

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.102>**КОЭФФИЦИЕНТ ДЕ РИТИСА КАК МАРКЕР МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ У КОЗ ПОСЛЕ ПЕРВОГО ОКОТА**

Научная статья

**Лейбова В.Б.<sup>1,\*</sup>, Позовникова М.В.<sup>2</sup>, Турлова Ю.Г.<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных, Санкт-Петербург, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (leib1406[at]yandex.ru)

**Аннотация**

Коэффициент де Ритиса (КДР) это соотношение ферментов аспаратаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) в крови. Цель исследования – определение связи между молочной продуктивностью и направленностью изменения коэффициента де Ритиса (АСТ/АЛТ) в первые два месяца после окота у коз зааненской породы. После проведения биохимических исследований (20-30 сут. и 50-60 сут. после окота) животных разделили на две группы: гр. I (n=13) – козы со снижением КДР к концу второго месяца лактации не менее, чем в 1,1 раза, и гр. II (n=8) – особи с неизменившимся или возрастающим КДР. Удой за первые и вторые 100 сут. лактации был ниже на 24,9 %, (p<0,001) и 22,8 %, (p<0,01) в гр. I по сравнению с гр. II. Снижение коэффициента де Ритиса предполагает сдвиг метаболических процессов в сторону анаболизма, что может быть негативно связано с молочной продуктивностью животных. Таким образом, динамика коэффициента де Ритиса при активности АСТ и АЛТ в диапазоне 79,3-125 ед/л и 10,4-25,8 ед/л, соответственно, может служить дополнительным маркером, позволяющим прогнозировать удой молочных коз в первую лактацию.

**Ключевые слова:** козы, удой, аспаратаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, коэффициент де Ритиса.**DE RITIS RATIO AS A MARKER OF MILK PRODUCTION IN GOATS AFTER FIRST LAMBING**

Research article

**Leibova V.B.<sup>1,\*</sup>, Pozovnikova M.V.<sup>2</sup>, Turlova J.G.<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup> All-Russian Research Institute for Farm Animal Genetics and Breeding, Saint-Petersburg, Russian Federation

\* Corresponding author (leib1406[at]yandex.ru)

**Abstract**

The de Ritis ratio (DRR) is the ratio of aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT) enzymes in blood. The aim of the study was to determine the relationship between milk production and the direction of change of de Ritis ratio (AST/ALT) in the first two months after lambing in Saanen breed goats. After biochemical tests (20-30 days and 50-60 days after lambing) the animals were divided into two groups: gr. I (n=13) – goats with a decrease of DRR by the end of the second month of lactation not less than 1.1 times, and group. II (n=8) – goats with unchanged or increasing DRR. The milk yield for the first and second 100 days of lactation was lower by 24.9%, (p<0.001) and 22.8%, (p<0.01) in the group I compared to group. II. Decrease of de Ritis ratio suggests a shift of metabolic processes towards anabolism, which may be negatively associated with milk productivity of animals. Thus, the dynamics of de Ritis ratio at AST and ALT activity in the range of 79.3-125 units/l and 10.4-25.8 units/l, respectively, can serve as an additional marker to predict milk yield of dairy goats in the first lactation.

**Keywords:** goat, milk yield, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, de Ritis ratio.**Введение**

Коэффициент де Ритиса (КДР), соотношение ферментов аспаратаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ), используется в качестве маркера заболеваний печени и мышц различной этиологии [5]. В последние годы появляются публикации о связи КДР с состоянием инсулинорезистентности [6]. У людей общепринятое значение коэффициента составляет 1,3-1,4; данные по соотношению АСТ/АЛТ у молочного скота различаются у разных авторов. По результатам работы Pishchan et al. (2021) на коровах швицкой бурой породы это соотношение составляет 1,0-3,4 [7]. В исследованиях на коровах черно-пестрой породы, в зависимости от физиологического периода и рациона, КДР варьировался в диапазоне от 2,58-3,48 [9] до 4,34-4,6 [8]. Величина КДР у голштинского скота показала более высокие верхние значения, в среднем до 9,47 [10]. На козах зааненской породы в зависимости от периода лактации и стадии сухозности, коэффициент де Ритиса изменялся от 3,8 до 7,5 [3], [11]. Таким образом, вид животного, порода, физиологический период и кормление, влияют на соотношение АСТ и АЛТ в крови.

Целью нашего исследования является определение связи между молочной продуктивностью и характером изменения коэффициента де Ритиса в первые два месяца после окота у коз зааненской породы.

**Методы и принципы исследования**

Работа была выполнена в 2020 году в хозяйстве с промышленной технологией содержания животных (Ленинградская область). Отбор проб крови осуществляли у коз после первого окота (n=21). Кровь для проведения биохимических исследований отбирали двукратно: на 20-30 сут. и 50-60 сут. после окота. В сыворотке крови

определяли концентрацию альбумина, глюкозы, общего холестерина, триглицеридов, активность ферментов аспартатаминотрансфераза (АСТ) и аланинаминотрансфераза (АЛТ), вычисляли коэффициент де Ритиса (АСТ/АЛТ). Лабораторные исследования выполняли на автоматическом анализаторе «PKL 125» (Paramedical, Италия) с использованием реагентов фирмы «Витал Девелопмент Корпорэйшн» (Россия). По результатам биохимического исследования животные были разделены на группы: гр. I (n=13) – козы со снижением КДР к концу второго месяца лактации не менее, чем в 1,1 раза, и гр. II (n=8) – особи с неизменившимся или возрастающим КДР. Показатели молочной продуктивности были взяты из программы учёта AfiGoat3,07b, используемой в хозяйстве. Результаты исследования обрабатывали методом однофакторного дисперсионного анализа (one-way ANOVA) и однофакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями (One Way Repeated Measures Analysis of Variance) с применением программы SigmaPlot 12,5 (SystatSoftware, Inc., США).

Достоверность различия сравниваемых средних значений при нормальном распределении оценивали с использованием критерия Холма-Сидака, при отсутствии нормального распределения применяли критерий Тьюки; уровень значимости  $p \leq 0,05$ .

### Основные результаты

На первом этапе работы был проведён сравнительный анализ биохимических показателей крови (табл. 1).

Таблица 1 - Биохимические показатели крови у коз-первокоток с разной направленностью изменения коэффициента де Ритиса (АСТ/АЛТ)

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.102.1>

Показатели	Интервал после окота, сут.	Группа	
		I	II
Коэффициент де Ритиса	20-30	6,69 ± 0,54 <sup>a</sup>	5,34 ± 0,29
	50-60	5,18 ± 0,40 <sup>b</sup>	6,35 ± 0,47
АСТ, ед/л	20-30	99,3 ± 4,3	94,3 ± 4,8
	50-60	99,6 ± 5,9	93,6 ± 6,4
АЛТ, ед/л	20-30	16,0 ± 1,3 <sup>a</sup>	17,5 ± 0,9
	50-60	20,1 ± 1,8 <sup>b</sup>	15,1 ± 1,2
Альбумин, г/л	20-30	31,5 ± 0,5	32,7 ± 0,7
	50-60	32,3 ± 0,4	32,5 ± 0,6
Глюкоза, ммоль/л	20-30	3,26 ± 0,10	3,11 ± 0,08
	50-60	3,23 ± 0,10	3,09 ± 0,10
Общ. холестерин, ммоль/л	20-30	1,92 ± 0,08 <sup>a</sup>	2,07 ± 0,12
	50-60	2,16 ± 0,09 <sup>b</sup>	2,14 ± 0,09
Триглицериды, ммоль/л	20-30	0,117 ± 0,013	0,099 ± 0,015 <sup>c</sup>
	50-60	0,170 ± 0,026	0,191 ± 0,016 <sup>d</sup>

Примечание: различия между группами: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ . Различия внутри групп: <sup>a,b</sup>  $p < 0,001$ ; <sup>c,d</sup>  $p < 0,001$

Концентрация глюкозы в крови на 20-30 сут. и 50-60 сут. после окота имела сходные значения у особей внутри каждой группы, статистических значимых различий между группами также не обнаружено. Содержание альбумина в крови к концу второго месяца лактации у особей гр. I в отличие от гр. II показало тенденцию к возрастанию ( $p=0,08$ ), что предполагает улучшение белковосинтезирующей функции печени. Динамичность изменения в крови компонентов липидного обмена (триглицеридов и общего холестерина) имела особенности у коз с различным характером изменения КДР. Известно, что на содержание триглицеридов в крови молочного скота оказывают влияние, в основном, два фактора: накопление их печенью в период отрицательного энергетического баланса [1] и потребность молочной железы в синтезе молочного жира. Холестерин, в свою очередь, участвует в образовании липопротеидов очень низкой плотности, которые транспортируют триглицериды в кровь [2]. В нашем исследовании содержание холестерина в крови коз гр. I выросло к 50-60 сут. лактации (на 12,5 %,  $p < 0,001$ ) и не изменилось у животных гр. II. Концентрация триглицеридов, напротив, была увеличена (на 92,9%,  $p < 0,001$ ) только в гр. II, тогда как рост содержания триглицеридов в крови у особей гр. I (на 45,3%), не достиг порога статистической достоверности из-за высокой вариабельности этого показателя во втором месяце лактации.

Активность АСТ не показала достоверных различий как между группами животных, так и по месяцам лактации в каждой из групп. В то же время установлено повышение уровня активности АЛТ на 50-60 сут. по сравнению с 20-30 сут. лактации в гр. I (на 25,6 %,  $p < 0,001$ ) при отсутствии статистически значимых изменений в гр. II. Кроме того, была выявлена тенденция ( $p=0,06$ ) к более высокой активности этого фермента в конце 2-го месяца лактации в гр. I по сравнению с гр. II.

В наших предыдущих работах повышение активности АЛТ в первой трети лактации было ассоциировано с улучшением репродуктивной способности животных, [3], [4] что могло быть обусловлено более активной работой

глюкозо-аланинового цикла и, соответственно, интенсификацией процессов, связанных с глюконеогенезом. В данном исследовании, по окончании случного сезона в гр. I все козы принесли потомство, тогда как в гр. II – только 75% особей. Величина КДР, по направленности изменения которого были сформированы группы, не различалась в конце первого месяца лактации между особями двух групп, но в конце второго месяца с тенденцией к достоверности его значения были ниже у коз гр. I ( $p=0,08$ ). Снижение КДР при повышении активности АЛТ и неизменившимся уровне активности АСТ может свидетельствовать о снижении катаболической направленности обменных процессов [12].

Диапазон активности АСТ и АЛТ в крови, на основании которого рассчитывали их соотношение, находился в пределах 79,3-125 ед/л и 10,4-25,8 ед/л соответственно.

На втором этапе исследования была определена молочная продуктивность за первые 100 сут. лактации у коз-первооток с разной направленностью изменения коэффициента де Ритиса. Массовая доля жира и белка в молоке не имела статистически значимых различий и для гр. I составляла  $3,65\pm 0,04\%$  и  $3,28\pm 0,02\%$ , для группы II –  $3,60\pm 0,04\%$  и  $3,27\pm 0,03\%$ , соответственно. Удой за 100 сут. лактации был ниже (на 24,9 %,  $p<0,001$ ) у коз гр. I, по сравнению с гр. II,  $223\pm 14,9$  кг и  $297\pm 14,0$  кг, соответственно. В следующие 100 сут. лактации удой у коз гр. I также оказался ниже, чем у гр. II (на 22,8 %,  $p<0,01$ ) и составлял  $190\pm 12,4$  кг и  $246\pm 17,1$  кг, соответственно.

### Заключение

У коз-первооток с отрицательной динамикой коэффициента де Ритиса (АСТ/АЛТ) в течение 1-2-го месяца после окота удой за 200 сут. лактации был ниже ( $p<0,01$ ) по сравнению с особями, имеющими стабильное соотношение трансаминаз или его рост. Снижение коэффициента де Ритиса предполагает сдвиг метаболических процессов в сторону анаболизма, что может быть негативно связано с молочной продуктивностью животных. Таким образом, динамика коэффициента де Ритиса (АСТ/АЛТ) при активности АСТ и АЛТ в диапазоне 79,3-125 ед/л и 10,4-25,8 ед/л соответственно, может служить дополнительным маркером, позволяющим прогнозировать удой молочных коз в первую лактацию.

### Финансирование

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 0445-2021-0011.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Funding

The work was carried out within the framework of the State Assignment No. 0445-2021-0011.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Bremmer D.R. Changes in Hepatic Microsomal Triglyceride Transfer Protein and Triglyceride in Periparturient Dairy Cattle / D.R. Bremmer, S.J. Bertics, S.A. Besong [et al.] // *J.Dairy Sci.* — 2000. — №83(10). — P. 2252-2260. — DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75109-5.
2. Wathes D.C. Associations between Lipid Metabolism and Fertility in the Dairy Cow / D.C. Wathes, A.M. Clempson, G.E. Pollott // *Reprod. Fert. Develop.* — 2012. — №25(1). — P. 48-61. — DOI: 10.1071/RD12272.
3. Лейбова В. Б. Ферментативная активность крови у коз зааненской породы в разные периоды репродуктивного цикла и в связи с завершением беременности / В.Б. Лейбова, И.Ш. Шапиев, И.Ю. Лебедева // *Сельскохозяйственная биология.* — 2016. — Т. 51. — №. 2. — С. 238-246.
4. Лейбова В. Б. Значение биохимических показателей крови в раннюю лактацию в прогнозировании воспроизводительной способности у молочных коз в последующем сезоне разведения / В.Б. Лейбова, М.В. Позовникова // *Российская сельскохозяйственная наука Учредители: Российская академия наук.* — 2022. — №. 3. — С. 68-72. — DOI: 10.31857/S2500262722030139.
5. Ndrepepa G. De Ritis Ratio and Cardiovascular Disease: Evidence and Underlying Mechanisms / Ndrepepa G. // *J. of Laboratory and Precision Medicine.* — 2023. — №8:6. — DOI: 10.21037/jlpm-22-68.
6. Zhao L. Serum Alanine Aminotransferase/Aspartate Aminotransferase Ratio is One of the Best Markers of Insulin Resistance in the Chinese Population / L. Zhao, J. Cheng, Y. Chen [et al.] // *Nutrition & Metabolism.* — 2017. — №14(1). — P. 1-9. — DOI 10.1186/s12986-017-0219-x.
7. Pishchan I. S. Metabolic Homeostasis and Level of Productivity of First-heifers in the Conditions of the Industrial Complex / I. S. Pishchan, L. O. Lytvyschenko, N. O. Kapshuk [et al.] // *Theoretical and Applied Veterinary Medicine.* — 2021. — №9(4). — P.195–202. — DOI: 10.32819/2021.94030.
8. Некрасов А. Профилактика гепатоза у коров / А. Некрасов, Н. Попов, Р. Рыков // *Животноводство России.* — 2022. — №. 1. — С. 39-40. — DOI: 10.25701/ZZR.2022.01.01.002.
9. Боголюбова Н. В. Метаболический профиль коров при коррекции питания в конце сухостойного периода и начале лактации / Н. В. Боголюбова, В. Н. Романов, В. А. Багиров // *Российская сельскохозяйственная наука.* — 2021. — №. 1. — С. 47-50.
10. Лейбова В. Б. Особенности метаболического профиля крови коров в конце транзитного периода, его связь с воспроизводством и лактацией / В.Б. Лейбова, В.П. Политов // *Ветеринария.* — 2018. — №. 11. — С. 39-42.

11. Лейбова В. Б. Метаболическое состояние у коз зааненской породы в первую треть сукозности / В. Б. Лейбова, И. Ш. Шапиев, Н. В. Хайцев // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. — 2015. — № 39. — С. 155-157.
12. Рослый И. М. Биохимические показатели в оценке цитолитических механизмов и метаболических процессов на примере инфекционного мононуклеоза / И. М. Рослый, С. В. Абрамов // Эпидемиология и инфекционные болезни. — 2005. — № 5. — С. 33-33.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Bremmer D.R. Changes in Hepatic Microsomal Triglyceride Transfer Protein and Triglyceride in Periparturient Dairy Cattle / D.R. Bremmer, S.J. Bertics, S.A. Besong [et al.] // J.Dairy Sci. — 2000. — №83(10). — P. 2252-2260. — DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75109-5.
2. Wathes D.C. Associations between Lipid Metabolism and Fertility in the Dairy Cow / D.C. Wathes, A.M. Clempson, G.E. Pollott // *Reprod. Fert. Develop.* — 2012. — №25(1). — P. 48-61. — DOI: 10.1071/RD12272.
3. Leibova V.B. Fermentativnaya aktivnost' krovi u koz zaanenskoj porody v raznye periody reproduktivnogo cikla i v svyazi s zaversheniem beremennosti [Enzymatic Activity of Blood in Goats of the Saanen Breed at Different Periods of the Reproductive Cycle and in Connection with the End of Pregnancy] / V.B. Leibova, I.Sh. Shapiev, I.Yu. Lebedeva // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya [Agricultural Biology]*. — 2016. — V. 51. — No. 2. — p. 238-246 [in Russian].
4. Leibova V.B. Znachenie biohimicheskikh pokazatelej krovi v rannyyu laktaciju v prognozirovanii vosproizvoditel'noj sposobnosti u molochnyh koz v posleduyushchem sezone razvedeniya [The Importance of Biochemical Blood Parameters in Early Lactation in Predicting the Reproductive Ability of Dairy Goats in the Subsequent Breeding Season] / V.B. Leibova, M.V. Pozovnikova // *Rossiyskaya sel'skohozyajstvennaya nauka Uchrediteli: Rossiyskaya akademiya nauk [Russian Agricultural Science Founders: Russian Academy of Sciences]*. — 2022. — No. 3. — p. 68-72. — DOI: 10.31857/S2500262722030139 [in Russian].
5. Ndrepepa G. De Ritis Ratio and Cardiovascular Disease: Evidence and Underlying Mechanisms / Ndrepepa G. // *J. of Laboratory and Precision Medicine*. — 2023. — №8:6. — DOI: 10.21037/jlpm-22-68.
6. Zhao L. Serum Alanine Aminotransferase/Aspartate Aminotransferase Ratio is One of the Best Markers of Insulin Resistance in the Chinese Population / L. Zhao, J. Cheng, Y. Chen [et al.] // *Nutrition & Metabolism*. — 2017. — №14(1). — P. 1-9. — DOI 10.1186/s12986-017-0219-x.
7. Pishchan I. S. Metabolic Homeostasis and Level of Productivity of First-heifers in the Conditions of the Industrial Complex / I. S. Pishchan, L. O. Lytvyschenko, N. O. Kapshuk [et al.] // *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. — 2021. — №9(4). — P.195-202. — DOI: 10.32819/2021.94030.
8. Nekrasov A. Profilaktika gepatoza u korov [Prevention of Hepatosis in Cows] / A. Nekrasov, N. Popov, R. Rykov // *ZHivotnovodstvo Rossii [Animal Husbandry of Russia]*. — 2022. — No. 1. — P.39-40. — DOI: 10.25701/ZZR.2022.01.01.002 [in Russian].
9. Bogolyubova N.V. Metabolicheskij profil' korov pri korekcii pitaniya v konce suhostojnogo perioda i nachale laktacii [Metabolic Profile of Cows during Nutrition Correction at the End of the Dry Period and the Beginning of Lactation] / N.V. Bogolyubova, V.N. Romanov, V.A. Bagirov // *Rossiyskaya sel'skohozyajstvennaya nauka [Russian Agricultural Science]*. — 2021. — No. 1. — P. 47-50 [in Russian].
10. Leibova V.B. Osobennosti metabolicheskogo profilya krovi korov v konce tranzitnogo perioda, ego svyaz' s vosproizvodstvom i laktaciej [Features of the Metabolic Profile of the Blood of Cows at the End of the Transit Period, its Connection with Reproduction and Lactation] / V.B. Leibova, V.P. Politov // *Veterinariya [Veterinary Medicine]*. — 2018. — No. 11. — p. 39-42 [in Russian].
11. Leibova V. B. Metabolicheskoe sostoyanie u koz zaanenskoj porody v pervuyu tret' sukoznosti [Metabolic State in Goats of the Saanen Breed in the First Third of Gestation] / V. B. Leibova, I. Sh. Shapiev, N. V. Khaitsev // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [News of the St. Petersburg State Agrarian University]*. — 2015. — No. 39. — p. 155-157 [in Russian].
12. Rosly I.M. Biohimicheskie pokazateli v ocenke citolicheskikh mekhanizmov i metabolicheskikh processov na primere infekcionnogo mononukleoza [Biochemical Indicators in the Assessment of Cytolytic Mechanisms and Metabolic Processes Using the Example of Infectious Mononucleosis] / I.M. Rosly, S.V. Abramov // *Epidemiologiya i infekcionnye bolezni [Epidemiology and Infectious Diseases]*. — 2005. — No. 5. — p. 33-33 [in Russian].