

УДК 637.1  
МРНТИ 65.63.33

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОЙ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ БЕЛКОВ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

К.С. КУЛАЖАНОВ<sup>1</sup>, Э.Ж. ЖАКСЫБАЕВА<sup>1</sup>, Ф.Т. ДИХАНБАЕВА<sup>1</sup>,  
Ж.П. ДИМИТРОВ<sup>2</sup>, Ж.Ж. СМАИЛОВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup>АО «Алматинский технологический университет», Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Центр исследований и разработок «LB Vulgaricum», София, Болгария

<sup>3</sup>Кызылординский Государственный университет им.Коркыт-Ата, Кызылорда, Казахстан)

E-mail: zhelya90@gmail.com

*В статье приведены результаты исследования по определению и расчету аминокислотной сбалансированности белков кисломолочных продуктов для геродиетического питания на основе верблюжьего молока. Установлено, что введение в верблюжье молоко порошка растительного компонента, продукта из травянистого растения повышает состав незаменимых аминокислот в приготовлении кисломолочных продуктов для геродиетического питания в следующем порядке, лейцин - 8,66 г ± 0,2, изолейцин - 4,81 г ± 0,1, лизин - 6,72 г ± 0,2, метионин - 3,26 г ± 0,2, фениланин + тирозин - 5,72 г ± 0,2, треонин - 6,3 г ± 0,2, триптофан - 1,18 г ± 0,2, валин - 6,21 г ± 0,2. В дополнение к результатам были вычислены коэффициенты несоответствия, которые имеют следующие числа: по рецептуре №1 – 2,4, по рецептуре №2 – 2,5.*

**Ключевые слова:** геродиетика, верблюжье молоко, кисломолочные продукты, аминокислоты, моделирование, рецептура.

## ГЕРОДИЕТИКАЛЫҚ ТАМАҚТАНУ ҮШІН ҚЫШҚЫЛ СҮТ ӨНІМДЕРІ АҚУЫЗДАРЫНЫҢ АМИН ҚЫШҚЫЛДЫҚ ТЕҢГЕРІМДІЛІГІН АНЫҚТАУ

К.С. КУЛАЖАНОВ<sup>1</sup>, Э.Ж. ЖАКСЫБАЕВА<sup>1</sup>, Ф.Т. ДИХАНБАЕВА<sup>1</sup>,  
Ж.П. ДИМИТРОВ<sup>2</sup>, Ж.Ж. СМАИЛОВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup>«Алматы технологиялық университеті» АҚ, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>«LB Vulgaricum» ғылыми зерттеу және дамыту орталығы, София, Болгария

<sup>3</sup>Қоркыт Ата атындағы Қызылорда Мемлекеттік университеті, Қызылорда, Қазақстан)

E-mail: zhelya90@gmail.com

*Мақалада түйе сүтінің негізінде геродиетикалық тамақтануға арналған қышқыл сүт өнімдерінің ақуыздарының аминқышқыл теңгерімділігін анықтау және есептеу бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Түйе сүтіне өсімдік компонентінің ұнтағын, шөп өсімдігінен алынған өнімді енгізу геродиетикалық тағамға арналған қышқыл сүт өнімдерін дайындаудағы алмастырылмайтын амин қышқылдарының келесі құрамы арттыратыны анықталды. Олар: лейцин - 8,66 г ± 0,2 г, изолейцин - 4,81 г ± 0,1 г, лизин - 6,72 г ± 0,2, метионин - 3,26 г ± 0,2, фениланин + тирозин - 5,72 г ± 0,2, треонин - 6,3 г ± 0,2 триптофан 1,18 г ± 0,2, валин 6,21 г ± 0,2. Нәтижелермен қатар сәйкессіздік коэффициенттері есептелді, олар келесі сандарға ие: №1 рецептура - 2,4, №2 рецептура- 2,5.*

**Негізгі сөздер:** геродиетика, түйе сүті, қышқыл сүт өнімдері, аминқышқылдар, модельдеу, рецептура.

## DETERMINATION OF AMINO ACID BALANCING OF PROTEINS OF SOUR-MILK PRODUCT FOR HERODIETIC FOOD

K.S. KULAZHANOV<sup>1</sup>, E.ZH. ZHAXYBAYEVA<sup>1</sup>, F.T. DIKHANBAYEVA<sup>1</sup>,  
ZH.P. DIMITROV<sup>2</sup>, ZH.ZH. SMAILOVA

<sup>1</sup>«Almaty Technological University» JSC, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>«LB Bulgaricum» Research and Development Center, Sofia, Bulgaria

<sup>3</sup>Kyzylorda State university named Korkyt Ata, Kyzylorda, Kazakhstan)

E-mail: zhelya90@gmail.com

*The article presents the results of a study to determine and calculate the amino acid balance of proteins of fermented milk products for herodietal nutrition based on camel milk. It was found that the introduction of camel milk powder from a plant component, a product from a herb, increases the composition of essential amino acids in the preparation of fermented milk products for heroic nutrition in the following order, leucine - 8.66 g ± 0.2 g. Isoleucine - 4.81 g ± 0.1 g, lysine - 6.72 g ± 0.2, methionine - 3.26 g ± 0.2, phenialanine + tyrosine - 5.72 g ± 0.2, threonine - 6.3 g ± 0.2 tryptophan 1.18 g ± 0.2, valine 6.21 g ± 0.2. In addition to the results, mismatch coefficients were calculated, which have the following numbers: formulation No. 1 - 2.4, formulation No. 2 - 2.5.*

**Keywords:** herodietetics, camel milk, sour-milk products, amino acids, modeling, recipe.

### **Введение**

Верблюжье молоко употребляется в пищу как в цельном виде, так и, преимущественно, в виде кисломолочных продуктов, популярным из которых считается шубат. В верблюжьем молоке в большом количестве содержатся белки и жиры, из него вырабатывают также и курт, иримшик, сыр, масло. Однако, за последнее десятилетие текущего века начинают преобладать и другие кисломолочные продукты, такие как, йогурт, бионапиток, творожная масса.

Опыты по приготовлению кефира из верблюжьего молока были проведены С.Г.Херасковым с использованием в качестве закваски кефирных грибков. Опыты по выработке из верблюжьего молока сыра и сливочного масла были проведены И.И.Лакозой и др.

Г.К.Ходжакулиев и И.М.Дворникова исследовали влияние чала (туркменского шубата) на ферментативную активность кишечника в норме патологии.

Академик Т.Ш.Шарманов и профессор А.К.Жангабылов на основе больших наблюдений над пациентами впервые научно обосновали и практически доказали в клинических условиях высокую лечебную эффективность верблюжьего и кобыльего молока в диетотерапии больных хроническим гастритом, хроническим холициститом, хроническим энтеритом и дисбактериозом кишечника, и

рекомендовали широко использовать их в лечении болезней желудочно-кишечного тракта.

Профессор Р.Х.Кадырова провела фундаментальные исследования по использованию верблюжьего и кобыльего молока в терапии хронических гепатитов[1].

Возможность использования верблюжьего молока в качестве альтернативного сырья в производстве молочных продуктов изучается отечественными учеными, такими как У.Ч.Чомановым, Т.Ч.Тултабаевой, Ф.Т.Диханбаевой, А.Д.Серикбаевой, Г.Конысбаевой, а также молодыми учеными.

Использование верблюжьего молока, как основного сырья для производства кисломолочных продуктов среди основного населения страны получает популярность. Однако, на сегодня использование верблюжьего молока при производстве кисломолочных продуктов для специального, детского, геронтологического питания имеет слабое значение. В особенности для людей пожилого и старческого возраста количество молочных продуктов приходит на коровье молоко, а верблюжье молоко, как альтернатива ранее не рассматривалось.

Так на сегодня, учеными из Алматинского технологического университета исследуются и разрабатываются новые виды кисломолочных продуктов для геродиетического питания.

Цель нашего данного исследования – определение аминокислотной сбалансирован-

ности белков кисломолочных продуктов для геродиетического питания.

В связи с изменениями экономического и социального статуса пожилых и старых людей калорийность их питания значительно снижена, что дает возможность говорить об энергетической и калорийно-белковой недостаточности. Около 20% людей старческого возраста, проживающих в семье, и более 40% одиноких, малообеспеченных пожилых людей испытывают энергетическую недостаточность пищевых рационов. Энергетическая недостаточность усугубляется весьма низким уровнем потребления белка, витаминов и минеральных элементов, дисбалансом полиненасыщенных жирных кислот [2]

### Объекты и методы исследования

Объекты исследования – коровье, кобылье, козье, верблюжье молоко.

Во время исследования были применены методы математического моделирования, определения аминокислот в сырье, статистические методы.

С целью оценки соответствия требованиям геродиетики аминокислотного состава белка были взяты данные белкового состава казеинового комплекса сборного коровьего, кобыльего, козьего и верблюжьего молока, которые очень распространены в нашей республике (табл. 1).

Таблица 1. Аминокислотный состав предпочтительных продуктов с позиции адекватности требованиям геродиететики по ФАО/ВОЗ (в казеиновом комплексе) [1,2,3,4]

Наименование молочного сырья	Лизин, г/100 г казеина	Метионин+цистеин, г/100 г казеина	Фенилаланин+ тирозин, г/100 г казеина	Триптофан, г/100 г казеина	Гистидин, г/100 г казеина	Изолейцин, г/100 г казеина	Треонин, г/100 г казеина	Лейцин, г/100 г казеина	Валин, г/100 г казеина	Аргинин, г/100 г казеина	Аспарагиновая кислота, г/100 г казеина	Серин, г/100 г казеина	Глутаминовая кислота, г/100 г казеина	Пролин, г/100 г казеина	Глицин, г/100 г казеина	Аланин г/100 г казеина
Коровье	0,218	0,022	0,255	0,04	0,03	0,182	-	0,278	0,189	-	-	-	-	-	0,03	-
Кобылье	6,02 ± 0,14	4,7 ± 0,07	9,6 ± 0,14	1,34 ± 0,02	1,84 ± 0,05	5,0 ± 0,13	4,0 ± 0,08	7,6 ± 0,18	5,44 ± 0,12	5,0 ± 0,07	7,6 ± 0,11	4,5 ± 0,08	11,7 ± 0,17	4,6 ± 0,08	3,7 ± 0,06	5,0 ± 0,08
Верблюжье (бактриан)	6,67 ± 0,06	3,45 ± 0,02	5,39 ± 0,04	1,18 ± 0,01	2,67 ± 0,02	4,67 ± 0,08	5,59 ± 0,05	8,41 ± 0,07	6,03 ± 0,05	3,79 ± 0,05	6,24 ± 0,09	6,19 ± 0,04	13,3 ± 0,10	5,80 ± 0,05	3,80 ± 0,04	5,43 ± 0,05
Козье	8,2	2,8	11,3	1,2	3,1	6,1	4,9	9,2	7,2	4,1	7,1	6,3	22,4	11,3	-	-
Шкала ФАО/ВОЗ	5,5	3,5	6,0			4,0	4,0	7,0	5,0							

Выбор сырья, предполагаемого для производства геродиетических продуктов на молочной основе, определение его химического состава являются начальным этапом компьютерного моделирования рецептурных

композиции, сбалансированных по широкому ряду важнейших компонентов.

Методика проектирования рецептур геродиетических продуктов включает в себя несколько этапов, один из которых моделирование аминокислотный состав белка проек-

тируемого кисломолочного продукта в соответствии с методикой моделирования, приведенными данными в таблице 2.

Применительно к аминокислотному составу уравнение материального баланса принимает следующий вид:

$$A_i = \frac{\sum_{k=1}^n a_{ik} p_k x_k}{\sum_{k=1}^n p_k x_k}, \quad (1)$$

где:  $A_i$  – массовая доля  $i$ -й аминокислоты в белке моделируемой рецептуры, %;  $a_{ik}$  – массовая доля  $i$ -й аминокислоты в белке  $k$ -го ингредиента, %;  $p_k$  – массовая доля белка в  $k$ -м ингредиенте, %;  $x_k$  – массовая доля  $k$ -го ингредиента, %.

Исходными данными для выполнения этого этапа моделирования является аминокислотный состав сырья, выбранный, в качестве наиболее соответствующего требованиям геродиетического питания.

В результате моделирования аминокислотного состава получаем несколько базовых рецептурных композиций. В нашем случае это была творожная масса из верблюжьего и коровьего молока в соотношении 90:10, 20, 30. Выбор рецептур производился из 25 вариантов, распределенных по значению обобщенного показателя функции желательности Харрингтона[5]. Аминокислотный состав белка смоделированных рецептур, определенных по формуле 1, приведен в таблице 2[6].

Таблица 2. Аминокислотный состав оптимальных рецептурных композиций, г/100 г белка

Наименование аминокислот	Рецептурные композиции	
	№1	№2
Лейцин	8,66 г±0,2	9,58 г±0,2
Изолейцин	4,81 г±0,1	5,34 г±0,2
Лизин	6,72 г±0,2	7,32 г±0,2
Метионин	3,26 г±0,2	3,44 г±0,2
Фенилаланин + тирозин	5,72 г±0,2	7,39 г±0,2
Треонин	6,3 г±0,2	6,3 г±0,2
Триптофан	1,18 г±0,2	1,57 г±0,2
Валин	6,21 г±0,2	7,01 г±0,2

### Результаты и их обсуждение

Энергетический баланс организма поддерживается постоянством поступления энергии с пищевыми веществами и ее затратами

на обеспечение постоянной температуры тела, энергозависимых процессов (основной обмен), физическую активность (см.таблицу 3).

Таблица 3. Возрастные изменения суточного поступления и затрат энергии (по данным McGandy)

Возраст, лет	Калорийность пищи, ккал/сут	Энерготраты, ккал/сут	
		Велчина основного обмена	Иные
30	2716	1636	1175
40	2612	1545	1166
50	2415	1564	982
60	2280	1428	982
70	2259	1168	950
80	2006	1324	640

Энергетическая ценность продуктов обусловлена энергией отдельных нутриентов. Энергетическая ценность 1 г углеводов составляет 4 ккал, жиров – 9, белка – 4.

В соответствии с принципом геродиеттики относительно сохранения энергетического баланса организма целесообразно пос-

тепенно (по десятилетиям жизни) снижать энергоёмкость пищи. Если энергоёмкость в возрасте 20-30 лет принять за 100%, то в 31-40 лет необходимо снизить ее до 97, в 41-50 лет – до 94, в 51-60 лет – до 86, в 61-70 лет – до 79, а после 70 лет – до 69.

Поскольку как основной обмен, так и физическая активность при старении снижаются, то необходимо соответственно ограничивать поступление энергии с пищей. Белковая пища увеличивает основной обмен приблизительно на 40%, жировая на – 14%, углеводная - на 6%, смешанная – на 10%. Исходя из энергоёмкости основных нутриентов, очевидно, что лучше всего снизить поступление энергии за счет жирового компонента рациона. Несоблюдение этого принципа геродиететики повышает риск возникновения и прогрессирования ожирения, атеросклероза, сахарного диабета, гипертонической болезни. Очень часто эти заболевания развиваются одновременно и в комплексе.

Сравнительная оценка молочного сырья, приведенного в таблице 3, позволяет анализировать аминокислотный состав предпочтительных продуктов с позиции адекват-

ности требованиям геродиететики по ФАО/ВОЗ.

Верблюжье молоко как и кобылье имеет в своем составе 18 аминокислот из 20 известных. В коровьем молоке встречается только 9 из 20 аминокислот. А в козьем молоке 14 из 20 известных аминокислот.

Как видно из таблицы 1, качественный состав белков молока верблюдиц значительно отличается от молока кобыл и коров. Поэтому верблюжье молоко относится к альбуминовому типу. В среднем содержание белка в молоке показывает, что его концентрация зависит от породы животных [7].

Следует отметить, что дефицит триптофана в питании пожилых людей способствует продлению их жизни.

Рекомендуемые нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для людей преклонного и пожилого возраста приведены в таблице 4.

Таблица 4. Рекомендуемые суточные нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии

Пищевые вещества	Единицы измерения	Суточная потребность	
		Лица пожилого возраста (61-74 лет)	Лица преклонного возраста (75 лет и старше)
Энергия	кДж/ккал	9610/2300	7940/1900
Белки	г	85	75
Незаменимые аминокислоты:	г/100 г белка		
Продолжение таблицы 4			
Лейцин		7	7
Изолейцин		4	4
Лизин		5,5	5,8
Метионин+цистин		3,5	3,8
Фенилаланин + тирозин		6	6
Треонин		4	4
Триптофан		1	0,8
Валин		5	5

Исходя из данных, приведенных в табл. 4 можно вычислить коэффициент аминокислотной сбалансированности кисломолочного геродиетического продукта – коэффициент несоответствия имеет следующий вид:

$$K = \frac{M_{лиз} \times M_{трип}}{M_{мет+цист}} \quad (2)$$

где, K – коэффициент аминокислотного несоответствия, дол.ед. должен стремиться к 1;  $M_{лиз}$ ,  $M_{трип}$ ,  $M_{мет+цист}$  массовые доли метионина+цистина, лизина, триптофана, г/100 г белка.

В соответствии с формулой 2, были вычислены коэффициенты несоответствия, которые имеют следующие числа: \*по рецептуре №1 – 2,4, \*по рецептуре №2 – 2,5.

Данный коэффициент можно видеоизменить предложенной формализованной критерием (по формуле 3) аминокислотной сбалансированности белков геродиетических продуктов академиком Н.Н.Липатовым и С.Б.Юдиной, учитывая роль изолейцина, лейцина, фенилаланина и тирозина, как геронтологических конкурентов триптофана.

$$K = 0.059 \times \frac{M_{мет+цист}}{M_{лиз} \times C_{трип}} \times \sum_{j=1}^4 A_{jn}, \quad (3)$$

где: К - коэффициент аминокислотного соответствия, дол. ед.;  $M_{мет+цис.}$ ,  $M_{лиз.}$ ,  $M_{трип.}$  - массовые доли метионина+цистина, лизина, триптофана, г/100 г белка; С - скор триптофана в белке геродиетического продукта по отношению к эталону ФАО/ ВОЗ, дол. ед.;  $A_{jn}$  – массовые доли j-й аминокислоты в белке продукта, г/100 г белка. Индекс j отождествляется соответственно: 1 – изолейцин, 2 – лейцин, 3 – фенилаланин, 4 – тирозин [5].

Таким образом, исходя из формулы 3, можно вычислить следующие данные аминокислотной сбалансированности белков геродиетических продуктов:

Рецептура №1 – не выходит за рамки между 0,15-0,95.

Рецептура №2 – не входит за рамки между 0, 22-1,2.

На основании этого критерия (в идеале  $K = 1$ ) можно осуществить количественную оценку адекватности аминокислотного состава белка проектируемых геродиетических продуктов по специфике геродиетических требований.

Соотношение рецептурных компонентов этих кисломолочных продуктов (табл. 2) обеспечивает достаточно высокое содержание таких аминокислот, как лейцина, которая улучшает синтез мышечного белка и помогает сохранять мышечную ткань, лизина которая помогает организму усваивать железо и цинк, стимулирует выработку коллагена и поддерживает иммунную систему, фенилаланин+тирозина, которые являются составной частью функциональных центров, треонина, которая участвует в построении мышечного белка, росте скелетной мускулатуры, синтезе пищеварительных ферментов, иммунных белков и глицина, поддерживает должный протеиновый баланс в организме и валине который вместе с лейцином и изолейцином участвует в синтезе белка в мышечных клетках, снабжает их энергией и

подавляет катаболизм, выполняющих роль антиоксидантов.

#### **Заключение и выводы**

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что введение в верблюжье молоко порошка растительного компонента, продукта из травянистого растения повышает состав незаменимых аминокислот в приготовлении кисломолочных продуктов для геродиетического питания на 15 % от основного аминокислотного состава сырья.

Уравнения по материальному балансу могут быть использованы также и при определении сбалансированности жирового и углеводного состава. Расширение ассортимента и объема кисломолочной продукции на основе верблюжьего молока для геродиетического питания позволит удовлетворить потребность в использовании его в качестве профилактического продукта от разных болезней старческого возраста.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Сеитов К.С. Кумыс. Шубат. – Алматы, 2005 – 288 с;
2. Юдина С. Б. Технология геронтологического питания: Учебное пособие. — 2-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2017. — 232 с.
3. Что такое органические продукты? (What is organic food?) // [Электронный ресурс]. URL: <https://test.org.ua/usefulinfo/food/info/125> Дата обращения 21.12.2019
4. Просеков А.Ю., Курбанова М.Г. Анализ состава и свойств белков молока с целью использования в различных отраслях пищевой промышленности // Промышленная биотехнология, 2009. - №4. – С. 68а-71;
5. Харенко Е.Н., Яричевская Н.Н., Юдина С.Б. Технология функциональных продуктов для геродиетического питания: Учебное пособие. — СПб.:Издательство «Лань», 2019. — 204 с.
6. Иванов Д.И., Иванова Н.Н., Артюшкина Е.П. Минеральный состав корневого сельдерея как продукта функционального питания в зависимости от погодных условий // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 1 (135), 2016. – С. 23-27.
7. Диханбаева Ф.Т. Исследование химического состава верблюжьего молока // Новости науки Казахстана, №1. – 2010. – С. 100-106.