

*Дюшеева Н.С., Элеманова Р.Ш., Мусульманова М.М., Жунушалиева Т.Ш.*

**КЫРГЫЗ ХАЙНАК СҮТҮНӨН АЛЫНГАН СЫР САРЫ СУУНУН  
АМИНОКИСЛОТА ЖАНА МИКРОЭЛЕМЕНТТҮҮ КУРАМЫ**

*Дюшеева Н.С., Элеманова Р.Ш., Мусульманова М.М., Джунушалиева Т.Ш.*

**АМИНОКИСЛОТНЫЙ И МИКРОНУТРИЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОДСЫРНОЙ  
СЫВОРОТКИ ИЗ МОЛОКА ХАЙНАКА КЫРГЫЗСКОГО**

*N. Dyusheeva, R. Elemanova, M. Musulmanova, T. Dzhunushaliev*

**AMINO ACID AND MICRONUTRIENT COMPOSITION OF CHEESE  
WHEY FROM KYRGYZ KHAINAK MILK**

УДК: 636.293.3:678.048.8(575.2)

Макалада Кыргызстанда жашаган топоз менен бодо малдын гибриди болгон, салтуу эмес чийки заттан – хайнак сүтүнөн алынган сыр сары суунун изилдөөсүнүн жыйнактары берилген. Таза чөйрөдө багылган хайнактар экологиялык жактан таза чийки зат жана азыктар менен камсыз кылышат. Сүттү калдыксыз кайра иштетүү технологиясы анын бардык компоненттерин рационалдуу пайдаланууну, атап айтканда, экинчилик же белок-углевод чийки зат болгон сыр сары суунун экинчилик чийки зат катары өндүрүүгө тартууну карайт. Калктын физикалык жана руханий ден соолугун сактоого көмөктөшүүчү функционалдык тамак-аш азыктарын түзүүдө, хайнак сүтүнүн сыр сары суусун колдонуу мүмкүнчүлүгү негизделген. Биринчи жолу Кыргыз хайнагынын сүтүнөн алынган сыр сары суунун белок курамы, аминокислоталардын курамы, витаминдүү жана минералдык профилдери изилденген. Анализдин натыйжалары салттуу чийки заттан алынган сыр сары суунуна салыштырмалуу хайнак сүтүнөн алынган сыр сары суусунун жогорку биологиялык баалуулугун көрсөтөт.

**Негизги сөздөр:** хайнак, сыр сары суусу, сүт, сарысуу белоктору, фракциялык курамы, микроэлементтер, тамак-аш азыктары.

В статье приведены результаты исследования подсырной сыворотки из нетрадиционного вида сырья – молока хайнака - гибрида яка и крупного рогатого скота, обитающего в Кыргызстане. Хайнаки в условиях чистой окружающей среды дают экологически чистое сырье и продукцию. Безотходная технология переработки молока предусматривает рациональное использование всех его составных частей и, в частности, вовлечение в производство молочной сыворотки, являющейся вторичным или белково-углеводным сырьем. Обоснована возможность использования подсырной сыворотки из молока хайнака при создании функциональных продуктов питания, способствующих поддержанию физического и духовного здоровья населения. Впервые изучены белковый состав, аминокислотный состав, витаминно-минеральный профиль подсырной сыворотки из молока хайнака кыргызского. Представлены результаты анализа в сравнении с подсырной сывороткой из традиционного сырья, которые свидетельствуют о высокой биологической ценности сыворотки из молока хайнака.

**Ключевые слова:** хайнак, подсырная сыворотка, молоко, сывороточные белки, фракционный состав, микронутриенты, продукты питания.

The article presents the results of a study of cheese whey from an unconventional type of raw material - khainaks milk, a hybrid of yak and cattle living in Kyrgyzstan. Khainaks in a clean environment provide environmentally friendly raw materials and products. Waste-free milk processing technology provides the rational use of all its components and, in particular, the involvement in food

production of whey - a secondary or protein-carbohydrate raw material. The possibility of using of cheese whey from khainak milk in the development of functional food for supporting of the physical and spiritual health of the population is substantiated. For the first time, the protein composition, amino acid composition, vitamin and mineral profile of cheese whey from the milk of the kyrgyz khainak were studied. The results of the analysis are presented in comparison with cheese whey from cow milk, which indicate a high biological value of whey from khainak milk.

**Key words:** khainak, subsurface whey, milk, whey proteins, fractional composition, micronutrients, food.

**Введение.** За последние десятилетия значительно возрос интерес к сохранению, восстановлению и установлению экологического баланса при производстве продуктов питания, особенно, в молочной промышленности. Массовое производство и потребление продуктов функционального питания значительно поддерживают физическое и духовное здоровье человека, находящегося в условиях значительного ухудшения состояния окружающей среды и нарушения структуры питания.

Качество продуктов питания во многом зависит от экологической обстановки региона. В последние годы все чаще используются нетрадиционные виды сырья: молоко яков и его гибрида с КРС - хайнака. Они занимают самый верхний ярус горных пастбищ и дают экологически чистое сырье и продукцию [1].

В КГУ им. И.Раззакова ведутся работы по исследованию состава и технологических свойств молока хайнака с целью организации его комплексной переработки. Особую актуальность с точки зрения ресурсосбережения и охраны окружающей среды представляет переработка молочной сыворотки.

Известно, что молоко хайнака отличается высоким содержанием белка и, вследствие этого, хорошо подходит для производства сыра. По содержанию незаменимых аминокислот белка молока, в том числе молока хайнака кыргызского [2], относится к биологически полноценным. Не менее ценным источником белка является подсырная сыворотка, полученная из молока хайнака.

Сывороточные белки представляют собой группу различных фракций глобулярных белков, отличающихся друг от друга по структуре и свойствам.

Многочисленными исследованиями доказано, что сывороточные белки могут выполнять разнообразные биологические функции, например, антиоксидантные, противораковые, предотвращать ожирение и обладать иммуномодулирующим действием [3-6]. Белки сыворотки молока хайнака кыргызского практически не изучены.

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследований явилась сыворотка, полученная при производстве сыра из молока хайнака кыргызского на базе учебно-производственного центра «Технолог» при КГТУ им. И.Раззакова.

Часть лабораторных испытаний сыворотки проведены в ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (г.Москва).

Для определения белкового состава применяли следующие методы анализа:

- массовую долю белка и общего азота (ОА) методом Кьельдаля по ГОСТ 23327-98 [7];
- содержание сывороточных белков (СБ) - по ГОСТ 34536-2019 [8];
- содержание небелкового азота (НБА) - по ГОСТ Р 55246-2012 [9];
- содержание лактоферрина - по ГОСТ 33600-2015 [10];

Исследования проводили с применением следующего оборудования:

- минерализация проб - в дигесторе НУР-320 № 21003041 (КНР);
- отгонка аммиака – на автоматизированном дистилляторе К9840 № К 4026190559 (КНР);
- фракционный состава СБ – на жидкостном хроматографе «МАЭСТРО» (Россия);
- аминокислотный состав – в системе капиллярного электрофореза Капель-205 № 170 (Россия).

Для определения микронутриентного состава применяли следующие методы испытаний:

- содержание цинка и железа - по ГОСТ 30178-96 [11];
- содержание калия - по ГОСТ ISO8070-2007 [12];
- содержание натрия, магния и кальция - по ГОСТ EN 15505-2013 [13];
- содержание витамина С - по ГОСТ 30627.2-98 [14];
- содержание витамина РР (ниацина) - по ГОСТ EN 15652-2017 [15].

#### Результаты исследования и их обсуждение.

Нами был исследован белковый состав сыворотки из молока кыргызского хайнака и в таблице 1 представлены полученные данные в сравнении с подсырной сывороткой из традиционного молока [16].

Таблица 1

Азотсодержащие соединения подсырной сыворотки, %

Наименование показателя	Подсырная сыворотка из молока КРС (Юрова А., 2011)	Подсырная сыворотка из молока хайнака
Массовая доля общего белка	0,8	0,98±0,6
Содержание сывороточных белков	0,68	0,86±0,004
Содержание общего азота	0,15	0,156± 0,004
Содержание небелкового азота	0,042	0,0453± 0,003

Из приведенных данных видно, что сыворотка из молока хайнака кыргызского, полученная при производстве сыра, содержит больше сывороточных белков, чем сыворотка молока КРС.

Сывороточные белки (СБ) представлены, в основном,  $\alpha$ -лактальбумином и  $\beta$ -лактоглобулином, а также альбумином сыворотки крови (BSA – bovine serum albumin) и лактоферрином, выполняющими важные биологические функции [6]. В частности,  $\beta$ -лактоглобулин транспортирует жирные кислоты и витамины,  $\alpha$ -лактальбумин проявляет антираковую активность и участвует в синтезе лактозы, альбумин сыворотки крови обладает антитумогенным свойством, укрепляет иммунитет, лактоферрин подавляет развитие патогенной микрофлоры, обладает противовирусным и антиканцерогенным действием. Помимо этого, СБ являются основными источниками незаменимых аминокислот и с точки зрения физиологии питания считаются более полноценными, чем казеины [17-19].

Фракционный состав СБ подсырной сыворотки из молока хайнака, установленный в Исследовательской лаборатории ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», приведен в таблице 2 в сравнении с СБ сыворотки из молока КРС [19].

Таблица 2

Сравнительные данные фракционного состава СБ подсырной сыворотки из молока КРС и сыворотки хайнака (мг/см<sup>3</sup>)

Наименование фракций	Подсырная сыворотка из молока КРС (Madureira A.R. et al., 2007)	Подсырная сыворотка из молока хайнака
Альбумин сыворотки крови (BSA)	0,4	0,26±0,001
$\alpha$ -Лактальбумин	1,2	0,44±0,002
$\beta$ -Лактоглобулин А	1,3	1,02±0,005
$\beta$ -Лактоглобулин Б	-	0,51±0,003
Лактоферрин	0,1	0,05±0,0003

## ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 1, 2023

Из таблицы 2 видно, что фракционный состав СБ в сравниваемых объектах количественно различается. В частности, в белках сыворотки из молока коровы содержится в 1,5 раза больше альбумина сыворотки крови, в 2,7 раз больше  $\alpha$ -лактальбумина, в 1,3 раза больше  $\beta$ -лактоглобулина А и в 2 раза больше лактоферрина, чем в белках сыворотки из молока хайнака. При этом  $\beta$ -лактоглобулина Б в СБ молока коровы не обнаружено.

Заметно меньшее содержание отдельных фракций в белках сыворотки из молока хайнака в сравнении с сывороткой из коровьего молока, на первый взгляд, свидетельствует о меньшей биологической ценности первой, но, следует иметь в виду, что значительная часть белков обладает аллергенностью, в числе которых значатся и белки молока.

В базе Allergen Online [20] зарегистрированы 11 наиболее сильных аллергенов коровьего молока, где фракции СБ, а именно,  $\beta$ -лактоглобулин (Bos d 6) и  $\alpha$ -лактальбумин (Bos d 4) являются наиболее агрессивными. Менее аллергенными являются минорные белки: альбумин сыворотки крови и лактоферрин [21]. Аллергенность СБ молока КРС является существен-

ным недостатком при использовании молочной сыворотки в производстве специализированных продуктов питания [22, 23].

Эта информация позволяет сделать вывод о том, что низкое содержание наиболее аллергенных фракций СБ подсырной сыворотки из молока хайнака кыргызского позволяет разработать из нее продукты функциональной направленности для питания людей с аллергией на белки животного происхождения и, в особенности, для детей.

Высокая биологическая ценность сыворотки из коровьего молока давно и безусловно доказана, однако в отношении сыворотки, полученной из молока хайнака кыргызского, таких сведений нет. Поскольку биологическая ценность белков оценивается в первую очередь аминокислотным составом, нами методом капиллярного электрофореза установлено содержание заменимых и незаменимых аминокислот в сыворотке молока хайнака.

Результаты оценки аминокислотного состава подсырной сыворотки из молока кыргызского хайнака в сравнении с сывороткой из коровьего молока представлены в таблице 3.

Таблица 3

Аминокислотный состав СБ подсырной сыворотки из молока коровы [24] и хайнака, мг/100 мл

№	Аминокислота	Содержание мг/100 мл сыворотки	
		Подсырная сыворотка из молока КРС (Какимова Ж. Х., 2014)	Подсырная сыворотка из молока хайнака
1	2	3	4
<b>Незаменимые аминокислоты</b>			
1.	Треонин	50,2	42,66±2,6
2.	Валин	46,2	31,16±1,9
3.	Метионин	13,8	20,89±1,3
4.	Лейцин + изолейцин	131,6	117,6±7,1
5.	Фенилаланин	24,5	24,27±1,5
6.	Лизин	71,6	59,31±3,5
7.	Гистидин	13,1	16,30±0,9
8.	Аргинин	18,1	31,5±1,9
<b>Заменимые аминокислоты</b>			
9.	Пролин	48,4	60,24±3,6
10.	Серин	40,8	41,77±2,5
11.	Глицин	16,8	13,35±0,8
12.	Аспарагин + аспарагиновая кислота	81,1	70,59±4,2
13.	Глутамин + глутаминовая кислота	140,1	89,04±5,3
14.	Аланин	37,1	36,0±2,16
15.	Тирозин	19,0	21,16±1,3
16.	Триптофан	16,3	7,6±0,5
	Сумма аминокислот	768,7	683,44±41,06

Из таблицы 3 видно, что по сумме аминокислот оба вида сыворотки существенно не отличаются. Однако, содержание незаменимых аминокислот в сыворотке из молока хайнака выше, чем в сыворотке из коровьего молока: метионина – в 1,5 раза, гистидина - в 1,2 раза, аргинина – в 1,7 раза.

Известно, что метионин, будучи мощным антиоксидантом, усиливает иммуномодулирующие свойства,

## ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 1, 2023

вследствие участия в синтезе глутатиона [25]. Гистидин выполняет уникальную роль в буферизации протонов, хелатировании ионов металлов, улавливании активных форм кислорода, азота и применяется для профилактики кожных, неврологических и глазных заболеваний (Holeček, 2020) [26]. Аргинин участвует в синтезе клеток мышечных тканей и гормонов, поддерживает работу почек и сердца, снижает артериальное давление, улучшает иммунные и противораковые функции организма [27].

Сывороточные белки молока кыргызского хайнака по большинству незаменимых аминокислот превосходят «эталонный» белок, рекомендованный экспертами ФАО/ВОЗ (табл. 4).

Таблица 4

Содержание незаменимых аминокислот в СБ и в эталонном белке

Аминокислота	Содержание в 100 г белка, г			
	Эталон	Подсырная сыворотка из молока КРС [24]	Подсырная сыворотка из молока хайнака	Аминокислотный скор, %
Изолейцин + Лейцин	11,0	14,3	13,67	124,3
Лизин	5,5	8,0	6,89	125,3
Метионин + Цистин	3,5	3,5	4,19	119,7
Фенилаланин + Тирозин	6,0	6,0	5,28	88,0
Треонин	4,0	6,1	4,96	124,0
Триптофан	1,0	1,3	0,88	88,0
Валин	5,0	6,5	5,62	112,4
Сумма аминокислот	36,0	45,7	39,49	-

Приведенные табличные данные свидетельствуют о том, что по сумме незаменимых аминокислот СБ подсырной сыворотки из молока хайнака кыргызского несколько превосходят идеальный белок, но уступают СБ из молока КРС. Лимитирующими аминокислотами при этом являются триптофан и сумма фенилаланина и тирозина.

Несмотря на это, подсырную сыворотку из молока хайнака кыргызского можно считать биологически полноценным сырьем, так как она содержит полный набор и вполне достаточное количество незаменимых аминокислот.

Биологическая ценность молочной сыворотки из молока хайнака кыргызского определяется также ее микронутриентным (минеральным и витаминным) составом, представленным в таблице 5 и таблице 6 соответственно.

Таблица 5

Сравнительные показатели микро- и макроэлементов подсырной сыворотки из молока КРС [28] и молока хайнака кыргызского

Наименование	Ед. измерения	Содержание в подсырной сыворотке из молока КРС (Yasmin A. et al., 2013)	Содержание в подсырной сыворотке из молока хайнака
Цинк	мг/кг	-	4,02±1,2
Калий	мг/кг	98,67±4,54	234,84±28,2
Натрий	мг/кг	34,26±1,68	445,28±66,8
Магний	мг/кг	4,91±0,19	10,66±1,4
Железо	мг/кг	-	0,98±0,15
Кальций	мг/100 г	24,89±1,24	135,80±20,4

Дефицит микронутриентов является распространенной проблемой, особенно среди маленьких детей и подростков, во многих странах с низким уровнем дохода [29]. Первые два года жизни особенно важны для развития детей, когда формируются когнитивные функции и моторика. Поэтому так важно поступление адекватного количества микронутриентов в организм ребенка [29].

Сыворотка является отличным источником биодоступного кальция, который улучшает не только здоровье костей, но и необходим для нормального свертывания крови, участвует в мышечном сокращении и легко всасывается в кишечнике, чему способствует наличие лактозы (Smithers, 2009) [30]. В 100 г сыворотки молока хайнака содержание кальция дости-

гает свыше 156 мг, что почти в 6 раз выше, чем в сыворотке коровьего молока (табл.5). Повышенное содержание биологически синтезированных натрия и калия позволяет сохранить водно-солевой баланс, устранить обезвоживание в организме и стабилизировать ритм сердца, сокращение гладких мышц и тонус сосудов [31]. Магний влияет на синтез белка, окисление жиров и баланс электролитов, а также способствует снижению воспалительных процессов [32]. Этого металла, также больше в сыворотке молока хайнака, чем в сыворотке коровьего молока (в 2,4 раза).

Как известно, микроэлементы имеют огромное физиологическое значение для новорожденных и обуславливают пищевую и биологическую ценность молока. В исследованной сыворотке обнаружены два

микроэлемента – цинк и железо. Первый из них является эффективным иммуностимулятором, входит в состав многих металлоферментов и белков, регулирует выработку гормонов, обладает сильным антиоксидантными свойствами и т.д. Дефицит этого металла может привести к необратимым последствиям. Цинка в сыворотке молока коровы, по данным Yasmin A. et al. [28], нет. А в сыворотке молока хайнака его содержится достаточно много.

Железо – один из важнейших микроэлементов, без него невозможны многие функции организма,

наиболее важные из которых – снабжение кислородом всех клеток, органов, систем, а также участие в синтезе ДНК. В 1 кг исследованной сыворотки содержится почти 1 мг железа, что сравнимо с известными данными.

Полученные результаты подтверждают высокую пищевую и биологическую ценность сыворотки из молока хайнака кыргызского.

Витаминный профиль молочной сыворотки из молока хайнака в сравнении с сывороткой из молока КРС представлен в таблице 6.

Таблица 6

Сравнительные показатели содержания витаминов в подсырной сыворотке из молока КРС [24] и молока хайнака, мг/100 г

Содержание	Подсырная сыворотка молока КРС (Какимова Ж. Х., 2014)	Подсырная сыворотка молока хайнака
Витамин С	0,05	1,67±0,25
Витамин РР (ниацин)	0,014	0,109±0,01

Из таблицы 6 видно, что содержание некоторых водорастворимых витаминов в сыворотке из молока хайнака кыргызского многократно превышает их количество в сыворотке из традиционного молока, еще раз подтверждая предыдущий вывод о высокой биологической ценности этого вида белково-углеводного сырья.

Наличие повышенного содержания витаминов и минералов значительно улучшает качество жизни [33].

На основании вышеприведенного сыворотку из молока хайнака кыргызского можно рекомендовать в качестве рецептурного компонента продуктов функционального питания, что может решить ряд проблем:

- переход молочных предприятий к модели циркулярной экономики, основанной на рациональном использовании ресурсов и ограничении вредного воздействия на окружающую среду;

- увеличить рентабельность производства через превращение сыворотки из вторичного сырья (или даже отхода) в продукт с высокой добавленной стоимостью [34];

- оздоровить население страны, обеспечив его продуктами на основе сыворотки с лечебно-профилактическими и общеукрепляющими свойствами [35].

**Выводы:** Впервые определен качественный и количественный состав основных фракций белков подсырной сыворотки, полученной при переработке молока хайнака, обитающего в высокогорных регионах Кыргызстана. Установлено при этом, что СБ молока хайнака содержат меньше самых агрессивных аллергенов:  $\alpha$ -лактальбумина и  $\beta$ -лактоглобулина, чем СБ коровьего молока, соответственно в 2,7 и 1,3 раза.

С целью определения биологической ценности сыворотки из молока хайнака методом капиллярного электрофореза установить ее аминокислотный состав.

Показано, что СБ молока хайнака по сумме и по большинству незаменимых аминокислоты превосходят «идеальный» белок.

Биологическая ценность исследуемой сыворотки оценена также составом микронутриентов – витаминов и минеральных веществ.

Результаты свидетельствуют о том, что сыворотка из молока хайнака кыргызского содержит набор жизненно важных макро- и микронутриентов, что подтверждает высокую пищевую и биологическую ценность и является основанием для ее рекомендации в качестве основного компонента продуктов функционального питания.

#### Литература:

1. Жунушов А.Т. Изучение минерального состава крови яка [Текст] / А.Т. Жунушов, Н.Г. Котышева, Н.А. Никольская, Т.А. Корчубекова, Ж. Исмаилова // Известия НАН КР. - 2006. - № 3. - С. 49-52.
2. Элеманова, Р. Ш. Характеристика сезонных изменений белкового состава молока хайнака [Текст] // Техника и технология пищевых производств. - 2022. - Т.52, №3.- С. 555-569.
3. Баткибекова, М.Б., Мусульманова М.М. Инновации в производстве молочных продуктов [Текст] / М.Б. Баткибекова, М. М. Мусульманова // Известия КГТУ им. И Раззакова - 2017. - № 43. - С.52-58.
4. Takano, T. Milk derived peptides and hypertension reduction // J.Int. Dairy. - 1998. - V. 8. - P. 375-381.
5. Ha E., Zemel M.B. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: Mechanisms underlying health benefits for active people (review) // J. Nutr. Biochem. – 2003. - V. 14, N 5. - P. 251.
6. Dalziel, J.E., Anderson, R.C., Bassett, S.A., Lloyd-West, C.M. et al. Influence of bovine whey protein concentrate and hydrolysate preparation methods on motility in the isolated rat distal colon // J. Nutrients. – 2016. - V. 8, N 12. - P. 809.
7. ГОСТ 233-97. Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка. - М.:Стандартинформ, 2009. 11.

8. ГОСТ 34536-2019. Молоко и молочная продукция. Определение массовой доли сывороточных белков методом Кьельдаля. М.: Стандартинформ, 2019. - 19 с.
9. ГОСТ Р 55246-2012. Молоко и молочные продукты. Определение содержания небелкового азота с применением метода Кьельдаля. М.: Стандартинформ, 2013. - 14 с.
10. ГОСТ 33600-2015. Молоко и молочные продукты. Методика определения лактоферрина методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. - М.: Стандартинформ, 2019. - 12 с.
11. ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. М.: Стандартинформ, 2018. 32 с.
12. ГОСТ ISO 8070-2007 Молоко и молочные продукты. Определение содержания кальция, натрия, калия и магния. Спектрометрический метод атомной абсорбции. - М.: Российский институт стандартизации, 2021. - 15 с.
13. ГОСТ EN 15505-2013 Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение натрия и магния с помощью пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии с предварительной минерализацией пробы в микроволновой печи. М.: Стандартинформ, 2013. - 21 с.
14. ГОСТ 30627.2-98 Продукты молочные для детского питания. Методы измерений массовой доли витамина С (аскорбиновой кислоты). - М.: Стандартинформ, 2009. - 9 с.
15. ГОСТ EN 15652-2017 Продукты пищевые. Определение ниацина методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. - М.: Стандартинформ, 2016. - 15 с.
16. Юрова, Е. А. Контроль сыворотки и продуктов на её основе в современных условиях [Текст] / Е.А. Юрова // Переработка молока. - 2011. - № 8. - С. 52-53.
17. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. – Санкт-Петербург: Изд-во ГИОРД, 2001. - 313 с.
18. Токаев, Э.С. Современный опыт и перспективы использования препаратов сывороточных белков в производстве функциональных напитков [Текст] / Э.С. Токаев, Е.Н. Баженова, Р.Ю. Мироедов // Молочная промышленность - 2007. - № 10. - С. 55-56.
19. Madureira, A.R., Pereira, C.I., Gomes, A.M.P., et al. Bovine whey proteins – Overview on their main biological properties // J. Food Res. Int. – 2007. - V. 40, N 10. – P. 1197.
20. International Union of Immunological Societies. Allergen Nomenclature Sub-Committee. URL: <http://www.allergen.org>.
21. Фрадкин В.А. Аллергены. - М.: Медицина, 2013. - 321 с.
22. Федотова М.М., Огородова Л., Федорова, О.С. Молекулярная характеристика пищевых аллергенов животного происхождения // Российский аллергологический журнал. - 2011. - № 5. - С. 3–9.
23. Трушина А.С., Алтухова Е.В., Тарасова М.А., Мельникова Е.И., Богданова Е.В. Низкоаллергенные кисломолочные напитки // Современные наукоемкие технологии. - 2014. - №5-1. - С. 116-118.
24. Какимова Ж.Х. Исследование влияния подсырной сыворотки на качественные характеристики гематогена [Текст] / Ж.Х. Какимова, М.М. Омарова // Молодой ученый. - 2014. - № 7 (66). - С. 124-127. - URL: <https://moluch.ru/archive/66/11109/> (дата обращения: 06.01.2023).
25. Hall W.L., Millward D.J., Long S.J., Morgan L.M. Casein and whey have different effects on plasma amino acid profile, gastrointestinal hormone secretion, and appetite // Br.J. Nutr. - 2003. - V. 89. - P. 239-248.
26. Holecek M. Histidine in health and disease: Metabolism, physiological importance, and use as a supplement. Nutrients. 2020; 12(3). <https://doi.org/10.3390/nu12030848>
27. Scibior D., Czeozot H. Arginine - metabolism and functions in the human organism // J.Postepy Hig Med Dosw (Online). - 2004. - V. 58. - P. 321-322.
28. Yasmin A., Butt M.S., Sameen, A., Shahid M. Physicochemical and Amino Acid Profiling of Cheese Whey // Pak. J. Nutr. – 2013. - V.12. - P. 455-459. <https://doi.org/10.3923/pjn.2013.455.459>.
29. Functional Foods. The Connection Between Nutrition, Health, and Food Science. (2014). Ed Leach Coles. Apple Academic Press, Inc. - P. 233-257.
30. Smithers G.W. Whey and whey proteins-From «gutter-to-gold» // J. Int. Dairy. – 2009. – V. 18. – P. 695-704.
31. Новокшанова А.Л., Топникова Е.В., Никитюк Д.Б. Минеральная составляющая молока в составе спортивных напитков [Текст] / А.Л. Новокшанова, Е.В. Топникова, Д.Б. Никитюк // Вестник КамчатГТУ. 2018. - № 44. - С. 50-55.
32. Welch A.A. Effect of nutrition on age-related loss of skeletal muscle // J. Proc. Nutr. Soc. – 2014. –V. 73(1). – P. 16-33.
33. Afsane Ahmadi et al. Fortified whey beverage for improving muscle mass in chronic obstructive pulmonary disease: a single-blind, randomized clinical trial// J. Respir Res v.21; 2020 <https://www.ncbi.nlm.nih> (дата обращения 12.02.2023).
34. Zandona E. Blažič, M. Jambrak A.R. Whey Utilisation: Sustainable Uses and Environmental Approach // J. Food Technol. Biotechnol. - 2021. - V. 59. - P. 147-161. <file:///C:/Users/user/Downloads/antioxidants-11-01827.pdf> (дата обращения: 06.01.2023).
35. Мусульманова М.М., Элеманова Р.Ш., Дюшеева Н.С. Молоко хайнака как сырье для создания функциональных продуктов. [Текст] / М.М. Мусульманова, Р.Ш. Элеманова, Н.С. Дюшеева // Известия КГТУ им. И. Раззакова - 2019. - №2 (50). Часть II. - С. 164-171.