

**Содержание соматических клеток в молоке коз
в случной и внеслучной периоды**

**Виктория Борисовна Лейбова, Марина Владимировна Позовникова,
Ольга Васильевна Тулинова, Елена Анатольевна Романова**

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», г. Санкт-Петербург, Пушкин, Россия
e-mail: leib1406@yandex.ru

Аннотация. Количество соматических клеток (КСК) считается косвенным показателем санитарно-гигиенического качества молока. Однако содержание соматических клеток в молоке у коз может быть обусловлено рядом факторов, не связанных с интрамаммарной инфекцией. Целью нашего исследования являлось определение КСК на протяжении 5–26 недель лактации у зааненских коз второй лактации в связи с уровнем суточного удоя (СУ), массовой долей лактозы в молоке (МДЛ) и с учетом сезона размножения. Анализируемая группа была сформирована из 22 самок весеннего окота (апрель). Результаты исследования показали, что с 5-й по 18-ю недели лактации, до начала случного периода, динамика соматических клеток в целом имела сходство с изменением суточного удоя. От 17–18 до 21–22 недель и далее до 25–26 недель СУ уменьшился в 1,2–1,3 раза ($p < 0,01$ и $p < 0,001$). Тем не менее, КСК на 21–22-ю неделю лактации (пик случного сезона) увеличилось в 1,7 раза ($p < 0,01$) и значительно превысило 1000×10^3 ед/мл. На 25–26-ю неделю лактации установлено снижение КСК в 1,4 раза ($p < 0,05$), но в среднем содержание соматических клеток оставалось на уровне 1000×10^3 ед/мл. Содержание лактозы имело отрицательную динамику на протяжении лактации, корреляционной связи между МДЛ и КСК не установлено. Предполагаем, что повышение уровня соматических клеток в последние месяцы лактации коз является следствием изменения гормонального фона в случной сезон.

Ключевые слова: зааненская порода; соматические клетки; лактоза; удой.

Для цитирования: Лейбова В. Б., Позовникова М. В., Тулинова О. В., Романова Е. А. Содержание соматических клеток в молоке коз в случной и внеслучной периоды // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 106–110. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp106-110>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**The content of somatic cells in goat milk during the breeding
and nonbreeding seasons**

Victoria B. Leibova, Marina V. Pozovnikova, Olga V. Tulinova, Elena A. Romanova

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, St. Petersburg-Pushkin, Russia
e-mail: leib1406@yandex.ru

Abstract. The somatic cell count (SCC) is considered to be an indirect indicator of the hygienic quality of milk, but the content of somatic cells in goat milk may be due to a number of factors unrelated to intramammary infection. The purpose of our study was to determine the SCC for 5–26 weeks of lactation in Saanen goats of the second lactation in connection with milk yield, the mass fraction of lactose in milk (MFL) and taking into account the breeding season. The analyzed group was formed from 22 females of spring lambing (April). The results of our study showed that at 5–18 weeks lactation, before the start of the breeding period, the dynamics of SCC as a whole was similar to the change in daily milk yield (DA). From 17–18 weeks. up to 21–22 weeks and further up to 25–26 weeks DA decreased by 1.2–1.3 times ($p < 0.01$ and $p < 0.001$). But SCC for 21–22 weeks of lactation (peak breeding season) increased by 1.7 times ($p < 0.01$) and significantly exceeded 1000×10^3 units/ml. At 25–26 weeks of lactation, a decrease in SCC by 1.4 times ($p < 0.05$) was found out, but on average the content of somatic cells remained at the level of 1000×10^3 units/ml. The lactose content had a negative trend throughout lactation, and no correlation was found out between MFL and SCC. We assume that the increase in SCC in the last months of lactation is a consequence of changes in the hormonal background in the breeding season.

Keywords: Saanen breed; somatic cells; lactose; milk yield.

For citation: Leibova V. B., Pozovnikova M. V., Tulinov O. V., Romanova E. A. The content of somatic cells in goat milk during the breeding and nonbreeding seasons. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(12): 106–110. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp106-110>.





Введение. Подсчет соматических клеток считается косвенным показателем санитарно-гигиенического качества молока. Увеличение количества соматических клеток в молоке у коров обусловлено маститами различной формы [3], но у коз рост КСК может быть не связан с интрамаммарной инфекцией. Так, в исследовании G.F.W. Haenlein [7] гистологические срезы ткани молочной железы у коз с высоким уровнем КСК показали отсутствие мастита. По данным M.J. Raare et al. [12], КСК для коз, свободных от интрамаммарной инфекции, колеблется от 270 до 2000×10^3 ед/мл. Тем не менее, увеличение количества соматических клеток выше 100×10^3 ед/мл даже без значительного присутствия в молочной железе бактерий, вызывающих мастит, изменяет технологические свойства козьего молока.

Известно, что более высокие уровни КСК в молоке коз по сравнению с коровами обусловлены апокринным типом секреции молока, когда помимо лейкоцитов в нем содержится большое количество эпителиальных клеток, по размеру близких к молочным соматическим клеткам. В этой связи повышение уровня КСК у коз имеет разнообразный спектр причин, среди которых увеличение продуктивного возраста [19], стадия лактации, эструс [16], удой [4, 12].

В нашей стране предельно допустимые значения КСК в сыром молоке составляют 1000×10^3 ед/мл [2]. В Европейском Союзе не существует специальных правил, регулирующих уровни содержания соматических клеток в сыром козьем молоке, но в Норвегии порог КСК не должен превышать 1000×10^3 ед/мл [16], в Италии (Сардиния) свыше 1300×10^3 ед/мл [14], в США 1500×10^3 ед/мл [11].

Некоторые исследователи предлагают использовать динамический порог, то есть пороговые значения с поправкой на продуктивный возраст и стадию лактации, считая, что это может быть более ценным индикатором субклинического мастита у молочных коз [16].

Цель нашего исследования – изучение динамики количества соматических клеток в молоке коз зааненской породы вне сезона размножения и в его первую половину в связи с изменением суточного удоя и массовой доли лактозы в молоке.

Методика исследований. Исследование проводили в одном из племенных хозяйств Ленинградской области (2021 г.). Объектом исследования служили козы второй лактации, не проявлявшие клинических признаков заболеваний. В группу вошли 22 особи апрельского окота с интервалом между датами окотов не более семи дней. Индивидуальный отбор проб сырого молока и определение суточного удоя (СУ) проводили каждые четыре недели (ежемесячно) в период контрольных доек с 5-й по 26-ю неделю лактации. Для стабилизации образцов применяли консервант на основе бронопола и натамицина (Microtabs, США). Лабораторные исследования осуществляли в ЦКП ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста с использованием инфракрасного анализатора FOSS 7 DSCC (Дания). В каждой пробе молока определяли количество соматических клеток (10^3 ед/мл) и массовую долю лактозы (МДЛ, %).

Результаты исследований обрабатывали методом однофакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями (One Way Repeated Measures Analysis of Variance) при помощи программы SigmaPlot 12,5 (SystatSoftware, Inc., США). Применяли критерий Холма – Сидака в случае нормального распределения сравниваемых показателей, а при его отсутствии – критерий Данна. Был принят уровень значимости $p < 0,05$, тенденции к значимости были рассмотрены при $0,05 < p < 0,10$. Корреляционный анализ проводили с использованием коэффициентов Пирсона и Спирмена.

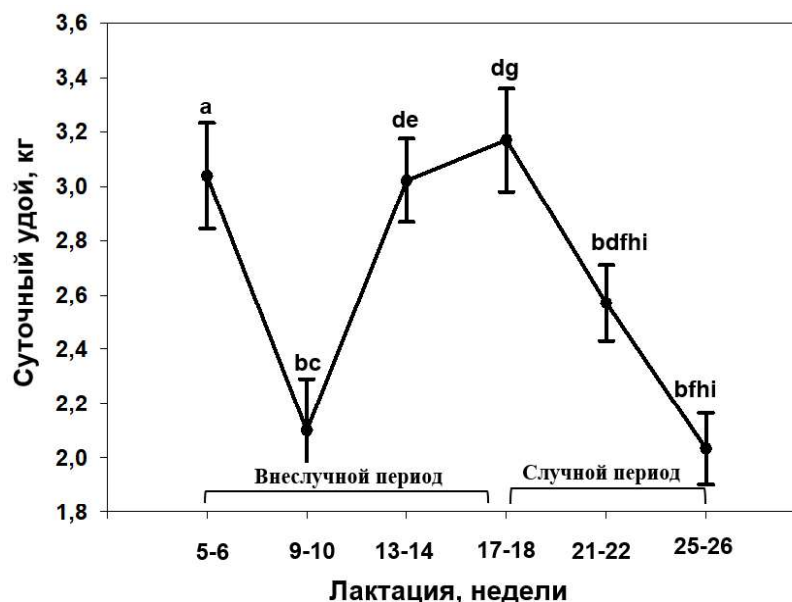
Результаты исследований. Анализ изменения КСК в молоке коз проводили с учетом динамики СУ по неделям лактации. Установлено, что на 9–10-ю неделю лактации СУ был снижен по сравнению с 5–6-й неделями после окота (в 1,5 раза, $p < 0,001$), рис. 1. Содержание КСК в молоке также показало снижение (в 1,6 раза), но в отличие от удоя оно не было достоверным из-за высокой вариабельности величины этого показателя на 5–6-ю неделю лактации (рис. 2). На 13–14-ю неделю лактации по сравнению с 9–10-й неделями СУ увеличился (в 1,4 раза, $p < 0,001$), а уровень КСК показал тенденцию к росту (в 2,8 раза при $p < 0,1$). Между 13–14-й и 17–18-й неделями значимых изменений величин данных показателей не установлено.

По поводу связи между удоем и содержанием соматических клеток в молоке коз существуют различные данные и их интерпретация. Так, некоторые авторы показывают повышение КСК и падение удоя, объясняя это иммунным ответом на инфекцию [10]. Другие исследователи указывают на эффект разведения – понижение концентрации КСК в пробе молока на фоне повышения удоя [12]. Результаты нашего исследования по крайней мере для 9–18 недель лактации совпадают с данными С.И. Новопашинной и др. [4], которые свидетельствуют об одновременном возрастании уровня КСК и суточного удоя.

После 18 недель лактации динамика этих показателей приобрела разнонаправленный характер. Суточный удой последовательно снижался: от 17–18-й недели к 21–22-й неделе и далее к 25–26 неделе (в 1,2–1,3 раза при $p < 0,01$ – $0,001$). Количество соматических клеток, наоборот, выросло на 21–22-ю

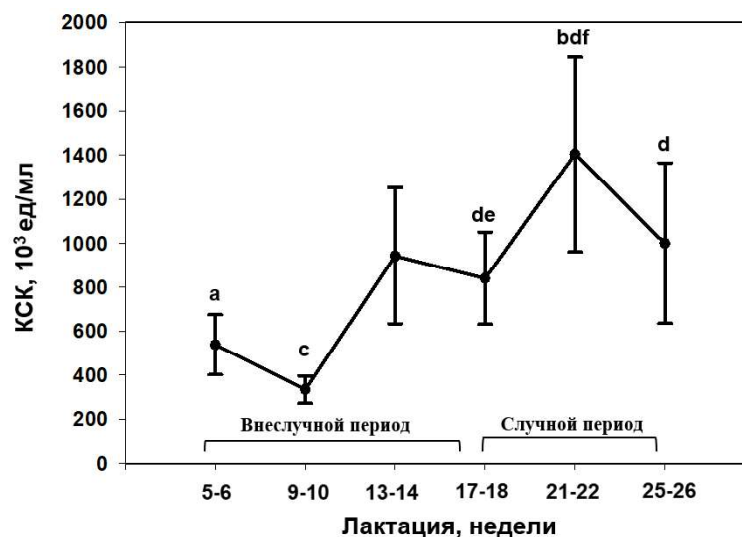


неделю (по сравнению с 17–18-й нед. в 1,7 раза, $p < 0,05$) и достигло своих максимальных величин за период исследований ($1404 \pm 443 \times 10^3$ ед/мл). Это повышение пришлось на пик случного сезона. На 25–26-ю неделю последовало снижение КСК (в 1,4 раза, $p < 0,05$), тем не менее величина этого показателя оставалась достаточно высокой ($1000 \pm 365 \times 10^3$ ед/мл). Причину подъема уровня соматических клеток в наиболее активную стадию случного сезона связывают с высоким уровнем эстрадиола в крови, который способствует эстроген-индуцированной пролиферации и эксфолиации эпителиальных клеток [9]. Кроме того, он может усиливать иммунный ответ на бактериальную обсемененность молока, например, на *Staphylococcus aureus* [8], являющийся наиболее распространенным представителем интрамаммарной инфекции [6].



Примечание. Достоверные различия a,b; c,d; e,f; gh; ij $p < 0,01–0,001$ (One Way Repeated Measures Analysis of Variance)

Рис. 1. Динамика суточного удоя с 5-й по 26-ю неделю лактации (Mean±sem)



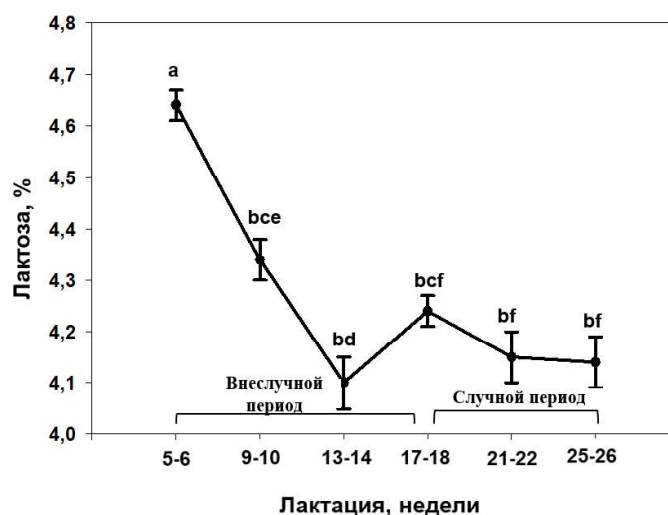
Примечание. Достоверные различия a,b; c,d; e,f $p < 0,05–0,01$ (One Way Repeated Measures Analysis of Variance)

Рис. 2. Динамика КСК в молоке коз с 5-й по 26-ю неделю лактации (Mean±sem)

В нашей предыдущей работе [1] было установлено, что у коров голштинской и айрширской пород при субклинической и хронической формах мастита рост КСК сопровождался снижением процентного содержания лактозы. Подобные результаты получены и другими исследователями, которые предложили использовать лактозу в качестве потенциального биомаркера при диагностике мастита у коров [5]. В пробах молока, полученного от коз с диагностированной инфекцией вымени, также обнаружена более низкая концентрация лактозы в сравнении с молоком здоровых животных [15]. В данном исследовании, когда МДЛ на 5–6-ю неделю лактации находилась на максимуме своих величин (рис. 3), КСК имело одно из наиболее низких значений ($538 \pm 137 \times 10^3$ ед/мл). Затем к 9–10-й



и 13–14-й неделям МДЛ последовательно снижалась (в 1,1 раза, $p < 0,001$). На 17–18-ю неделю лактации был установлен небольшой рост ($p < 0,001$), но далее, до 26 недели, уровень лактозы не изменялся. Таким образом, одни из наиболее низких показателей по МДЛ совпали по времени с повышенным содержанием соматических клеток (21–26-я недели лактации). Однако отрицательная корреляционная связь между этими показателями, выявленная у коров [3], у молочных коз отсутствовала. Это, вероятно, обусловлено физиологическим снижением уровня лактозы в молоке коз по мере развития лактации [17]. В работе С. Ying et al. [18] показана разнонаправленная связь между бактериальной обсемененностью и содержанием лактозы в образцах молока только для ранней лактации. Поэтому уменьшение МДЛ на фоне повышения КСК в конце лактации не является предпосылкой для постановки диагноза на субклинический мастит.



Примечание. Достоверные различия ^{a,b; c,d; e,f} $p < 0,05-0,01$ (One Way Repeated Measures Analysis of Variance)

Рис. 3. Динамика содержания лактозы в молоке коз с 5-й по 26-ю неделю лактации (Mean±sem)

Заключение. У коз весеннего окота значительное повышение КСК на 21–26-ю недели лактации выше 1000×10^3 ед/мл приходится на наиболее активную фазу случного сезона. Данный фактор необходимо учитывать при интерпретации результатов по КСК в молоке коз, так как он может являться следствием изменения гормонального фона, что снижает надежность определения КСК в этот период как теста на интрамаммарную инфекцию.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние количества соматических клеток с учетом их морфологической дифференциации на компонентный состав молока коров / М. В. Позовникова [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 6. С. 57–62. DOI: 10.31857/S2500262722060114.
2. Межгосударственный стандарт-ГОСТ 32940-2014. «Молоко козье, сырое. Технические условия». М.: Стандартинформ, 2018.
3. Морфологический состав соматических клеток в молоке коров как критерий оценки здоровья молочной железы в связи с продуктивностью и компонентами молока / А. А. Сермягин [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 6. С. 1183–1198. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.6.1183rus.
4. Новопашина С. И., Санников М. Ю., Кизилова Е. И. Содержание соматических клеток в молоке зааненских коз в зависимости от возраста и сезонов года // Сельскохозяйственный журнал. 2013. Т. 1. № 6. С. 163–165. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-somaticheskikh-kletok-v-moloke-zaanenskih-koz-v-zavisimosti-ot-vozrasta-i-sezonov-goda> (дата обращения: 21.01.2023).
5. Milk lactose as a biomarker of subclinical mastitis in dairy cows / R. Antanaitis et al. // Animals. 2021. 11(6). P. 1736. DOI:10.3390/ani11061736.
6. Bovine fetal mesenchymal stem cells exert antiproliferative effect against mastitis causing pathogen Staphylococcus aureus / B. Cahuascanco et al. // Veterinary research. 2019. N. 50. P. 1–10. DOI: 10.1186/s13567-019-0643-1.
7. Haenlein G. F.W. Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity // Small Ruminant Research. 2002. Vol. 45(2). P. 163–178. DOI: 10.1016/S0921-4488(02)00097-4.
8. Kuwahara K., Yoshimura Y., Isobe, N. Effect of steroid hormones on the innate immune response induced by Staphylococcus aureus in the goat mammary gland // Reproduction in Domestic Animals. 2017. Vol. 52(4). P. 579–584. DOI:10.1111/rda.12948.
9. Influence of Estrus of Dairy Goats on Somatic Cell Count, Milk Traits, and Sex Steroid Receptors in the Mammary Gland / P. Moroni et al. // Journal of Dairy Science. 2007. Vol. 90(2). P. 790–797. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(07)71563-1.
10. Novac C. S., Andrei S. The Impact of mastitis on the biochemical parameters, oxidative and nitrosative stress markers in goat's milk: A review // Pathogens. 2020. Vol. 9(11). P. 882. DOI: 10.3390/pathogens9110882.



11. Ordinance (Includes provisions from the Grade "A" Condensed and Dry Milk Products and Condensed and Dry Whey--Supplement I to the Grade "A" PMO) 2019. Revision U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Food and Drug Administration. P. 447. URL: <https://www.fda.gov/media/140394/download> (дата обращения: 21.01.2023).
12. Milk somatic cells and lactation in small ruminants / M. J. Paape et al. // *Journal of Dairy Science*. 2001. Vol. 84. P. 237–244. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70223-8.
13. Somatic cell count in goat milk: an indirect quality indicator / K. Podhorecka et al. // *Foods*. 2021. Vol. 10(5). P. 1046. DOI: 10.3390/foods10051046.
14. Raynal-Ljutovac K., Gaborit P., Lauret A. The relationship between quality criteria of goat milk, its technological properties and the quality of the final products // *Small Rumin. Res.* 2005. Vol. 60. P. 167–177. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2005.06.010.
15. Subclinical mastitis in goats is associated with upregulation of nitric oxide-derived oxidative stress that causes reduction of milk antioxidative properties and impairment of its quality / N. Silanikove et al. // *Journal of Dairy Science*. 2014. Vol. 97. P. 3449–3455. DOI: 10.3168/jds.2013-7334.
16. Distribution of somatic cell count and udder pathogens in Norwegian dairy goats / M. N. Smistad et al. // *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104(11). P. 11878–11888. DOI: 10.3168/jds.2021-20549.
17. The concentration of free fatty acids in goat milk as related to the stage of lactation, age and somatic cell count / N. Strzałkowska et al. // *Animal Science Papers and Reports*. 2010. Vol. 28(4). P. 389–395.
18. Ying C., Wang H. T., Hsu J. T. Relationship of somatic cell count, physical, chemical and enzymatic properties to the bacterial standard plate count in dairy goat milk // *Livestock Production Science*. 2022. Vol. 74(1). P. 63–77. DOI: 10.1016/S0301-6226(01)00290.
19. Effects of month of kidding, parity number, and litter size on milk yield of commercial dairy goats in Australia / F. Zamuner et al. // *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103(1). P. 954–964. DOI: 10.3168/jds.2019-17051.

REFERENCES

1. Interstate standard-GOST 32940-2014. "Goat's milk, raw. Specifications». Moscow: Standartinform; 2018. (In Russ.).
2. Novopashina S. I., Sannikov M. Yu., Kizilova E. I. The content of somatic cells in the milk of Saanen goats depending on the age and seasons of the year. *Agricultural Journal*. 2013;1(6):163–165. (In Russ.).
3. Effect of the somatic cell count, taking into account their morphological differentiation, on the component composition of cow's milk / M. V. Pozovnikova et al. *Russian Agricultural Science*. 2022;(6): 57–62. DOI: 10.31857/S2500262722060114. (In Russ.).
4. Differential somatic cell count in milk as criteria for assessing cows' udder health in relation with milk production and components / A. A. Sermyagin et al. *Agricultural biology*. 2021;56(6):1183–1198. DOI: 10.15389/agrobiol.2021.6.1183rus. (In Russ.).
5. Milk lactose as a biomarker of subclinical mastitis in dairy cows / R. Antanaitis et al. *Animals*. 2021;11(6):1736. DOI:10.3390/ani11061736.
6. Bovine fetal mesenchymal stem cells exert antiproliferative effect against mastitis causing pathogen *Staphylococcus aureus* / B. Cahuascano et al. *Veterinary research*. 2019;(50):1–10. DOI: 10.1186/s13567-019-0643-1.
7. Haenlein G. F.W. Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. *Small Ruminant Research*. 2002;45(2):163–178. DOI: 10.1016/S0921-4488(02)00097-4.
8. Kuwahara K., Yoshimura Y., Isobe N. Effect of steroid hormones on the innate immune response induced by *Staphylococcus aureus* in the goat mammary gland. *Reproduction in Domestic Animals*. 2017;52(4):579–584. DOI:10.1111/rda.12948.
9. Influence of Estrus of Dairy Goats on Somatic Cell Count, Milk Traits, and Sex Steroid Receptors in the Mammary Gland / P. Moroni et al. *Journal of Dairy Science*. 2007;90(2):790–797. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(07)71563-1.
10. Novac C. S., Andrei S. The Impact of mastitis on the biochemical parameters, oxidative and nitrosative stress markers in goat's milk: A review. *Pathogens*. 2020; 9(11):882. DOI: 10.3390/pathogens9110882.
11. Ordinance (Includes provisions from the Grade "A" Condensed and Dry Milk Products and Condensed and Dry Whey--Supplement I to the Grade "A" PMO) 2019. Revision U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Food and Drug Administration. P. 447. URL: <https://www.fda.gov/media/140394/download> (дата обращения: 21.01.2023).
12. Milk somatic cells and lactation in small ruminants // *Journal of Dairy Science*. 2001. Vol. 84. P. E237-E244. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70223-8
13. Somatic cell count in goat milk: an indirect quality indicator / M. J. Paape et al. *Foods*. 2021;10(5):1046. DOI: 10.3390/foods10051046.
14. Raynal-Ljutovac K., Gaborit P., Lauret A. The relationship between quality criteria of goat milk, its technological properties and the quality of the final products. *Small Rumin. Res.* 2005;60:167–177. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2005.06.010.
15. Subclinical mastitis in goats is associated with upregulation of nitric oxide-derived oxidative stress that causes reduction of milk antioxidative properties and impairment of its quality / N. Silanikove et al. *Journal of Dairy Science*. 2014;97:3449–3455. DOI: 10.3168/jds.2013-7334.
16. Distribution of somatic cell count and udder pathogens in Norwegian dairy goats / M. Smistad et al. *Journal of Dairy Science*. 2021;104(11):11878–11888. DOI: 10.3168/jds.2021-20549.
17. The concentration of free fatty acids in goat milk as related to the stage of lactation, age and somatic cell count / N. Strzałkowska et al. *Animal Science Papers and Reports*. 2010;28(4):389–395.
18. Ying C., Wang H.T., Hsu J.T. Relationship of somatic cell count, physical, chemical and enzymatic properties to the bacterial standard plate count in dairy goat milk. *Livestock Production Science*. 2022;74(1):63–77. DOI: 10.1016/S0301-6226(01)00290.
19. Effects of month of kidding, parity number, and litter size on milk yield of commercial dairy goats in Australia / F. Zamuner et al. *Journal of Dairy Science*. 2020;103(1):954–964. DOI: 10.3168/jds.2019-17051.

Статья поступила в редакцию 28.02.2023; одобрена после рецензирования 03.04.2023; принята к публикации 17.04.2023.
The article was 28.02.2023; approved after reviewing 03.04.2023; accepted for publication 17.04.2023.