УДК 637.041:637.049 https://doi.org/10.21603/1019-8946-2023-6-6

ОСОБЕННОСТИ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА
МОЛОКА КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ И КОЗ ЗААНЕНСКОЙ ПОРОД*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Марина Владимировна Позовникова, канд. биол. наук, старший научный сотрудник
E-mail: pozovnikova@gmail.com
Виктория Борисовна Лейбова, канд. биол. наук, старший научный сотрудник
Ольга Васильевна Тулинова, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник
Елена Анатольевна Романова, младший научный сотрудник
ВНИИ генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального исследовательского центра животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, г. Пушкин

Проведен сравнительный анализ компонентного состава молока коров голштинской породы и коз зааненской породы, содержащихся на идентичной кормовой базе в природно-климатических условиях Ленинградской области. Образцы молока собирали ежемесячно от каждого животного во время контрольных доек. В пробах молока с использованием инфракрасного анализатора FOSS 7 DSCC определяли содержание молочного жира, белка, казеина, лактозы и жирных кислот. Коровье молоко достоверно отличалось высоким содержанием молочного жира, белка, казеина и лактозы. В молоке коз определены низкие значения таких насыщенных жирных кислот, как миристиновая, пальмитиновая и стеариновая, и высокое количество полиненасыщенных и короткоцепочечных жирных кислот. Молоко коз зааненской породы за счет уникального состава представляет большой интерес для молочной промышленности, особенно при производстве продуктов для диетического и детского питания.

Ключевые слова: жирные кислоты, лактоза, молочный скот

ВВЕДЕНИЕ

Крупный рогатый скот отличается от других видов молочных животных высокими валовыми удоями, удовлетворяя потребность человека в молоке. Однако с точки зрения качественных характеристик, важных для сыроделия, производства диетических и гипоаллергенных продуктов, на первый план выходит состав, который предопределяет научный и практический интерес к молоку других сельскохозяйственных животных, в частности, коз. Исследования показывают значительные различия в химическом составе этих видов молока, представляющие интерес с позиций нутрициологии, что повышает значимость продукта в рационе питания человека [1]. Например, по составу молоко коз ближе к женскому, поэтому смеси на основе козьего молока рекомендованы для питания детей с целью снижения риска возникновения функциональных гастроинтестинальных расстройств [2]. Употребление козьего молока благоприятно действует на кишечную микрофлору человека, снижая уровень патогенных бактерий, а также способствует уменьшению потенциала передачи гена устойчивости к антибиотикам патогенных бактерий в кишечнике [3].

Фото предоставлено авторами статьи

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-16-00049.

Среди всех факторов влияния (вид, порода, возраст животного и т. д.) следует выделить кормовой рацион. Именно стратегия кормления может приводить к изменениям как общего содержания отдельных компонентов в молоке, так и их количественного соотношения [4]. Так, молоко у животных одной породы может различаться по содержанию жира и белка в зависимости от региона разведения [5] (табл. 1). Это связано, в первую очередь, с отличиями кормовой базы в разных природно-климатических условиях. По этой причине уделяется большое внимание изучению особенностей состава молока в разных регионах разведения животных с точки зрения как его питательных, так и сырьевых характеристик.

Результаты показывают, что более важно не столько процентное содержание базовых составляющих, сколько их состав. Козье молоко, за счет своего уникального белкового и жирового состава (меньше содержание казеинов, меньше размер мицелл и жировых шариков), лучше усваивается и переносится людьми разных возрастных групп [6].

Несмотря на то что Ленинградская область находится в зоне рискованного земледелия, на ее территории активно развивается молочное скотоводство. По данным ВНИИплем (2021 г.), в племенных организациях региона 82 % молока производится коровами голштинской и черно-пестрой голштинизированной пород [7]. Также востребованным является производство молока мелкого рогатого скота, в основном коз зааненской породы (более 90 %) [8].

Цель работы – сравнительный анализ компонентного состава молока коров голштинской породы и коз зааненской породы, содержащихся на идентичной кормовой базе в природно-климатических условиях Ленинградской области.

Фото предоставлено авторами статьи

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования были пробы молока коров голштинской и коз зааненской пород, принадлежащих ЗАО «Племенной завод Приневское». Животные обоих видов содержались беспривязно, круглогодично использовался сбалансированный монокорм, полноценность которого определяется соотношением грубых, сочных и концентрированных кормов и кормовых добавок. Основой рациона являлась собственная кормовая база хозяйства. Для улучшения качества и сохранения сахаров в кормах проводилась ранняя заготовка подвяленного корма.

В связи с тем что стадия лактации является ключевым фактором изменения физико-химических свойств молока, группы были сформированы из новотельных животных с учетом месяца отела (окота).

Таблица 1

Средние значения содержания молочного жира и белка в молоке коров голштинской и коз зааненской пород в разных регионах Российской Федерации за 2020 г. [5]

Показатель	Федеральный округ				
	Центральный	Южный	Северо-Кавказский	Приволжский	Северо-Западный
Молоко коров голштинской породы					
Жир, %	3,75–4,17	3,77–3,98	3,90–3,92	3,70–4,06	3,77–4,01
Белок, %	3,21–3,37	3,21–3,38	3,22–3,23	3,19–3,37	3,06–3,31
Молоко коз зааненской породы					
Жир, %	3,5–3,7	4,1	3,7–5,6	3,9–4,4	3,5–3,6
Белок, %	3,0–3,4	3,0	3,1	3,0–3,5	3,1–3,2

У коров (m = 237) пробы молока собирали с мая 2021 г. по февраль 2022 г. в течение одной полной законченной лактации (305 дней). У коз (n = 200) молоко собирали с мая по ноябрь 2021 г. в период, охватывающий минимальную лактацию животных (210 дней), что связано с сезонностью цикла воспроизводства. Ежемесячно отбирали индивидуальные пробы молока по 40–50 мл. До исследования их хранили при 4 °С не более 3 дней при обязательном добавлении консерванта Broad Spectrum Microtabs II (8 мг бронопола и 0,3 мг натаницина). Лабораторные исследования проводили в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Биоресурсы и биоинженерия сельскохозяйственных животных» ВИЖ им. Л. К. Эрнста с использованием инфракрасного анализатора «FOSS 7 DSCC» (Дания). Определяли содержание следующих компонентов (%): жир, белок, казеин, лактоза, насыщенные жирные кислоты (НЖК), в том числе миристиновая ($C_{14:0}$), пальмитиновая ($C_{16:0}$), стеариновая ($C_{18:0}$), мононенасыщенные (МНЖК), в том числе олеиновая ($C_{18:1}$), длинноцепочечные (ДЦЖК), среднецепочечные (СЦЖК), короткоцепочечные (КЦЖК), полиненасыщенные (ПНЖК) и трансизомеры жирных кислот.

Математическая обработка данных проводилась с применением пакета анализа MS Excel и STATISTICA. 10. В исследовании не требовалось одобрения этических норм, поскольку эксперименты на животных не проводились.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В среднем молоко коров отличалось от козьего высоким содержанием таких базовых составляющих, как молочный жир, белок (в том числе казеин) и лактоза (табл. 2). По содержанию молочного жира и белка молоко соответствует ГОСТ 31449-2013 «Молоко коров сырое. ТУ» и ГОСТ 32940-2014 «Молоко козье сырое. ТУ».

Полученные данные согласуются с результатами анализа образцов коровьего и козьего молока из продовольственной сети Великобритании [9]. Наши данные подтверждают и выводы других авторов о том, что для молока коз характерно более низкое содержание лактозы [10]. Хотя лактоза, как основной углевод молока, необходима для усвоения кальция, становления иммунитета новорожденного и положительно влияет на состав кишечной микробиоты [11], есть заболевания, когда необходима диета с низким содержанием лактозы. Например, в случае ее непереносимости, не рекомендуется исключать молочные продукты, Напротив, употребление небольшого количества лактозы у взрослых и детей с разной степенью гиполактазии оказывает положительное влияние на микробиоту толстого кишечника и в итоге приводит к уменьшению непереносимости лактозы [12]. В этом случае молоко коз обладает явным преимуществом и может быть рекомендовано в низколактозных диетах.

Жировой состав молока, в том числе соотношение жирных кислот, не только во многом определяет питательную ценность, но и непосредственно связан со вкусом молока и молочных продуктов. В таблице 3 представлен жирнокислотный профиль молока коров и коз, выращенных в Ленинградской области.

По общему содержанию насыщенных жирных кислот не выявлено достоверных различий между коровьим и козьим молоком, что согласуется с рядом предыдущих исследований [13], хотя сравнение, проведенное в [9], показало несколько более высокое содержание насыщенных жирных кислот в козьем молоке. Содержание длинно- и среднецепочечных жирных кислот было достоверно выше в молоке коров ($p < 0,001$). При этом оно отличалось высоким количеством миристиновой ($C_{14:0}$), пальмитиновой ($C_{16:0}$) и стеариновой ($C_{18:0}$) кислот,

Таблица 2
Базовый состав молока коров голштинской породы и коз зааненской породы*

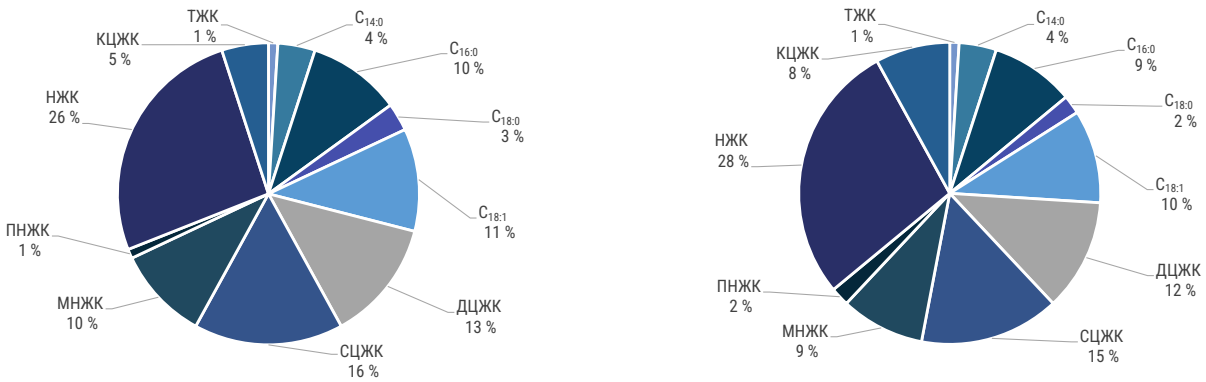
Показатель	Содержание в молоке, %	
	коровьем	козьем
Молочный жир	3,86 ± 0,03	3,66 ± 0,04
Молочный белок	3,17 ± 0,01	2,91 ± 0,01
Казеин	2,66 ± 0,01	2,28 ± 0,01
Лактоза	4,78 ± 0,01	4,25 ± 0,01

*Для всех признаков зафиксированы достоверные различия ($p < 0,001$).

Таблица 3
Жирнокислотный состав молока коров голштинской породы и коз зааненской породы

Жирные кислоты	Содержание в молоке, г/100 г*	
	коровьем	козьем
НЖК	2,59 ± 0,02	2,61 ± 0,02
Миристиновая ($C_{14:0}$)	0,41 ± 0,003[a]	0,38 ± 0,004[b]
Пальмитиновая ($C_{16:0}$)	1,02 ± 0,01[a]	0,86 ± 0,01[b]
Стеариновая ($C_{18:0}$)	0,29 ± 0,002[a]	0,21 ± 0,003[b]
Длинноцепочечные	1,28 ± 0,01[a]	1,12 ± 0,01[b]
Среднецепочечные	1,57 ± 0,01[a]	1,40 ± 0,01[b]
Короткоцепочечные	0,52 ± 0,004[a]	0,74 ± 0,01[b]
Трансизомеры жирных кислот	0,05 ± 0,001[a]	0,06 ± 0,001[b]
МНЖК	0,95 ± 0,01[a]	0,82 ± 0,01[b]
Олеиновая ($C_{18:1}$)	1,02 ± 0,01[a]	0,91 ± 0,01[b]
ПНЖК	0,10 ± 0,001[a]	0,14 ± 0,001[b]

*г/100 г – единица содержания доли жирных кислот в 100 г молока;[a-b] при $p < 0,001$.



Примечание: ТЖК – трансизомеры жирных кислот; $C_{14:0}$ – миристиновая кислота; $C_{16:0}$ – пальмитиновая кислота; $C_{18:0}$ – стеариновая кислота; $C_{18:1}$ – олеиновая кислота; ДЦЖК – длинноцепочечные; СЦЖК – среднецепочечные; МНЖК – мононенасыщенные; ПНЖК – полиненасыщеннные; НЖК – насыщенные ; КЦЖК – короткоцепочечные.

а *б*

Рисунок. Соотношение жирных кислот в молоке коров голштинской (*а*) и коз зааненской пород (*б*)

ассоциируемых с повышенным риском кардиоваскулярных болезней. Так, например, жирные кислоты $C_{14:0}$ и $C_{16:0}$ относятся к атерогенным и при избыточном потреблении могут привести к атеросклерозу. Исследования на мышах показали, что диета с повышенным потреблением $C_{18:0}/C_{16:0}$ приводила к серьезным нарушениям липидного и углеводного обмена [14]. В то же время в исследованном козьем молоке значительно больше жирных кислот, содержащих от 4 до 12 атомов углерода в цепи, ответственных за специфический вкус и более легкую усвояемость молочных жиров. Молоко коз отличалось более высокими, чем коровье, значениями ПНЖК. Эта группа кислот также ассоциирована с полезными эффектами для здоровья человека.

Количество трансизомеров жирных кислот в козьем молоке немного больше ($p < 0{,}001$). Будучи натуральными транс-жирными кислотами (в отличие от полученных синтетическим путем), они считаются безвредными для человеческого здоровья.

В целом потребление жирных кислот с пищей необходимо для полноценного питания человека. Однако исследования последних лет показывают, что дисбаланс жирных кислот в рационе может негативно сказываться на здоровье человека. Увеличение доли ПНЖК в рационе способствует снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний [15].

Анализ процентного соотношения жирных кислот в молоке коров и коз (см. рис.) показывает, что в козьем больше ПНЖК (+1 %), НЖК (+2 %), КЦЖК (+3 %), при этом доля жирных кислот $C_{16:0}$ и $C_{18:0}$ на 1 % ниже, чем у коров. Таким образом, на основании полученных данных можно сказать, что молоко коз зааненской породы отличается более оптимальным соотношением жирных кислот.

ВЫВОДЫ

Результаты исследования показали, что молоко коров голштинской породы и коз зааненской породы, разводимых в одних и тех же природно-климатических и кормовых условиях на территории Ленинградской области, является полноценным, сбалансированным по белковому и жирнокислотному составу продуктом с однородным составом основных компонентов. Лактоза в молоке коз содержится в несколько меньшем количестве, чем в молоке коров, поэтому такое молоко более пригодно для включения в рацион потребителей с непереносимостью лактозы. ■

MILK COMPOSITION OF HOLSTEIN COWS AND SAANEN GOATS

Marina V. Pozovnikova, Viktoria B. Leybova, Olga V. Tulinova, Elena A. Romanova
Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding, L. K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Pushkin

ORIGINAL ARTICLE

The article introduces a comparative analysis of the component composition of milk obtained from Holstein cows and Saanen goats. The animals received an identical feed base under the same natural and climatic conditions (Leningrad Region, Russia). Monthly milk samples were tested for milk fat, protein, casein, lactose, and fatty acids using a FOSS 7 DSCC infrared analyzer. The cow's milk was rich in fat, protein, casein, and lactose. The goat's milk contained little saturated fatty acids, e.g., myristic, palmitic, and stearic. However, it was high in polyunsaturated and short-chain fatty acids. The milk of Saanen goats proved to have good prospects for the dairy industry, especially as part of functional food or infant formula.

Key words: fatty acids, lactose, dairy cattle

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Prosser, C. G.** Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula / C. G. Prosser // J. Food Sci. 2021. Vol. 86. № 2. P. 257–265. https://www.doi.org/10.1111/1750-3841.15574
2. **Гурова, М. М.** Смеси на основе козьего молока. Кому, зачем, как / М. М. Гурова // Медицинский совет. 2022. № 1. С. 128–33. https://www.doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-1-128-133
3. **Liu, Y.** Comparison of whole goat milk and its major fractions regarding the modulation of gut microbiota / Y. Liu, F. Zhang // J. Sci. Food Agric. 2021. Vol. 102. № 9. P. 3618–3627. https://www.doi.org/doi: 10.1002/jsfa.11708
4. **Haug, A.** Bovine milk in human nutrition – a review / A. Haug, A.T. Høstmark, O.M. Harstad // Lipids Health Dis. 2007. Vol. 6. № 25. P. 6–25. https://www.doi.org/10.1186/1476-511X-6-25
5. **Schönfeldt, H. C.** The need for country specific composition data on milk / H. C.Schönfeldt, N. G. Hall, L. E. Smit // Food Res. Int. 2012. Vol. 47. № 2. P. 207–209. https://www.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.018
6. **Roy, D.** Composition, structure, and digestive dynamics of milk from different species – A review / D. Roy, Ye. A. Moughan, P. J. Singh // Front. Nutr. 2020. Oct. 6. 7:577759. https://www.doi.org/10.3389/fnut.2020.577759
7. **Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации 2020 г.** – М.: ВНИИплем, 2021. – 265 с.
8. **Ежегодник по племенной работе в овцеводстве и козоводстве в хозяйствах Российской Федерации 2020 г.** – М.: ВНИИплем, 2021. – 320 с.
9. **Stergiadis, S.** Comparative nutrient profiling of retail goat and cow milk / S. Stergiadis, N. P. Nørskov, S. Purup [et al.] // Nutrients. 2019. Vol. 11. № 10. P. 2282. https://www.doi.org/10.3390/nu11102282
10. **Ceballos, L. S.** Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology / L. S. Ceballos, E. R. Morales, de la Torre Adarve [et al.] // Journal of Food Composition and Analysis 2009. Vol. 22. № 4. P. 322–329. https://www.doi.org/10.1016/J.JFCA.2008.10.020
11. **Francavilla, R.** Effect of lactose on gut microbiota and metabolome of infants with cow's milk allergy/ R.Francavilla, M.Calasso, L.Calace [et al.] // Pediatr. Allergy Immunol. 2012. Vol. 23. № 5. P. 420–427. https://www.doi.org/10.1111/j.1399-3038.2012.01286.x.
12. **Мескина, Е. Р.** Мальабсорбция и непереносимость лактозы: современная концепция, диагностика и клинический контроль / Е.Р.Мескина // Вопросы практической педиатрии. 2019. Т. 14. № 5. С. 39–57. https://www.doi.org/10.20953/1817-7646-2019-5-39-57.
13. **Yang, J.** Comparative milk fatty acid analysis of different dairy species / J. Yang, N. Zheng, J .Wang, Y. Yang // Int. J. Dairy Tech. 2018. Vol. 71. № 2. P. 544–550. https://www.doi.org/10.1111/1471-0307.12443
14. **Wang, L.** A high fat diet with a high $C_{18:0}/_{C16:0}$ ratio induced worse metabolic and transcriptomic profiles in C57BL/6 mice / L. Wang, F. Xu, Z. Song [et al.] // Lipids Health Dis. 2020. Vol. 19. № 1. https://www.doi.org/10.1186/s12944-020-01346-z
15. **Camm, A. J.** The ESC Textbook of Cardiovascular Medicine / A. J. Camm, T. F. Luscher, G. Maurer [et al.] // Oxford University Press. 2019. Vol. 1. P. 868–869. https://www.doi.org/10.4414/cvm.2018.00567