ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-555-562
УДК 613.287.58

Оригинальная статья
http://fptt.ru/

Жирнокислотный состав козьего и овечьего молока и его трансформация в процессе производства йогурта

В. В. Садовой[1], Т. В. Вобликова[2,*], А. В. Пермяков[1]

[1] *ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1*

[2] *ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12*

Дата поступления в редакцию: 10.06.2019
Дата принятия в печать: 15.10.2019

**e-mail: tppshp@mail.ru*

© В. В. Садовой, Т. В. Вобликова, А. В. Пермяков, 2019

Аннотация.
Введение. Информация о структуре жирных кислот имеет решающее значение для производства и продвижения козьего и овечьего молока в производстве молочных продуктов. Профиль жирных кислот молочного жира может влиять на пищевую ценность и рыночную стоимость молочных продуктов. Целью исследования стало изучение особенностей жирнокислотного состава козьего и овечьего молока и его трансформации в процессе производства йогурта.
Объекты и методы исследования. Исследование жирнокислотного состава выполнялось с применением метода газовой хроматографии. Объектами исследования стали: молоко коз зааненской породы и овец северокавказской породы, йогурт, полученный из смеси козьего и овечьего молока 1:1.
Результаты и их обсуждение. Установлено, что в козьем молоке содержание насыщенных жирных кислот меньше на 12 %, чем в овечьем молоке. Олеиновая, стеариновая и пальмитиновая кислоты – это основные жирные кислоты, содержащиеся в жировой фазе молока и йогурта. Отмечены изменения в концентрациях отдельных жирных кислот при переработке молока и в процессе хранения йогурта. В результате созревания и процесса хранения в течение 7 суток количество насыщенных жирных кислот в йогурте увеличилось на 5 % по сравнению с исходной молочной смесью. Содержание полиненасыщенных жирных кислот в йогурте снизилось на 19,27 %. В козьем молоке отмечено наивысшее значение соотношения гипохолестеринемических и гиперхолестеринемических жирных кислот. Показано, что козье молоко характеризуется наиболее приемлемым жирнокислотным составом с точки зрения здорового питания и профилактики атеросклероза и тромбообразования.
Выводы. В процессе производства и хранения йогурта отмечена тенденция к снижению мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот с одновременным увеличением содержания насыщенных жирных кислот. Установлено, что производство йогурта с использованием в составе смеси козьего молока позволяет снизить значения индексов атерогенности и тромбогенности. Результаты исследования дают информационную основу к производству качественно новых кисломолочных напитков с благоприятным жирнокислотным профилем для здоровья человека.

Ключевые слова. Молоко, йогурт, овца, коза, трансформация, липиды, жирнокислотный профиль, молочные продуты, реологические свойства

Финансирование. Научно-исследовательская работа выполнена в рамках контракта ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» с Министерством сельского хозяйства Ставропольского края 199/16 от 02.09.2016.

Для цитирования: Садовой, В. В. Жирнокислотный состав козьего и овечьего молока и его трансформация в процессе производства йогурта / В. В. Садовой, Т. В. Вобликова, А. В. Пермяков // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 4. – С. 555–562. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-555-562.

Original article

Available online at http://fptt.ru/eng

Fatty Acid Composition of Goat and Sheep Milk: Transformation during Yogurt Production

V.V. Sadovoy[1], T.V. Voblikova[2,*], A.V. Permyakov[1]

[1] *North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355017, Russia*

Received: June 10, 2019
Accepted: October 15, 2019

[2] Stavropol State Agrarian University,
12, Zootekhnichesky Lane, Stavropol, 355017, Russia

*e-mail: tppshp@mail.ru

© V.V. Sadovoy, T.V. Voblikova, A.V. Permyakov, 2019

Abstract.
Introduction. Information on the structure of fatty acids is crucial for production and promotion of goat and sheep milk in dairy industry. The profile of fatty acids of milk fat can affect the nutrition value and market value of dairy products.
Study objects and methods. The present research featured fatty acid structure of goat and sheep milk and its transformation during yogurt production. The fatty acid structure was studied using gas chromatography. The milk was obtained from goats of the Zaanensky breed and sheep of the North Caucasian breed. Their ratio in the yogurt was 1:1.
Results and discussion. The content of saturated fatty acids was 12% less in goat milk than in sheep milk. Olein, stearin, and palmitic acids are the main fatty acids in the fatty phase of milk and yogurt. The research revealed some changes in concentration of individual fatty acids during milk processing and during the storage of yogurt. As a result of ripening and storage, the amount of saturated fatty acids in yogurt increased by 5% on day 7, in comparison with the initial dairy mix. The content of the polynonsaturated fatty acids decreased by 19.27%. Goat milk had the highest value of the ratio of the hypocholesteremic and hypercholesteremic fatty acids. Goat milk demonstrated the most acceptable fatty acid structure in terms of healthy nutrition and prevention of atherosclerosis and thrombogenesis. During yogurt production and storage, the monononsaturated and polynonsaturated fatty acids decreased, while the content of saturated fatty acids increased. Thus, goat milk can increase the amount of monononsaturated and polynonsaturated fatty acids in dairy products. However, the research also revealed a general tendency to decrease in monononsaturated and polynonsaturated fatty acids during yogurt production and storage, with a parallel increase in the content of saturated fatty acids. Unlike ship milk, goat milk had a lower value of the indices of atherogenicity and thrombogenesis.
Conclusion. The indices of atherogenicity and thrombogenesis provided additional information on the functional properties of the product. The established features of the fatty acid profile and its transformation during yogurt production provide data that can help produce qualitatively new dairy drinks with a healthy fatty acid profile.

Keywords. Milk, yogurt, sheep, goat, transformation, lipids, fatty-acid profile, dairy products, rheological properties

Funding. The research was performed within the contract between Stavropol State Agrarian University and the Department of Agriculture of the Stavropol Territory, No. 199/16, September 02, 2016.

For citation: Sadovoy VV, Voblikova TV, Permyakov AV. Fatty Acid Composition of Goat and Sheep Milk: Transformation during Yogurt Production. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(4):555–562. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-555-562

Введение

Молоко имеет высокую пищевую и биологическую ценность и составляет существенную долю в рационе человека [1, 2]. Однако молоко различных видов животных имеет некоторые отличия в физико-химическом и биохимическом составе. Особенности состава молока различных животных влекут за собой изменение технологических процессов при их промышленной переработке. Кроме того, необходимо отметить разный биологический потенциал молока различных видов животных.

Несмотря на то, что молочные коровы производят наибольшую долю мирового запаса молока, молоко коз пьет большое количество людей во всем мире. Козье молоко и его продукты являются важными ежедневными источниками белков, фосфатов и кальция для людей. Молочное козоводство является жизненно важным сектором сельского хозяйства в развитых странах, таких как Франция, Италия, Испания и Греция. Это указывает на то, что разведение молочных коз и овец не обязательно является синонимом бедности или слаборазвитого делового сектора. Недостаточное или несбалансированное питание приводит к нарушениям функций организма. Дисбаланс поступления липидов в организм человека приводит к гипертонии и ожирению, что является фактором риска артрозов и сердечно-сосудистых заболеваний [3, 4].

Козье и овечье молоко, в отличие от коровьего, содержит больше коротко- и среднецепочечных жирных кислот (триглицериды со средней длиной цепи), которые обладают уникальной метаболической способностью обеспечивать энергией растущих детей и использоваться для лечения пациентов с мальабсорбцией. Информация о структуре жирных кислот имеет решающее значение для производства и продвижения козьего и овечьего молока в производстве молочных продуктов. Профиль жирных кислот молочного жира может влиять на пищевую и рыночную стоимость молочных продуктов.

Среди биологически активных компонентов овечьего молока липиды важны из-за их высокой пищевой ценности и влияния на физико-химические, сенсорные и производственные свойства молочных продуктов. Молоко овец вызывает интерес как источник пищевого сырья, содержащий значительное количество ω-3 и ω-6 жирных кислот в молочном жире, а также других менее распространенных

жирных кислот, таких как изомеры линолевой кислоты [1]. Овечье молоко широко производится в полузасушливых странах. Оно используется для потребления молока и производства широкого ассортимента сыров, кисломолочных продуктов (например, жидких, вязких, концентрированных и сухих) и, в меньшей степени, сухого молока. Овечье молоко – характеризуется высоким содержанием сухих веществ и большим количеством минералов и витаминов.

Мицеллярные структуры овечьего и козьего молока отличаются от коровьего по диаметру, гидратации и минерализации. Мицеллы казеина козьего молока содержат больше кальция и неорганического фосфора, менее сольватированы и менее устойчивы к нагреванию. Легче теряют казеин, чем мицеллы коровьего казеина [5–7]. Липиды в козьем и овечьем молоке представлены жировыми глобулами меньшего размера, что способствует лучшей усвояемости [6–8]. Интенсивное исследование овечьего и козьего молока показало, что липидные компоненты могут иметь много преимуществ [10]. Исследования были сосредоточены на транскислотных и конъюгированных изомерах линолевой кислоты, поскольку считается, что последние оказывают благотворное влияние на здоровье человека, тогда как первые оказывают определенные негативные эффекты.

Увеличение производства кисломолочных напитков из козьего и овечьего молока объясняется их высокой питательной ценностью и усвояемостью. Различие состава молока коз и овец и предварительная подготовка молочного сырья дает возможность произвести йогурты с различными реологическими свойствами: вязкий и низко-вязкий (питьевой). При производстве йогурта из козьего и овечьего молока необходимо применение технологических приемов с учетов особенностей состава молока. Заквасочные культуры, применяемые при производстве йогурта, способствуют предварительному гидролизу белков [2]. Наиболее часто используются микроорганизмы, оптимальная температура роста которых находится в пределах 37–45 °С: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus and subsp. lactis*, пробиотические лактобактерии (*Lactobacillus acidophilus*, *helveticus*, *rhamnosus*, *casei subsp. casei*, *paracasei and plantarum*) и бифидобактерии (*Bifidobacterium adolescentis*, *breve*, *bifidum*, *infantis*, *animalis subsp. lactis*, *subsp. animalis and longum*). Различия в составе белковых фракций овечьего молока являются основным фактором, оказывающим влияние на продолжительность коагуляции и реологические свойства образовавшегося сгустка, при производстве кисломолочных напитков [9]. Йогурт, полученный из козьего молока, характеризуется неплотным сгустком, в отличие от йогурта, произведенного из овечьего молока.

Широкий спектр молочных продуктов с заданными реологическими характеристиками и высокой биологической ценностью может быть получен с использованием смеси козьего и овечьего молока, т. к. козье молоко содержит больше непротеиновых азотистых веществ и содержит меньше видов казеина, чем овечье и коровье молоко [6]. Это приводит к более слабой структуре йогурта из козьего молока, в отличие от овечьего молока, которое обладает хорошей коагуляционной способностью. Однако необходимо помнить, что продукт, произведенный из смеси козьего и овечьего молока, должен быть маркирован соответствующим образом. Отсутствие на упаковке йогурта информации о составе молочной смеси может быть расценена как фальсификация продукта.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования стали: молоко коз зааненской породы и овец северокавказской породы, молочная смесь и йогурт, полученный на их основе. Йогурт был получен из смеси козьего и овечьего молока в соотношении 1:1, пастеризованного при 63 °С в течение 30 минут перед изготовлением с применением *Streptococcus ssp. thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*. Исследование жирнокислотного состава выполняли с применением метода газовой хроматографии в соответствии с государственным отраслевым стандартом Российской Федерации 32915-2014 «Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии».

Для оценки показателей качества липидов жировой фазы исходного молочного сырья и готового продукта выполнен расчет индекса атерогенности и тромбогенный индекс. Индекс атерогенности (АИ) и тромбогенный индекс (ТИ) рассчитывали по формулам [11]:

$$\text{АИ} = \frac{[12{:}0(4\cdot 14{:}0)+16{:}0]}{\omega-3\ \text{ПНЖК}+\omega-6\ \text{ПНЖК}+\text{МНЖК}} \quad (1)$$

$$\text{ТИ} = \frac{(14{:}0+16{:}0+18{:}0)}{0{,}5\cdot\text{МНЖК}+0{,}5\cdot\omega-6\ \text{ПНЖК}+3\cdot\omega-3\ \text{ПНЖК}} + \frac{\omega-3\ \text{ПНЖК}}{\omega-6\ \text{ПНЖК}} \quad (2)$$

Соотношение между гипохолестеринемическими (h) и гиперхолестеринемическими (H) жирными кислотами было рассчитано в соответствии с уравнением [4]:

$$h/H = \frac{C18{:}1+\text{ПНЖК}}{C14{:}0+C16{:}0} \quad (3)$$

Результаты и их обсуждение

С целью определения потенциала козьего и овечьего молока как сырья для производства продуктов здорового питания предпринята попытка выявления видовых особенностей жирнокислотного состава исследуемого молочного сырья и его трансформации в процессе производства йогурта. Исследован жирнокислотный состав молока коз

зааненской породы и овец северокавказской породы. В ходе исследований было выявлено присутствие 42 жирных кислот.

В зависимости от относительного содержания жирных кислот в молочном жире различают основные жирные кислоты (14) и минорные. Содержание каждой из основных жирных кислот превышает 1 %, минорных – менее 1 %. Участие в образовании триацилглицеринов только основных жирных кислот может дать около 1,5 тысяч смешанных триацилглицеринов. Этот цифровой пример дает представление о комплексности молочного жира и о многообразии факторов, определяющих его состав, а следовательно, и физико-химические свойства. Количественное определение содержания жирных кислот в молочном жире проводят, используя методы газожидкостной хроматографии.

На долю основных жирных кислот в молочном жире приходится 98–99 %. Поэтому именно эта группа кислот определяет свойства молочного жира.

На рисунке 1 представлен профиль, состоящий из четырнадцати основных жирных кислот. Значения, приведенные на рисунке 1 ниже, представляют процентное содержание всех проанализированных жирных кислот, а не общего количества жира в козьем и овечьем молоке.

В козьем молоке содержание цис-изомера олеиновой кислоты (C18:1n9c) составляет 28,7 % от суммы всех жирных кислот, что на 39 % больше чем в овечьем. Концентрация насыщенных жирных кислот в овечьем молоке составляет 70 %, в козьем – 62 % от суммы всех жирных кислот. Овечье молоко имеет гораздо более высокое содержание масляной (C4:0), капроновый (C6:0), каприловой (C8:0), каприновая (C10:0), лауриновой (C12:0), миристиновой (C14:0), пальмитиновой (C16:0), стеариновой (C18:0) кислот, чем козье молоко.

Исследовано изменение жирнокислотного профиля смеси козьего и овечьего молока и готового йогурта на их основе в процессе семидневного хранения. Для производства йогурта использована смесь козьего молока и овечьего молока в соотношении 1:1. Жирнокислотный профиль молочной смеси из козьего и овечьего молока и полученного йогурта, подвергнутого хранению в течение 7 дней при температуре 4 ± 2 °C представлен на рисунке 2.

Среди ненасыщенных жирных кислот олеиновая (18:1n-9) и линолевая (18:2n-6) имеют важную роль в защите организма человека от сердечно-сосудистых заболеваний. В сумме содержание трех ненасыщенных жирных кислот (C18:1n9t, C18:1n9c, C18:2n6c) в йогурте снизилось на 4,8 %. Отмечено существенное снижение содержания цис-изомера олеиновой жирной кислоты с 23 % до 18,7 % в процессе ферментации и хранения йогурта. Аналогичная тенденция отмечена в отношении стеариновой (C18:0) жирной кислоты. Снижение ее происходит на 4,5 %. В йогурте отмечено увеличение миристиновой кислоты (C:14) на 2,1 %, каприновой кислоты (C10:0) на 2,9 %.

На основании данных о составе жирных кислот рассчитаны индекс атерогенности и тромбогенного индекса (рис. 3), характеризующие качества липидов жировой фазы козьего и овечьего молока, а также йогурта, полученного на их основе. Индекс атерогенности указывает на соотношение между суммой основных насыщенных жирных кислот и

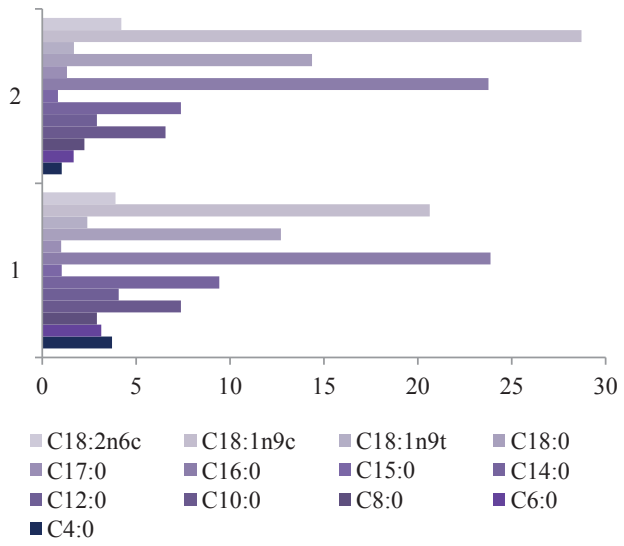

Рисунок 1. Жирнокислотный профиль:
1 – овечьего молока; 2 – козьего молока

Figure 1. Fatty acid profile: 1 – sheep milk; 2 – goat milk

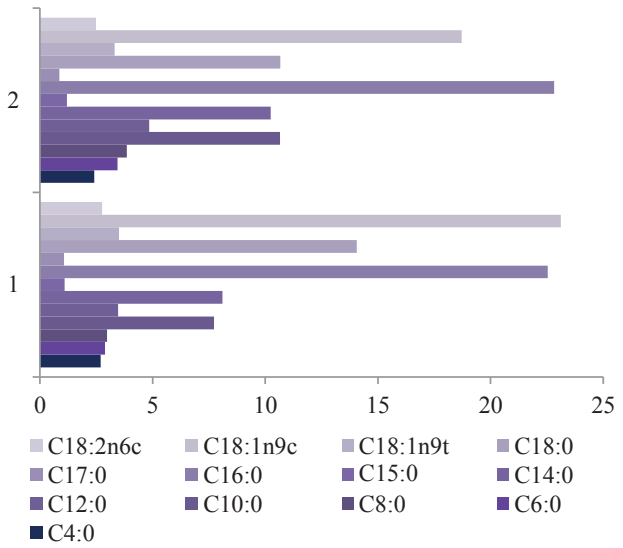

Рисунок 2. Жирнокислотный профиль: 1 – молочной смеси из козьего и овечьего молока в соотношении 1:1;
2 – йогурт из смеси козьего и овечьего молока

Figure 1. Fatty acid profile: 1 – mix of goat and sheep milk in a 1:1 ratio; 2 – yogurt from the mixture of goat and sheep milk

основной группы ненасыщенных. Причем первая считается проатерогенной (способствующей адгезии липидов к клеткам иммунологической и кровеносной систем), а вторая группа – антиатерогенный (ингибирует агрегацию и снижает уровни этерифицированных жирных кислот, холестерина и фосфолипидов, предотвращая появление микро- и макрокоронарных заболеваний) [11–14].

Индекс тромбогенности показывает тенденцию к образованию сгустков в кровеносных сосудах. Это определяется как связь между протромбогенетическими (насыщенными) и антитромбогенетическими жирными кислотами (мононенасыщенными жирными кислотами, полиненасыщенными жирными кислотами ω-6 и ω-3). [14–17].

Наименьшим индексом атергенности и тромогенности характеризовалось козье молоко. Индекс атерогенности для козьего молока составил 1,48, тромбогенный индекс – 2,66. В норме соотношение атерогенных и антиатерогенных липидов не должно превышать 3,5. Йогурт, полученный из смеси козьего и овечьего молока, характеризовался более высоким тромбогенным индексом и индексом атерогенности, чем исходное молочное сырье. Для йогурта из смеси козьего и овечьего молока индекс атерогенности составил 2,44, тромбогенный индекс – 3,2. Увеличение значения индекса атерогенности и тромбогенного индекса характеризует увеличение степени риска для здоровья человека, в результате систематического употребления рассматриваемого продукта [18–20]. Полученные результаты, характеризующие изменения индекса атергенности и тромбогенного индекса в молочной смеси и готовом продукте, связаны с процессом деятельности заквасочной микрофлоры. В процессе созревания происходит увеличение количества насыщенных жирных кислот с параллельным снижением концентрации мононесыщенных и полиненасыщенных жирных кислот. На рисунке 4 представлена динамика изменения состава жирных кислот в технологическом процессе и в результате хранения в течение 7 дней.

Данные представленные на рисунке 4 свидетельсвуют о том, что в процессе производства йогурта из смеси козьего и овечьего молока содержание моно- и полиненасыщенных жирных кислот снижается. В козьем молоке содержание насыщенных жирных кислот меньше на 12 %, чем в овечьем молоке. В результате технологического процесса и процесса хранения в течение 7 суток, количество насыщенных жирных кислот в йогурте из смеси козьего и овечьего молока увеличилось на 5 % по сравнению с исходной молочной смесью. Обратная зависимость отмечена в динамике полиненасыщенных жирных кислот в йогурте в результате технологической обработки молочной смеси и семидневного хранения. Содержание полиненасыщенных жирных кислот снизилось на 19,27 %. В настоящее время признано, что насыщенные жирные кислоты и содержащие их животные жиры повышают уровень общего холестерина в крови и вызывают развитие атеросклероза. Гиперхолестеринемическим действием обладают насыщенная пальмитиновая кислота, составляющая около 25 % всех жирных кислот животных жиров, а также насыщенные жирные кислоты: лауриновая (12:0), миристиновая (14:0) и стеариновая (18:0). Ulbrich и др. предложено использовать соотношение между ПНЖК и насыщенными жирными кислотами в рационе питания как фактор, предсказывающий действие рациона питания на уровень холестерина в плазме крови [11].

На основании полученных данных установлены соотношения между гипохолестеринемическими и

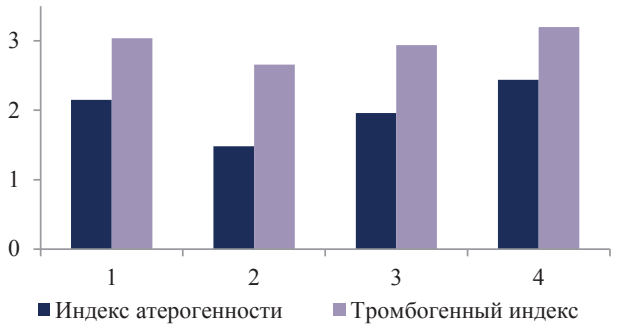

Рисунок 3. Индекс атерогенности и тромбогенный индекс: 1 – овечье молоко; 2 – козье молоко; 3 – смесь козьего и овечьего в соотношении 1:1; 4 – йогурт из смеси козьего и овечьего молока

Figure 3. Atherogenic and thrombogenic indices: 1 – sheep milk; 2 – goat milk; 3 – mix of goat and sheep milk in a 1:1 ratio; 4 – yogurt from the mix of goat and sheep milk

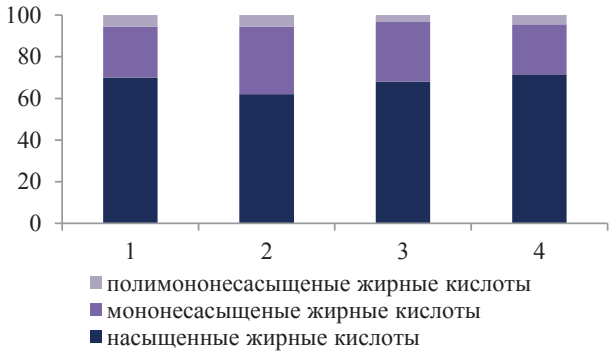

Рисунок 4. Изменение соотношения насыщенных, полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот в процессе производства и хранения: 1 – овечье молоко; 2 – козье молоко; 3 – смесь козьего и овечьего молока и 4 – йогурт из смеси козьего и овечьего молока

Figure 4. Change in the ratio of saturated, polyunsaturated, and monounsaturated fatty acids in the process of production and storage: 1 – sheep milk; 2 – goat milk; 3 – mix of goat and sheep milk; 4 – yoghurt from the mix of goat and sheep milk

Таблица 1. Соотношение между гипохолестеринемическими и гиперхолестеринемическими жирными кислотами (*h/H*) в исходном молочном сырье и йогурте

Table 1. Ratio between hypocholesteremic and hypercholesteremic fatty acids (*h/H*) in the raw milk and in the yogurt

Наименованием показателя	Овечье молоко	Козье молоко	Смесь козьего и овечьего молока	Йогурт
h/H	0,858	1,156	0,980	0,8834

гиперхолестеринемическими жирными кислотами в исходном молочном сырье и йогурте, полученном из смеси козьего и овечьего молока в соотношении 1:1.

В козьем молоке отмечено наивысшее значение соотношения между гипохолестеринемическими и гиперхолестеринемическими жирными кислотами. В результате технологического процесса и семидневного срока хранения соотношение между гипохолестеринемическими и гиперхолестеринемическими жирными кислотами уменьшается в йогурте из смеси козьего и овечьего молока.

Выводы

Использование в молочной смеси козьего молока для производства йогурта способствует увеличению количества мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот. Однако отмечена общая тенденция к снижению мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот в процесс производства и хранения йогурта с параллельным увеличением содержания насыщенных жирных кислот. Козье молоко, по сравнению с овечьим молоком, имеет более низкое значение индекса атерогенности и тромбогенного индекса. Расчет индекса атерогенности и тромбогенного индекса является дополнительной информацией о функциональных свойствах продукта. Установленные особенности жирнокислотного профиля и его трансформации в процессе производства йогурта дают информационную основу к получению качественно новых кисломолочных напитков с благоприятным жирнокислотным профилем для здоровья человека.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности

Выражаем благодарность за помощь в подготовке статьи ректору ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», академику РАН Трухачеву Владимир Ивановичу, директору Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», доктору биологических наук, профессору Марине Ивановне Селионовой.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Acknowledgements

We express our gratitude to V.I. Trukhachev, Rector of the Stavropol State Agrarian University, Member of the Russian Academy of Sciences, and to Professor M.I. Selionova, Doctor Biological Sciences, Director of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – branch of the North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center).

Список литературы

1. Park, Y. W. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk / Y. W. Park // Small Ruminant Research. – 1994. – Vol. 14, № 2. – P. 151–159. DOI: https://doi.org/10.1016/0921-4488(94)90105-8.

2. Prosekov, A. Yu. Theory and practice of prion protein analysis in food products / A. Yu. Prosekov // Foods and Raw Materials. – 2014. – Vol. 2, № 2. – P. 106–120. DOI: https://doi.org/10.12737/5467.

3. Prosekov, A. Yu. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world / A. Yu. Prosekov, S. A. Ivanova // Foods and Raw Materials. – 2016. – Vol. 4, № 2. – P. 201–211. DOI: https://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-201-211.

4. Fatty acid profile and health lipid indices in the raw milk of Simmental and Holstein-Friesian cows from an organic farm / R. Pilarczyk , J. Wójcik, P. Sablik [et al.] // South African Journal of Animal Sciences. – 2015. – Vol. 45, № 1. – P. 30–38. DOI: https://doi.org/10.4314/sajas.v45i1.4.

5. Жирнокислотный состав молока коров голштинской породы на предприятии «РЗА – АСЫЛ ТҮЛІК» Кызылординской области / А. Ж. Хастаева, А. К. Смагулов, Б. У. Умирзаков [и др.] // Новости науки Казахстана. – 2018. – Т. 138, № 4. – С. 198–205.

6. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk / Y. W. Park, M. Juárez, M. Ramos [et al.] // Small Ruminant Research. – 2007. – Vol. 68, № 1–2. – P. 88–113. DOI: https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013.

7. Физико-химические показатели козьего, овечьего и коровьего молока / А. С. Шувариков, К. А. Канина, О. Н. Красуля [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2017. – № 1. – С. 38–40.

8. Молочная продуктивность, качество и жирнокислотный состав липидов молока коз русской породы / М. В. Забелина, Т. Н. Родионова, А. В. Данилин [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2018. – № 3. – С. 35–39.

9. The microstructure and physicochemical properties of probiotic buffalo yoghurt during fermentation and storage: a comparison with bovine yoghurt / H. T. H. Nguyen, L. Ong, C. Lefèvre [et al.] // Food and Bioprocess Technology. – 2014. – Vol. 7, № 4. – P. 937–953. DOI: https://doi.org/10.1007/s11947-013-1082-z.

10. Скидан, И. Н. Жировые глобулы как детерминанты пищевой и биологической ценности козьего молока / И. Н. Скидан, А. Е. Гуляев, К. С. Казначеев // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № 2. – С. 81– 95.

11. Ulbrich, T. L. V. Coronary heart disease seven dietary factors / T. L. V. Ulbrich, D. A. T. Southgate // Lancet. – 1991. – Vol. 338, № 8773. – P. 985–992. DOI: https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M.

12. On the possible effects of harvesting season and chilled storage on the fatty acid profile of the fillet of farmed gilthead sea bream (Sparus aurata) / L. Senso, M. D. Suárez, T. Ruiz-Cara [et al.] // Food Chemistry. – 2007. – Vol. 101, № 1. – P. 298–307. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.036.

13. Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices, of raw roe of blue fin tuna (*Thunnus thynnus* L.) and their salted product 'bottarga' / M. A. Garaffo, R. Vassallo-Agius, Y. Nengas [et al.] // Food and Nutrition Sciences. – 2011. – Vol. 2, № 7. – P. 736–743. DOI: https://doi.org/10.4236/fns.2011.27101.

14. Ghaeni, M. Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices in leiognathusbindus and upeneussulphureus / M. Ghaeni, K. N. Ghahfarokhi, L. Zaheri / Journal of Marine Science: Research & Development. – 2013. – Vol. 3, № 4. DOI: https://doi.org/10.4172/2155-9910.1000138.

15. Атерогенность как фактор прогнозирования функциональной направленности пищевых продуктов / Л. В. Пешук, И. Г. Радзиевская, О. П. Мельник [и др.] // Научни трудове том LX «Хранителна наука, техника и технологии – 2013» / Университет пищевых технологий. – Пловдив, 2013. – С. 817–821.

16. Fatty acid composition and quality characteristic of some vegetable oils used in making commercial imitation cheese in Egypt / I. A. Abd El-Gawad, E. M. Hamed, M. A. Zidan [et al.] // Journal of Nutrition & Food Sciences. – 2015. – Vol. 5, № 4. DOI: https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000380.

17. Pietrzak-Fiećko, R. Fatty acid profile of milk fat in the local dairy products from north-eastern Poland / R. Pietrzak-Fiećko, K. Staniewska, B. Staniewski / Polish Journal of Natural Sciences. – 2017. – Vol. 32, № 1. – P. 143–151.

18. Milk fatty acids profiles and milk production from dairy cows fed different forage quality diets / S. Liu, R. Zhang, R. Kang [et al.] // Animal Nutrition. – 2016. – Vol. 2, № 4. – P. 329–333. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.08.008.

19. Influence of pasture-based feeding systems on fatty acids, organic acids and volatile organic flavour compounds in yoghurt / G. Akbaridoust, T. Plozza, V. C. Trenerry [et al.] // Journal of Dairy Research. – 2015. – Vol. 82, № 3. – P. 279–286. DOI: https://doi.org/10.1017/S0022029915000357.

20. Fatty acids profile, atherogenic and thrombogenic health indices of white brined cheese made from buffalo milk / N. Naydenova, I. Kaishev, T. Iliev [et al.] // Agricultural Science and Technology. – 2014. – Vol. 6, № 3. – P. 352–355.

References

1. Park YW. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. Small Ruminant Research. 1994;14(2):151–159. DOI: https://doi.org/10.1016/0921-4488(94)90105-8.

2. Prosekov AYu. Theory and practice of prion protein analysis in food products. Foods and Raw Materials. 2014;2(2):106–120. DOI: https://doi.org/10.12737/5467.

3. Prosekov AYu, Ivanova SA. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world. Foods and Raw Materials. 2016;4(2):201–211. DOI: https://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-201-211.

4. Pilarczyk R, Wójcik J, Sablik P, Czerniak P. Fatty acid profile and health lipid indices in the raw milk of Simmental and Holstein-Friesian cows from an organic farm. South African Journal of Animal Sciences. 2015;45(1):30–38. DOI: https://doi.org/10.4314/sajas.v45i1.4.

5. Khastaeva AZh, Smagulov AK, Umirzakov BU, Nurgalieva MT, Myrzabayeva NYe. Milk fatty acid composition of holstein cows in 'Rza-Azyk tulik' of Kyzylorda region. News of Kazakhstan Science. 2018;138(4):198–205. (In Russ.).

6. Park YW, Juárez M, Ramos M, Haenlein GFW. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Small Ruminant Research. 2007;68(1–2):88–113. DOI: https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013.

7. Shuvarikov AS, Kanina KA, Krasulya ON, Pastukh ON, Robkova TO. Fiziko-khimicheskie pokazateli koz′ego, ovech′ego i korov′ego moloka [Physicochemical indicators of goat, sheep, and cow's milk]. Sheep, goats and wool production. 2017;(1):38–40. (In Russ.).

8. Zabelina MV, Rodionova TN, Danilin AV, Tyurin IYu. Molochnaya produktivnost′, kachestvo i zhirnokislotnyy sostav lipidov moloka koz russkoy porody [Productivity, quality, and fatty acid composition of lipids of milk obtained from Russian goats]. Sheep, goats and wool production. 2018;(3):35–39. (In Russ.).

9. Nguyen HTH, Ong L, Lefèvre C, Kentish SE, Gras SL. The microstructure and physicochemical properties of probiotic buffalo yoghurt during fermentation and storage: a comparison with bovine yoghurt. Food and Bioprocess Technology. 2014;7(4):937–953. DOI: https://doi.org/10.1007/s11947-013-1082-z.

10. Skidan IN, Gulyaev AE, Kaznacheev KS. Milk fat globules, as determinants of the nutritional and biological value of goat milk. Problems of Nutrition. 2015;84(2):81–95. (In Russ.).

11. Ulbrich TLV, Southgate DAT. Coronary heart disease seven dietary factors. Lancet. 1991;338(8773):985–992. DOI: https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M.

12. Senso L, Suárez MD, Ruiz-Cara T, García-Gallego M. On the possible effects of harvesting season and chilled storage on the fatty acid profile of the fillet of farmed gilthead sea bream (Sparus aurata). Food Chemistry. 2007;101(1):298–307. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.036.

13. Garaffo MA, Vassallo-Agius R, Nengas Y, Lembo E, Rando R, Maisano R, et al. Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices, of raw roe of blue fin tuna (*Thunnus thynnus* L.) and their salted product 'Bottarga'. Food and Nutrition Sciences. 2011;2(7):736–743. DOI: https://doi.org/10.4236/fns.2011.27101.

14. Ghaeni M, Ghahfarokhi KN, Zaheri L. Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices in leiognathusbindus and upeneussulphureus. Journal of Marine Science: Research & Development. 2013;3(4). DOI: https://doi.org/10.4172/2155-9910.1000138.

15. Peshuk LV, Radzievska IG, Melnyk OP, Shemanska EI. Atherogenicity as a factor in predicting functional orientation of food products. Scientific works volume LX 'Food science, engineering and technologies – 2013'; 2013; Plovdiv. Plovdiv: University of Food Technologies; 2013. pp. 817–821. (In Russ.).

16. Abd El-Gawad IA, Hamed EM, Zidan MA, Shain AA. Fatty acid composition and quality characteristic of some vegetable oils used in making commercial imitation cheese in Egypt. Journal of Nutrition & Food Sciences. 2015;5(4). DOI: https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000380.

17. Pietrzak-Fiećko R, Staniewska K, Staniewski B. Fatty acid profile of milk fat in the local dairy products from north-eastern Poland. Polish Journal of Natural Sciences. 2017;32(1):143–151.

18. Liu S, Zhang R, Kang R, Meng J, Ao C. Milk fatty acids profiles and milk production from dairy cows fed different forage quality diets. Animal Nutrition. 2016;2(4):329–333. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.08.008.

19. Akbaridoust G, Plozza T, Trenerry VC, Wales WJ, Auldist MJ, Ajlouni S. Influence of pasture-based feeding systems on fatty acids, organic acids and volatile organic flavour compounds in yoghurt. Journal of Dairy Research. 2015;82(3):279–286. DOI: https://doi.org/10.1017/S0022029915000357.

20. Naydenova N, Kaishev I, Iliev T, Mihaylova G. Fatty acids profile, atherogenic and thrombogenic health indices of white brined cheese made from buffalo milk. Agricultural Science and Technology. 2014;6(3):352–355.

Сведения об авторах

Садовой Владимир Всеволодович
д-р. техн. наук, профессор кафедры технологии продуктов питания и товароведения, ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1
https://orcid.org/0000-0002-0182-9318

Вобликова Татьяна Владимировна
канд. техн. наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, тел.: +7 (905) 491-30-34, e-mail: agro@spbgau.ru
https://orcid.org/0000-0001-6306-8414

Пермяков Анатолий Викторович
канд. техн. наук, заведующий кафедрой физики, электротехники и электроэнергетики Института сервиса, туризма и дизайна, ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1
https://orcid.org/0000-0003-3668-7716

Information about the authors

Vladimir V. Sadovoy
Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Department of Food Technology and Commodity Research, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355017, Russia
https://orcid.org/0000-0002-0182-9318

Tatyana V. Voblikova
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technologies of Production and Processing of Agricultural Products, Stavropol State Agrarian University, 12, Zootekhnichesky Lane, Stavropol, 355017, Russia, phone: +7 (905) 491-30-34, e-mail: agro@spbgau.ru
https://orcid.org/0000-0001-6306-8414

Anatoly V. Permyakov
Cand.Sci.(Eng.), Head of the Department of Physics, Electrical Engineering and Power Engineering Institute of Service, Tourism and Design, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355017, Russia
https://orcid.org/0000-0003-3668-7716