

УДК 636.3

Т. В. Вобликова [Т. V. Voblikova]¹О. В. Кригер [O. V. Kriger]²**ОВЕЧЬЕ МОЛОКО – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ СЫРЬЕВОЙ РЕСУРС ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ****SHEEP MILK – THE POTENTIAL RAW RESOURCE FOR DEVELOPMENT OF PRODUCTION OF FUNCTIONAL FOOD**¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь, Россия² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, Россия, e-mail: tppshp@mail.ru

Аннотация. Качество овечьего молока имеет первостепенное значение для качества производимых из него молочных продуктов. В обзорной статье представлены факторы, влияющие на качество молока овец и молочной продукции. Некоторые из этих факторов, таких как генотип овец, трудно контролировать, но другие факторы окружающей среды, такие как питание и управление дойным стадом, возможно, регулировать для производства высококачественного молока.

Материалы и методы. В статье рассмотрены характеристики и преимущества овечьего молока, как потенциального источника сырья для производства функциональных продуктов. Белковая часть оказывает большое влияние на пищевую и технологическую ценность молока. Овечье молоко богато казеином (от 4,2 до 5,2 г / 100 г) и сывороточными белками (от 1,02 до 1,3 г / 100 г). Казеиновая часть овечьего молока составляет около 80% общего молочного белка. Казеин не является однородным белком. Он состоит из 4 фракций: α-S1-казеина (6,7%), α-S2-казеина (22,8%), β-казеина (61,6%) и κ-казеина (8,9%). В молоке коз и овец находится существенное количество экзогенных аминокислот, которые полностью покрывают потребность человека в этих аминокислотах. Овечье молоко обладает особым вкусом и ароматом. Отличительный аромат формируется в молоке овец из-за содержания жирных кислот, которые ответственны за этот уникальный букет. Овечье молоко содержит значительное количество насыщенных жирных кислот, таких как капроновая (C 6:0), каприловая (C 8:0) и каприновая (C 10:0) кислоты. Овечий молочный жир содержит один из самых высоких уровней конъюгированной линолевой кислоты (0,65 г конъюгированной линолевой кислоты / 100 г жирных кислот). В овечьем молоке среднее содержание мононенасыщенных 21 г / 100 г жирных кислот и полиненасыщенных жирных кислот составляет 4,7 г / 100 г жирных кислот.

Результаты и заключение. В обзорной статье представлены факторы, влияющие на качество молока овец и молочной продукции. Некоторые из этих факторов, таких как генотип овец, трудно контролировать, но другие факторы окружающей среды, такие как питание и управление дойным стадом, возможно, регулировать для производства высококачественного молока. В статье рассмотрены характеристики и преимущества овечьего молока, как потенциального источника сырья для производства функциональных продуктов.

Ключевые слова: овечье молоко, молочные продукты, функциональные свойства, свойства.

Abstract. The quality of sheep milk has paramount value for quality of the dairy products produced from it. The factors affecting quality of milk of sheep and dairy products are presented in the review article. Some of these factors, such as genotype of sheep, it is difficult to control, but other factors of the environment, such as food and management of milch herd, perhaps, to regulate for production of high-quality milk. In article characteristics and advantages of sheep milk as potential source of raw materials for production of functional products are considered.

Materials and methods. Proteinaceous part has a great influence on nutrition and technological value of milk. Sheep milk is rich with casein (from 4.2 to 5.2 g / 100 g) and serumal proteins (from 1.02 to 1.3 g / 100 g). Casein part of sheep milk makes about 80% of the general milk protein. Casein is not uniform protein. It consists of 4 fractions: α-S1-kazeina (6.7%), α-S2-kazeina (22.8%), β-casein (61.6%) and κ-casein (8.9%). In milk of goats and sheep there is an essential amount of exogenous amino acids which completely cover need of the person for these amino acids. Milk of sheep has a sweet and soft aroma. The distinctive aroma is observed in milk of sheep because of levels of fatty acid who are responsible for this unique bouquet. Sheep milk contains a significant amount of saturated fatty acids, such as kapron (C 6:0), kaprilovy (C 8:0) and kaprinovy (C 10:0) acids. Sheep milk fat contains one of the highest levels of the conjugated linoleic acid (0.65 g of the conjugated linoleic acid / 100 g of fatty acids). In sheep milk the average content of monounsaturated 21 g / 100 g of fatty acids and polyunsaturated fatty acids make 4.7 g / 100 g of fatty acids.

Results and conclusion. The factors affecting quality of milk of sheep and dairy products are presented in the review article. Some of these factors, such as genotype of sheep, it is difficult to control, but other factors of the environment, such as food and management

of milch herd, perhaps, to regulate for production of high-quality milk. In article characteristics and advantages of sheep milk as potential source of raw materials for production of functional products are considered.

Key words: sheep milk, dairy products, functional properties, properties.

Введение. Во всем мире коровье молоко является наиболее часто потребляемым молоком, доминирующим в мировом производстве молока. Восемьдесят пять процентов мирового производства молока получают от крупного рогатого скота. Однако овечьи молочные фермы представляют значительную часть аграрных экономик во многих странах, особенно тех, которые граничат с Средиземным морем и на Ближнем Востоке. Крупнейшим в мире производителем овечьего молока является Китай (12,2%), а ведущим производителем в Европе является Греция (8,7%), за ней следуют Румыния (7,2%) и Италия (6,1%) [41]. Овечье молоко также важно на Ближнем Востоке и в Северной Африке, где его производство составляет около 7,5% от общего объема производимого молока. Производство молока небольшими жвачными, в том числе овцами и козами, за эти годы выросло и теперь находится в поиске новых потребительских рынков [45,29].

В Европе производство овечьего молока в 2009 году составило около 9,1 млн. тонн, но его потребление в жидкой форме встречается редко [49]. В настоящее время овечье молоко считается деликатесом во многих странах, включая Соединенные Штаты. Таким образом, молочные продукты из молока овец приобрели рыночный размер благодаря их качеству, высокому выходу готовой продукции, в виду значительного содержания белка в молоке и питательной ценности. Высокая пищевая ценность обусловлена более высокими концентрациями белков, жиров, витаминов и минералов по сравнению с молоком от других одомашненных млекопитающих [35].

Овечье молоко в основном используется для производства различных сортов сыра, йогурта и сывороточных сыров. Высокие уровни белка, жира и кальция заключенного в макромолекуле казеина делают его отличным сырьём для производства полутвердых и твердых сыров [8]. Несмотря на то, что производство овечьего молока быстро растет, с точки зрения поголовья скота, овечье молоко не имеет таких объемов производства, как коровье и козье, из-за сезонности [40]. В связи с этим, в качестве способа для накопления достаточного количества молока для переработки в молочные продукты, фермы по производству овечьего молока среднего и малого размера замораживают сырое молоко [36]. Овечье молоко, замороженное при -27°C , сохраняет стабильность белка до 12 месяцев хранения. Однако, чтобы поддерживать высокое качество овечьего молока, оно должно быть быстро замороженным и храниться при температуре ниже -20°C [55].

Принимая во внимание, что пищевой промышленности необходимо расширить предложение потенциально функциональных продуктов на рынке, целью этого обзора является обсуждение характеристик овечьего молока в качестве альтернативной пищевой матрицы для производства функциональных молочных продуктов.

Люди развивались в тесном контакте с природой, а молоко было первым источником пищи после рождения. Грудное молоко всегда было единственным источником пищи для детей. Молоко было введено в рацион питания людей почти 13000 лет назад после одомашивания коз и овец, а затем и одомашивания коров около 4000 лет спустя. Молоко стало незаменимой пищей в жизни человека.

Молоко представляет собой секрецию млекопитающих, физические характеристики и состав которых варьируются между видами. Это сложная эмульсия масло-в-воде, содержащая жир, белки, лактозу, минеральные вещества, ферменты, клетки, гормоны, иммуноглобулины и витамины. Белки являются основными категориями нерастворимых белков (казеинов) и растворимых белков (сывороточных белков). Казеины включают α -S-1, α -S-2, β и κ -казеины и белки молочной сыворотки, α -лактальбумин и β -лактоглобулин. Молоко также содержит важные второстепенные белки, такие как сывороточный альбумин, иммуноглобулины, лактоферрин, трансферрин, пролактин [33]. В табл. 1 представлен состав коровьего, козьего и овечьего молока.

Таблица 1

Состав коровьего, козьего и овечьего молока [12, 43, 33, 57]

Параметры	Коровье молоко	Козье молоко	Овечье молоко
Влага (g /100 g)	87,9 ± 0,4	87,6 ± 0,7	82,9 ± 1,4
Жир (g /100 g)	3,3 ± 0,3	3,8 ± 0,1	5,9 ± 0,3
Зольность (g /100 g)	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,9 ± 0,1

Лактоза (g /100 g)	4,7 ± 0,4	4,1 ± 0,4	4,8 ± 0,4
Белок (g /100 g)	3,4 ± 0,1	3,7 ± 0,1	5,5 ± 1,1
Казеин (g /100 g)	3,0 ± 0,1	2,4 ± 0,1	4,7 ± 0,5
αs1-казеин (%)	39,7	5,6	6,7
αs2-казеин (%)	10,3	19,2	22,8
β-казеин (%)	32,7	54,8	61,6
κ-казеин (%)	11,6	20,4	8,9

Химический состав свежего овечьего молока изменяется с течением времени у животных в зависимости от нескольких факторов, таких как стадия лактации, сезон года, температура окружающей среды, эффективность лактации, возраст и питание животных, генетические факторы (вид, порода), болезни вымени [34, 17]. Содержание лактозы в овечьем молоке примерно такое же, как в коровьем молоке. Однако содержание лактозы в общем составе сухих веществ в коровьем молоке составляет от 33–40%, в овечьем – от 22 до 27% [47].

Сезонные колебания сильно влияют на состав жирных кислот в связи с изменениями в составе кормов животных [20, 59]. Липиды, а также другие молочные компоненты, подвержены изменчивости за счет генетики, физиологии, и экологических факторов. Все это взаимосвязано, та как сезонные и климатические изменения влияют на состав питательных веществ корма, а следовательно и на качество молока [31,46].

Овечье и козье молоко имеют высокую концентрацию жировых шариков, которые по размеру меньше, чем в коровье молоко. Средний диаметр глобул составляет приблизительно 3,6 и 3,0 мкм против 4,0 мкм, соответственно [44, 52]. Размер и дисперсия жировых глобул обеспечивают такое состояние системы, которое способствует замораживанию без разделения фаз.

Белковая часть оказывает большое влияние на пищевую и технологическую ценность молока. Овечье молоко богато казеином (от 4,2 до 5,2 г / 100 г) и сывороточными белками (от 1,02 до 1,3 г / 100 г) [26].

Казеиновая часть овечьего молока составляет около 80% общего молочного белка, тогда как составляет 50% в молоке кобылиц и менее 50% общего белка в материнском молоке [33]. Казеин не является однородным белком. Он состоит из 4 фракций: α-S1-казеина (6,7%), α-S2-казеина (22,8%), β-казеина (61,6%) и κ-казеина (8,9%) [33]. Соотношения фракций казеина молока различны между видами жвачных и характеристики мицелл также различаются по размеру, гидратации и минерализации.

Мицеллы казеина овечьего и козьего молока имеют более высокие степени минерализации, менее гидратированы и устойчивы к теплу, чем мицеллы казеина коровьего молока [26]. Кальций способствует сычужной коагуляции, индуцируя сшивание и агрегацию пара-казеина. Мицеллы казеина в овечьем молоке богаче кальцием по сравнению с мицеллами в коровьем молоке и дополнительного внесения CaCl₂ не требуется при производстве овечьих сыров, что является технологическим преимуществом. Кроме того, для получения творога с удовлетворительными качественными характеристиками из овечьего молока требуется меньше сычужного фермента, чем при производстве его из козьего или коровьего молока [56].

В отличие от коровьего молока, в результате холодильного хранения и замораживания в овечьем молоке не снижается способность к коагуляции посредством сычужного свертывания и не снижается упругость сычужного сгустка. Молоко овец позволяет получить творог с наилучшими характеристиками, чем из молока коровы и козы. В твороге из овечьего молока отмечено, что скорость синерезиса ниже, чем в аналогичных продуктах из козьего и коровьего молока [56].

Овечий β-казеин приблизительно составляет 60% от всего казеина и представлен полифосфорилированными формами β1- и β2-казеина [29]. Возникновение полифосфорилированных форм β-казеина может влиять на стабильность мицелл казеина, а доступность и распределение кальция в молоке зависит от индивидуальных возможностей каждой формы для связывания кальция и различных степеней фосфорилирования [6].

По мнению некоторых авторов, κ-казеин овечьего молока считается мономорфным [23,50]. Кроме того, сообщалось о 3 полифосфорилированных формах κ-казеина овечьего молока [1].

Другими характеристиками белков овечьего молока являются их структурные конформации, а также количества и подтипы мицелл, которые меньше (193 нм), чем размеры мицеллы коровьего молока (260 нм) и аналогичны козьему молоку (180 нм) [33]. У некоторых детей в возрасте до 3 лет (0,3% до 7,5%) развивается аллергия на белки коровьего [52,2]. Последовательности белков α-S1- и α-S2-казеина молока коз и овец имеют, по меньшей мере, 99% сходство между собой, но заметно отличаются от последовательности белка α-S1- и α-S2-

казеина коровьего [34]. Этот факт говорит о том, что овечье молоко также способствует снижению аллергической чувствительности. Сывороточные протеины также играют важную роль для людей, страдающих аллергией на коровье молоко [34]. Однако данные об аллергенности к белкам молочной сыворотки овец не сообщаются. Некоторые авторы утверждают, что овечье молоко можно считать идеальным заменителем коровьего молока для страдающих аллергией из-за его высоких уровней питательных веществ [48]. Специфические антитела у людей, страдающих аллергией на молоко (IgE), слабо распознают белковые фракции α -S1-казеин, α -S2-казеин и β -казеин из козьего и овечьего молока, что не наблюдается для коровьего молока [3]. Однако, сообщается, что полиморфизм белка играет важную роль в индукции различной степени аллергической реакции [19]. Кроме того, было показано, что некоторые дети, страдающие аллергией на белок коровьего молока, могут испытывать аллергические реакции после употребления молока других домашних животных. Перекрестная реакция между положительными IgE-антителами к коровьему молоку стимулируется белком из этих типов молока [7].

Козье молоко часто считается менее аллергенным, чем коровье молоко. Это мнение не полностью подтверждено, так как их белковые композиции весьма схожи. Козье молоко менее склонно вызывать аллергическую реакцию в основном из-за более низкого участия α -S1-казеина (5% от общего количества казеина), или полное отсутствие этой фракции белка, происходящей у индивидуумов с мутациями, определяющими «нулевой» аллель α -S1-казеина, а именно CSN1S1. Более низкая доля α -s1-казеина снижает чувствительность к другому белку аллергена, а именно β -лактоглобулин [14].

Пищевые характеристики и технологическая пригодность козьего и овечьего молока формируются их качественным составом.

В овечьем молоке белков, липидов, минеральных веществ витаминов содержится больше, чем в козьем и коровьем молоке. Оно обладает высокой пищевой ценностью, калорийность соответствует 5932 кДж/кг [16,33].

Белки овечьего молока главным образом состоят из (термостабильного) казеина и (термочувствительных) белков сыворотки, которые ответственны за структуру и вязкость йогурта и придают уникальные свойства молоку овец. Эти особенности позволяют легкое преобразование молока в сыр и йогурт без дополнительного внесения сухих веществ в случае производства йогурта [49], включая стабилизаторы, сухое молоко или сконцентрированное молоко, полученное мембранной технологией. Йогурт, полученный из овечьего молока с высоким содержанием сухих веществ, обладает высокой прочностью сгустка и характеризуется минимальным синерезисом по сравнению с йогуртами, полученными из коровьего и овечьего молока [56].

Исследования вариантов казеина овечьего молока продемонстрировали эффективные подходы, которые можно применить для улучшения породы овец и получения молока с регулируемым составом молочных белков [9, 25].

Казеин овечьего молока имеет высокое количество полиморфизмов, что делает молоко овец особенно интересным для производства сыра. Поскольку у одного генотипа овец может быть выше содержание жира, белка и лактозы, что будет способствовать увеличению выхода сыра [40].

Концентрация белка, в основном включающая казеин, определяет технологическую пригодность молока. Казеин в молоке связывается с фосфатом кальция в виде коллоидных частиц, мицелл. Мицеллы характеризуются различными размерами в молоке от разных видов животных [42].

Уровень ионного кальция в молоке определяет концентрацию коллоидного фосфата кальция, который является структурным фактором и влияет на размер мицеллы казеина. Соли и минеральные вещества играют важную роль в процессе производства сыров [4]. Соотношение между фракцией кальция и азота также оказывает значительное влияние на производство сыров, так как это влияет на образование сгустка в ферментативной коагуляции.

Время тепловой коагуляции определяется не только кислотемкостью молока, но также концентрацией сывороточных белков и ионов кальция [26]. Защитные взаимоотношения между белками молочной сыворотки и казеином встречаются в молоке, характеризующемся типичным содержанием сывороточных белков (отклонения могут быть вызваны маститом, воспалением молочной железы). С одной стороны, денатурированные сывороточные белки подвергаются процессу микрофлокуляции на поверхностях мицелл казеина (в соответствии с их термостойкостью: сывороточный альбумин, β -лактоглобулин и α -лактальбумин), что предотвращает их дальнейшую агрегацию. С другой стороны, взаимодействие с казеином препятствует доступу кальция к мицеллам, что приводит к повышенной коллоидной стабильности. Степень упомянутого защитного действия казеина на сыво-

роточные белки становится недостаточной при увеличении содержания последнего. Наиболее устойчивой к термообработке является молоко, характеризующееся молярным отношением β -лактоглобулина к κ -казеину, которое равно 1. При термической обработке молока мелких жвачных возникают проблемы, связанные с их тепловой нестабильностью. В козьем молоке основными факторами являются высокая концентрация ионного кальция и низкая мицеллярная сольватация. Количество цитрата является значительным фактором, влияющим на концентрацию ионного кальция. Козье молоко содержит на 40% меньше цитратов, чем коровье молоко, 1037 мг/л и 1768 мг/л, соответственно.

Сывороточные белки являются второй основной группой белков, которая включает в себя преимущественно альбумины, представленные в молоке тремя основными фракциями: β -лактоглобулином, α -лактальбумином и сывороточным альбумином. По сравнению с коровьим молоком сывороточные белки из овечьего молока более чувствительны к нагреванию. Пастеризация овечьего молока при 65 °С в течение 30 мин вызывает денатурацию приблизительно 15% водорастворимых белков, тогда как в этих условиях денатурация белков коровьего молока составляет только 2,3% [51].

В молоке коз и овец находится существенное количество экзогенных аминокислот, которые полностью покрывают потребность человека в этих аминокислотах [24].

Овечье молоко содержит почти в два раза больше белка, чем козье и коровье молоко. Молекулярные формы белков и аминокислотные последовательности повышают пищевую ценность продуктов [17]. Овечье молоко имеет более высокое содержание серина, аланина, гистидина, валина и лизина, тогда как содержание цистина и глицина ниже. Высокая пищевая ценность овечьего молока также связана с содержанием пролина, которое влияет на производство гемоглобина [51].

Сыры и греческий йогурт из овечьего молока были описаны как источники биологически активных пептидов [11, 27]. Содержание биологически активных пептидов в греческом йогурте, полученном из молока овец, было значительно больше, по сравнению с йогуртом выработанным из коровьего молока. По словам авторов, самое логическое объяснение состоит в том, что молоко овец содержит больше белка, подверженного особому протеолизу, в результате чего обеспечивается больший выход биологически активных пептидов.

Овечье молоко обладает специфическими вкусовыми характеристиками и сливочной структурой из-за присутствия маленьких глобул жировых шариков, рассеянных в молоке, что способствует более легкому перевариванию. Отличительный аромат, называемый как овечий, наблюдается в молоке овец из-за уровней жирной кислоты, которые ответственны за этот уникальный букет. Этот аромат отражен в молочных производных овец, таких как масло и сыр [32, 35].

Молочная липаза овец катализирует и гидролизует триглицериды, приводящие к производству жирных кислот, но деятельность липазы в молоке овец - приблизительно одна десятая этого в коровьем молоке. Кроме того в молоке овец зафиксирован более высокий уровень гидролиза для триглицеридов, содержащих жирные кислоты средней.

Традиционные молочные сыры овец, содержат липазы, ответственные за выпуск жирных кислот короткой и средней цепи в продовольственной матрице [30]. Эти компоненты важны в развитии правильных и характерных профилей аромата большинства разновидностей сыра [15].

Высокая дисперсность молочного жира, оказывает положительное влияние на доступ липолитических ферментов для мелких жировых шариков. Поэтому овечье и козье молоко является наиболее перевариваемым продуктом для людей.

Триацилглицериды составляют самую большую группу липидов (около 98%), и они включают большое количество этерифицированных жирных кислот. Профиль триацилглицеридов овечьего молока показывает сходство с показателем для коровьего молока. Однако овечье молоко имеет более высокий процент триацилглицеридов средней цепи (C26-C36), чем коровье молоко, и меньшую долю длинноцепочечных триацилглицеридов (C46-C54). Триацилглицериды средней цепи имеют более низкие температуры плавления и меньшие молекулярные размеры, сохраняются жидкими при комнатной температуре и являются менее плотными [10].

Одной из особенностей козьего молока является высокая концентрация коротко-цепочечных жирных кислот. Жир козьего молока, в сравнении жиром коровьего молока содержит на 54,6% больше C6:0, 69,9% – C8:0, 80,2 – C10:0 и менее 75%-кислоты C4:0.

Овечье молоко содержит значительное количество насыщенных жирных кислот, таких как капроновая (C 6:0), каприловая (C 8:0) и каприновая (C 10:0) кислоты. Низкие концентрации масляной кислоты способствуют

ингибированию *in vitro* линий рака человека. Каприловые и каприновые кислоты могут снизить массу тела и жировые отложения [38, 18]. Последние хорошо усваиваются, потому что они преимущественно гидролизуются из триацилглицеринов и переносятся непосредственно из кишечника в портальную циркуляцию без ресинтеза триацилглицеринов. Таким образом, они представляют собой быстрое снабжение энергией, особенно для субъектов, страдающих от недоедания или синдрома мальабсорбции жира, и существует лишь небольшая тенденция к образованию жиров [10]. Благодаря этому они могут способствовать снижению общего количества холестерина [15].

Наиболее преобладающими жирными кислотами в овечьем молочном йогурте являются олеиновая кислота, а затем пальмитиновая и миристиновая кислоты соответственно [44]. Сообщается, что рационы питания людей с высоким содержанием олеиновой кислоты снижают уровень холестерина [39].

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) в молоке овец главным образом состоят из линолевых (цис-9, цис-12 C18:2) и α -линоленовых (цис-9, цис-12, цис-15 C18:3) кислот, и меньших количеств их позиционных и геометрических изомеров [10]. Моно- и полиненасыщенные жирные кислоты в овечьем молоке могут способствовать профилактике сердечно-сосудистых заболеваний из-за атерогенных и тромбогенных показателей [44].

Овечий молочный жир содержит один из самых высоких уровней конъюгированной линолевой кислоты (0,65 г конъюгированной линолевой кислоты / 100 г жирных кислот) [20]. Изомеры конъюгированной линолевой кислоты, которые появляются в больших количествах и имеют полезную функциональную ценность, представляют собой цис-9, транс-11 и транс-10, цис-12 конъюгированной линолевой кислоты с антиканцерогенной и липолитической активностью (эффект потери веса) соответственно [37, 13, 28].

Конъюгированная линолевая кислота проявляет интересную активность с физиологической точки зрения, усиливая антибиотический, антиканцерогенный, антидиабетический, антиоксидантный и иммунорегуляторный эффекты [58].

В овечьем молоке среднее содержание мононенасыщенных 21 г/100 г жирных кислот и полиненасыщенных жирных кислот составляет 4,7 г / 100 г жирных кислот [20].

Жир в молоке различных видов животных отличается по составу и состоянию дисперсии. Дисперсионное состояние молочного жира влияет на оптические, реологические и технологические параметры молока, такие как его цвет, вязкость, проводимость, скорость разделения, стабильность эмульсии и пригодность для производства сыра и масла [53].

Одним из присущих свойств коровьего молока является скорость отстаивания молока, которая определяется дисперсией жира наряду с концентрацией агглютининов. Если коровье молоко остается в полном покое в течение определенного количества времени, большая часть молочного жира будет подниматься на поверхность. Это происходит не только из-за размера жировых глобул, но также из-за наличия нативного белка, который выпадает на поверхность охлаждающихся жировых глобул. Название этого белка, криоглобулина, происходит от этого специфического свойства. Большие жировые глобулы будут мигрировать вверх с повышенной скоростью. Кроме того, одновременно сталкиваясь с другими, они будут создавать агрегаты. Весь процесс катализируется криоглобулином. Молоко коз, овец характеризуются значительно меньшей скоростью отстаивания, которая связана с отсутствием криоглобулина [21].

Кроме того, дисперсионное состояние молочного жира оказывает значительное влияние на технологические процессы в молочном производстве, поскольку оно определяет текстуру, аромат и физико-химические свойства сыра и масла.

Овечье молоко является богатым источником минералов (табл. 2). Уровни кальция, фосфора, магния, цинка, марганца и меди выше в овечьем молоке, чем в коровьем [33, 57].

Кальций и фосфор имеют фундаментальное значение для роста и формирования костной ткани, начиная с рождения ребенка [4, 54]. Биодоступность этих минералов делает овечье молоко ценным источником этих элементов. Кальций, связанный с казеином, как в органических, так и в минеральных формах, представляет собой доступный комплекс в процессе переваривания молока. Биодоступность кальция в овечьем молоке напрямую связана с высоким уровнем казеина [52].

Таблица 2

Содержание минералов и витаминов в молоке коров, коз и овец

Параметр	Коровье молоко	Козье молоко	Овечье молоко
Минералы			
Кальций (mg/100 g)	112,0 ± 14,5	130,0 ± 4,0	197,5 ± 2,5
Железо (mg/100 g)	0,1 ± 0,1	0,06 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Магний (mg/100 g)	11,0 ± 0,5	14,5 ± 1,5	19,5 ± 3,0
Фосфор (mg/100 g)	91,0 ± 5,5	109 ± 12,0	141,0 ± 1,7
Калий (mg/100 g)	145,0 ± 11,5	185,5 ± 4,5	138,0 ± 2,0
Натрий (mg/100 g)	42,0 ± 6,5	39,5 ± 1,5	39,0 ± 7,0
Цинк (mg/100 g)	0,4 ± 0,0	0,43 ± 0,1	0,6 ± 0,1
Медь (mg/100 g)	следы	0,04 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Селен (µg/100 g)	1,8 ± 1,3	1,665 ± 0,4	1,7 ± 1,0
Марганец (µg/100 g)	6,0 ± 0,0	8,0 ± 0,0	7,15 ± 1,8
Витамины			
Ретинол (µg/100 g)	35,0 ± 8,0	0,04 ± 0,0	64,0 ± 19,5
Каротиноиды (µg/100 g)	16,0 ± 8,0	следы	следы
Витамин А (µgRE/100g)	37,0 ± 8,0	54,32 ± 0,0	64,0 ± 5,5
Витамин Е (mg/100 g)	0,08 ± 0,01	0,04 ± 0,0	0,11 ± 0,01
Тиамин (mg/100 g)	0,04 ± 0,01	0,059 ± 0,0	0,07 ± 0,01
Рибофлавин (mg/100 g)	0,2 ± 0,01	0,175 ± 0,0	0,3 ± 0,02
Ниацин (mg/100 g)	0,13 ± 0,05	0,235 ± 0,0	0,41 ± 0,05
Пантотеновая кислота (mg/100 g)	0,43 ± 0,12	0,31 ± 0,0	0,43 ± 0,02
Витамин В ₆ (mg/100 g)	0,04 ± 0,01	0,048 ± 0,0	0,07 ± 0,01
Витамин В ₉ (фолиевая кислота) (µg/100 g)	8,5 ± 1,5	1,0 ± 0,0	6,0 ± 0,06
Витамин В ₇ (Биотин) (µg/100 g)	2,0 ± 0,5	1,75 ± 0,3	2,5 ± 0,0
Витамин В ₁₂ (µg/100 g)	0,5 ± 0,3	0,065 ± 0,0	0,66 ± 0,05
Витамин С (mg/100 g)	1,0 ± 0,5	1,295 ± 0,0	4,6 ± 0,4
Витамин D (µg/100g)	0,2 ± 0,1	0,15 ± 0,1	0,2 ± 0,0

Содержание витаминов в молоке овец в основном выше, чем в козьем и коровьем молоке (табл. 2), за исключением каротина и фолиевой кислоты, которые имеют более низкие концентрации [33,57]. В молоке овец высокое содержание рибофлавина. Справочное потребление питательного вещества рибофлавина (0,5 мг/день) может быть обеспечено двумя чашками (300 мл) молока овец. Молоко овец можно также считать источником витамина С, содержащегося в среднем 4,6 мг / 100 г [57]. Липиды овечьего молока являются источником витамина А и витамина Е. Витамин А может быть найден в молоке овец только как ретинол Витамин Е найден в трех формах (α-, β-, и γ-токоферолы), преобладающей формой является α-токоферол [20]. Высокая концентрация витамина А в молоке овец по сравнению с коровьим, обеспечивает однородный белый цвет молока, в противоположность желтоватому цвету коровьего молока из-за присутствия каротиноидов. Содержание других витаминов в молоке овец в основном значительно выше, их содержания в козьем и коровьем молоке [32].

Овечье молоко имеет высокую питательную ценность и высокую концентрацию белков, жиров, минералов и витаминов по сравнению с молоком других домашних видов. Физико-химические и пищевые характеристики овечьего молока могут быть ценными для производства продуктов, содержащих пребиотические ингредиенты и / или пробиотические бактерии, которые являются основными характеристиками функциональных продуктов питания.

В последние годы наблюдается быстрый рост рынка на продукты питания, которые влияют на конкретные функции или системы в организме человека, обеспечивая преимущества для здоровья за пределами продуктов питания и питательных веществ. Этот рост подпитывается технологическими инновациями, разработкой новых продуктов и растущим числом потребителей, заботящихся о своем здоровье, заинтересованных в продуктах, улучшающих качество жизни. Поскольку глобальный рынок функциональных продуктов растет ежегодно, развитие продуктов питания является ключевым приоритетом исследований и вызовом, как для промышленности,

так и для научного сообщества. Пробиотики демонстрируют значительные перспективы для расширения молочной промышленности, особенно в таких конкретных секторах, как йогурты, сыры, напитки, мороженое и другие продукты.

Функциональные продукты, содержащие пребиотики и пробиотики, являются частью новой рыночной ниши, которая направлена на признание потребителями, удовлетворение спроса и принятие ее. При этом важным является применение достаточно новых направлений в технологии обогащенных молочных продуктов, таких как нано- и биотехнологии. Биополимерные нано- и микрочастицы, изготовленные из белков или полисахаридов, могут быть использованы в качестве систем доставки или для модуляции физико-химических и сенсорных характеристик пищевых продуктов, при этом овечье молоко является весьма перспективным сырьевым ресурсом для производства пищевой матрицы и трансфера активных компонентов в организм человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abd El-Salam M. H., El-Shibiny S. A comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk // *Dairy Sci Technol*. 2011. Vol. 91. P. 663–699
2. Allergy to goat and sheep cheese with tolerance to cow's milk and its derivatives / M. Vinãs, J. Carnés, M.A. López-Matas, N. Hernández, M.J. Castillo, M. Ibero // *Allergol Immunopathol*. 2014. Vol. 42. P. 186–190.
3. Allergy to goat and sheep milk without allergy to cow's milk / S. Ah-Leung, H. Bernard, E. Bidat, E. Paty, F. Rancé, P. Scheinmann, J. M. Wal // *Allergy*. 2006. Vol. 61 P.1358–1365.
4. Al-Wabel N. A. Mineral contents of milk of cattle, camels, goats, and sheep in the central region of Saudi Arabia // *Asian J. Biochem*. 2008. № 3. P. 373–375.
5. Amenu B., Deeth H.C. The impact of milk composition on cheddar cheese manufacture // *Aust J Dairy Tech*. 2007. Vol. 62. P. 171–184.
6. Amigo L., Recio I., Ramos M. Polymorphism of ovine milk proteins: its influence on technological properties of milk – a review // *Int Dairy J Genetic*. 2000. Vol. 10. P. 135–149.
7. Are camel milk proteins convenient to the nutrition of cow milk allergic children? / E.I. El-Agamy, M. Nawar, S.M. Shamsia, S. Awad, GFW. Haenlein // *Small Ruminant Res*. 2009. Vol. 82. P. 1–6.
8. Barłowska J., Litwińczuk Z. Technological usefulness of milk from two local breeds maintained in the regions with great grassland share // *Arch. Tierzucht. (Dummerstorf), Special Issue*. 2006. Vol. 49. P. 207–213.
9. Barillet F. Genetic improvement for dairy production in sheep and goats // *Small Ruminant Res*. 2007. Vol. 70. P. 60–75.
10. Bioactive compounds in sheep milk. In: Park YW, editor. *Bioactive compounds in milk and dairy products* / I. Recio, A de la Fuente, M. Juárez, M. Ramos // *Iowa: Wiley-Blackwell*. 2009. P. 83–104, Chapter 4.
11. Bioactive peptides in water-soluble extracts of ovine cheeses from Southern Brazil and Uruguay / SMM. Meira, D.J. Daroit, V.E. Helfer, A.P.F. Corrêa, J. Segalin, S. Carro, A. Brandelli // *Food Res Int*. 2012. Vol. 48. P. 322–329.
12. Biochemical patterns in ovine cheese: influence of probiotic strains / M. Albenzio, A. Santillo, M. Caroprese, R. Marino, A. Trani, M. Faccia // *J. Dairy Sci*. 2010. Vol. 93. P. 3487–3496.
13. Changes in the milk and cheese fat composition of ewes fed commercial supplements containing linseed with special reference to the CLA content and isomer composition / P. Luna, J. Fontecha, M. Juárez, M.A. de al Fuente // *Lipids*. 2005. Vol. 40. P. 445–454.
14. Characterization of two new alleles at the goat CSN1S2 locus / L. Ramunno, G. Cosenza, M. Pappalardo, E. Longobardi, D. Gallo, N. Pastore, P. Di Gregorio, A. Rando // *Anim Genet*. 2001. Vol. 32(5). P. 264–268.
15. Composition of goat and sheep milk products: an update // K. Raynal-Ljutovac, G. Lagriffoul, P. Paccard, I Guillet, Y. Chilliard // *Small Rum Res*. 2008. Vol. 79. P. 57–72.
16. Composition, physicochemical properties, nitrogen fraction distribution, and amino acid profile of donkey milk / H.Y. Guo, K. Pang, X.Y. Zhang, L. Zhao, S.W. Chen, M.L. Dong, F.Z. Ren // *J Dairy Sci*. 2007. Vol. 90(4). P. 1635–1643.
17. Consumption of raw or heated milk from different species: an evaluation of the nutritional and potential health benefits / W.L. Claeys, C. Verraes, S. Cardoen, J. De Block, A. Huyghebaert, K. Raes, K. Dewettinck, L. Herman // *Food Contr*. 2014. Vol. 42. P. 188–201.
18. Effect of free fatty acids and lysolipids on cellular uptake of doxorubicin in human breast cancer cell lines / N. Rasmussen, J.H. Andersen, H. Jespersen, O. G. Mouritsen, H. J. Ditzel // *Anticancer Drugs*. 2010. Vol. 21. P. 674–677.
19. El-Agamy EI. The challenge of cow milk protein allergy // *Small Ruminant Res*. 2007. Vol. 68. P. 64–72.
20. Fatty acids and fat-soluble vitamins in ewe's milk predicted by near infrared reflectance spectroscopy. Determination of seasonality / I. Revilla, O. Escuredo, M I. González-Martín, C.Palacios // *Food Chem*. 2017. Vol. 214. P. 468–477.
21. Fox P.F. The major constituents of milk. In: Smit G, editor. *Dairy processing improving quality*. Cambridge, England : Woodhead Publishing Limited. 2003. P. 6–41.
22. Gaucheron F. The minerals of milk // *Reprod Nutr Dev*. 2005. Vol. 45. P. 73–83.

23. Genetic polymorphism of whey protein genes β -LG and α -LA in three Egyptian sheep breeds / O.E. Othman, E.I. Fiky, N.A. Hassan, E.R. Mahfouz, E.A. Balabel // *J Applied Biol. Sci.* 2012. Vol. 6 (3). P. 25–30.
24. Gerchev G., Mihaylova G., Tsochev I. Amino acid composition of milk from Tsigai and Karakachanska sheep breeds in the central Balkan mountains // *Biotech Anim Husbandry.* 2005. Vol. 21. P. 111–115.
25. Giambra I. J., Jäjer S., Erhardt G Isoelectric focusing reveals additional casein variants in German sheep breeds // *Small Ruminant Res.* 2010c. Vol. 90. P. 11–17.
26. Heat stability and enzymatic modifications of goat and sheep milk / K. Raynal-Ljutovac, Y.W. Park, F. Gaucheron, S. Bouhallab // *Small Ruminant Res.* 2007. Vol. 68. P. 207–220.
27. Identification of peptides in traditional and probiotic sheep milk yoghurt with angiotensin I-converting enzyme (ACE)-inhibitory activity / C. G. Papadimitriou, A. Vafopoulou-Mastrojiannaki, S. V. Silva, A. M. Gomes, F. X. Malcata, E. Alichanidis // *Food Chem.* – 2007. Vol. 105. P. 647–656.
28. Influence of organic systems on milk fatty acid profile and CLA in goats. / Tudisco R, Cutrignelli MI, Calabro S, Piccolo G, Bovera F, et al. // *Small Ruminant Research.* 2010. Vol.88. P. 151–155.
29. Investigating the genetic polymorphism of sheep milk proteins: an useful tool for dairy production / M. Selvaggi, V. Laudadio, C. Dario, V. Tufarelli // *J Sci Food Agric.* 2014a. Vol. 94. P. 3090–3099.
30. Jacob M., Jaros D., Rohm H. Recent advances in milk clotting enzymes // *Int J Dairy Technol.* 2011. Vol. 64. P. 14–33.
31. Jaworski J, Kuncewicz A. Właściwości fizykochemiczne mleka. In: Ziajka S, editor. *Mleczarstw. Olsztyn, Polska: Wyd. UWM.* 2008.
32. Jooyandeh H., Aberoumand A. Physico-chemical, nutritional, heat treatment effects and dairy products aspects of goat and sheep milks // *World App Sci J.* 2010. Vol. 11. P. 1316–1322.
33. Major proteins in goat milk: an updated overview on genetic variability / M. Selvaggi, V. Laudadio, C. Dario, V. Tufarelli // *Mol Biol Rep.* 2014b. Vol. 41. P. 1035–1048.
34. Masoodi T.A., Shafi G. Analysis of casein alpha S1 & S2 proteins from different mammalian species // *Bioinformation.* 2010. Vol. 4. P. 430–435.
35. Massouras T.G., Maragoudakis S., Hadjigeorgiou I. Differences in Sheep Milk Characteristics Focusing on Fatty Acid Profile Between Conventional and Organic Farming System // *Arch Dairy Res Technol: ADRT-104.* 2018. DOI: 10.29011/ADRT- 104.100004
36. Milani F. X., Wendorff W. L. Goat and sheep production in the United States (USA) // *Small Ruminant Res.* 2011. Vol. 101. P. 134–139.
37. Milk production, CLA content, and in vitro ruminal fermentation in response to high levels of soybean oil in dairy ewe diet / P. Gómez-Cortés, G. Hervás, AR. Mantecón, M. Juárez, MA. de la Fuente, P. Frutos // *J Dairy Sci.* 2008. Vol. 91. P. 1560–1569.
38. Modulation of butyrate anticancer activity by solid lipid nanoparticle delivery: an in vitro investigation on human breast cancer and leukemia cell lines / F. Foglietta, L. Serpe, R. Canaparo, N. Vivenza, G. Riccio, E. Imbalzano, P. Gasco, GP. Zara // *J Pharm Pharm Sci.* 2014. Vol. 17. P. 231–247.
39. Molкетин J. Occurrence and biochemical characteristics of natural bioactive substances in bovine milk lipids // *British J Nutr.* 2000. Vol. 84. P. 47–53.
40. Nutritional properties of small ruminant food products and their role on human health / M. Albenzio, A. Santillo, M. Avondo, A. Nudda, S. Chessa, A. Pirisi, S. Banni // *Small Ruminant Res.* 2016. Vol. 135. P. 3–12.
41. Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production / J Barłowska, M. Sz wajkowska, Z. Litwinczuk, J. Król // *Compr Rev Food Sci Food Safety.* 2011. Vol. 10. P. 291–302.
42. Physicochemical characteristics and renneting properties of camels' milk: a comparison with goats', ewes' and cows' milks / S. Bornaz, ALI. Sahli, A. Attalah, H. Attia // *Int J Dairy Technol.* 2009. Vol. 62(4). P. 505–513.
43. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk / Y.W. Park, M. Juárez, M. Ramos, GFW. Haenlein // *Small Ruminants Res.* 2007. Vol. 68. P. 88–113.
44. Physicochemical evaluation of sheep milk yogurts containing different levels of inulin / CF. Balthazar, CA. Conte-Junior, J. Moraes, MP. Costa, RSL. Raices, RM. Franco, AG. Cruz, ACO. Silva // *J. Dairy Sci.* 2016. Vol. 99. P. 4160–4168.
45. Prosekov A. Yu., S.A. Ivanova Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world// *Foods and Raw Materials.* 2016. T. 4. № 2. C. 201–211.
46. Prosekov A.Yu., Babich O. O. Bespomestnykh K.V. Identification of industrially important lactic acid bacteria in food-stuffs // *Foods and Raw Materials.* 2013. T. 1. № 2. C. 42–45.
47. Ramos M, Juarez M. Sheep milk. In: Roginski H, Fuquay JW, Fox PF, editors. *Encyclopedia of dairy sciences.* Amsterdam, The Netherlands: Academic Press. 2003. Vol. 4. P. 2539–2545.
48. Scintu M.F, Piredda G. Typicity and biodiversity of goat and sheep milk products // *Small Ruminant Res.* 2007. Vol. 68. P. 221–231.
49. Tamime AY. Wszolek M., Božanić R., Özer B. Popular ovine and caprine fermented milks // *Small Ruminant Res.* 2011. Vol. 101. P. 2–16.

50. Technical note: a novel method for routine genotyping of the G allele of β -casein (CSN2) and T allele of κ -casein (CSN3) in a sheep population using LightCycler / Z. Sztankóová, J. Kyselová, J. Rychtárová, V. Czerneková // *J Anim Sci*. 2011. Vol. 89. P. 3843–3845.
51. The effect of the photoperiod and exogenous melatonin on the protein content in sheep milk. In: Hurley WL, editor / E. Molik, G. Bonczar, T. Misztal, A. Zebrowska, D. Zieba // *Milk protein*. 1st ed. Rijeka: Intech. 2012. P. 325–340.
52. The overall and fat composition of milk of various species / V. Gantner, P. Mijić, M. Baban, Š. Zoran, T. Alka // *Mlje-karstvo*. 2015. Vol. 65. P. 223–231.
53. The size of native milk fat globules affects physico-chemical and functional properties of Emmental cheese / M.C. Michalski, B. Camier, V. Briard, N. Leconte, J.Y. Gassi, H. Goudédranche, F. Michel, J. Fauquant // *Lait*. 2004. Vol. 84. P. 343–358.
54. The size of native milk fat globules affects physico-chemical and sensory properties of Camembert cheese / M. C. Michal-ski, J.Y. Gassi, M.H. Famelart, N. Leconte, B. Camier, F. Michel, V. Briard // *Lait*. 2003. Vol. 83. P. 131–143.
55. Wendorff W.L. Freezing qualities of raw ovine milk for further processing. / W.L. Wendorff // *J Dairy Sci*. 2001. Vol. 84. P. 74–78.
56. Wendorff WL. Sheep milk and milk products: composition. In: Pond WG, Bell AW, editors. *Encyclopedia of animal science*. New York: Marcel Dekker. 2005.
57. Wijesinha-Bettoni R, Burlingame B. Milk and dairy product composition. In: Muehlhoff E, Bennett A, McMahon D, editors. *Milk and dairy products in human nutrition*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. Chapter 3. P. 42–102.
58. Yuan G.F. Chen X.E., Li D. Conjugated linolenic acids and their bioactivities: a review // *Food Funct*. 2014. Vol. 25. P. 1360–1368.
59. Zlatanov S. CLA content and fatty acid composition of Greek Feta and hard cheeses. / S. Zlatanov, K. Laskaridis, C. Feist, A. Sagredos // *Food Chem*. 2002. Vol. 78. P. 471–477.

ОБ АВТОРАХ

Вобликова Татьяна Владимировна, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ставропольский государственный аграрный университет", Ставрополь, Россия, e-mail: tppshp@mail.ru, тел.: +9054913034, Orcid номер 0000-0001-6306-8414

Voblikova Tatyana Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Federal state budgetary educational institution of higher education "Stavropol state agrarian University", Stavropol, Russia, e-mail: tppshp@mail.ru, phone number: +9054913034, Orcid number 0000-0001-6306-8414

Кригер Ольга Владимировна, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Krieger Olga Vladimirovna, Doctor of Engineering, professor, FGBOU VO "Kemerovo state University»

Дата поступления в редакцию: 22.02.2019 г.

После рецензирования: 04.03.2019 г.

Дата принятия к публикации: 15.05.2019 г.