

Марина Александровна Часовщикова

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Тюмень, Россия

E-mail: chsovschikovama@gausz.ru

Михаил Валерьевич Губанов

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, заведующий лабораторией качества сельскохозяйственной продукции Агробιοтехнологического центра Института прикладных аграрных исследований и разработок, Тюмень, Россия

E-mail: mv.gubanov@abc.tsa.ru

**МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА МОЛОКА ПРИ КОНТРОЛЬНОМ ДОЕНИИ КОРОВ
В ПЛЕМЕННЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Цель исследования – провести мониторинг качества молока при контрольном доении коров в хозяйствах Тюменской области. Мониторинг проведен в зимне-стойловый период 2021 г. в двух племенных предприятиях на коровах голштинской ($n = 549$) и черно-пестрой ($n = 154$) породы в возрасте первой лактации. В среднесуточных пробах молока определяли массовые доли жира, белка, содержание мочевины, кетоновых тел (ацетон, бета-гидроксипутират). Результаты комплексного анализа молока позволили получить сведения о состоянии обмена веществ в организме коров и качестве рациона их кормления. В стаде голштинской породы в период раздоя наблюдали повышенное содержание кетоновых тел в молоке некоторых коров (ацетон – до 0,33 ммоль/л, бета-гидроксипутират – до 0,23 ммоль/л) и сдвиг равновесия между массовой долей жира и белка в сторону повышения жира, что является признаком напряженного обмена веществ и мобилизации жировых запасов тела. В первом стаде наблюдали повышенный уровень мочевины в молоке – 35,5–41,8 мг/дл. Соотношение между содержанием мочевины и общим белком молока свидетельствовало, что рацион кормления коров первого стада не сбалансирован по энерго-протеиновому отношению, а основная проблема заключалась в избытке расщепляемого в рубце протеина. В стаде черно-пестрой породы уровень кетоновых тел в молоке не превышал критических пределов (ацетон – 0,13 ммоль/л, бета-гидроксипутират – 0,08 ммоль/л), а среднее содержание мочевины во все периоды лактации было в норме (22,5–24,1 мг/дл), но соотношение между массовой долей молочного белка и мочевиной показало избыток обменной энергии в рационе кормления коров после 200-го дня лактации. Комплексный анализ качества молока показал, что в обоих стадах требуется корректировка рационов кормления с учетом физиологического состояния дойных коров.

Ключевые слова: молоко, молочный жир, молочный белок, мочевина, кетоновые тела, голштинская порода, черно-пестрая порода.

Marina A. Chasovshchikova

Northern Trans-Urals State Agrarian University, Professor at the Department of Production Technology and Processing of Livestock Products, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Tyumen, Russia

E-mail: chsovschikovama@gausz.ru

Mikhail V. Gubanov

Northern Trans-Urals State Agrarian University, Head of the Laboratory for the Quality of Agricultural Products of the Agrobiotechnological Center of the Institute for Applied Agricultural Research and Development, Tyumen, Russia

E-mail: mv.gubanov@abc.tsa.ru

QUALITY OF MILK MONITORING DURING CONTROL COWS MILKING IN THE TYUMEN REGION BREEDING FARMS

The purpose of reseach is to monitor the quality of milk during control milking of cows in the farms of the Tyumen Region. Monitoring was carried out in the winter stall period of 2021 in two breeding farms on Holstein (n = 549) and black-and-white (n = 154) cows at the age of first lactation. In the average daily milk samples, the mass fractions of fat, protein, the content of urea, ketone bodies (acetone, beta-hydroxybutyrate) were determined. The results of a comprehensive analysis of milk made it possible to obtain information about the state of metabolism in the body of cows and the quality of their ration. In the Holstein herd during the milking period, an increased content of ketone bodies in the milk of some cows was observed (acetone – up to 0.33 mmol/L, beta-hydroxybutyrate – up to 0.23 mmol/L) and a shift in the equilibrium between the mass fraction of fat and protein towards increase in fat, which is a sign of intense metabolism and the mobilization of body fat reserves. In the first herd, an increased level of urea in milk was observed – 35.5–41.8 mg/dl. The ratio between the urea content and the total milk protein indicated that the ration of the first herd cows was not balanced in energy-protein ratio, and the main problem was an excess of protein digested in the rumen. In a herd of black-and-white breed, the level of ketone bodies in milk did not exceed critical limits (acetone – 0.13 mmol/L, beta-hydroxybutyrate – 0.08 mmol/L), and the average urea content during all lactation periods was normal (22.5–24.1 mg/dl), but the ratio between the mass fraction of milk protein and urea showed an excess of metabolic energy in the ration of cows after the 200th day of lactation. A comprehensive analysis of the quality of milk showed that in both herds it is necessary to adjust the feeding ration taking into account the physiological state of dairy cows.

Keywords: milk, milk fat, milk protein, urea, ketone bodies, Holstein breed, Black-and-white breed.

Введение. В Российской Федерации в последние годы уделяется большое внимание развитию племенного животноводства, прогресс которого невозможен без точной и достоверной оценки продуктивности скота [1–4]. В Тюменской области в настоящее время создана и успешно функционирует лаборатория селекционного контроля качества молока, ее современное оборудование позволяет проводить комплексный анализ молока, результаты которого можно использовать не только для оценки племенных и продуктивных качеств скота, но и для контроля состояния здоровья, а также сбалансированности рационов кормления дойного стада [5]. Регулярное проведение комплексного анализа молока в дни контрольных доений и правильная интерпретация полученных сведений позволяют своевременно реагировать на негативные изменения состояния стада посредством корректировки рационов кормления, устранения нарушений обмена веществ и лечения животных, что, в свою очередь, оказывает положительное влияние как на качество, так и объемы производства молока [6–8].

Цель исследования: проведение мониторинга качества молока при контрольном доении коров в племенных предприятиях Тюменской области.

Материал и методика исследования. Исследование проводили в зимне-стойловый период 2021 г. в двух племенных предприятиях Тюменской области на коровах первой лактации голштинской (n = 549) (стадо 1) и черно-пестрой породы (n = 154) (стадо 2). Пробы молока анализировали при помощи комбинированной системы анализаторов молока Bentley FTS-400 в лаборатории селекционного контроля качества молока ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» (г. Тюмень). В среднесуточных пробах молока определяли массовые доли жира (МДЖ), белка (МДБ), содержание мочевины, ацетона, бета-гидроксibuтирата (БГБ). Сведения об удое и стадии лактации коров получены через сервис «Молочная лаборатория» ООО «Региональный центр информационного обеспечения племенного животноводства Ленинградской области «ПЛИНОР». Биометрическая обработка цифрового материала проведена общепринятыми методами в программном приложении MS Excel.

Результаты исследования и их обсуждение. Сравнительный анализ молочной продуктивности первотелок по дням лактации показал, что в обоих стадах коровы достигали наивысших суточных удоев в период с 100-го по 200-й день лактации – 35,6 и 25,2 кг молока, рост продуктив-

ности составлял в среднем 3,1 ($P > 0,99$) и 3,4 кг ($P > 0,99$) молока по сравнению с удоями за первые 100 дней лактации соответственно (табл. 1). Устойчивость лактации была на уровне 91,3 и 86,5 % в первом и втором стадах соответственно. Спад удоев от пиковых периодов продуктив-

ности к концу лактации составлял 8,7 кг ($P > 0,999$), или 24,4 %, и 5,3 кг ($P > 0,999$), или 21,0 %, по хозяйствам соответственно. Таким образом, первотелки из первого стада характеризовались более высокими удоями и сравнительно устойчивой лактационной деятельностью.

Таблица 1

Удой, массовая доля жира и белка в молоке по периодам лактации

Дни лактации	n	Суточный удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	МДЖ/МДБ
Стадо 1					
< 100	158	32,5±0,65	4,10±0,069	3,12±0,018	1,32±0,023
100–200	153	35,6±0,78 ²	3,82±0,057 ²	3,31±0,020 ³	1,15±0,013 ³
200–300	151	30,3±0,74 ¹	3,99±0,059	3,42±0,022 ³	1,17±0,014 ³
> 300	87	26,9±1,01 ³	4,13±0,082	3,56±0,029 ³	1,16±0,018 ³
Стадо 2					
< 100	43	21,8±0,62	4,22±0,133	3,18±0,033	1,34±0,048
100–200	49	25,2±0,87 ²	4,49±0,223	3,30±0,042 ¹	1,39±0,097
200–300	44	20,1±0,68	4,26±0,096	3,57±0,037 ³	1,19±0,024 ²
> 300	18	19,9±0,94	4,54±0,192	3,73±0,059 ³	1,22±0,046

Здесь и далее: ¹ $P > 0,95$; ² $P > 0,99$; ³ $P > 0,999$ по сравнению с периодом < 100 дней.

На фоне повышения суточных удоев в период 100–200 дней лактации наблюдали снижение массовой доли молочного жира до минимума – 3,82 % (–0,28 %; $P > 0,99$) и повышение массовой доли белка до 3,31 % или на 0,19 % ($P > 0,999$) по сравнению с периодом раздоя в первом стаде. Во втором стаде рост удоя в период от 100-го до 200-го дня лактации сопровождался незначительным повышением жирномолочности и ростом белкомолочности по сравнению с раздоем на 0,12 % ($P > 0,95$). В последний период лактации в обоих стадах наблюдалось повышение как массовой доли жира, так и белка в молоке.

Средние соотношения между массовой долей жира и белка в молоке первотелок в обоих стадах находились в пределах нормы (норма 1,1–1,5 : 1), но лимиты индивидуальных значений в период раздоя были в критически широких пределах, достигая максимальных величин – 2,6 : 1 и 2,3 : 1 по стадам соответственно. Снижение массовой доли белка на фоне значительного роста жирномолочности особенно в самом начале лактации может быть косвенным признаком отрицательного энергетического баланса, возникающего после отела, когда синтез молока активен, а способность к потреблению энергии у коровы снижена, поэтому происходит мобилизация жира собственного тела. В результате этих процессов в организме происходит увеличение кетоновых тел, нарушается обмен веществ.

Анализ концентрации кетоновых тел в молоке первотелок показал, что из двух анализируемых стад в первом регистрировались более динамичные изменения кетоновых тел по дням лактации, при этом в первые 100 дней после отела содержание в молоке как ацетона, так и бета-гидроксипутирата было достоверно выше, чем в последующие периоды, с разницей 0,012–0,023 ммоль/л ($P > 0,999$). Также повышение кетоновых тел было характерно для периода после 300 дней лактации (табл. 2). Во втором стаде содержание ацетона и бета-гидроксипутирата на разных стадиях лактации значительных изменений не претерпевали. По данным контроля в обоих стадах средние значения концентрации кетоновых тел не выходили за пределы критических, но лимиты индивидуальных показателей указывали на повышение как ацетона, так и бета-гидроксипутирата в период до 100 дней лактации у некоторых особей. Так, в первом стаде максимальное содержание ацетона составляло 0,33 ммоль/л, бета-гидроксипутирата – 0,23 ммоль/л при рекомендуемых не более 0,30 и 0,15 ммоль/л соответственно. Во втором стаде индивидуальных превышений допустимых концентраций не было, а наибольшее содержание ацетона и бета-гидроксипутирата составляло 0,13 и 0,08 ммоль/л соответственно в первые 100 дней лактации.

Содержание мочевины и кетоновых тел в молоке по периодам лактации

Дни лактации	n	Мочевина, мг/дл	Ацетон, ммоль/л	БГБ, ммоль/л
Стадо 1				
< 100	158	39,6±0,45	0,124±0,0049	0,060±0,0019
100–200	153	41,8±0,40 ³	0,072±0,0024 ³	0,037±0,0011 ³
200–300	151	39,9±0,42	0,068±0,0036 ³	0,039±0,0013 ³
> 300	87	35,5±0,55 ³	0,082±0,0056 ³	0,048±0,0021 ³
Стадо 2				
< 100	43	24,1±0,85	0,071±0,0053	0,041±0,0022
100–200	49	23,8±1,03	0,070±0,0042	0,041±0,0019
200–300	44	22,5±0,86	0,071±0,0064	0,044±0,0034
> 300	18	22,5±1,68	0,078±0,0075	0,042±0,0019

Содержание кетоновых тел в молоке связано с величиной суточного удоя коров. Как правило, эта связь имеет обратную направленность и наиболее заметна в первые 100 дней и после 300-го дня лактации, когда в молоке отмечается рост ацетона и бета-гидроксibuтирата. Так, у первотелок в первом стаде между суточным удоём и концентрацией кетоновых тел коэффициенты корреляции составляли $-0,227...-0,555$ ($P > 0,99-0,999$), во втором стаде выявлены аналогичные связи, но коэффициенты корреляции незначительны и статистически не достоверны, вероятно, в силу меньшей вариабельности показателей качества молока.

Содержание мочевины в молоке является критерием обеспеченности азотом микроорганизмов рубца, при уровне мочевины менее 15 мг/дл следует говорить о дефиците азота, а при его содержании сверх 30–35 мг/дл – об из-

бытке [6]. Анализ средних уровней мочевины в молоке первотелок подконтрольных стад позволяет сделать вывод о критическом положении стада голштинской породы, где наблюдались значительные превышения рекомендуемого уровня во все периоды лактации. В связи с этим рассмотрим подробнее сложившуюся ситуацию. Для проведения анализа первотелок голштинской породы распределили на группы в зависимости от уровня мочевины и массовой доли белка в молоке. Массовая доля белка в совокупности с уровнем мочевины помогают охарактеризовать энерго-протеиновое соотношение рациона кормления и выяснить, на какой стадии лактации возникают те или иные проблемы. В таблице 3 представлено распределение подконтрольного поголовья коров на шесть групп в зависимости от содержания мочевины и массовой доли белка.

Таблица 3

Удой и состав молока коров первотелок голштинской породы при разном соотношении мочевины и массовой доли общего белка

Группа	n	Дней от отела	Суточный удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Мочевина, мг/дл
1	41	395±27,8 ³	22,3±1,19 ³	4,28±0,129 ³	3,74±0,026 ³	31,8±0,44
2	86	246±10,8 ²	26,3±0,88 ²	4,74±0,084 ³	3,75±0,023 ³	42,1±0,55 ³
3	72	191±15,4	30,7±1,07	3,72±0,063	3,26±0,019	32,1±0,29
4	308	160±5,2	35,0±0,49 ³	3,80±0,036	3,23±0,008	41,9±0,23 ³
5	11	48±12,4 ³	27,2±2,28	4,04±0,258	2,89±0,014 ³	32,9±0,64
6	31	70±11,1 ³	33,3±1,61	4,13±0,194	2,84±0,019 ³	41,1±0,63 ³

Примечание: ¹P > 0,95; ²P > 0,99; ³P > 0,999 по сравнению с 3-й группой.

В группе 3 расположились коровы с нормальным уровнем мочевины (15–35 мг/дл) и средним содержанием молочного белка (3,0–3,5 %), такое соотношение является свидетельством сбалансированного рациона по обменной энергии и протеину. Доля животных в группе 3 незначительна – 13,1 % от всего обследованного поголовья. В группы 1 и 2 вошли первотелки с высокой белково-молочностью – более 3,50 % с нормальным – 31,8 ммоль/л (группа 1) и повышенным – 42,1 ммоль/л (группа 2) содержанием мочевины. Среди них оказались коровы после 200-го дня лактации, которые испытывали переизбыток обменной энергии в рационе, а первотелки группы 2, судя по повышенному уровню мочевины в молоке, дополнительно испытывали избыток белка. В группы 5 и 6 были включены коровы с низкой белково-молочностью (менее 3,0 %), нормальным – 32,9 ммоль/л (группа 5) и повышенным – 41,1 ммоль/л (группа 6) содержанием мочевины. Анализ состава групп показал, что в них вошли первотелки в период раздоя, а характеристика качества молока позволила сделать вывод, что животные испытывали недостаток обменной энергии и нерасщепляемого (группа 8) или недостаток расщепляемого протеина (группа 9) в рационе кормления. Самой многочисленной оказалась группа 4 – 56,1 % от всего обследованного поголовья первотелок. Группу в основном составили коровы после раздоя – в среднем 160 дней после отела. Для первотелок группы 4 был характерен средний уровень белково-молочности (от 3,00 до 3,50 %) и повышенное содержание мочевины, в среднем – 41,9 мг/дл. Уровень обменной энергии в рационе их кормления, основываясь на показателе белково-молочности, был в норме, но, судя по высокому содержанию мочевины, коровы испытывали избыток расщепляемого в рубце протеина. Для нормализации ситуации требуется скорректировать рационы кормления в зависимости от физиологического состояния коров, а в период раздоя для повышения уровня энергии можно рекомендовать введение энергетических кормовых добавок.

В молоке коров черно-пестрой породы (стадо 2) содержание мочевины было в норме и 50 % от всего обследованного поголовья проблем со сбалансированностью рациона кормления по энерго-протеиновому отношению не испытывали. У 35 % первотелок могли быть проблемы, аналогичные группе 1 из первого стада, которые

так же, как и их сверстницы, характеризовались повышенным содержанием белка и средним уровнем мочевины в молоке. Исходя из этого, во втором стаде требуется скорректировать рационы кормления коров первотелок после 200 дней лактации посредством снижения в них обменной энергии.

Выводы. Результаты комплексного анализа молока позволили получить сведения о состоянии обмена веществ в организме коров-первотелок, а также о качестве их рациона кормления. В стаде голштинской породы периода раздоя наблюдалось повышенное содержание кетоновых тел в молоке, что является признаком напряженного обмена веществ и мобилизации жировых запасов тела. В этом же стаде наблюдали повышенный уровень мочевины в молоке. Соотношение между содержанием мочевины и общим белком молока свидетельствует, что рацион кормления коров первого стада не сбалансирован по энерго-протеиновому отношению, и основная проблема заключается в избытке расщепляемого в рубце протеина. В стаде черно-пестрой породы уровень кетоновых тел в молоке оказался более стабильным и не превышал критических пределов, а среднее содержание мочевины во все периоды лактации было в норме, но несмотря на это, соотношение между массовой долей молочного белка и мочевиной показало избыток обменной энергии в рационе кормления коров после 200-го дня лактации. Следовательно, в обоих стадах требуется корректировка рационов кормления.

Таким образом, регулярный контроль качества молока по комплексу признаков позволяет специалистам анализировать общее состояние дойного стада и оперативно реагировать на негативные изменения качества молока.

Литература

1. Перспективы развития молочного скотоводства в Красноярском крае / *Е.В. Четверткова, Е.А. Алексеева, А.Е. Луценко [и др.]* // Известия КрасГАУ. 2018. № 6. С. 94–100.
2. *Часовщикова М.А., Свяженина М.А., Шевелева О.М.* Селекционные и биологические особенности черно-пестрого скота Тюменской области // Главный зоотехник. 2015. № 5-6. С. 16–22.

3. *Шевелева О.М., Свяженина М.А., Часовщикова М.А.* Черно-пестрый скот Тюменской области // Вестник Курганской ГСХА. 2014. № 3 (11). С. 63–66.
4. *Шевелева О.М., Свяженина М.А., Смирнова Т.Н.* Использование разных методов подбора для совершенствования стада крупного рогатого скота черно-пестрой породы в племенном заводе // Вестник КрасГАУ. 2021. № 2. С. 87–93.
5. *Литкевич А.И., Губанов М.В.* Роль лаборатории селекционного контроля качества молока в племенной работе Тюменской области // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: сб. мат-лов XI Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 75-летию Курганской ГСХА им. Т.С. Мальцева. Курган: Изд-во КГСХА, 2019. С. 305–309.
6. *Абрамов Н.И., Сереброва И.С., Иванова Д.А.* Влияние сезона года на продуктивность и уровень мочевины в молоке коров черно-пестрой породы с учетом способов содержания и технологий доения // Владимирский земледелец. 2018. № 3 (85). С. 36–39.
7. *Белякова А.Н., Богданова Т.В., Букаров Н.Г.* Мониторинг состава молока при контрольном доении коров // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 2. С. 8–9.
8. *Губанов М.В., Часовщикова М.А.* Маркеры кетоза в молоке коров // Современные направления развития науки в животноводстве и ветеринарной медицине: сб. мат-лов междунар. науч.-практ. конф. Тюмень: Изд-во ГАУ Северного Зауралья, 2021. С. 62–67.
2. *Chasovschikova M.A., Svyazhenina M.A., Sheveleva O.M.* Selekcionnye i biologicheskie osobennosti cherno-pestrogo skota Tyumenskoj oblasti // Glavnyj zootehnik. 2015. № 5-6. С. 16–22.
3. *Sheveleva O.M., Svyazhenina M.A., Chasovschikova M.A.* Черно-пестрый скот Тюменской области // Vestnik Kurganskoj GSHA. 2014. № 3 (11). С. 63–66.
4. *Sheveleva O.M., Svyazhenina M.A., Smirnova T.N.* Ispol'zovanie raznyh metodov podbora dlya sovershenstvovaniya stada krupnogo rogatogo skota cherno-pestroj porody v plemennom zavode // Vestnik KrasGAU. 2021. № 2. С. 87–93.
5. *Litkevich A.I., Gubanov M.V.* Rol' laboratorii selekcionnogo kontrolya kachestva moloka v plemennoj rabote Tyumenskoj oblasti // Razvitie nauchnoj, tvorcheskoj i innovacionnoj deyatel'nosti molodezhi: sb. mat-lov XI Vseros. (nacional'noj) nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, posvyasch. 75-letiyu Kurganskoj GSHA im. T.S. Mal'ceva. Kurgan: Izd-vo KGSXA, 2019. С. 305–309.
6. *Abramov N.I., Serebrova I.S., Ivanova D.A.* Vliyanie sezona goda na produktivnost' i uroven' mocheviny v moloke korov cherno-pestroj porody s uchetom sposobov sodержaniya i tehnologij doeniya // Vladimirskij zemledec. 2018. № 3 (85). С. 36–39.
7. *Belyakova A.N., Bogdanova T.V., Bukarov N.G.* Monitoring sostava moloka pri kontrol'nom doenii korov // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2014. № 2. С. 8–9.
8. *Gubanov M.V., Chasovschikova M.A.* Markery ketoza v moloke korov // Sovremennye napravleniya razvitiya nauki v zhivotnovodstve i veterinarnoj medicine: sb. mat-lov mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Tyumen': Izd-vo GAU Severnogo Zaural'ya, 2021. С. 62–67.

References

1. *Perspektivy razvitiya molochnogo skotovodstva v Krasnoyarskom krae / E.V. Chetvertakova, E.A. Alekseeva, A.E. Luschenko [i dr.] // Izvestiya KrasGAU. 2018. № 6. С. 94–100.*

