

УДК 636.39.034, 637.12.04/.07

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-119-123

**О.А. Воронина, ✉**  
**А.А. Савина,**  
**Н.С. Колесник,**  
**Р.А. Рыков,**  
**С.Ю. Зайцев**

Федеральный исследовательский центр  
 животноводства — ВИЖ им. академика  
 Л.К. Эрнста, поселок Дубровицы,  
 городской округ Подольск, Московская  
 обл., Российская Федерация

✉ voroninaok-senia@inbox.ru

Поступила в редакцию:  
 10.10.2022

Одобрена после рецензирования:  
 30.12.2022

Принята к публикации:  
 30.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-119-123

**Oksana A. Voronina, ✉**  
**Anastasia A. Savina,**  
**Nikita S. Kolesnik,**  
**Roman A. Rykov,**  
**Sergei Yu. Zaitsev**

Federal Research Center for Animal  
 Husbandry named after Academy Member  
 L.K. Ernst, Dubrovitsy village, Podolsk city  
 district, Moscow region, Russian Federation

✉ voroninaok-senia@inbox.ru

Received by the editorial office:  
 10.10.2022

Accepted in revised:  
 30.12.2022

Accepted for publication:  
 30.01.2023

## Биохимический состав молока коз в зависимости от сезона года

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Молоко коз — это ценный продукт в питании человека. Однако разнообразие биологически активных соединений в его составе подвержено влиянию самых различных факторов, в том числе сезонным климатическим изменениям.

**Материалы и методы.** Анализ биохимических показателей козьего молока выполнен с помощью аналитической системы MilkoScan 7/Fossomatic 7 DC (Дания) с преобразованием Фурье. Статистическую обработку полученных результатов проводили в программе Microsoft Excel при помощи пакета «Анализ данных». Достоверность различий между сезонами оценивали, используя критические значения t-критерия Стьюдента.

**Результаты исследований.** Достоверные различия установлены между МДБИ в июне  $3,06 \pm 0,07\%$  ( $p \geq 0,01$ ), августе  $3,17 \pm 0,12\%$  ( $p \geq 0,05$ ) относительно октября  $4,37 \pm 0,15\%$ . МДБО в апреле  $2,92 \pm 0,05\%$  ( $p \geq 0,01$ ), июне  $3,28 \pm 0,06\%$  ( $p \geq 0,001$ ), августе  $3,37 \pm 0,11\%$  ( $p \geq 0,01$ ) относительно октября  $4,44 \pm 0,14\%$ . СОМО в апреле  $8,17 \pm 0,10\%$  ( $p \geq 0,05$ ), июне  $8,42 \pm 0,10\%$  ( $p \geq 0,001$ ), августе  $8,39 \pm 0,16\%$  ( $p \geq 0,001$ ) относительно октября  $9,75 \pm 0,14\%$ . Казеины в апреле  $2,21 \pm 0,06\%$  ( $p \geq 0,01$ ), июне  $2,51 \pm 0,06\%$  ( $p \geq 0,001$ ), августе  $2,56 \pm 0,09\%$  ( $p \geq 0,001$ ) относительно октября  $3,55 \pm 0,12\%$ . Сезонным изменениям более всего подвержен состав белков молока: массовая доля белка истинного и общего, казеины.

**Ключевые слова:** молоко коз, параметры молока, биохимия молока, жирные кислоты, сезонность.

**Для цитирования:** Воронина О.А., Савина А.А., Колесник Н.С., Рыков Р.А., Зайцев С.Ю. Биохимический состав молока коз в зависимости от сезона года. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 119–123. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-119-123>

© Воронина О.А., Савина А.А., Колесник Н.С., Рыков Р.А., Зайцев С.Ю.

## Biochemical composition of goat milk depending on the season of the year

### ABSTRACT

**Relevance.** Goat milk is a valuable product in human nutrition. However, the diversity of biologically active compounds in its composition is subject to the influence of a variety of factors, including seasonal climatic changes.

**Materials and methods.** Analysis of the biochemical parameters of goat milk was performed using the MilkoScan 7/Fossomatic 7 DC analytical system (Denmark) and MilkoScan 7, a spectrophotometer based on Fourier transform infrared spectrophotometry. Statistical processing of the obtained results was carried out in the «Microsoft Excel» program using the Data Analysis package. The significance of differences between seasons was assessed using the critical values of Student's t-test.

**Research results.** Significant differences were established between True Protein in June  $3.06 \pm 0.07\%$  ( $p \geq 0.01$ ), August  $3.17 \pm 0.12\%$  ( $p \geq 0.05$ ) relative to October  $4.37 \pm 0.15\%$ . Total Protein in April  $2.92 \pm 0.05\%$  ( $p \geq 0.01$ ), June  $3.28 \pm 0.06\%$  ( $p \geq 0.001$ ), August  $3.37 \pm 0.11\%$  ( $p \geq 0.01$ ) relative to October  $4.44 \pm 0.14\%$ . SOMO in April  $8.17 \pm 0.10\%$  ( $p \geq 0.05$ ), June  $8.42 \pm 0.10\%$  ( $p \geq 0.001$ ), August  $8.39 \pm 0.16\%$  ( $p \geq 0.001$ ) relative to October  $9.75 \pm 0.14\%$ . Caseins in April  $2.21 \pm 0.06\%$  ( $p \geq 0.01$ ), June  $2.51 \pm 0.06\%$  ( $p \geq 0.001$ ), August  $2.56 \pm 0.09\%$  ( $p \geq 0.001$ ) relative to October  $3.55 \pm 0.12\%$ . Seasonal changes most often occur in the composition of milk proteins: the mass fraction of true and total protein, caseins.

**Key words:** goat milk, milk parameters, milk biochemistry, fatty acids, seasonality.

**For citation:** Voronina O.A., Savina A.A., Kolesnik N.S., Rykov R.A., Zaitsev S.Yu. Biochemical composition of goat milk depending on the season of the year. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 119–123. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-119-123> (In Russian).

© Voronina O.A., Savina A.A., Kolesnik N.S., Rykov R.A., Zaitsev S.Yu.

## Введение / Introduction

Изучение продуктов животноводства сегодня выходит далеко за рамки оценки их питательной ценности [1]. Качество и особенно функциональное значение выходят на первый план [1, 2]. Биологическая ценность молока подтверждается его антигипертензивными, противовоспалительными, противоопухолевыми, антиоксидантными, антибактериальными, иммуномодулирующими и иммуностимулирующими свойствами [2]. Из молока усваивается большая часть минеральных элементов: Ca, K, Mg, Na, P, Se, Zn и др. [3].

Молоко и молочные продукты занимают лидирующие позиции в реализации концепции функционального питания человека [4]. Козье молоко — отличный тому пример как продукт, в состав которого входит большое количество биологически активных веществ [5], таких как полифенольные соединения, серосодержащие аминокислоты, фосфаты, витамины A, E, D, каротиноиды, ферменты (супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы), олигосахариды и биоактивные пептиды [6].

По аминокислотному составу козье молоко ближе к человеческому, а в сравнении с коровьим — содержит больше белка, жира, кальция, витамина A, витамина PP [7].

Во многих странах, в том числе и России, козоводство является важной частью сельского хозяйства с экономической точки зрения [8, 9]. Козоводство организовано во Франции, Италии, Испании, Греции, регионах Средиземного моря и Ближнего Востока. По данным С. Новопашиной (2020), в России содержится 768 000 молочных коз, а молочное козоводство представлено четырьмя основными породами: зааненской, альпийской, нубийской, мурсиано-гранадина [8]. Это возможно благодаря высокой адаптивности коз к различным климатическим условиям [9–11].

Московская область — регион с умеренно континентальным климатом, для которого характерны морозная зима и теплое лето [12], что в некоторой степени сказывается и на качестве молока коз.

В работе Е. Жуковой (2021) массовая доля жира (МДЖ) в козьем молоке для осеннего периода (4,61%) превышает данные весенних (4,46%) и зимних (4,55%) результатов [13]. В молоке коз Новой Зеландии в летний период самый низкий показатель МДЖ ( $3,79 \pm 0,39\%$ ) относительно других сезонов [14]. В работе G. Margatho (2018) максимальное значение МДЖ установлено в январе (6,24%) и октябре (6,75%) [15]. В работах Е. Жуковой (2021), S. Li (2022), G. Margatho (2018), N. Kljajević (2018) отмечают снижение массовой доли белка (МДБ) в летний период [13–16].

В сравнении с содержанием МДЖ и МДБ содержание лактозы в молоке коз в различные сезоны года изменяется незначительно, по данным А. Ткачева (2020), 4,33–4,55% [17], А. Shuvarikov (2021) — 4,34–4,51% [18], Е. Жуковой (2021) — 5,19–5,38% [13], S. Li (2022) — 4,28–4,45% [14], G. Margatho (2018) — 4,42–4,91% [15]. Это характеризует лактозу как более жестко регулируемый показатель, в меньшей степени подверженный изменениям, связанным со сменой сезона. В работах Е. Жуковой (2021), С. Siefarth (2014) и других авторов для таких показателей, как сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО) и сухое вещество (СВ), достоверных различий в зависимости от сезона не установлено.

Ацетат и бета-гидроксibuтират (БГБ) в молочной железе служат субстратами для синтеза короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК,  $C_4$ – $C_{10}$ ) [20, 21]. Вместе с мочевиной они служат маркерами отрицательного энергетического баланса и кетоза [19, 23]. По данным из обзора Н. Kumar (2016), в козьем молоке их содержание составляет от 0,09 до 0,26 г/100 г [22]. Ацетон содержится в молоке в следовых количествах, увеличе-

ние его доли [17] указывает на отсутствие возможности синтеза КЦЖК из ацетата и выведение его в виде ацетона. Уровень мочевины в молоке чаще всего расценивают как индикатор полноценности кормления [16, 21] и обеспеченности азотом микроорганизмов рубца [17] баланса рациона по белку и энергии.

В молоке обнаружено более 400 отдельных жирных кислот [21], около 50% которых синтезируется в молочной железе. S. Li (2022) указывает, что в козьем молоке в сравнении с коровьим содержится больше среднецепочечных жирных кислот (СЦЖК) [14]. По данным S. Li (2022), сезонные колебания состава ЖК козье молоко оказались менее выраженными в сравнении с овечьим, а зимой козье молоко содержало больше стеариновой жирной кислоты (С18:0) и общего количества мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК). В обзоре Н. Kumar (2016) уровень С18:0 козье молоко составляет 0,44 г / 100 г миристиновой жирной кислоты (С14:0) 0,32 г / 100 г. В исследовании С. Siefarth (2014) для зимнего периода зафиксировано меньшее количество С14:0 в сравнении с летним. Однако общая разница в составе ЖК молока коз зимой и летом была небольшой, некоторые существенные сезонные различия были значительными только для одной из двух исследованных ферм [19].

В работе N. Kljajević с соавторами (2018) получены достоверные корреляции для МДЖ, МДБ, лактозы и некоторых других показателей с температурой воздуха, относительной влажностью, длительностью солнечного излучения. Например, коэффициент корреляции для температуры воздуха и МДЖ  $-0,90$  ( $p < 0,05$ ), для лактозы  $-0,77$  ( $p < 0,05$ ), для МДБ  $-0,74$  ( $p < 0,05$ ). Также эти авторы связывают полученные результаты с высоким потреблением воды козами в летний период и высокую чувствительность вида к тепловому стрессу.

Цель работы — выявление сезонных закономерностей изменения состава молока коз (вне зависимости от породы) в условиях Московской области.

## Материал и методы исследования / Material and methods

Отбор проб козье молоко производили в Воскресенском районе Московской области специалистами личных хозяйств в соответствии с ГОСТ 28809.1-2014. Периоды взятия образцов пришлись на апрель ( $n = 12$ ), июнь ( $n = 12$ ), август ( $n = 24$ ) и октябрь ( $n = 27$ ) 2022 года. Пробы молока каждый раз получали от коз, которых предварительно в апреле отобрали в группу для исследования с учетом состояния здоровья, сроков окота, возраста, породы, длительности проживания в условиях конкретной территории. В августе и октябре группу увеличили.

Анализ биохимических показателей молока, включая анализ состава жирных кислот, выполнен в центре коллективного пользования научным оборудованием «Биоресурсы и биоинженерия сельскохозяйственных животных» ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Анализ выполнен с помощью аналитической системы MilkoScan 7/Fossomatic 7 DC (Дания) и MilkoScan 7 — спектрофотометр, основанный на инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье [20]. Определены массовая доля жира (МДЖ), массовая доля белка истинного (МДБИ), массовая доля белка общего (МДБО), лактоза, сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО), сухое вещество (СВ), казеин, ацетон, бета-гидроксibuтират (БГБ), мочевины, точка замерзания (ТЗ), кислотность (рН), жирные кислоты — миристиновая (С14:0), пальмитиновая (С16:0), стеариновая (С18:0), олеиновая (С18:1), длинноцепочечные жирные кислоты (ДЦЖК), среднецепочечные жирные кислоты (СЦЖК), мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК), полиненасы-

ценные жирные кислоты (ПНЖК), насыщенные жирные кислоты (НЖК), короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), трансизомеры жирных кислот (ТИЖК).

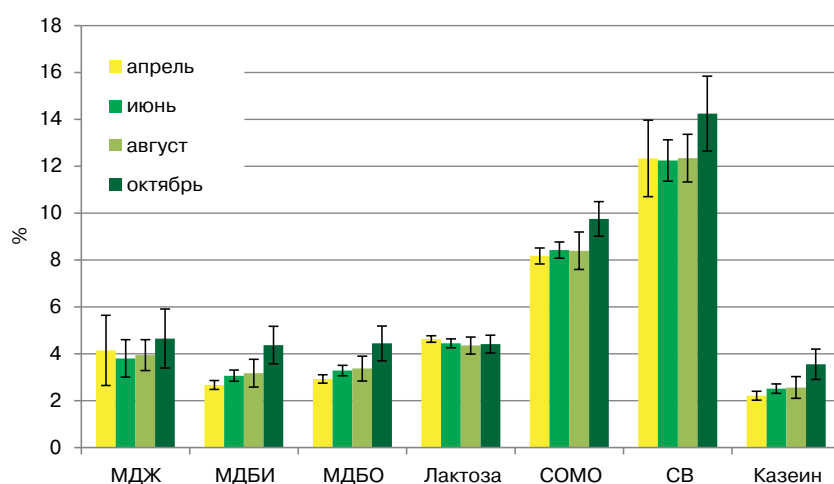
Статистическую обработку полученных результатов проводили в программе Microsoft Excel при помощи пакета «Анализ данных». Достоверность различий между сезонами оценивали, используя критические значения t-критерия Стьюдента.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Полученные результаты представлены на рисунках 1, 2. От весны к осени МДЖ снижается в летний период и повышается в осенний, что достоверно не подтверждается (рис. 1). При оценке по коэффициенту вариации (КВ) показателя МДЖ внутри групп совокупность полученных данных в июне, августе и октябре можно характеризовать как однородную (КВ менее 33%) со средним (от 10 до 20%) и значительным (более 20%) рассеиванием данных. В апреле МДЖ характеризуется большей разнородностью (КВ более 33%).

Рис. 1. Биохимические показатели молока коз

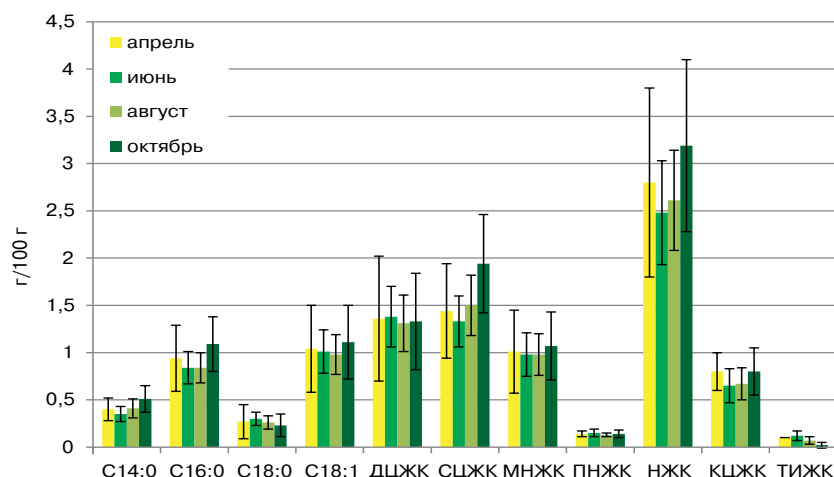
Fig. 1. Biochemical parameters of goat milk



Примечание: МДЖ — массовая доля жира, МДБИ — массовая доля белка истинного, МДБО — массовая доля белка общего, СОМО — сухой обезжиренный молочный остаток, СВ — сухое вещество, БГБ — бета-гидроксibuтират, ТЗ — точка замерзания, pH — кислотность.

Рис. 2. Показатели жирнокислотного состава молока коз, 1 г / 100 г

Fig. 2. Indicators of the composition of fatty acids in goat milk, 1 g / 100 g



Примечание: C14:0 — миристиновая, C16:0 — пальмитиновая, C18:0 — стеариновая, C18:1 — олеиновая, ДЦЖК — длинноцепочечные жирные кислоты, СЦЖК — среднецепочечные жирные кислоты, МНЖК — мононенасыщенные жирные кислоты, ПНЖК — полиненасыщенные жирные кислоты, НЖК — насыщенные жирные кислоты, КЦЖК — короткоцепочечные жирные кислоты, ТИЖК — трансизомеры жирных кислот.

МДБИ, МДБО и казеины достоверно различаются в полтора-два раза при сравнении весеннего и летнего периодов с осенним. При этом от весны к осени происходит постепенное повышение всех трех показателей. КВ внутри групп не превышает 10% в апреле и июне, 20% в августе и октябре для всех трех показателей.

Закономерного увеличения либо снижения уровня мочевины параллельно с уровнем массовой доли белков или казеинов не обнаружено. Однако коэффициент корреляции для МДБИ и мочевины составил 0,34 ( $r^2 = 0,11$ ,  $p \geq 0,01$ ).

Содержание ацетона в молоке весеннего периода в два-три раза выше летнего и осеннего, при этом уровень КЦЖК на протяжении всего года находится на уровне 0,65–0,80 г/100 г без достоверных различий (рис. 2).

КВ для лактозы во всех группах не превышал 10% и стабильно для всех групп характеризуется однородностью. Такие показатели, как ТЗ и pH, характеризуются достаточно жестким постоянством. Так, КВ во всей выборке ( $n = 75$ ) составил: для ТЗ — 2,49%, для pH — 2,15%.

По нашим данным, содержание пальмитиновой, стеариновой, олеиновой жирных кислот, а также ДЦЖК, СЦЖК, МНЖК, ПНЖК, НЖК и КЦЖК не различается достоверно от сезона к сезону (рис. 2).

Содержание миристиновой жирной кислоты в молоке коз имеет достоверные различия относительно сезона, при этом самое высокое содержание C14:0 установлено в осенний период.

### Выводы / Conclusions

В результате работы выявлены закономерности изменения состава козьего молока в зависимости от сезона. От весны к осени достоверно увеличивается: массовая доля белка истинного — на 11%, 15%, 58%, массовая доля белка общего — на 12%, 15%, 52%, казеинов — на 14%, 16%, 61%.

Массовая доля жира от весны к осени снижается (без достоверности) в летние месяцы на 8% и 5% и увеличивается в осенний период на 12%. Достоверные различия относительно сезона установлены для миристиновой жирной кислоты. От весны к осени ее содержание снижается в июне на 12%, в августе и октябре увеличивается на 3% и 28% соответственно.

Такие показатели, как лактоза, температура замерзания, pH, постоянны от сезона к сезону для всей выборки ( $n = 75$ ). Коэффициенты вариации для данных параметров составили 7,36%, 2,49% и 2,15% соответственно.

Таким образом, среди всех изучаемых параметров молока коз в условиях Московской области сезонным изменениям более всего подвержен состав белков молока: массовая доля белка истинного и общего, казеины.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.  
Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.  
Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work.  
The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.  
The authors declare no conflict of interest.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Материалы подготовлены в рамках регионального конкурса Российского научного фонда 2021 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами» (соглашение № 22-26-00189 от 29.12.2021 г.).

## FUNDING

The materials were prepared within the framework of the regional competition of the Russian Science Foundation in 2021 "Conducting fundamental scientific research and exploratory scientific research by small separate scientific groups" (Agreement No. 22-26-00189 of 29.12.2021).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Medeiros G. K. V. V. et al. Proteomic of goat milk whey and its bacteriostatic and antitumour potential. *International journal of biological macromolecules*. 2018; 113: 116-123. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.200>.
2. Moreno-Fernandez J. et al. Fermented goat milk improves antioxidant status and protects from oxidative damage to biomolecules during anemia recovery. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017; 97(5): 1433-1442. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7882>.
3. Воронина О.А., Боголюбцова Н.В., Зайцев С.Ю. Минеральные элементы в составе молока коров—мини-обзор. *Сельскохозяйственная биология*. 2022; 57(4): 681-693. doi: 10.15389/agrobiology.2022.4.681rus
4. Цыганова Т.Б., Классина С.Я. Теория функциональных систем как методологическая основа концепции функционального питания человека. *Тюменский медицинский журнал*. 2016; 18(3): 3-8.
5. Khan I.T. et al. Antioxidant properties of Milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids in Health and Disease*. 2019; 18(1): 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12944-019-0969-8>.
6. Mercha I. et al. Probiotic and technological features of *Enterococcus* and *Weissella* isolates from camel milk characterised by an Argane feeding regimen. *Archives of Microbiology*. 2020; 202(8): 2207-2219. <https://doi.org/10.1080/00207233.2019.1622941>.
7. Lad S.S., Aparnathi K.D., Mehta B., Velpula S. Goat milk in human nutrition and health—a review. *Int J Curr Microbiol Appl Sci*. 2017; 6(5): 1781-1792. doi.org/10.20546/ijcmas.2017.605.194.
8. Новопашина С.И., Санников М.Ю., Хатаев С.А., Григорян Л.Н., Кизилова Е.И. Состояние и прогноз развития молочного козоводства в Российской Федерации. *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2020; (1): 13-15.
9. Battini M. et al. Feasibility and validity of animal-based indicators for on-farm welfare assessment of thermal stress in dairy goats. *International journal of biometeorology*. 2016; 60(2): 289-296.
10. Manuelian C.L. et al. Comparison of mineral, metabolic, and oxidative profile of saanen goat during lactation with different mediterranean breed clusters under the same environmental conditions. *Animals*. 2020; 10(3): 432. <https://doi.org/10.3390/ani10030432>.
11. Mioč B. et al. Milk yield of some goat breeds in Croatia. *Mljekarstvo/Dairy*. 2007; 57(1): 67-77.
12. Чамурлиев Н.Г. и др. Функциональное состояние и морфо-биохимические показатели крови при адаптации молочных коз к условиям резко континентального климата. *Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях*. 2021: 309-313.
13. Жукова Е.В., Пастух О.Н. Технологические свойства молока в зависимости от сезона года. *Научные разработки и инновации в решении приоритетных задач современной зоотехнии*. 2021: 241-245.
14. Li S. et al. Seasonal Variations in the Composition and Physicochemical Characteristics of Sheep and Goat Milks. *Foods*. 2022; 11(12): 1737. <https://doi.org/10.3390/foods11121737>.
15. Margatho G. et al. Seasonal variation of Serrana goat milk contents in mountain grazing system for cheese manufacture. *Rev. Med. Vet.* 2018; 169: 157-165.
16. Kljajevic N.V. et al. Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. *Journal of food science and technology*. 2018; 55(1): 299-303. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2938-4>.

## REFERENCES

1. Medeiros G. K. V. V. et al. Proteomic of goat milk whey and its bacteriostatic and antitumour potential. *International journal of biological macromolecules*. 2018; 113: 116-123. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.200>.
2. Moreno-Fernandez J. et al. Fermented goat milk improves antioxidant status and protects from oxidative damage to biomolecules during anemia recovery. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017; 97(5): 1433-1442. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7882>.
3. Voronina O.A., Bogolyubova N.V., Zaitsev S.Yu. Mineral elements in the composition of cow's milk—mini-review. *Agricultural biology*. 2022; 57(4): 681-693. (In Russian). doi: 10.15389/agrobiology.2022.4.681rus.
4. Tsyganova T.B., Klassina S.Ya. The theory of functional systems as a methodological basis for the concept of human functional nutrition. *Tyumen Medical Journal*. 2016; 18(3): 3-8. (In Russian).
5. Khan I.T. et al. Antioxidant properties of Milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids in Health and Disease*. 2019; 18(1): 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12944-019-0969-8>.
6. Mercha I. et al. Probiotic and technological features of *Enterococcus* and *Weissella* isolates from camel milk characterised by an Argane feeding regimen. *Archives of Microbiology*. 2020; 202(8): 2207-2219. <https://doi.org/10.1080/00207233.2019.1622941>.
7. Lad S.S., Aparnathi K.D., Mehta B., Velpula S. Goat milk in human nutrition and health—a review. *Int J Curr Microbiol Appl Sci*. 2017; 6(5): 1781-1792. doi.org/10.20546/ijcmas.2017.605.194.
8. Novopashina S.I., Sannikov M.Yu., Khatataev S.A., Grigoryan L.N., Kizilova E.I. Status and forecast of the development of dairy goat breeding in the Russian Federation. *Sheep, goats, woolen business*. 2020;(1): 13-15. (In Russian).
9. Battini M. et al. Feasibility and validity of animal-based indicators for on-farm welfare assessment of thermal stress in dairy goats. *International journal of biometeorology*. 2016; 60(2): 289-296.
10. Manuelian C.L. et al. Comparison of mineral, metabolic, and oxidative profile of saanen goat during lactation with different mediterranean breed clusters under the same environmental conditions. *Animals*. 2020; 10(3): 432. <https://doi.org/10.3390/ani10030432>.
11. Mioč B. et al. Milk yield of some goat breeds in Croatia. *Mljekarstvo/Dairy*. 2007; 57(1): 67-77.
12. Chamurliiev N.G. Functional state and morphological and biochemical parameters of blood during adaptation of dairy goats to the conditions of a sharply continental climate. *Innovative technologies in the agro-industrial complex in modern economic conditions*. 2021: 309-313. (In Russian).
13. Zhukova E.V., Pastukh O.N. Technological properties of milk depending on the season of the year. *Scientific developments and innovations in solving the priority tasks of modern zootechnics*. 2021: 241-245. (In Russian).
14. Li S. et al. Seasonal Variations in the Composition and Physicochemical Characteristics of Sheep and Goat Milks. *Foods*. 2022; 11(12): 1737. <https://doi.org/10.3390/foods11121737>.
15. Margatho G. et al. Seasonal variation of Serrana goat milk contents in mountain grazing system for cheese manufacture. *Rev. Med. Vet.* 2018; 169: 157-165.
16. Kljajevic N.V. et al. Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. *Journal of food science and technology*. 2018; 55(1): 299-303. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2938-4>.



17. Ткачев А.В. Зоогиеническая оценка качества молока коз различных пород. *Международный вестник ветеринарии*. 2020; (2): 137-143.

18. Shuvarikov A.S. et al. The quality of milk of goats of Saanen, Alpine and Nubian breeds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – IOP Publishing. 2021; 640(3): 032031.

19. Siefarth C., Buettner A. The aroma of goat milk: Seasonal effects and changes through heat treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014; 62(49): 11805-11817.

20. Grelet C. et al. Development of Fourier transform mid-infrared calibrations to predict acetone,  $\beta$ -hydroxybutyrate, and citrate contents in bovine milk through a European dairy network. *Journal of dairy science*. 2016; 99(6): 4816-4825. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10477>.

21. Hein L. et al. Genetic analysis of predicted fatty acid profiles of milk from Danish Holstein and Danish Jersey cattle populations. *Journal of dairy science*. 2018; 101(3): 2148-2157. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13225>.

22. Kumar H. et al. Nutritional and nutraceutical properties of goat milk-a review. *Indian J. Dairy Sci.* 2016; 69: 513-518.

23. Макаре З.Н., Черепанов Г.Г. Формирование субстратного баланса в молочной железе и продукция белка у коз при скормлении высокопротеинового рациона с добавками ацетата или пропионата натрия. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2018; 4: 65-72. doi: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2018.3.65-74.

24. Лашнева И. А., Сермягин А. А. Влияние наличия транс-изомеров жирных кислот в молоке на его состав и продуктивность коров. *Достижения науки и техники АПК*. 2020; 34(3): 46-50. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10309

17. Tkachev A.V. Zoohygienic assessment of the quality of milk of goats of various breeds. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2020; (2): 137-143. (In Russian).

18. Shuvarikov A.S. et al. The quality of milk of goats of Saanen, Alpine and Nubian breeds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – IOP Publishing. 2021; 640(3): 032031.

19. Siefarth C., Buettner A. The aroma of goat milk: Seasonal effects and changes through heat treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014; 62(49): 11805-11817.

20. Grelet C. et al. Development of Fourier transform mid-infrared calibrations to predict acetone,  $\beta$ -hydroxybutyrate, and citrate contents in bovine milk through a European dairy network. *Journal of dairy science*. 2016; 99(6): 4816-4825. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10477>.

21. Hein L. et al. Genetic analysis of predicted fatty acid profiles of milk from Danish Holstein and Danish Jersey cattle populations. *Journal of dairy science*. 2018; 101(3): 2148-2157. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13225>.

22. Kumar H. et al. Nutritional and nutraceutical properties of goat milk-a review. *Indian J. Dairy Sci.* 2016; 69: 513-518.

23. Makar Z.N., Cherepanov G.G. Formation of the substrate balance in the mammary gland and protein production in goats when fed a high-protein diet with the addition of acetate or sodium propionate. *Problems of biology of productive animals*. 2018; 4:65-72. doi: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2018.3.65-74.

24. Lashneva I.A., Sermyagin A.A. The effect of the presence of trans fatty acids in milk on its composition and cows' productivity. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2020; 34(3): 46-50. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10309. (In Russian).

#### ОБ АВТОРАХ:

**Оксана Александровна Воронина**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация  
E-mail: voroninaok-senia@inbox.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-6774-4288>

**Анастасия Анатольевна Савина**, младший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация  
E-mail: kirablackfire@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0257-1643>

**Никита Сергеевич Колесник**, младший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация  
E-mail: kominisiko@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4267-5300>

**Роман Анатольевич Рыков**, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация  
E-mail: brukw@bk.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0228-8901>

**Сергей Юрьевич Зайцев**, доктор биологических наук, доктор химических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация  
E-mail s.y.zaitsev@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-1533-8680>

#### ABOUT THE AUTHORS:

**Oksana Alexandrovna Voronina**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation  
E-mail: voroninaok-senia@inbox.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-6774-4288>

**Savina Anastasia Anatolyevna**, junior Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation  
E-mail: kirablackfire@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0257-1643>

**Nikita Sergeevich Kolesnik**, junior Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation  
E-mail: kominisiko@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4267-5300>

**Roman Anatolievich Rykov**, Senior Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation  
E-mail: brukw@bk.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0228-8901>

**Sergey Yurievich Zaitsev**, Doctor of Biological Sciences, Doctor of Chemical Sciences, Professor Leading Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation  
E-mail s.y.zaitsev@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-1533-8680>