

В.Б. Лейбова
М.В. Позовникова ✉

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста», Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

✉ pozovnikova@gmail.com

Поступила в редакцию:
01.09.2023

Одобрена после рецензирования:
10.01.2024

Принята к публикации:
30.01.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-379-2-44-47

Victoriia B. Leibova
Marina V. Pozovnikova ✉

The All-Russian Scientific Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals is a branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Pushkin, St. Petersburg, Russia

✉ pozovnikova@gmail.com

Received by the editorial office:
01.09.2023

Accepted in revised:
10.02.2024

Accepted for publication:
14.02.2024

Изменчивость метаболических маркеров в крови у молочных коз с разной динамикой удоя в первой половине лактации

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Цель исследования — изучение биохимического профиля крови в первые три месяца после окота у коз-первокоток с разной динамикой удоя в первую половину лактации.

Методы. Работу проводили в хозяйстве с интенсивной технологией содержания коз зааненской породы (Ленинградская обл.). Отбор проб крови осуществляли в весенне-летний период: на 20–30-е сутки, 50–60-е сутки и 80–90-е сутки после окота. В сыворотке крови определяли концентрацию общего белка, альбумина, мочевины, креатинина, глюкозы, общего холестерина, триглицеридов. Для анализа биохимического профиля крови по окончании 4-го месяца лактации козы были разделены на две группы. В группу I ($n = 9$) вошли животные, достигшие максимального удоя во 2-м месяце лактации, к группе II ($n = 8$) отнесены особи с выходом на пик удоя в 3-м месяце лактации.

Результаты. Удой за первые три месяца после окота не имел различий между группами. На 4-й месяц лактации удой был на 22,3% выше в группе II ($p_{Adjusted} < 0,05$). По двум из семи биохимических показателей крови было выявлено различие: в группе I концентрация глюкозы в крови на 50–60-е сутки после окота была на 7,7% ниже ($p_{Adjusted} < 0,05$), а содержание сывороточного креатинина на 80–90-е сутки — на 10,1% выше ($p_{Adjusted} < 0,01$) по сравнению с группой II. Данные различия могут быть обусловлены особенностями адаптации к метаболической нагрузке у коз-первокоток с разным временным периодом от окота до выхода на максимальный удой.

Ключевые слова: козы, лактационная кривая, биохимический профиль крови, креатинин, глюкоза

Для цитирования: Лейбова В.Б., Позовникова М.В. Изменчивость метаболических маркеров в крови у молочных коз с разной динамикой удоя в первой половине лактации. *Аграрная наука*. 2024; 379(2): 44–47.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-44-47>

© Лейбова В.Б., Позовникова М.В.

Variability of metabolic markers in the blood of dairy goats with different dynamics of milk yield in the first half of lactation

ABSTRACT

Relevance. The aim of the study was to study the biochemical profile of blood in the first three months after lambing in first-year goats with different dynamics of milk yield in the first half of lactation.

Methods. The work was carried out on a farm with intensive technology for keeping goats of the Zaanen breed (Leningrad region). Blood sampling was carried out in the spring and summer period: on the 20th–30th day, 50–60 days and 80–90 days after lambing. The concentration of total protein, albumin, urea, creatinine, glucose, total cholesterol, and triglycerides was determined in the blood serum. To analyze the biochemical profile of the blood at the end of the 4th month of lactation, the goats were divided into two groups. Group I ($n = 9$) included animals that reached maximum milk yield in the 2nd month of lactation, group II ($n = 8$) included individuals with peak milk yield in the 3rd month of lactation. Milk yield for the first three months after lambing did not differ between the groups.

Results. At the 4th month of lactation, milk yield was 22.3% higher in group II ($p_{Adjusted} < 0.05$). Two of the seven biochemical blood parameters showed a difference: in group I, the blood glucose concentration on the 50–60 days after lambing was 7.7% lower ($p_{Adjusted} < 0.05$), and the serum creatinine content on the 80–90 days was 10.1% higher ($p_{Adjusted} < 0.01$) compared with group II. These differences may be due to the peculiarities of adaptation to metabolic load in first-year goats with different time periods from lambing to reaching maximum milk yield.

Key words: goats, lactation curve, biochemical blood profile, creatinine, glucose

For citation: Leibova V.B., Pozovnikova M.V. Variability of metabolic markers in the blood of dairy goats with different dynamics of milk yield in the first half of lactation. *Agrarian science*. 2024; 379(2): 44–47 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-44-47>

© Leibova V.B., Pozovnikova M.V.

Введение/Introduction

Анализ молочной продуктивности включает в себя оценку лактационной кривой, которая влияет на временной масштаб производства молока, на пищевые потребности животного и, как следствие, на его здоровье [1]. Форма лактационной кривой зависит от ряда факторов, среди которых порода, возраст, сезон окота, особенности кормления и содержания [2–4].

Уровень раздоя в первые месяцы лактации оказывает наибольшее влияние на получение максимального удоя у молочных животных и, кроме того, влияет на репродуктивный успех в последующем сезоне разведения [5]. Высокопродуктивным молочным животным, в том числе козам, требуется большое количество энергии. В этот период секреторные клетки молочной железы используют для синтеза молока 80% циркулирующих в крови метаболитов [6], но обменная энергия, полученная при потреблении корма, не покрывает затрат на синтез молока, что заставляет животных мобилизовать энергетические резервы своего организма [7]. Рост у особей в первую лактацию продолжается [8], а это приводит к дополнительной нагрузке на обмен веществ в организме. Однако при сходных условиях кормления и содержания козы проявляют разную адаптационную способность к метаболической нагрузке в первые месяцы лактации [5].

В связи с этим представляется актуальным определение динамичности изменения биохимических параметров крови как показателя метаболической активности у лактирующих животных, особенно на стадии подъема лактации.

Цель исследования — изучение биохимического профиля крови в первые три месяца после окота у коз-первоковок с разной динамикой удоя в первую половину лактации (весенне-летний период).

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование было проведено в 2020 году в ЗАО ПЗ «Приневское» (Ленинградская обл., Россия) с интенсивной технологией содержания коз зааненской породы: животные круглогодично размещались в секциях (не менее 100 голов в каждой) на глубокой подстилке; доение трехразовое машинное. Козы на протяжении исследования получали сбалансированный монокорм в соответствии с их физиологическим статусом.

В исследуемую выборку вошли козы-первоколки 2019 г. р. ($n = 19$). Возраст животных на дату окота составлял 429 ± 3 дня.

Показатели удоя были взяты из программы учета AfiGoat3,07b (Afikim, Израиль), используемой в хозяйстве.

По окончании 4-го месяца лактации животные были разделены на две группы: в группу I вошли козы с достижением максимального удоя во 2-м месяце лактации ($n = 9$); к группе II отнесены особи с пиком удоя в 3-м месяце лактации ($n = 8$). Две особи были выведены за рамки исследования, так как имели другие формы кривых удоя.

Отбор проб крови у коз осуществляли трехкратно: на 20–30-е сутки, 50–60-е сутки и 80–90-е сутки после окота ($n = 19$).

В сыворотке крови определяли концентрацию общего белка, альбумина, мочевины, креатинина, глюкозы,

общего холестерина, триглицеридов при использовании автоматического анализатора PKL 125 (Paramedical srl, Италия)¹ с реагентами фирмы «Витал Девелопмент Корпорэйшн» (Россия).

Полученные данные обрабатывались методом однофакторного дисперсионного анализа (one-way ANOVA)² и однофакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями (One Way Repeated Measures Analysis of Variance) программа SigmaPlot 12,5 (SystatSoftware, Inc., США) и выражали как средние значения $\pm$ стандартные ошибки (Mean $\pm$ SEM). Для оценки сравниваемых показателей в случае их нормального распределения, которое определяли с помощью критерия Шапиро — Уилка, использовали критерий Холма — Сидака, при его отсутствии — критерий Данна. Был принят уровень значимости $p_{Adjusted} < 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

На первом этапе исследования были рассмотрены особенности кривых удоя за четыре месяца лактации у животных I и II групп (рис. 1).

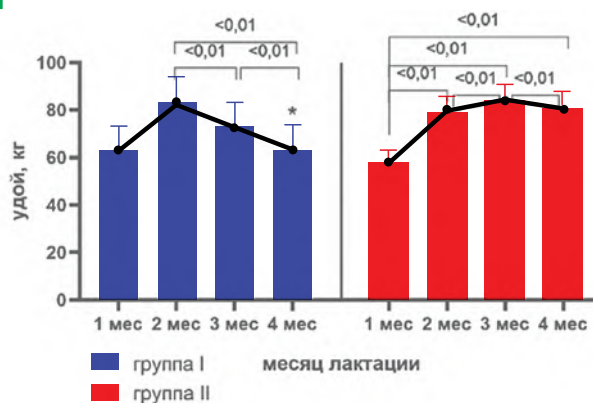
Средние значения удоя по месяцам лактации внутри разных групп достоверно различаются (однофакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями). У коз группы I во 2-й месяц после окота удой был на 18,4% выше по сравнению с 1-м месяцем, но это различие не имело статистической значимости из-за более высокой вариабельности этого показателя в ранний послеродовой период.

На 3-м и 4-м месяце лактации удой последовательно уменьшился на 13,6% и 12,3% соответственно ($p_{Adjusted} < 0,01$). У особей группы II ко 2-му месяцу лактации удой увеличился на 40,8% ($p_{Adjusted} < 0,01$), на 3-й месяц по сравнению с предыдущим вырос еще на 6,5% ($p_{Adjusted} < 0,01$), в 4-м месяце показал снижение на 3,4% ($p_{Adjusted} < 0,01$). При этом удой за первые три месяца лактации у животных группы I и группы II статистически значимых различий не имел, но в 4-м месяце на 22,3% ($p_{Adjusted} < 0,05$) был выше у коз группы II.

Таким образом, помимо различий во времени достижения максимального удоя, козы двух групп отличались динамичностью его изменения и после достижения

Рис. 1. Кривые и средние значения удоя у коз за первые четыре месяца лактации (весенне-летний период). Различия по удою между группами в каждом месяце лактации (однофакторный дисперсионный анализ): * $p_{Adjusted} < 0,05$

Fig. 1. Curves and average values of milk yield in goats for the first four months of lactation (spring-summer period). Differences in milk yield between groups in each month of lactation (one-way ANOVA): * $p_{Adjusted} < 0,05$



¹ Методы анализа: End Point, 2 End Point Kinetic, Fix time и т. д.

² <https://www.ibm.com/docs/ru/spss-statistics/saas?topic=features-one-way-anova>

Таблица 1. Биохимические показатели крови в первые три месяца лактации (*Mean ± SEM*)
Table 1. Blood biochemical parameters in the first three months of lactation (*Mean ± SEM*)

Показатели	Группа					
	I			II		
	1-й месяц	2-й месяц	3-й месяц	1-й месяц	2-й месяц	3-й месяц
Общий белок, г/л	64,41 ± 1,52 ^c	69,00 ± 1,00 ^{d, e}	65,74 ± 1,01 ^f	66,13 ± 1,33 ^c	70,00 ± 1,22 ^d	64,61 ± 2,12 ^c
Альбумин, г/л	31,53 ± 0,61 ^d	32,03 ± 0,42 ^{a, c}	33,30 ± 0,41 ^{b, d}	31,81 ± 0,60 ^e	32,63 ± 0,52	33,00 ± 0,72 ^f
Глюкоза, ммоль/л	3,12 ± 0,09 ^a	3,00 ± 0,09 ^a	2,40 ± 0,09 ^b	3,21 ± 0,06 ^a	3,30 ± 0,08 ^{a*}	2,47 ± 0,08 ^b
Креатинин, мкмоль/л	63,11 ± 3,20 ^c	68,92 ± 2,11 ^{a, c}	58,20 ± 1,51 ^{b, d}	61,62 ± 1,91 ^a	63,30 ± 3,33 ^a	52,31 ± 1,80 ^{b*}
Мочевина, ммоль/л	6,78 ± 0,41 ^a	6,93 ± 0,60 ^a	9,44 ± 0,69 ^b	6,70 ± 0,38 ^a	6,07 ± 0,44 ^a	9,09 ± 0,39 ^b
Холестерин, ммоль/л	2,00 ± 0,12 ^c	2,17 ± 0,01	2,34 ± 0,12 ^d	1,81 ± 0,07 ^c	2,09 ± 0,08 ^d	2,03 ± 0,10 ^d
Триглицериды, ммоль/л	0,094 ± 0,013 ^c	0,258 ± 0,081 ^d	0,158 ± 0,026	0,090 ± 0,014 ^c	0,149 ± 0,025 ^d	0,139 ± 0,033 ^d

Примечание: Средние значения по месяцам лактации внутри групп достоверно различаются: ^{a, b} $p_{Adjusted} < 0,001$, ^{c, d} $p_{Adjusted} < 0,01$, ^{e, f} $p_{Adjusted} < 0,05$. Различия между группами: * $p_{Adjusted} < 0,05$.

наибольшей продуктивности. Сравнительный анализ показал сходную направленность изменений биохимического профиля крови в обеих группах, но выявил различия между ними по двум показателям — концентрации глюкозы и креатинина (табл. 1).

Высокопродуктивные лактирующие жвачные животные остро нуждаются в глюкозе для производства молока, поскольку она является основным субстратом синтеза лактозы.

Козы с наибольшим удоем во 2-м месяце лактации (группа I) на 50–60-е сутки имели содержание глюкозы в крови на 7,7% ($p_{Adjusted} < 0,05$) ниже по сравнению с самками, раздой которых продолжался (группа II). Тем не менее наименьшее содержание этого метаболита в крови за три месяца лактации у самок обеих групп было установлено в конце 3-го месяца, что ниже по сравнению с 1-м и 2-м месяцем лактации не менее чем на 20% и 23,1% соответственно ($p_{Adjusted} < 0,001$). У молочных коз подобное снижение концентрации глюкозы (например, к 140-м суткам по сравнению с 20-ми сутками лактации) показано некоторыми исследователями [9].

Концентрация сывороточного креатинина у коз группы I по сравнению с группой II на 80–90-е сутки лактации была выше на 10,1% ($p_{Adjusted} < 0,01$). Однако в обеих группах это были самые низкие значения за период исследований: не менее чем на 7,8–15,5% ниже содержания данного метаболита в крови в 1-й и 2-й месяцы лактации. Увеличение секреции молока оказывает влияние на интенсивность мобилизации тканей организма.

По данным F. Zamuner *et al.* (2020 г.), в послеродовой период наряду с мобилизацией жировых запасов тела у коз первой лактации по сравнению с самками двух и более лактаций активно расходуются мышечные резервы организма [10]. Известно, что показатель уровня креатинина в крови у животных, не имеющих

почечной патологии, тесно связан с их мышечной массой [11], а ее расходование, при котором глюкогенные аминокислоты используются в целях глюконеогенеза, способствует поддержанию уровня глюкозы в крови. Поэтому способность к мобилизации мышечного белка может влиять на лактационную кривую. Повышение уровня альбумина на 3-м месяце лактации в данном случае может быть обусловлено улучшением состояния печени, в том числе ее белковосинтезирующей функции

после высокой метаболической нагрузки в период ранней лактации [12].

Увеличение концентрации мочевины в сыворотке крови связано с повышенным печеночным дезаминированием аминокислот. В исследовании на коровах в послетельный период [13] было показано, что изменение уровня креатинина в крови связано с мышечной массой, но при этом концентрация азота мочевины оставалась неизменной в течение всего периода исследования.

В работе Salama *et al.* (2012 г.) по воздействию теплового стресса на метаболизм коз установлено, что при снижении уровня креатинина в крови концентрация мочевины имела тенденцию к повышению (то есть изменения были разнонаправлены); авторы также объясняли изменение уровня креатинина деградацией мышечного белка [14]. По-видимому, на изменение содержания мочевины в сыворотке крови оказывали влияние факторы, не рассматриваемые в данном исследовании, например кормовой рацион.

Выводы/Conclusion

Результаты исследования показывают, что при общих закономерностях изменения биохимического профиля крови у коз-первоковок с разной формой кривой удоя в первую половину лактации концентрация некоторых метаболитов имеет различия по месяцам лактации.

У коз с наибольшим удоем во 2-й месяц лактации (группа I) содержание глюкозы на 50–60-е сутки после окота было на 7,7% ниже ($p_{Adjusted} < 0,05$), а содержание креатинина на 80–90-е сутки на 10,1% выше ($p_{Adjusted} < 0,01$) по сравнению с особями, наибольший удой которых пришелся на 3-й месяц лактации (группа II).

Подобные различия предполагают особенности адаптации к метаболической нагрузке у коз с разным временным периодом от окота до выхода на максимальный удой.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the 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

Работа выполнена в рамках Государственного задания по проекту № 124020200029-4.

FUNDING

The research was carried out within the framework of the State assignment for project No. 124020200029-4.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Солоднева Е.В., Смольников Р.В., Баженов С.А., Воробьева Д.А., Столповский Ю.А. Лактационные кривые как инструмент своевременного мониторинга состояния здоровья животных и их продуктивности. Мини-обзор. *Сельскохозяйственная биология*. 2022; 57(2): 257–271. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.2.257rus>
2. Arnal M., Robert-Granić C., Larroque H. Diversity of dairy goat lactation curves in France. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(12): 11040–11051. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14980>
3. Garcés R.A., Boza J.L., Acevedo P.S., Brandl E., Bruckmaier R.M., Luis López J.F. Índice de persistencia y descripción de los primeros 100 días de la curva de lactancia de cabras Saanen primíparas y multiparas mantenidas en confinamiento. *Agricultura Técnica*. 2004; 64(3): 319–326. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072004000300014>
4. Goetsch A.L., Zeng S.S., Gipson T.A. Factors affecting goat milk production and quality. *Small Ruminant Research*. 2011; 101(1–3): 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.025>
5. Лейбова В.Б., Позовникова М.В. Значение биохимических показателей крови в раннюю лактацию в прогнозировании воспроизводительной способности у молочных коз в последующем сезоне разведения. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022; (3): 68–71. <https://www.elibrary.ru/gdemve>
6. Assan N. Influence of stage of lactation on quantitative and qualitative milk production parameters in goats. *Scientific Journal of Animal Science*. 2014; 3(12): 291–300.
7. de Souza R. et al. Lactation curves and economic results of Saanen goats fed increasing dietary energy levels obtained by the addition of calcium salts of fatty acids. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2014; 43(2): 73–79. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000200004>
8. Coffey M.P., Hickey J., Brotherstone S. Genetic Aspects of Growth of Holstein-Friesian Dairy Cows from Birth to Maturity. *Journal of Dairy Science*. 2006; 89(1): 322–329. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72097-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72097-5)
9. Antunović Z. et al. Blood metabolic profile and acid-base balance of dairy goats and their kids during lactation. *Veterinarski arhiv*. 2017; 87(1): 43–55.
10. Zamuner F., DiGiacomo K., Cameron A.W.N., Leury B.J. Endocrine and metabolic status of commercial dairy goats during the transition period. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(6): 5616–5628. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18040>
11. Kokkonen T. et al. Effect of Body Fatness and Glucogenic Supplement on Lipid and Protein Mobilization and Plasma Leptin in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 2005; 88(3): 1127–1141. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72779-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72779-X)
12. Соломахин А.А., Смекалова А.А., Лебедева И.Ю. Показатели работы печени в послеродовой период у коров с депрессией овариальной функции в первую и последующие лактации. *Зоотехния*. 2020; (12): 20–25. <https://www.elibrary.ru/lrbogx>
13. Megahed A.A., Hiew M.W.H., Ragland D., Constable P.D. Changes in skeletal muscle thickness and echogenicity and plasma creatinine concentration as indicators of protein and intramuscular fat mobilization in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2019; 102(6): 5550–5565. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15063>
14. Salama A.A.K., Hamzaoui S., Albanell E., Such X., Caja G. Metabolic and behavior responses of lactating goats under heat stress. *Small Ruminant Research*. 2021; 203: 106496. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106496>

ОБ АВТОРАХ

Виктория Борисовна Лейбова

кандидат биологических наук

leib1406@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7017-9988>**Марина Владимировна Позовникова**

кандидат биологических наук

pozovnikova@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8658-2026>

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, Московское шоссе, 55А, Пушкин, Санкт-Петербург, 196601, Россия

REFERENCES

1. Solodneva E.V., Smolnikov R.V., Bazhenov S.A., Vorobyeva D.A., Stolpovsky Yu.A. Lactation curves as a tool for monitoring the health and performance of dairy cows. A mini-review. *Agricultural Biology*. 2022; 57(2): 257–271. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.2.257eng>
2. Arnal M., Robert-Granić C., Larroque H. Diversity of dairy goat lactation curves in France. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(12): 11040–11051. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14980>
3. Garcés R.A., Boza J.L., Acevedo P.S., Brandl E., Bruckmaier R.M., Luis López J.F. Persistence index and description of first 100 days of the lactation curve of primiparous and multiparous Saanen goats maintained in confinement. *Agricultura Técnica*. 2004; 64(3): 319–326 (in Spanish). <https://doi.org/10.4067/S0365-28072004000300014>
4. Goetsch A.L., Zeng S.S., Gipson T.A. Factors affecting goat milk production and quality. *Small Ruminant Research*. 2011; 101(1–3): 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.025>
5. Leibova V.B., Pozovnikova M.V. The Value of Blood's Biochemical Parameters in Early Lactation in Predicting the Reproductive Ability of Dairy Goats in the Subsequent Breeding Season. *Russian Agricultural Sciences*. 2022; 48(4): 316–320. <https://doi.org/10.3103/S1068367422040097>
6. Assan N. Influence of stage of lactation on quantitative and qualitative milk production parameters in goats. *Scientific Journal of Animal Science*. 2014; 3(12): 291–300.
7. de Souza R. et al. Lactation curves and economic results of Saanen goats fed increasing dietary energy levels obtained by the addition of calcium salts of fatty acids. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2014; 43(2): 73–79. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000200004>
8. Coffey M.P., Hickey J., Brotherstone S. Genetic Aspects of Growth of Holstein-Friesian Dairy Cows from Birth to Maturity. *Journal of Dairy Science*. 2006; 89(1): 322–329. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72097-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72097-5)
9. Antunović Z. et al. Blood metabolic profile and acid-base balance of dairy goats and their kids during lactation. *Veterinarski arhiv*. 2017; 87(1): 43–55.
10. Zamuner F., DiGiacomo K., Cameron A.W.N., Leury B.J. Endocrine and metabolic status of commercial dairy goats during the transition period. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(6): 5616–5628. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18040>
11. Kokkonen T. et al. Effect of Body Fatness and Glucogenic Supplement on Lipid and Protein Mobilization and Plasma Leptin in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 2005; 88(3): 1127–1141. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72779-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72779-X)
12. Solomakhin A.A., Smekalova A.A., Lebedeva I.Yu. Indicators of liver function in the postpartum period in cows with depression of the ovarian function during the first and subsequent lactations. *Zootekhnika*. 2020; (12): 20–25 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/lrbogx>
13. Megahed A.A., Hiew M.W.H., Ragland D., Constable P.D. Changes in skeletal muscle thickness and echogenicity and plasma creatinine concentration as indicators of protein and intramuscular fat mobilization in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2019; 102(6): 5550–5565. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15063>
14. Salama A.A.K., Hamzaoui S., Albanell E., Such X., Caja G. Metabolic and behavior responses of lactating goats under heat stress. *Small Ruminant Research*. 2021; 203: 106496. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106496>

ABOUT THE AUTHORS

Victoriia Borisovna Leibova

Candidate of Biological Sciences

leib1406@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7017-9988>**Marina Vladimirovna Pozovnikova**

Candidate of Biological Sciences

pozovnikova@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8658-2026>

The All-Russian Scientific Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals is a branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 55A Moskovskoe Shosse, Pushkin, St. Petersburg, 196601, Russia