моделирующего по ионному составу одну из молочных смесей, взятых для исследования. Было показано, что диффузия ионов *in vitro*, оцененная с помощью коэффициента проницаемости идентична процессам всасывания через стенку желудочно-кишечного канала. Результаты проведенного исследования показали, что образования казеинаткальцийфосфатного комплекса при восстановлении адаптированных молочных смесей, аналогичного таковому в грудном молоке не происходит. Об этом свидетельствует большая скорость диффузии ионов кальция и магния из восстановленных адаптированных молочных смесей, чем из грудного молока. Ионы кальция и магния в составе молочных смесей будут хуже усваиваться из молочных смесей, чем из грудного молока.*

Ключевые слова: *потенциометрия, титриметрия, молочные смеси, диффузия, коэффициент проницаемости мембраны, казеинаткальцийфосфатный комплекс.*

Формат цитирования: 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. N 1. С. 115–121. DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-1-115-121

DIFFUSION OF MINERALS FROM INFANT FORMULAS THROUGH A SEMIPERMEABLE MEMBRANE COMPARED WITH BREAST MILK AND AN EXPERIMENTAL SOLUTION

© **N.A. Belokonova, E.Yu. Ermishina, N.A. Naronova, T.V. Borodulina**

Ural State Medical University,
3, Repin St., Ekaterinburg, 620028, Russian Federation

*This paper is aimed at assessing the possibility of using passive transport processes through semipermeable membranes of cellulose acetate as a criterion for the evaluation of the properties of adapted milk formulas and breast milk. The content of potassium and sodium ions and that of calcium and magnesium in the calcined milk mixtures prepared for the analysis were determined by the potentiometric and titrimetric methods, respectively. The data obtained was used to estimate the rate of diffusion from reconstituted milk mixtures. The permeability coefficients of potassium, sodium, magnesium and calcium ions were calculated for reconstituted milk mixtures and an experimental solution that simulated the milk mixtures used in the study in terms of their ionic composition. The diffusion of ions *in vitro*, which was evaluated using the permeability coefficient, is demonstrated to be identical to the processes of absorption through the gastrointestinal canal wall. The results of the study demonstrate that, in contrast with breast milk, no caseinate cell phosphate complex forms during the reconstitution of adapted milk mixture. This is evidenced by a higher diffusion rate of calcium and magnesium ions from reconstituted adapted milk mixtures than that from breast milk. The calcium and magnesium ions are absorbed less easily from infant formulas than from breast milk.*

Keywords: *potentiometry, titrimetry, milk mixtures, diffusion, membrane permeability coefficient, casein-calcium phosphate complex*

Формат цитирования: Belokonova N.A., Ermishina E.Yu., Naronova N.A., Borodulina T.V. Diffusion of minerals from infant formulas through a semipermeable membrane compared with breast milk and an experimental solution. *Izvestia Vuzov. Prikladnaya Khimiya I Biotekhnologiya* [Proceedings of Universities. Applied chemistry and biotechnology]. 2018, vol. 8, no. 1, pp. 115–121 (In Russian). DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-1-115-121

ВВЕДЕНИЕ

Адаптированные молочные смеси (МС) изготавливаются из деминерализованной молочной сыворотки коровьего молока, содержащей белки в соотношении казеин/сывороточные белки в соотношении 50:50 или 40:60 или частично гидролизированных белков молочной сыворотки [1]. Адаптация состава МС проводится по белковому, жировому, углеводному, витаминному и минеральному компонентам – основным составляющим молока.

Наибольшее значение для ребенка имеет белковый компонент заменителей грудного молока. Адаптация белкового компонента детской МС заключается в снижении содержания белка с 28-32 г/л – в коровьем молоке до 12–18 г/л – в готовой молочной смеси и изменении его качественного состава – введении белков молочной сыворотки, а именно альфа-лактальбумина (характеризуется высоким содержанием цистеина, триптофана) [2, 3]¹. Казеин коровьего молока подвергают специальной обработке, повышающей его усвояемость.

Минеральный состав коровьего молока также существенно изменяют: снижают содержание кальция, калия, натрия. В процессе приготовления МС минералы добавляют в виде фосфата кальция; хлоридов калия, магния, марганца; карбоната кальция; цитрата и иодида калия; сульфатов железа, цинка, меди и т.д. Количество добавляемых витаминов и минералов в детском питании должно быть выше на 15–20%, чем в ГМ [2]. При этом важно учитывать соотношение кальция к магнию и калия к натрию в детской пище как 3:1 [4]. Большинство добавляемых минеральных компонентов нерастворимо в воде: карбонат кальция, фосфат кальция и др., поэтому возникает проблема усвояемости указанных компонентов.

В грудном молоке (ГМ) и коровьем молоке нерастворимые соли кальция входят в состав так называемого казеинаткальцийфосфатного

комплекса (ККФК) [3, 5], который образуется из казеина с коллоидным фосфатом кальция, объединенных в сферические частицы – мицеллы коллоидной степени дисперсности. Сведения о казеине женского молока ограничены, поэтому невозможно полностью сопоставить его химическую структуру и свойства с казеином коровьего молока. Средний размер мицелл ККФК, в коровьем молоке 70–100 нм, в женском – 40–80 нм. Мицеллы состоят из нескольких десятков субъединиц, объединяющих по 25–30 молекул основных фракций казеина на основе гидрофобного, электростатического взаимодействия и водородной связи [3]. В объединении субмицелл в мицеллы в важная роль принадлежит не только коллоидному фосфату, но и цитратам кальция и магния. Объединение казеинов и коллоидного фосфата кальция в мицеллярные структуры имеет важное значение для пищеварения, так как вместе с белком транспортируются столь необходимые новорожденным кальций и фосфор. В первые недели жизни детей стенки кишечника обладают высокой проницаемостью для белков молока и мелких (около 0,5 мкм) жировых шариков, которые всасываются не расщепляясь [4]. Высокая проницаемость стенок кишечника новорожденных имеет важное физиологическое значение, так как новорожденный, не обладающий еще совершенной собственной иммунной системой получает защиту (пассивный гуморальный иммунитет) от инфекции с помощью иммуноглобулинов молозива, а затем зрелого грудного молока. С другой стороны, повышенная проницаемость может стать серьезным фактором риска при вскармливании новорожденных коровьим молоком или продуктами на его основе.

Цель – определить коэффициенты проницаемости ионов калия, натрия, кальция, магния в составе восстановленных молочных смесей в сравнении с модельным раствором и грудным молоком.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и методы исследования.

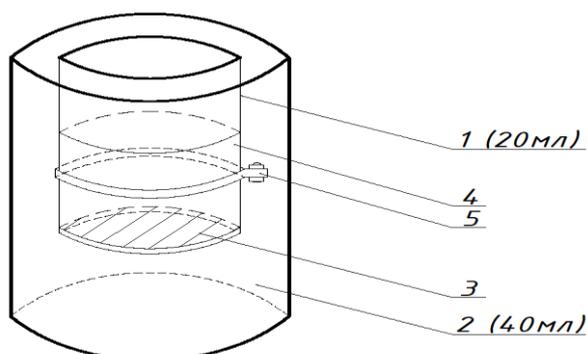
Для диффузии использовалась специальная установка с мембранным фильтром из ацетата целлюлозы с диаметром пор 0,45 мкм. Для оценки скорости диффузии были взяты четыре типа молочных смесей МС: МС1 – нейтральная; МС2 – кисломолочная; МС3 – с пребиоти-

¹Мазурина Е.М. Нарушения обмена кальция у детей первых трех лет жизни: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2005. 26 с.

Mazurina E.M. *Narusheniya obmena kal'tsiya u detey pervykh trekh let zhizni*. Avtoref. dis. kand. med. Nauk. [Violations of calcium metabolism in children of the first three years of life. Author's abstract of Ph.D. thesis]. Moscow, 2005, 26 p.

ками; МС4 – антирефлюксная от известных производителей. 4,3 г (порционная ложка) молочной смеси разводили в 100 мл теплой воды, охлаждали и помещали во внешний сосуд установки для диффузии. Во внутренний сосуд заливали дистиллированную воду (рисунок). После 20 ч определялось содержание ионов во внутреннем сосуде. Для определения минерального состава навеску МС 5 г прокаливали при температуре 800 °С, охлаждали, растворяли в необходимом количестве соляной кисло-

ты и нейтрализовали до pH 5 раствором аммиака, полученный раствор доводили дистиллированной водой до 500 мл. Концентрация ионов калия и натрия определена потенциометрическим методом с помощью ионоселективных электродов (иономер «Анион 4100»); концентрация ионов кальция и магния - титриметрическим методом. Статистическая обработка результатов исследования выполнена при достоверности ($p \leq 0,05$).



Установка для оценки скорости диффузии ионов:

1 – камера выявления с дистиллированной водой; 2 – камера для образца МС; 3 – мембрана; 4 – лавсановый материал; 5 – хомутик

The apparatus for estimating the ion diffusion rate:

1 – detection chamber with distilled water; 2 – camera for the MS sample; 3 – membrane; 4 – lamsan; 5 – clamp

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Способность вновь образованной гетерогенной системы МС к формированию ККФК можно оценить в процессе диффузии минеральных компонентов МС через полупроницаемую мембрану. Скорость диффузии свободных ионов будет выше, чем связываемых в нанокластер белка.

Для оценки транспорта минеральных веществ из адаптированных МС было оценено содержание основных минеральных компонентов (калия, натрия, кальция, магния) в пробе на золу. Результаты определения содержания ионов калия и натрия, ионов кальция и магния титриметрическим методом в прокаленных МС потенциометрическим методом представлены в табл. 1.

Определенное содержание калия и кальция в 50% совпадает или незначительно отличается, содержание натрия и магния 1,5–2,5 раза больше по сравнению со значением указанным производителем. Это может быть обусловлено тем, что не учтены ионы натрия и магния, входящие в состав белков деминерализованной молочной сыворотки, используемой для приготовления МС.

Известно, что кальций может химически связываться с фосфосериновыми группами казеиновых мицелл. Такие группы в значительных количествах присутствуют в α- и β-казеинах. Кроме того кальций может связываться кислотными терминальными группами казеинов. Аналогичные комплексы образует

Таблица 1

Минеральный состав МС по результатам исследования

Table 1

Mineral composition of dairy mixtures according to the results of the study

МС	Упаковка мг/100г МС						Определено мг/100г МС			
	К	Na	К: Na	Ca	Mg	Ca: Mg	К	Na	Ca	Mg
МС1	507	169	3:1	500	43,7	11,4:1	491±10	511±10	560±10	96±10
МС2	593	197,7	3:1	464,5	50	9,3:1	325±10	314±5	400±10	120±10
МС3	500	155	3,2:1	385	46	8,4:1	491±10	364±10	400±10	96±10
МС4	550	200	2,8:1	353	52	6,8:1	310±10	300±10	360±10	72±10

магний [3]. Степень связывания в ККФ-нанокластер вновь добавленных минералов можно оценить по количеству свободных ионов с помощью пассивного транспорта через полупроницаемую мембрану, которая избирательно пропускает ионы и не пропускает коллоидные частицы.

По результатам потенциометрического определения концентрации ионов калия и натрия и титриметрического определения ионов кальция и магния после диффузии ионов из МС в дистиллированную воду через полупроницаемую мембрану из ацетата целлюлозы была определена масса подиффундировавшего иона табл. 2.

По массе ионов во внутреннем сосуде установки для диффузии можно оценить процент продиффундировавшего иона: 3–5% натрия; 7–9% калия; 1–1,2% кальция и 1,5–1,9% магния. От 98 до 99% кальция и магния не мигрируют через мембрану из ацетата целлюлозы, так как находятся в связанном состоянии. Для дальнейших расчетов было учтено, что для диффузии были взяты восстановленные молочные смеси в 3 раза более разбавленные, чем рекомендуется для кормления. Процент несвязанных ионов кальция и магния в МС достаточно велик, так как данные ионы в условиях ЖКТ будут образовывать нерастворимые фосфаты, которые практически не усваиваются организмом новорожденного [2, 3].

Для описания явлений переноса через биологические мембраны используется уравнение Коллендера-Бернульда $dm/dt = -PS(C_1 - C_2)$, где P -коэффициент проницаемости, аналогичен коэффициенту диффузии, но в отличие от него зависит не только от температуры

и природы вещества, но еще и от свойств мембраны и ее функционального состояния; C_1 и C_2 – концентрации по разные стороны мембраны. Площадь используемой мембраны $S = 6,15 \cdot 10^{-4}$ м². Градиент общей массы ионов натрия или калия составил $dm/dt = \Delta m / \Delta t = \Delta m$ (кг)/7,2·10⁴с. Подставив все эти значения в уравнение Коллендера-Бернульда находим P . Коэффициенты проницаемости ионов из восстановленных МС представлены в табл. 3.

По проницаемости из восстановленной МС через модельную мембрану ионы расположились в следующий ряд: $P_{K^+} > P_{Na^+} > P_{Mg^{2+}} > P_{Ca^{2+}}$. Естественной мембраной, аналогичной используемой в опыте мембраны из ацетата целлюлозы, является стенка желудочно-кишечного канала. С проницаемостью этой мембраны связана эффективность диффузии биометаллов. Ионы натрия, калия и кальция в основном всасываются в тонком кишечнике. Ионы натрия и калия всасываются в кишечнике быстрее, чем двухзарядные ионы. Двухзарядные ионы всасываются из полости желудочно-кишечного тракта очень медленно. Так, ионы кальция всасываются в 50 раз медленнее ионов натрия. Проницаемость биологических мембран для ионов натрия в состоянии покоя в 25 раз меньше, чем для ионов калия, это обусловлено действием калий-натриевого насоса [5].

В процессе диффузии было выявлено, что проницаемость ионов зависит от заряда и плотности поверхностного заряда гидратированного катиона и практически не зависит от состава и назначения молочной смеси. Двухзарядные ионы магния и кальция проникают через мембрану медленнее однозарядных

Таблица 2

Массы продиффундировавших ионов из МС

Table 2

Masses of diffused ions from dairy mixtures

МС	К, мг	Na, мг	К: Na	Ca, мг	Mg, мг	Ca: Mg
МС1	1,54±0,11	0,69±0,11	2,23:1	0,30±0,12	0,08±0,02	3,85:1
МС2	1,17±0,11	0,55±0,11	2,13:1	0,25±0,11	0,09±0,02	2,77:1
МС3	1,54±0,11	0,69±0,11	2,23:1	0,25±0,12	0,07±0,02	3,47:1
МС4	1,20±0,11	0,66±0,11	1,82:1	0,15±0,05	0,06±0,02	2,3:1
среднее	1,36±0,11	0,65±0,11		0,23±0,11	0,08±0,02	

Таблица 3

Коэффициенты проницаемости ионов из МС

Table 3

The coefficients of permeability of ions from dairy mixtures

МС	P_K , нм/с	P_{Na} , нм/с	P_{Mg} , нм/с	P_{Ca} , нм/с
МС1	217,1±0,1	76,5±0,1	46,1±0,1	29,6±0,1
МС2	263,2±0,1	105,1±0,1	42,3±0,1	34,8±0,1
МС3	218,1±0,1	110,2±0,1	40,8±0,1	33,9±0,1
МС4	294,3±0,1	130,3±0,1	50,0±0,1	21,9±0,1
среднее	248,2±0,1	105,5±0,1	44,8±0,1	30,1±0,1

ионов. Наименьшая плотность заряда и соответственно рыхлость гидратной оболочки наблюдается у катиона калия, который эффективнее всех диффундирует через полупроницаемую мембрану и имеет наиболее высокий коэффициент проницаемости. Мембрана из ацетата целлюлозы по своей способности пропускать ионы хорошо моделирует биологическую мембрану при оценке всасывания МС через стенку желудочно-кишечного канала.

Для оценки влияния комплексобразующей способности двухзарядных ионов к белкам МС была изучена диффузия ионов модельного раствора через мембрану из ацетата целлюлозы. Был приготовлен модельный раствор, содержащий ионы калия, натрия, магния и кальция в том же соотношении, что и в МС 2. Раствор был помещен во внешний сосуд установки для диффузии. Далее были определены коэффициенты проницаемости для ионов, которые представлены в табл. 4.

Коэффициенты проницаемости ионов калия и натрия практически совпадают с коэффициентами проницаемости этих ионов из МС. Соотношении масс протифундировавшихся ионов аналогичное К : Na 2,33 : 1. Коэффициенты проницаемости кальция и магния, кото-

рые соответственно составили 138,3нм/с и 290,3нм/с. Отношение масс протифундировавшихся ионов Ca: Mg 2,77:1, т.е. такое же как в МС 2. Коэффициенты проницаемости двухзарядных ионов из раствора моделирующего минеральный состав МС по макроэлементам намного выше, чем из восстановленных МС. Кальций проникает в 4,6 раза, а магний в 6,5 раз лучше, чем из МС. Через полупроницаемую мембрану в процессе пассивного транспорта было перенесено в 4 раза больше ионов кальция и магния по массе. В процессе приготовления МС ионы кальция и магния связываются с казеином коровьего молока в ККФК и проницаемость ионов уменьшается.

Но казеиновые мицеллы грудного и коровьего молока даже в адаптированных МС отличаются по размерам и способности высвободить ионы. Для сравнения с МС была исследована диффузия ионов кальция и магния в аналогичных условиях для проб грудного зрелого молока от различных кормящих матерей. Содержание кальция в исследуемых пробах грудного молока колебалось от 200 до 279 мг/л, магния – от 29 до 32 мг/л. Результаты представлены в табл. 5.

Таблица 4

Проницаемость ионов из модельного раствора

Table 4

Permeability of ions from a model solution

ион	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
Δm, мг	1,54±0,11	0,66±0,11	0,36±0,11	1,00±0,11
P, нм/с	228,6±0,1	106,3±0,1	290,3±0,1	138,3±0,1

Таблица 5

Результаты диффузии ионов кальция и магния из ГМ

Table 5

Results of diffusion of calcium and magnesium ions from breast milk

Грудное молоко	Масса иона во внутреннем сосуде после диффузии, мг		Ca : Mg	Коэффициент проницаемости нм/с	
	Ca	Mg		P _{Ca}	P _{Mg}
ГМ1	0,55±0,12	0,16±0,12	3,43:1	55,7±0,1	164,0±0,1
ГМ2	0,61±0,12	0,16±0,12	3,81:1	78,5±0,1	171,6±0,1
ГМ3	0,62±0,12	0,16±0,12	3,87:1	55,4±0,1	150,8±0,1
Среднее ГМ	0,59±0,12	0,16±0,12	3,70:1	62,2±0,1	162,1±0,1
Среднее МС	0,69±0,11	0,24±0,02	—	90,3±0,1	134,4±0,1

Через полупроницаемую мембрану из ГМ диффундирует только 0,25% ионов кальция и 0,52% ионов магния, т.е. практически 100% ионов кальция и магния находится в связанном состоянии. Проницаемость кальция и магния через мембрану из грудного молока ниже, чем из молочных смесей. Проницаемость магния по массе ниже в 1,4 раза, проницаемость кальция – почти в 1,2 раза ниже. Всасывание

минеральных компонентов, связанных в казеинаткальцийфосфатный нанокластер из грудного молока, намного эффективнее, чем из молочных смесей.

ВЫВОДЫ

1. Оценить способность к связыванию с казеином добавляемых минеральных компонентов в ККФК в МС можно с помощью уста-

новки для диффузии ионов через полупроницаемую мембрану. Проницаемость ионов через мембрану будет тем выше, чем меньше они будут связаны с белками МС. Диффузия ионов из МС должна быть идентична диффузии ионов из ГМ. Увеличение содержания протифундировавших ионов свидетельствует о менее прочном связывании в ККФК и меньшем соответствии МС ГМ.

2. Мембрана из ацетата целлюлозы позволяет провести аналогию с биологической мембраной. Диффузия ионов, оцененная с помощью коэффициента проницаемости протекает идентично процессам всасывания через стенку желудочно-кишечного канала: лучше диффундируют однозарядные ионы и ионы с наименьшей плотностью заряда и соответ-

ственно более рыхлой гидратной оболочкой. Коэффициенты проницаемости ионов расположились в следующий ряд: $P_{K^+} > P_{Na^+} > P_{Mg^{2+}} > P_{Ca^{2+}}$. Проницаемость ионов зависит от заряда и плотности поверхностного заряда гидратированного катиона и практически не зависит от состава и назначения молочной смеси. Диффузия ионов из смеси не содержащей белки протекает значительно эффективнее, в связи с отсутствием связывания двухзарядных ионов.

3. Диффузия ионов кальция и магния из МС протекает в большей степени, чем из ГМ. Из МС независимо от производителя диффундирует 1–1,2% кальция и 1,5–1,9% магния, из ГМ только 0,25% ионов кальция и 0,52% ионов магния.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тутельян В. А., Конь И. Я. Руководство по детскому питанию. М.: МИА, 2004. 662 с.
2. Громова О.А. Значение дефицита кальция в педиатрии и пути его коррекции // Вопросы современной педиатрии. 2007. Т.6, N.2. С. 82–87.
3. 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.
4. Осинцев А.М., Брагинский В.И., Лапша-

кова О.Ю., Чеботарев А.Л. Роль ионов кальция в коллоидной стабильности мицелл казеина // Техника и технология пищевых производств. 2009. N.1. С. 63–67.

5. Покровский В.М., Коротко Г.Ф. Физиология человека. М.: Медицина, 2007. 656 с.

6. Скидан И.Н., Казначеев К.С., Кирилова А.В., Гуляев А.Е. Функциональные пищевые нутриенты в составе детских адаптированных смесей на основе цельного козьего молока // Вопросы практической педиатрии. 2015. N.4. С. 38–48.

REFERENCES

1. Tutel'yan V.A., Kon' I.Ya. *Rukovodstvo po detskomu pitaniyu* [The manual on infant nutrition]. Moscow: MIA Publ., 2004, 662 p.
2. Gromova O.A. The importance of calcium deficiency in pediatrics and ways to correct it. *Voprosy sovremennoi pediatrii* [Questions of modern pediatrics]. 2007, vol. 6, no. 2, pp. 82–87. (In Russian)
3. Lukoyanova O.L., Borovik T.E., Skvortsova V.A., Ladodo K.S. Prerequisites for the creation of a co-temporally adapted milk mixture with synbiotic properties. *Voprosy detskoj dietologii* [Questions of children's dietology]. 2010, vol. 8, no. 4, pp. 49–54. (In Russian)
4. Osintsev A.M., Braginskii V.I., Lapshakova

O.Yu., Chebotarev A.L. The role of calcium ions in the colloidal stability of casein micelles. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food processing: Techniques and Technology]. 2009, no. 1, pp. 63–67. (In Russian)

5. Pokrovskii V.M., Korot'ko G.F. *Fiziologiya cheloveka* [Human physiology]. Moscow: Meditsina Publ., 2007, 656 p.

6. Skidan I.N., Kaznacheev K.S., Kirillova A.V., Gulyaev A.E. Functional food nutrients in the composition of children's adapted mixtures based on whole goat milk. *Voprosy prakticheskoi pediatrii* [Questions of practical pediatrics]. 2015, no. 4, pp. 38–48. (In Russian)

Критерии авторства

Белоконова Н.А., Ермишина Е.Ю., Наронова Н.А., Бородулина Т.В. выполнили экспериментальную работу, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Белоконова Н.А., Ермишина Е.Ю., Наронова Н.А., Бородулина Т.В. имеют на статью равные авторские права и несут равную ответственность за плагиат.

Contribution

Belokonova N.A., Ermishina E.Yu., Naronova N.A., Borodulina T.V. carried out the experimental work, on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. Belokonova N.A., Ermishina E.Yu., Naronova N.A., Borodulina T.V. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

Надежда А. Белоконова

Уральский государственный медицинский университет Минздрава России
Д.т.н., доцент, заведующая кафедрой общей химии
beloconova@usma.ru

Елена Ю. Ермишина

Уральский государственный медицинский университет Минздрава России
К.х.н., доцент кафедры общей химии
ermishina@usma.ru

Наталья А. Наронова

Уральский государственный медицинский университет Минздрава России
К.п.н., старший преподаватель кафедры общей химии
edinstvennaya@inbox.ru

Татьяна В. Бородулина

Уральский государственный медицинский университет Минздрава России
Д.м.н., профессор, декан педиатрического факультета
tborodulina@mail.ru

AUTHORS' INDEX
Affiliation

Nadezhda A. Belokonova

Ural State Medical University,
Doctor of Engineering, Associate Professor,
Head of General Chemistry Department
beloconova@usma.ru

Elena Yu. Ermishina

Ural State Medical University,
Ph.D. (Chemistry), Associate Professor,
General Chemistry Department
ermishina@usma.ru

Natalia A. Naronova

Ural State Medical University,
Ph.D. (Pedagogics), Senior Lecturer
General Chemistry Department
edinstvennaya@inbox.ru

Tatyana V. Borodulina

Ural State Medical University,
Doctor of Medicine, Dean of Pediatric Faculty
tborodulina@mail.ru

Поступила 09.06.2017

Received 09 June 2017