

Биохимический и пищевой инжиниринг Biochemical and food engineering

Научная статья
УДК 637.045
DOI: 10.14529/food230406

ХАРАКТЕРИСТИКА АМИНОКИСЛОТНОГО ПРОФИЛЯ МЯГКИХ СЫРОВ И ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

Л.А. Донскова, кафедра @list.ru
Н.В. Лейберова, nleyberova@mail.ru
М.И. Лукиных, m.lyku@mail.ru

Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Потребители, выбирая сыр, рассматривают его не только как источник жира, минеральных веществ и других полезных компонентов, но и как источник полноценного белка животного происхождения, что требует от производителей соблюдения требований к белковому компоненту в сыроделии. Это объясняет интерес к проведению исследований пищевой ценности мягких сыров в части биологической составляющей. На примере двух образцов мягких сыров, один произведен из козьего молока, проведена оценка химического состава и анализ аминокислотного профиля с оценкой его биологической ценности. Проведены расчеты аминокислотного сора и других критериев биологической ценности белка: коэффициента утилитарности аминокислотного состава, показателя сопоставимой избыточности и т. д. Исследования показали, что сыр из козьего молока обладает более высокими значениями, характеризующими содержание аминокислот, что согласуется с литературными данными. Вместе с тем установлены несоответствия по содержанию белка данным маркировки, а проведенные дальнейшие расчеты свидетельствуют о несбалансированности аминокислотного состава, что выражается наличием лимитирующих и избытком отдельных аминокислот. Отмечено, что белковые ингредиенты сыров не удовлетворяют современным требованиям биологической ценности продуктов. В анализируемой исходной белковой системе КРАС и коэффициент сопоставимой избыточности имеют достаточно высокие значения, в то время как величина биологической ценности и коэффициента утилитарности аминокислотного состава отличаются крайне низкими значениями. По мнению авторов, такие исследования, должны стать предметом интереса и производителей, что даст возможность корректировки состава и приведения белковой составляющей в соответствии с современными представлениями о питании.

Ключевые слова: мягкие сыры, козье молоко, характеристика, белок, количество, аминокислотный профиль, скор, биологическая ценность

Для цитирования: Донскова Л.А., Лейберова Н.В., Лукиных М.И. Характеристика аминокислотного профиля мягких сыров и оценка биологической ценности // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2023. Т. 11, № 4. С. 55–64. DOI: 10.14529/food230406

Original article
DOI: 10.14529/food230406

CHARACTERISTICS OF AMINO ACID PROFILE OF SOFT CHEESE AND ASSESSMENT OF BIOLOGICAL VALUE

L.A. Donskova, *cafedra@list.ru*
N.V. Leiberova, *nleyberova@mail.ru*
M.I. Lukinykh, *m.lyku@mail.ru*

Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

Abstract. When choosing cheese, consumers consider it not only as a source of fat, minerals and other useful components, but also as a source of complete protein of animal origin, which requires manufacturers to comply with the requirements for the protein component in cheese making. This explains the interest in conducting research on the nutritional value of soft cheeses, in terms of the biological component. On the example of two samples of soft cheeses, one made from goat's milk, an assessment of the chemical composition and analysis of the amino acid profile with an assessment of its biological value was carried out. Calculations of the amino acid score and other criteria of the biological value of the protein were carried out: the utility coefficient of the amino acid composition, the indicator of comparable redundancy, etc. Studies have shown that goat milk cheese has higher values characterizing the content of amino acids, which is consistent with the literature data. At the same time, inconsistencies in protein content with labeling data were established, and further calculations indicate an imbalance in the amino acid composition, which is expressed by the presence of limiting and an excess of individual amino acids. It is noted that the protein ingredients of cheeses do not meet modern requirements for the biological value of products. In the original protein system being analyzed, CRAS and the coefficient of comparable redundancy have rather high values, while the value of the biological value and the coefficient of utility of the amino acid composition are extremely low. According to the authors, such studies should also be of interest to manufacturers, which will make it possible to adjust the composition and bring the protein component in accordance with modern ideas about nutrition.

Keywords: soft cheeses, goat's milk, characteristics, protein, quantity, amino acid profile, amino acid score, biological value

For citation: Donskova L.A., Leiberova N.V., Lukinykh M.I. Characteristics of amino acid profile of soft cheese and assessment of biological value. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2023, vol. 11, no. 4, pp. 55–64. (In Russ.) DOI: 10.14529/food230406

Введение

В структуре ассортимента продукции рынка молока и молочных продуктов доминирует молоко и кисломолочные продукты, второе место принадлежит сырам и творогу, далее следует мороженое и масло коровье [1].

Обладая высокими показателями пищевой ценности и неповторимыми органолептическими показателями, которые в совокупности и определяют уникальность сыров, они давно уже зарекомендовали себя как неотъемлемая часть рациона людей в разных странах мира.

Российские потребители также ценят этот продукт. Разработанная Минздравом РФ рациональная норма потребления по сыру составляет 7 кг/чел./год. Достигнув рекомен-

дуемого уровня потребления в 2021 году – 6,1 кг/чел. (для сравнения, в 2017 году 4,4 кг/чел.), Россия все же отстает от других стран по данному показателю. Основным потребителем сыра является Дания, уровень потребления в стране составляет 28,1 кг сыра на душу населения. Вторым по величине потребителем является Исландия, за которой следует Финляндия, потребляющие 27,7 и 27,3 кг сыра на душу населения соответственно. Франция внимательно следит за потреблением сыров, придерживаясь уровня 27,2 кг сыра на душу населения [2].

Для проведения исследований были выбраны мягкие сыры. Особенности производства мягких сыров и перспективы их роста в современных условиях подробно рассмотре-

ны в работах Остроумова Л.А. с соавторами [3]. Мягкие сыры подразделяются на несколько групп, критериями отнесения сыра к классификационной группе являются тип свертывания молока, используемые бактериальные препараты, условия созревания и другие факторы. Мягкие сыры вырабатывают преимущественно из коровьего молока. Однако активизация производства [4–6], ценные свойства и важная характеристика в сыроделии – сыропригодность способствовали появлению на рынке мягких сыров из козьего молока. Анализ публикационной активности свидетельствует о высоком уровне интереса со стороны ученых и практиков к производству сыров, в том числе мягких сыров из козьего молока [5]. Изучению научно-практических аспектов использования козьего молока, в том числе в производстве сыров, посвящены труды Вобликовой Т.В. [7], Щетининой Е.М., Гавриловой Н.Б. [8], Сунунчева О.А. [9] и других исследователей, внесших значительный вклад в развитие производства продуктов из козьего молока. Исследовательскими работами доказано, что сыры из козьего молока обладают высокими потребительскими свойствами и высокой пищевой ценностью и могут быть рекомендованы для питания в качестве специализированных продуктов, и вопросы качества и безопасности не вызывают сомнений, так как их соответствие подтверждено результатами исследований 3–5-кратной повторностью [8].

С древнейших времен сыр ценится за высокое содержание важнейших пищевых веществ, необходимых для нормального развития организма человека, за легкость и длительность хранения, за неповторимые вкус и запах. Признавая сыр как высокопитательный, биологически полноценный и легкоусвояемый продукт, мировая наука о питании рассматривает сыр как незаменимый и обязательный компонент рациона человека. Российскими учеными при рассмотрении связи между объемами потребления сыра и показателями долголетия выявлена тесная положительная корреляционная связь между потреблением на душу населения и ожидаемой продолжительностью жизни и получены уравнения регрессии, показывающие, что увеличение душевого потребления сыра на 1 кг соответствует увеличению продолжительности жизни в среднем на 0,4 года [10]. Сыр реко-

мендован как продукт функционального питания для людей пожилого возраста [7].

Потребительские свойства сыров и в частности пищевая ценность полно и подробно представлены в учебной и научной литературе по технологии, товароведению и экспертизе [11–13]. Нами выделена одна из важнейших составляющих пищевой ценности сыров – его биологическая составляющая, определяемая высоким содержанием белка до 25 %, биологическая ценность которого является важным критерием качества и пищевой ценности пищевого продукта [14]. Сегодня 78 % потребителей считают, что употребление сыра – это хороший способ добавить белок в свой рацион. Растущий спрос на богатые белком продукты питания и большая осведомленность о пользе сыров, являются важными факторами, способствующими росту рынка. Белки являются основным источником азота и незаменимых аминокислот, которые необходимы организму для синтеза белка, чтобы обеспечить, например, рост, поддержание и физиологические функции организма человека. Все аминокислоты важны для синтеза и функционирования мышечной ткани и органов, а также для ферментов, гормонов и иммунной системы. Дефицит белка может стать причиной ослабления иммунитета, ухудшения памяти, снижения умственной активности. Кроме того, белки, в отличие от жиров и углеводов, не откладываются и не хранятся в организме, поэтому его количество необходимо постоянно пополнять, употребляя определенные продукты. Более подробная информация о белке и аминокислотах и значении на протяжении всего жизненного цикла организма человека приведена в отечественной и зарубежной литературе [15–19].

Поэтому важнейшая задача, которая стоит перед производителями – обеспечить необходимый уровень белка в производимых продуктах и не допустить его снижения.

Формирование и сохранение уникальных свойств сыров требуют от производителей соблюдения всех существующих правил сыроварения, начиная от приемки молока и проверки его на сыропригодность и завершая контролем процесса созревания, несоблюдение которых приводит к потере ценных составных частей сыров, прежде всего белка, замена молочного жира другими видами немолочных жиров (пальмовое, кокосовое, маргарин и т. п.) без внесения соответствующей

информации в маркировку уже представляет собой одну из разновидностей фальсификации – квалиметрическую.

Авторы статьи отмечают, что реализуемые сыры, в том числе мягкие сыры не всегда соответствуют предъявляемым требованиям и достаточно часто попадают в «черный список» Роспотребнадзора, Роскачества и Росконтроля. Поэтому определение химического состава, пищевой и биологической ценности в частности, производимых и реализуемых мягких сыров, на наш взгляд, является темой актуальной и представляет научно-практический интерес.

В связи с чем целью исследований явилось исследование аминокислотного профиля некоторых образцов мягких сыров, изготовленных в промышленных условиях, оценка его биологической ценности и сравнительная характеристика в зависимости от вида используемого молока.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований явились мягкие сыры – два образца, характеристика которых представлена в табл. 1. Мы не указываем производителей исследуемых образцов, соблюдая этичность и не нарушая основных положений рекламы, наша задача была исследовать и найти ответ на вопрос – производятся и реализуются сыры, которые обладают уникальными свойствами, описанными в классических учебниках товароведения и технологии сыров, представляющие источник полноценного белка, содержащего все незаменимые аминокислоты.

Сведения о составе и пищевой ценности

приведены согласно данным производителя. В маркировке допущены грубые нарушения. Так, в составе образца № 2 не указана видовая принадлежность используемого молока, анализ данных по производителю позволил установить, что используется коровье молоко.

В качестве теоретической базы использованы публикации отечественных и зарубежных ученых аналитического характера, справочная информация по химическому составу сырья и готовой продукции, в качестве методов – синтез и сравнительный анализ.

При проведении исследований для определения массовой доли белка, жира и аминокислотного состава использовали ГОСТ 25179-2014 «Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка», ГОСТ Р 51457 «Сыр и сыр плавленый. Гравиметрический метод определения массовой доли жира». СОП «Определение аминокислотного состава методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с предколоночной дериватизацией агентами ОРА и ФМОС в пищевых продуктах» ИЦ ФГБНУ «ВНИИМП им В.М. Горбатова».

Для качественной оценки аминокислотного профиля использовали расчетные методы, предложенные различными авторами [20–22].

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС) рассчитывали по формуле:

$$\text{КРАС} = \frac{\sum \Delta \text{РАС}}{n}, \quad (1)$$

где n – количество незаменимых аминокислот; $\Delta \text{РАС}$ – различие аминокислотного сора аминокислоты, который определяется по формуле:

$$\Delta \text{РАС} = C_i - C_{\min}, \quad (2)$$

Таблица 1

Образец № 1	Образец № 2
Мягкий сливочный сыр из козьего молока	Мягкий сливочный сыр с белой плесенью «Бри»
Состав: молоко козье цельное, масло сливочное из коровьего молока, концентрат молочного белка, термофильные и мезофильные заквасочные микроорганизмы, соль, молокосвертывающий ферментный препарат животного происхождения, уплотнитель хлорид кальция	Состав: молоко цельное, молоко обезжиренное, термофильные и мезофильные заквасочные микроорганизмы, культура <i>Pinicilium candidum</i> , соль поваренная пищевая, молокосвертывающий ферментный препарат животного происхождения, уплотнитель хлорид кальция
Пищевая ценность: Калорийность: 290 Белки: 13,5 Жиры: 25 Углеводы: 2,4	Массовая доля жира в сухом веществе 45 %. Пищевая ценность в 100 г продукта: жиров – 20,6 г, белков – 19,2 г. Энергетическая ценность (калорийность) в 100 г: 1100 кДж (260 ккал)

где C_i – избыток сора i -й незаменимой аминокислоты, %; C_{\min} – минимальный скор незаменимой аминокислоты оцениваемого белка по отношению физиологической нормы (эталону).

Биологическую ценность пищевого белка (БЦ) определяли по формуле:

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}. \quad (3)$$

Коэффициент утилитарности аминокислотного состава ($K_{\text{уас}}$) рассчитывали по формуле:

$$K_{\text{уас}} = A_{\min} / A_j, \quad (4)$$

где A_{\min} – минимальный скор незаменимых аминокислот оцениваемого белка по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), % или доли ед.

Коэффициент сопоставимой избыточности (G) рассчитывали по формуле:

$$G = \sum_{j=1}^k (A_j - C_{\min} \times A_{ej}) / C_{\min}. \quad (5)$$

Экспериментальные данные обработаны методами математической статистики с использованием программы Excel.

Результаты исследований и обсуждение

В результате исследований были определены показатели содержания белка и жира, которые представлены в табл. 2.

Установлено, что по содержанию жира образцы соответствуют классическому представлению сыров как источника молочного жира, имеющиеся расхождения: фактическое значение на 1,8 % выше в первом образце и на 8,0 % выше во втором образце не снижают его пищевую ценность, но вводят в заблуждение потребителей, для которых важной является величина энергетической ценности. Особую тревогу вызывает значительное расхождение в белке с маркировочными данными. В маркировке образца № 1 в информации о пищевой ценности заявлено содержание белка 13,5 %, фактическое количество составило 5,83 %, что почти более чем в два раза меньше. Во втором образце фактическое содержание почти в два раза меньше в сравнении с

заявленной производителем величиной в маркировке 19,2 %.

На втором этапе исследовали аминокислотный состав образцов, в результате которого были идентифицированы аминокислоты, всего 16, аминокислотный профиль образцов представлен в табл. 3.

Установлено, что белки исследуемых образцов сыров содержат 13 незаменимых аминокислот (триптофан не определяли), идентифицированы три заменимых аминокислоты.

Был выполнен расчет соответствия структуры аминокислотного профиля исследуемых образцов сыров рекомендациям ФАО/ВОЗ, результаты расчета аминокислотного сора для всех незаменимых аминокислот белка исследуемых сыров приведены в табл. 4. В 2011 году рекомендациями ФАО гистидин был включен в формулу «идеального белка» [18].

Установлено наличие лимитирующей аминокислоты в образцах – суммы аминокислот метионина и цистина 78,3 и 30,4 % соответственно. Однако отмечено, что в образцах лизин, гистидин, сумма аминокислот фенилаланина и тирозин содержатся в избытке по сравнению с пищевыми потребностями в аминокислотах в диапазоне от 160,0% (лизин в первом образце) до 224,4 % (фенилаланин + тирозин в первом образце).

Вопросы биологической ценности белка не ограничиваются изучением только аминокислотного состава, они связаны и с усвояемостью и степенью переваримости, другими характеристиками. Сегодня наука предлагает различные методы оценки качества белковой составляющей.

Для более полной оценки качественного состава белка рассчитывали коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС), биологическую ценность, коэффициент утилитарности, коэффициент сопоставимой избыточности [20–22], обобщающая сравнительная характеристика белкового компонента исследуемых сыров представлена в табл. 5.

Таблица 2

Показатель	Образец 1	Образец 2
	мягкий сливочный сыр из козьего молока	мягкий сливочный сыр с белой плесенью «Бри»
Массовая доля белка, %	5,83 ± 0,03	9,44 ± 0,03
Массовая доля жира, %	26,8 ± 0,02	29,43 ± 0,04

Таблица 3

Аминокислоты	Сыр мягкий сливочный из козьего молока		Сыр мягкий сливочный с белой плесенью «бри»	
	Количество			
	мг	%	мг	%
<i>Незаменимые:</i>				
изолейцин	234,0	5,2	413,0	4,3
лейцин	437,0	9,8	753,0	8,0
лизин	483,0	11,0	839,0	8,9
метионин	50,0	1,1	44,0	0,5
цистин	30,0	0,7	14,0	0,2
фенилаланин	231,0	5,2	430,0	4,6
тирозин	179,0	4,0	354,0	3,8
треонин	187,0	4,2	372,0	3,9
валин	280,0	6,2	458,0	4,8
гистидин	140,0	3,1	255,0	2,7
аргинин	281,0	6,2	641,0	6,8
аланин	174,0	3,8	447,0	4,7
пролин	413,0	9,2	1219,0	12,9
<i>Сумма незаменимых аминокислот</i>	<i>3119,0</i>	<i>69,7</i>	<i>6239,0</i>	<i>66,1</i>
<i>Заменимые:</i>				
аспаргиновая	302,0	6,8	595,0	6,3
серин	229,0	5,1	427,0	4,5
глутаминовая	670,0	15,0	1425,0	15,0
глицин	153,0	3,4	762,0	8,1
<i>Сумма заменимых аминокислот</i>	<i>1354,0</i>	<i>30,3</i>	<i>3209,0</i>	<i>33,9</i>
<i>Общая сумма аминокислот</i>	<i>4473,0</i>	<i>100,0</i>	<i>9448,0</i>	<i>100,0</i>

Таблица 4

Аминокислота	Рекомендации ФАО 2011		Белок образца № 1		Белок образца № 2	
	A ¹	C ²	A	C	A	C
Валин	5,0	100	6,2	124,0	4,8	96,0
Гистидин	1,6	100	3,1	193,8	2,7	168,8
Изолейцин	3,0	100	5,2	173,3	4,3	143,3
Лейцин	6,1	100	9,8	160,6	8,0	131,2
Лизин	4,8	100	11,0	229,2	8,9	185,5
Метионин + цистин	2,3	100	1,8	78,3	0,7	30,4
Треонин	2,5	100	4,2	168,0	3,9	156,0
Фенилаланин + тирозин	4,1	100	9,2	224,4	8,4	204,9
<i>Сумма незаменимых аминокислот</i>	<i>29,4</i>	<i>100</i>	<i>50,5</i>	<i>171,8</i>	<i>41,7</i>	<i>141,8</i>

¹ А – содержание незаменимой кислоты, г/100 г белка;

² С – аминокислотный скор незаменимой аминокислоты; %.

Таблица 5

Показатель	Образец № 1	Образец № 2
Общая сумма аминокислот, мг	4473,0	9448,0
Сумма незаменимых аминокислот	3119,0	6239,0
Сумма заменимых аминокислот	1354,0	3209,0
Аминокислотный скор	171,8	141,8
Коэффициенты различия аминокислотного скор, %	90,6	92,5
Биологическая ценность исследуемого белка, %	9,45	7,5
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава	0,46	0,37
Показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот	0,35	0,51

Расчет КРАС показал, что 90,6 % в первом образце и 92,5 % во втором образце представляют собой избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды, а биологическая ценность исследуемого белка составляет всего 9,5 и 7,5 % соответственно (по формуле: $100 - \text{КРАС}$, %).

Соответствующие расчеты по формулам [20, 21] позволили определить значение обобщающего коэффициента утилитарности аминокислотного состава белка продукта, оно равно 0,46 и 0,37, и показатель сопоставимой избыточности для исследуемого белка составил 0,35 и 0,51 соответственно.

Сравнивая полученные коэффициенты биологической ценности: чем меньше значения КРАС и коэффициента сопоставимой избыточности и выше величины биологической ценности и коэффициента утилитарности аминокислотного состава, тем более высоким качеством обладает исходная система продукта, нами отмечено, что белковые ингредиенты сыров не удовлетворяют современным требованиям биологической ценности продуктов. В анализируемой исходной белковой системе КРАС и коэффициент сопоставимой избыточности имеют достаточно высокие значения, в то время как величина биологической ценности и коэффициента утилитарности аминокислотного состава отличаются крайне низкими значениями.

Используя методику уточненного расчета биологической ценности пищевых продуктов и рационов путем определения их аминокислотного числа с поправкой на усвояемость белка (PDCAAS), предлагаемую зарубежными авто-

рами [19], получили значения для белков исследуемых сыров, которые показаны в табл. 6.

Сравнивая полученные нами результаты с данными Гавриловой Н.Б. и Щетининой Е.М. [8], отмечаем принципиальные различия в аминокислотном профиле мягких сыров, в частности по содержанию таких незаменимых аминокислот, как лизин, суммы аминокислот: лейцин + изолейцин, валин, содержание которых в наших исследованиях почти в два и более раза меньше. Безусловно, представляет интерес сравнительная характеристика аминокислотного профиля сыра из козьего молока с данными, полученными другими авторами, исследовавшими состав козьего молока и продуктов из него, включая мягкие сыры. Однако провести такой анализ представляется затруднительным из-за наличия многочисленных факторов, которые оказывают влияние на химический состав и аминокислотный профиль конечного продукта, начиная от породы животных и завершая методами исследования белкового компонента, включая различия в технологии производства сыров.

Заключение

Основные выводы по результатам исследований заключаются в следующем.

Сыры, в том числе мягкие сыры, рассматриваются как источник полезных веществ, среди которых белковая составляющая является одной из важнейших, представляя источник полноценного белка животного происхождения и обеспечивая поступление в организм ряда важнейших аминокислот. Именно по белковой композиции, по аминокислотному профилю можно судить о полезности продукта. Недостаток животного белка, отли-

Таблица 6

Образцы	Лимитирующая аминокислота	Аминокислотный скор	Усвояемость белка, % [11, 12, 14]	Показатель PDCAAS, %
Сыр мягкий сливочный из козьего молока	Метионин + цистин	0,78	98,0	76,4
Сыр мягкий сливочный с белой плесенью «бри»	Метионин + цистин	0,30		29,4

чающегося высокой биологической ценностью, может привести к нарушению баланса в организме, который будет выражаться в распаде белков органов тканей, снижению иммунитета. Поэтому осуществление контроля за количественным и качественным составом белковой композиции со стороны производителя является одной из форм обеспечения биологической ценности продукта.

В наших исследованиях результаты свидетельствуют о том, что аминокислотный состав представлен комплексом незаменимых аминокислот, позволяющим обеспечивать биологическую полноценность продукта. Исходная белковая композиция мягкого сыра из козьего молока несколько выше в сравнении с сыром из коровьего молока, что согласуется с

имеющимися данными о ценности продуктов из него. Однако отмечено, что аминокислотный состав не сбалансирован в образцах сыров, и аминокислотный профиль не соответствует современным представлениям о питании, что обусловлено и наличием лимитирующих аминокислот, прежде всего суммы «метионин + цистин», а также избытком некоторых аминокислот, что также не является благоприятным фактором для организма человека. Большую тревогу вызывает факт значительного расхождения количественного содержания белка в исследуемых сырах, считаем ситуацию критической и достаточно распространенной на рынке пищевых продуктов, что требует повышения ответственности производителей за качество производимой продукции.

Список литературы

1. Николаева М.А. Рынок молочных товаров: состояние и перспективы развития // Индустрия питания | Food Industry. 2018. Т. 3, № 3. С. 78–85. DOI: 10.29141/2500-1922-2018-3-3-12.
2. Устойчивая сырьевая база как фактор конкурентоспособности предприятий сыроделия / С.В. Панасенко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52, № 4. С. 706–717. DOI: 10.21603/2074-9414-2022-4-2400.
3. Остроумов Л.А., Смирнова И.А., Захарова Л.М. Особенности и перспективы производства мягких сыров // Техника и технология пищевых производств. 2015. Т. 39, № 4. С. 80–86.
4. Ерохин А.И., Карасев Е.А., Ерохин С.А. Динамика поголовья коз и производства козьего молока и мяса в мире и в России // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 4. С. 22–25.
5. Молоко коз как дополнительный источник сырья для альтернативных технологий пищевых продуктов / А.Г. Храмов, Т.В. Вобликова, В.Ю. Котова, Н.О. Ионова // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № 3(19). С. 82–88.
6. Сафина А.К., Гайнуллина М.К. Молочное козоводство: значение, состояние и перспективы развития в России // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2022. Т. 250, № 2. С. 208–213. DOI: 10.31588/2413_4201_1883_2_250_208
7. Вобликова Т.В. Исследование аминокислотного профиля козьего молока и влияние процесса ферментации на содержание свободных аминокислот // Современная наука и инновации. 2019. № 2. С. 101–107. DOI: 10.33236/2307-910X-2019-2-26-101-107
8. Гаврилова Н.Б., Щетинина Е.М. Козье молоко – биологически полноценное сырьё для специализированной пищевой продукции // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 1. С. 66–75.
9. Суюнчев О.А. Технология сыров из козьего молока: монография. Ставрополь: СевКавГТУ, 2006. 164 с.

10. Рациональные нормы потребления сыра в аспекте долголетия / С.В. Панасенко, А.Л. Таточенко, Н.М. Сурай и др. // Сыроделие и маслоделие. 2022. № 3. С. 42–45.
11. Гудков А.В. Сыроделие: технические, биологические и физико-химические аспекты. М.: ДеЛи принт, 2003. 800 с.
12. Диланян З.Х. Сыроделие. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 280 с.
13. Скотт Р., Робинсон Р.К., Уилби Р.А. Производство сыра: научные основы технологии. СПб.: Профессия, 2005. С. 342.
14. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. чл.-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.
15. Гальченко А.В., Морозова Л.Д., Залетова Т.С. Оценка потребности в белке и аминокислотах, исходя из биосинтетических потребностей и показателей азотистого баланса // Вопросы диетологии. 2017. Т. 7, № 2. С. 64–68. DOI: 10.20953/2224-5448-2017-2-64-68
16. Лысыков Ю.А. Аминокислоты в питании человека // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2012. № 2. С. 88–105.
17. Adhikari S., Schop M., Imke J. M. de Boer, Huppertz T. Protein Quality in Perspective: A Review of Protein Quality Metrics and Their Applications // *Nutrients*. 2022, 14, 947. URL: <https://doi.org/10.3390/nu14050947> (дата обращения: 25.04.2023).
18. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: report of an FAO Expert Consultation. Rome: FAO, 2013. 76 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf>. (дата обращения: 25.04.2023).
19. Matej Brestenský, Soňa Nitrayová, Peter Patráš. Wheat Germs and their Protein Quality for Human Nutrition // *Nutri Food Sci Int J*. 2019. 002 8(5): 555746. DOI: 10.19080/NFSIJ.2019.08.555746
20. Определение перевариваемости белков, биологической и энергетической ценности сыра «Клинковский» / Д.Н. Василевский, А.В. Мамаев, Н.Д. Родина и др. // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Технические науки. 2015. 9 (18). С. 8–12.
21. Донскова Л.А., Зуева О.Н. Белковый компонент как показатель функционального назначения и качества мясных продуктов: характеристика и методология оценки // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. № 3(38). С. 73–79.
22. Tome D. Criteria and markers for protein quality assessment – a review // *Br J Nutr*. 2012; 108 (Suppl 2): S222–S229.

References

1. Nikolayeva M.A. Rynok Molochnykh Tovarov: Sostoyaniye i Perspektivy Razvitiya. *Industriya pitaniya / Food Industry*, 2018, vol. 3, no. 3, pp. 78–85. DOI: 10.29141/2500-1922-2018-3-3-12.
2. Panasenko S.V. Sustainable Raw Material Base as a Factor of Competitiveness of Cheese-Making Enterprises. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2022, vol. 52, no. 4, pp. 706–717. (In Russ.) DOI: 10.21603/2074-9414-2022-4-2400
3. Ostroumov L.A., Smirnova I.A., Zakharova L.M. Characteristics and prospects of soft cheese production. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 39, no. 4, pp. 80–86 (In Russ.)
4. Erohin A.I. Karasev E.A., Erohin S.A. Dynamics of goat population and production goat's milk and meat in the world and in Russia. *Ovcy, kozy, sherstjanoje delo* [Sheep, goats, wool business], 2020, no. 4, pp. 22–25.
5. Hramcov A.G., Voblikova T.V., Kotova V.Ju., Ionova N.O. Milk of goats as an additional source materials for alternative technologies of food products. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*, 2015, no. 3(19), pp. 82–88. (In Russ.)
6. Safina A.K., Gajnullina M.K. Dairy goat breeding: significance, state and prospects of development in Russia. *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.Je. Baumana* [Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine], 2022, vol. 250, no. 2, pp. 208–213. (In Russ.) DOI: 10.31588/2413_4201_1883_2_250_208
7. Voblikova T.V. The research of the amino-acid profile of goat milk and impact of process of fermentation on the content of free amino acids. *Modern Science and Innovations*, 2019, no. 2, pp. 101–107. (In Russ.) DOI: 10.33236/2307-910X-2019-2-26-101-107
8. Gavrilova N.B., Shhetinina E.M. Goat's milk – biologically full-grade raw materials for specialized food products. *Storage and Processing of Farm Products*, 2019, no. 1, pp. 66–75. (In Russ.)
9. Suyunchev O.A. *Tehnologiya syrov iz koz'ego moloka* [Technology of goat milk cheeses]. Stavropol', 2006. 164 p.

10. Panasenko S.V., Tatochenko A.L., Suraj N.M., Terehova A.A., Belova Ju.N. Rational norm of cheese in the aspect of longevity. *Syrodelie i maslodolie* [Cheese and butter production], 2022, no. 3, pp. 42–45.
11. Gudkov A.V. *Syrodelie: tehnicheckie, biologicheskie i fiziko-himicheskie aspekty* [Cheese making: technical, biological and physico-chemical aspects]. Moscow, 2003. 800 p.
12. Dilanyan Z.H. *Syrodelie* [Cheese making]. Moscow, 1984. 280 p.
13. Skott R., Robinson R.K., Uilbi R.A. *Proizvodstvo syra: nauchnye osnovy tehnologii* [Cheese production: scientific basis of technology]. St. Petersburg, 2005, p. 342.
14. Tutel'yan V.A. (Ed.) *Himicheskij sostav rossijskih pishhevyyh produktov* [Chemical composition of Russian food products]. Moscow, 2002. 236 p.
15. Galchenko A.V., Morozova L.D., Zaletova T.S. Evaluation of protein and amino acid requirements, based on biosynthetic needs and nitrogen balance parameters. *Vopr. dietol. (Nutrition)*, 2017, vol. 7, no. 2, pp. 64–68. (In Russ.). DOI: 10.20953/2224-5448-2017-2-64-68
16. Lysikov Ju.A. Aminokisloty v Pitanii cheloveka. *Ekspierimental'naia i klinicheskaja gastroenterologija = Experimental & clinical gastroenterology*, 2012, no. 2, pp. 88–105.
17. Adhikar, S., Schop M., Imke J.M. de Boer, Huppertz T. Protein Quality in Perspective: A Review of Protein Quality Metrics and Their Applications. *Nutrients* 2022, 14, 947. URL: <https://doi.org/10.3390/nu14050947> (accessed: 25.04.2023).
18. *Dietary Protein Quality Evaluation in Human Nutrition: Report of an FAO Expert Consultation*. Rome: FAO, 2013. 66 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf>. (accessed: 25.04.2023).
19. Matej Brestenský, Soňa Nitrayová, Peter Patráš. Wheat Germs and their Protein Quality for Human Nutrition. *Nutri Food Sci Int J.*, 2019. 002 8(5): 555746. DOI: 10.19080/NFSIJ.2019.08.555746
20. Vasilevskij D.N., Mamaev A.V., Rodina N.D., Sergeeva E. Ju., Izotov V.V. Determination of protein digestibility, biological and energy value of cheese «Klinkovsky». *Evrasijskij Sojuz Uchenyh (ESU). Tehnicheckie nauki* [International scientific research journal «Eurasian Union of Scientists». Technical science], 2015, vol. 9 (18), pp. 8–12.
21. Donskova L.A., Zueva O.N. Protein components as indicator functionality and quality of meat product: characteristic and evaluation methodology. *Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyyh produktov* [Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs], 2016, no. 3(38), pp. 73–79. (In Russ.)
22. Tome D. Criteria and Markers for Protein Quality Assessment – a Review. *Br J Nutr*, 2012; 108 (Suppl 2): S222–S229.

Информация об авторах

Донскова Людмила Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры управления качеством и экспертизы товаров и услуг, Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия, cafedra@list.ru

Лейберова Наталия Викторовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления качеством и экспертизы товаров и услуг, Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия, nleyberova@mail.ru

Лукиных Михаил Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия, m.lyku@mail.ru

Information about the authors

Lyudmila A. Donskova, candidate of agricultural sciences, assistant Professor of the Department of quality management and examination of goods and services, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia, cafedra@list.ru

Natalia V. Leiberova, candidate of technical sciences, assistant Professor of the Department of quality management and examination of goods and services, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia, nleyberova@mail.ru

Mikhail I. Lukinykh, doctor of agricultural sciences, professor, leading researcher Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia, m.lyku@mail.ru

Статья поступила в редакцию 25.07.2023

The article was submitted 25.07.2023