ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИРОВОГО И БЕЛКОВОГО ОБМЕНОВ ВЕЩЕСТВ У КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЕРИОДА СТЕЛЬНОСТИ

*Никитина Анастасия Александровна, канд.ветеринар.наук., доц., orcid.org/0000-0002-9458-3432
Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Россия*

РЕФЕРАТ

Проведен анализ данных, полученных при исследовании некоторых показателей крови молочных коров, отражающих их липидный и белковый обмены веществ. Определено, что по мере развития стельности прослеживается достоверная положительная динамика в увеличении концентрации липидов в крови стельных молочных коров. Так, концентрация триглицеридов к 8-9 месяцу стельности суммарно возрастает на 24 %, по сравнению с данными, полученными в начале исследований (2 месяца стельности). Данные не выходили за пределы общепринятых референсных значений для коров. При этом концентрация холестерина синхронно возрастает в несколько раз (до 4), что указывает на перераспределение метаболической нагрузки в организме, при этом стоит отметить, что обычно это указывает на активизацию синтезирующих процессов в печени, что также видно, в первую очередь, по увеличению концентрации общего белка в периоды развития стельности. Концентрация общего белка в сыворотке крови к 8-9 месяцу возрастает на 16,2%, по сравнению с результатами, полученными при стельности в 2 месяца. Полученные данные свидетельствуют о активации обмена протеинов и липидов в период стельности, что важно учитывать при организации кормления и содержания, для предотвращения развития отрицательного энергетического баланса.

Ключевые слова: коровы, метаболизм, триглицериды, жирные кислоты, общий белок, стельность.

ВВЕДЕНИЕ

В период стельности физиология и обмен веществ коровы изменяются для поддержания адекватного развития и здоровья плода, а также поддержания лактации. Кроме того, питательные вещества распределяются в соответствии со скоростью метаболизма материнских тканей. На сегодняшний день в связи с высокой продуктивностью молочных коров возрастает и метаболическая нагрузка на органы и системы организма животных [4]. Молочные коровы в начале лактации мобилизуют резервы организма, в основном жировую, но также и мышечную ткань, в результате отрицательного баланса питательных веществ [1,4]. При этом в перинатальный период происходит мобилизация жировой ткани что увеличивает концентрацию жирных кислот в крови и часто приводит к развитию жировой дистрофии печени [5,9], приводящие, в последствии, к грубому поражению гепатоцитов. Высокопродуктивным животным сложно успешно адаптироваться к активной лактации, что в конечном итоге может спровоцировать метаболический стресс, характеризующийся неконтролируемым липолизом жировой ткани. Следствием этого является липотоксичность и отложение триглицеридов в печени, что способствует развитию жировой болезни печени. Физиология самок подразумевает распределение питательных веществ (глюкозы, аминокислот, жирных кислот и др.) для роста и развития плода и синтеза молока. Исследования метаболизма белков во время переходного периода ограничены [8,11]. Отрицательный белковый баланс развивается у молочных коров перед отелом, его степень, вероятнее всего, может не зависеть от уровня протеинового кормления перед отелом и может развиваться

даже при отсутствии отрицательного энергетического баланса. Определено, что распад белков скелетной мускулатуры происходит в период негативного протеинового баланса, чтобы обеспечить свободные аминокислоты для преодоления отрицательного энергетического баланса посредством прямого окисления или для глюконеогенеза, и/или исключительно для синтеза белка, чтобы удовлетворить потребности высокопродуктивных коров на поздних сроках стельности и в ранний лактационный период [6]. При этом стоит учитывать неспособность высокопродуктивного скота успешно адаптироваться к лактации, что может спровоцировать метаболический стресс, характеризующийся неконтролируемым липолизом жировой ткани и снижением чувствительности к инсулину [10,11], следствием этого является отложение триглицеридов в печени, что способствует развитию стеатоза и кетоза [5].

Цель исследования – дать клиническую оценку процессам, происходящим в организме молочных коров в разные периоды стельности, по результатам биохимического исследования крови.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работу проводили в одном из животноводческих хозяйств Ломоносовского района Ленинградской области. Были отобраны по принципу аналогов клинически здоровые коровы с подтвержденной стельностью от 2 месяцев, у животных получали кровь вначале эксперимента (при 2 месячном сроке стельности, подтвержденной с помощью ультразвукового исследования) и далее один раз в условный триместр – в 3-4-месячном, 6-7 – месячном и 8-9-месячном сроках стельности. Всего в эксперименте участвовало 11 коров. Сервис-период у животных, участвующих в исследовании составлял $94,5 \pm 3,5$ дней, что явля-

лось средним показателем в хозяйстве. Животным предоставляли один и тот же рацион. Основные зоогигиенические параметры содержания животных (влажность, инсоляция, освещенность и др.) были одинаковы, суточный удой подопытных коров на момент начала опыта варьировал в диапазоне 28-31 л. Кровь получали из вены хвоста в вакуумные пробирки Lab-vac с активатором свертывания и гелем (производство: Китай). В крови определяли следующие показатели: концентрацию общего белка, его фракций, липидов (холестерина и триглицеридов). Биохимическое исследование сыворотки крови выполняли на биохимическом анализаторе MC-Clima-15 в условиях клинико-диагностической лаборатории ФГБОУ ВО СПбГУВМ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Исходя из представленных данных видно, что в период с 3 по 9 месяц стельности наблюдается изменения обмена веществ, выражающиеся главным образом, в изменении в крови концентрации общего белка и его фракций, а также липидов – холестерина и триглицеридов. Так, концентрация общего белка постепенно возрастала, и к 3-4 месяцу стала на 5,2 % выше, к 6-7-му на 8,6 % выше, а к 8-9-му – на 16,2 %, по сравнению с данными, полученными у животных на 2 месяце стельности. График изменений концентрации общего белка и его фракций в сыворотке крови представлена на рисунке 1.

Анализ показателей динамики общего белка и его фракций показал, что имеется достоверная ($P \leq 0,05$) тенденция в увеличении концентрации в сыворотке крови общего белка от 3 к 8-9 месяцу стельности, при этом прослеживается недостоверная тенденция к увеличению глобулиновой его фракции, что может быть при развитии диспротеинемии. В первую очередь, эти изменения указывают на увеличение метаболизма протеинов и нагрузки на печень, чаще всего это изменение связано с избытком концентрированных кормов, особенно перед последним триместром стельности, когда близится запуск в сухостой, а жир, образовавшийся при усиленном кормлении, начинает депонироваться во внутренние органы, в том числе и в печень [2,3]. Успешная физиологическая адаптация к лактации также требует активизации ферментов, участвующих в метаболизме липидов и β -окислении, которые у высокопродуктивных коров часто перегружены, что приводит к накоплению жира в печени [3,10]. Тем не менее, в целом, показатели белкового обмена находились в пределах физиологических

на протяжении всего периода исследования.

Также, анализ данных таблицы показал, что концентрация липидов постепенно, к 8-9 месяцу стельности, достоверно увеличивалась. Анализ изменения показателей концентрации липидов в крови коров установил, что уровень холестерина к 3-4 месяцу стал в 1,4 раза выше, к 6-7-му – в 2,5 раз выше, а к 8-9-му – почти в 4 раза выше, по сравнению с данными, полученными при обследовании на 3-4 месяце стельности.

Концентрация триглицеридов в крови также увеличивалась. Так, к 3-4-му месяцу стельности она стала на 16,8 % выше, по сравнению с животными, находящимися на 2 месяце стельности, и далее менее интенсивно возрастала – к 7-8 месяцу стельности на 3,6 %, а к 8-9 месяцу – на 2,6 %, по сравнению с данными на каждый период, при этом стоит отметить, что суммарно концентрация триглицеридов увеличилась более, чем на 24 %. Концентрация триглицеридов, как неэтерифицированных жирных кислот, часто используется в качестве диагностического маркера при выявлении отрицательного энергетического баланса [3]. Отрицательный энергетический баланс увеличивает концентрацию неэтерифицированных жирных кислот в плазме вследствие высвобождения жирных кислот из жировой ткани [2]. Из приведенных данных видно, что ближе к периоду отела у исследованных коров также происходит увеличение концентрации триглицеридов и холестерина, что в последствии может привести к отрицательному энергетическому балансу, несмотря на то, что указанные показатели входят в референсные для крупного рогатого скота молочного направления продуктивности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам анализа полученных в ходе проведенной работы результатов можно сделать вывод, что по мере развития стельности прослеживается достоверная положительная динамика в увеличении концентрации триглицеридов в крови стельных молочных коров. Так, концентрация триглицеридов к 8-9 месяцу стельности суммарно возрастает на 24 %, по сравнению с данными, полученными в начале исследований (2 месяца стельности). При этом концентрация холестерина синхронно возрастает в несколько раз (до 4), что указывает на перераспределение метаболической нагрузки в организме, при этом стоит отметить, что обычно это указывает на активизацию синтезирующих процессов в печени, что также видно, в первую очередь, по увеличению концентрации общего белка в периоды

Таблица 1.

Результаты биохимического исследования сыворотки крови у животных в разные периоды стельности.

Показатель	Месяцы стельности			
	2	3-4	6-7	8-9
Общий белок, г/л	71,0 $\pm$ 3,5	74,7 $\pm$ 7,0	77,1 $\pm$ 2,3	82,5 $\pm$ 4,1*
Альбумины, %	37,30 $\pm$ 2,61	34,50 $\pm$ 3,58	39,41 $\pm$ 3,95	28,76 $\pm$ 3,08
Глобулины, %	62,69 $\pm$ 3,98	65,43 $\pm$ 6,12	60,50 $\pm$ 6,87	71,20 $\pm$ 4,89
Холестерин, ммоль/л	1,63 $\pm$ 0,09	2,28 $\pm$ 0,09	4,12 $\pm$ 0,14	6,48 $\pm$ 0,10*
Триглицериды, ммоль/л	0,095 $\pm$ 0,009	0,111 $\pm$ 0,010	0,115 $\pm$ 0,009	0,118 $\pm$ 0,009

* $P \leq 0,05$, по сравнению с данными от начала исследования (2 мес.)

развития стельности. Концентрация общего белка в сыворотке крови к 8-9 месяцу возрастает на 16,2%, по сравнению с результатами, полученными при стельности в 2 месяца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев, А.А. Клиническая гематология /Алиев А.А., Рукавишников С.А., Ахмедов Т.А., Пушкин А.С., Рассоха Т.А., Сагинбаев У.Р., Трушкин В.А., Никитина А.А. // Учебник. Санкт-Петербург. 2021.
2. Васильева, С.В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота / С.В. Васильева, Ю.В. Конопатов // Учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург. 2021. (3-е издание, стереотипное)
3. Карпенко, Л.Ю. Сравнительная оценка динамики основных показателей метаболизма у коров с разной молочной продуктивностью / Л.Ю. Карпенко, Н.В. Пилаева, Р.М. Васильев, С.В. Васильева // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2018. № 3. С. 190-192.
4. Ковалев, С.П. Диагностика нарушений белкового обмена у крупного рогатого скота / Ковалев С.П., Воинова А.А., Трушкин В.А. // Учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург, 2017.
5. Ковалев, С.П. Показатели крови у больных кетозом коров / Ковалев С.П., Киселенко П.С., Трушкин В.А., Никитина А.А. // В сборнике: Актуальные проблемы инновационного развития животноводства. Международная научно-практическая конференция. 2019. С. 86-89.

DYNAMICS OF FAT AND PROTEIN METABOLISM IN COWS DEPENDING ON THE PREGNANCY PERIOD

Anastasia A. Nikitina, PhD of Veterinary Sciences, Docent, orcid.org/0000-0002-9458-3432
St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russia

An analysis of the data obtained from the study of some blood parameters of dairy cows, reflecting their lipid and protein metabolism, was carried out. It has been determined that as pregnancy progresses, there is a significant positive trend in the increase in the concentration of lipids in the blood of pregnant dairy cows. Thus, the concentration of triglycerides by the 8-9th month of pregnancy increases by a total of 24%, compared with the data obtained at the beginning of the study (2 months of pregnancy). The data did not go beyond the generally accepted reference values for cows. At the same time, the concentration of cholesterol synchronously increases several times (up to 4), which indicates a redistribution of the metabolic load in the body, it is worth noting that this usually indicates the activation of synthesizing processes in the liver, which is also visible, first of all, by an increase in the concentration total protein during periods of pregnancy. The concentration of total protein in the blood serum by 8-9 months increases by 16.2%, compared with the results obtained during pregnancy at 2 months. The data obtained indicate the activation of protein and lipid metabolism during pregnancy, which is important to take into account when organizing feeding and maintenance to prevent the development of a negative energy balance.

Key words: cows, metabolism, triglycerides, fatty acids, total protein, pregnancy.

REFERENCES

1. Aliev, A.A. Clinical hematology /Aliev A.A., Rukavishnikova S.A., Akhmedov T.A., Pushkin A.S., Rassokha T.A., Saginbaev U.R., Trushkin V.A., Nikitina A.A. // Textbook. Saint Petersburg. 2021.
2. Vasilyeva, S.V. Clinical biochemistry of cattle / S.V. Vasilyeva, Yu.V. Konopатов // Textbook for universities. St. Petersburg. 2021. (3rd edition, stereotypical)
3. Karpenko, L.Yu. Comparative assessment of the dynamics of the main metabolic indicators in cows with different milk production / L.Yu. Karpenko, N.V. Pilaeva, R.M. Vasiliev, S.V. Vasilyeva // Issues of legal regulation in veterinary medicine. 2018. No. 3. P. 190-192.
4. Kovalev, S.P. Diagnosis of protein metabolism disorders in cattle / Kovalev S.P., Voinova A.A., Trushkin V.A. // Educational and methodological manual. St. Petersburg, 2017.
5. Kovalev, S.P. Blood parameters in cows with ketosis / Kovalev S.P., Kiselenco P.S., Trushkin V.A., Nikitina A.A. // In the collection: Current problems of innovative development of livestock farming. International scientific and practical conference. 2019. pp. 86-89.
6. Laffel, L. Ketone bodies: a review of physiology, pathophysiology and application of monitoring to diabetes Diabetes Metab Res Rev, 15 (1999), pp. 412-426
7. Melendez, P. Technical note: Evaluation of fine needle

6. Laffel, L. Ketone bodies: a review of physiology, pathophysiology and application of monitoring to diabetes Diabetes Metab Res Rev, 15 (1999), pp. 412-426
7. Melendez, P. Technical note: Evaluation of fine needle aspiration cytology for the diagnosis of fatty liver in dairy cattle / P. Melendez, M. Whitney, F. Williams, P. Pinedo, D. Manriquez, S.G. Moore, M.C. Lucy, P. Pithua, S. E. Pook // Journal of Dairy Science, 22 February, 2018, Volume 101, Issue 5 (Cover date: May 2018), Pages 4483-4490
8. Moiseeva, K. Dynamics of cholesterol and triglycerides in the serum of cows with liver lipidosis / Moiseeva K., Anipchenko P., Vasil'eva S., Karpenko L., Vasil'ev R., Pilaeva N., Bakhta A., Panova N., Trushkin V., Nikitin G., Nikitina A., Ershova O. // Journal of Animal Science. 2019. T. 97. № S3. C. 208.
9. Votinceva, A. The result of histochemical research in the diagnosis of steatosis in cows / Votinceva A., Nikitina A., Nikitin G., Kovalev S., Plemiyashov K., Anipchenko P., Netschajew A., Herbakov G. // FASEB Journal. 2019. T. 33. № S1. C. 1b58.
10. Weijers, G. Transcutaneous vs. Intraoperative Quantitative Ultrasound for Staging Bovine Hepatic Steatosis / G. Weijers, A. Starke, J M. Thijssen, A. Haudum, P Wohlsein, J. Rehage, C.L. Korte // Ultrasound in Medicine & Biology. August 2012. Volume 38, Issue 8, Pages 1404-1413
11. James, G.F. Laboratory Animal Medicine / James G. Fox, Lynn C. Anderson, Mark T. Whary, Glen M. Otto, Kathleen R. Pritchett-Corning // A volume in American College of Laboratory Animal Medicine Book. Third Edition. 2015

- aspiration cytology for the diagnosis of fatty liver in dairy cattle / P. Melendez, M. Whitney, F. Williams, P. Pinedo, D. Manriquez, S.G. Moore, M.C. Lucy, P. Pithua, S. E. Pook // Journal of Dairy Science, 22 February, 2018, Volume 101, Issue 5 (Cover date: May 2018), Pages 4483-4490
8. Moiseeva, K. Dynamics of cholesterol and triglycerides in the serum of cows with liver lipidosis / Moiseeva K., Anipchenko P., Vasil'eva S., Karpenko L., Vasil'ev R., Pilaeva N., Bakhta A., Panova N., Trushkin V., Nikitin G., Nikitina A., Ershova O. // Journal of Animal Science. 2019. T. 97. № S3. C. 208.
9. Votinceva, A. The result of histochemical research in the diagnosis of steatosis in cows / Votinceva A., Nikitina A., Nikitin G., Kovalev S., Plemiyashov K., Anipchenko P., Netschajew A., Herbakov G. // FASEB Journal. 2019. T. 33. № S1. C. 1b58.
10. Weijers, G. Transcutaneous vs. Intraoperative Quantitative Ultrasound for Staging Bovine Hepatic Steatosis / G. Weijers, A. Starke, J M. Thijssen, A. Haudum, P Wohlsein, J. Rehage, C.L. Korte // Ultrasound in Medicine & Biology. August 2012. Volume 38, Issue 8, Pages 1404-1413
11. James, G.F. Laboratory Animal Medicine / James G. Fox, Lynn C. Anderson, Mark T. Whary, Glen M. Otto, Kathleen R. Pritchett-Corning // A volume in American College of Laboratory Animal Medicine Book. Third Edition. 2015