

Лилия Евгеньевна Тюрина<sup>1✉</sup>, Тамара Федоровна Лефлер<sup>2</sup>,  
Содирхон Мирзоводжидович Ахмедов<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>1</sup>lilija-tjurina@yandex.ru

<sup>2</sup>leflertam@yandex.ru

<sup>3</sup>sodirxona@mail.ru

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА НА АНАЛИЗАТОРЕ BENTLEY

Цель исследования – сравнительная оценка физико-химических показателей молока. Комплексные исследования по оценке качества молока проводили путем отбора 100 проб молока по 20 мл в каждом из трех хозяйств Красноярского края. Контрольная группа – АО «Солгон», 1-я опытная группа – ООО «Племзавод Таежный», 2-я опытная группа – ЗАО «Назаровское». Пробы отбирали во время утренней и вечерней дойки в соответствии с требованиями стандарта при контрольном доении коров в хозяйствах. Анализ проведен в 2022 г. в зимне-стойловый период. В среднесуточных пробах молока определяли массовые доли жира (МДЖ), белка (МДБ), содержание мочевины, бета-гидроксibuтирата (БГБ). Молоко опытных групп превосходило молоко контрольной по содержанию массовой доли жира на 0,12 и 0,46 %, лактозы – 0,03 и 0,92 % и СОМО – на 0,07 и 2,89 % соответственно. Массовая доля белка в молоке исследуемых групп находилась в пределах 2,44–3,8 %. В опытных группах наблюдалось повышенное содержание соматических клеток в молоке – на 1,03 и 42,62 % соответственно по сравнению с контрольной группой, что является признаком напряженного обмена веществ и мобилизации жировых запасов тела. Наибольшее содержание мочевины в молоке зафиксировано во второй опытной группе (больше на 81,15 %), а уровень БГБ в молоке был на 30,81 % меньше по сравнению с контрольной группой. Наивысшее значение БГБ – 10,51 ммоль/л отмечено в первой опытной группе, что на 12,05 и 61,9 % больше по сравнению с контрольной и второй опытной группами. Регулярное исследование качественных показателей молока на высокоточном анализаторе молока марки Bentley позволит специалистам вовремя проводить корректировку рациона, профилактические мероприятия, следить за физиологическим состоянием животных с целью коррекции выбраковки.

**Ключевые слова:** молоко, жир, белок, анализатор молока, сухой обезжиренный молочный остаток, соматические клетки, кетоз

**Для цитирования:** Тюрина Л.Е., Лефлер Т.Ф., Ахмедов С.М. Определение физико-химических показателей молока на анализаторе Bentley // Вестник КрасГАУ. 2023. № 9. С. 147–152. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-147-152.

Liliya Evgenievna Tyurina<sup>1✉</sup>, Tamara Fedorovna Lefler<sup>2</sup>, Sodirkhon Mirzovodzhidovich Akhmedov<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup>lilija-tjurina@yandex.ru

<sup>2</sup>leflertam@yandex.ru

<sup>3</sup>sodirxona@mail.ru

## DETERMINATION OF MILK PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS ON A BENTLEY ANALYZER

The purpose of the study is a comparative assessment of the physical and chemical parameters of milk. Comprehensive studies to assess the quality of milk were carried out by taking 100 milk samples of 20 ml in each of three farms in the Krasnoyarsk Region. Control group – Solgon JSC, 1st experimental group – Tazhny Plemzavod LLC, 2nd experimental group – Nazarovskoye CJSC. Samples were taken during morning and evening milking in accordance with the standard requirements for control milking of cows on farms. The analysis was carried out in 2022 during the winter-stall period. In average daily milk samples, the mass fractions of fat (MFA), protein (MPB), urea content, and beta-hydroxybutyrate (BHB) were determined. The milk of the experimental groups exceeded the milk of the control group in the content of the mass fraction of fat by 0.12 and 0.46 %, lactose – 0.03 and 0.92 %, and SOMO – by 0.07 and 2.89 %, respectively. The mass fraction of protein in the milk of the studied groups was in the range of 2.44–3.8 %. In the experimental groups, an increased content of somatic cells in milk was observed by 1.03 and 42.62 %, respectively, compared to the control group, which is a sign of intense metabolism and mobilization of body fat reserves. The highest urea content in milk was recorded in the second experimental group (81.15 % more), and the level of BHB in milk was 30.81% less compared to the control group. The highest BHB value – 10.51 mmol/l was noted in the first experimental group, which is 12.05 and 61.9 % more compared to the control and second experimental groups. Regular testing of milk quality indicators on a high-precision Bentley brand milk analyzer will allow specialists to carry out timely diet adjustments, preventive measures, and monitor the physiological state of animals in order to correct culling.

**Keywords:** milk, fat, protein, milk analyzer, skimmed milk solids, somatic cells, ketosis

**For citation:** Tyurina L.E., Lefler T.F., Akhmedov S.M. Determination of milk physical and chemical indicators on a Bentley analyzer // Bulliten KrasSAU. 2023;(9): 147–152. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-147-152.

**Введение.** На современном этапе молочная отрасль развивается и меняется быстрыми темпами. Поэтому существует потребность в точной цифровой оценке качественных показателей молока для специалистов молочных хозяйств с целью определения эффективности селекционно-племенной работы со стадом, своевременной корректировки обеспеченности рациона животных и т. д. [1].

Оборудование серии Bentley предназначено для различных молочных лабораторий и предприятий по переработке молока, которым необходимо определение таких компонентов молока, как жир, белок, лактоза, СОМО и другие. Высокоточный прибор – анализатор молока марки Bentley позволяет получать результаты с достоверностью 99,9 % [2].

В анализаторе молока Bentley используется промышленный спектрометр, который охватывает весь диапазон инфракрасной области для физико-химического анализа молока.

На данном оборудовании исследования проводятся по 9 показателям качества и 1 по безопасности. Все результаты исследования фикси-

руются, а калибровочные данные хранятся в памяти и могут быть использованы в работе.

Данные отправляются по электронной почте, в т. ч. размещаются на цифровой платформе Plinor в разделе «Молочная лаборатория». В современных условиях использование ресурсов системы позволяет избавиться от кропотливой работы по определению качественных показателей молока и сэкономить время зоотехника-селекционера на занесение информации в программу «Селэкс» [2, 3].

Специалисты племенных хозяйств после проведения ежемесячных контрольных доений имеют возможность оценивать молоко по ряду важнейших селекционных показателей индивидуально от каждой коровы в независимой лаборатории качества молока и иммуногенетики АО «Красноярскагроплем».

**Цель исследований** – сравнительная оценка физико-химических показателей молока.

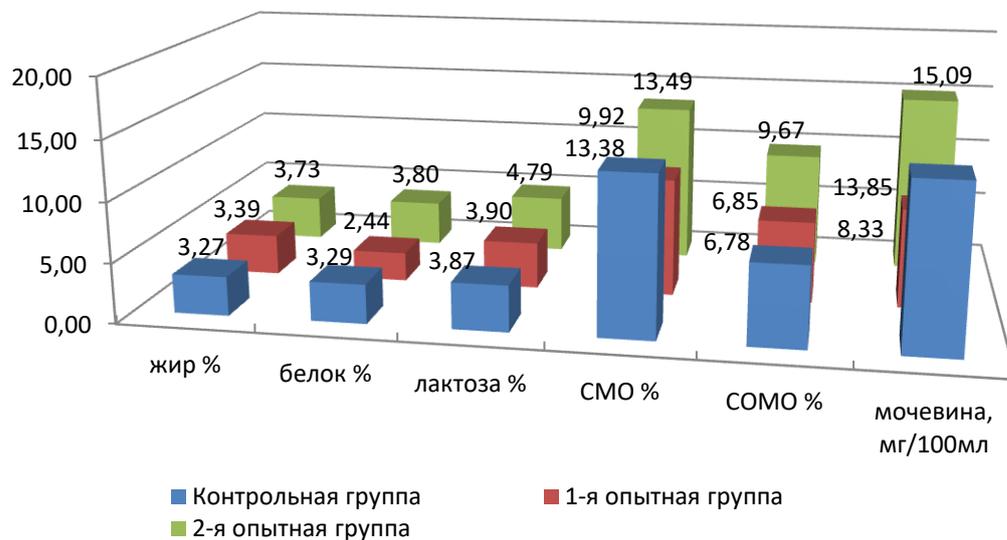
**Задачи:** определить физико-химические показатели исследуемого молока на высокоточном анализаторе молока марки Bentley; дать сравнительную оценку полученных результатов.

**Объекты и методы.** Комплексные исследования по оценке качества молока проводили путем отбора 100 проб молока по 20 мл в каждом из трех хозяйств Красноярского края. Контрольная группа – АО «Солгон», 1-я опытная группа – ООО «Племзавод Таежный», 2-я опытная группа – ЗАО «Назаровское». Пробы отбирали во время утренней и вечерней дойки в соответствии с требованиями стандарта при контрольном доении коров в хозяйствах. Анализ проведен в 2022 г. в зимне-стойловый период. В среднесуточных пробах молока определяли массовые доли жира (МДЖ), белка (МДБ), содержание мочевины, бета-гидроксibuтирата (БГБ).

Биометрическая обработка полученного цифрового материала была проведена общепринятыми методами на персональном компьютере с использованием программы MS Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Компоненты молока, такие как белок и мочевина, являются отражением качества кормления. По содержанию сухого молочного остатка (СМО), сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) и температуре замерзания судят о натуральности молока, а по количеству соматических клеток, бета-гидроксibuтирата (БГБ) определяют состояние здоровья животного, т. е. они являются маркерами кетозных патологий продуктивности животных [4].

По результатам полученных данных установлено, что молоко 1-й и 2-й опытных групп превосходило контрольную по содержанию массовой доли жира на 0,12 и 0,46 %, лактозы – на 0,03 и 0,92 и СОМО – на 0,07 и 2,89 % соответственно (рис.).



#### Физико-химические показатели молока

2-я опытная группа превосходила по содержанию СМО по сравнению с контрольной и 1-й опытной на 0,11 и 3,57 % соответственно, что свидетельствует о более высокой энергетической ценности молока, полученного от коров ЗАО «Назаровское».

Наибольшее содержание массовой доли белка также отмечено во 2-й опытной группе. Превышение составило 0,51 и 1,36 % по сравнению с аналогами.

Уровень мочевины в молоке 2-й опытной группы составил 15,09 мг/дл, а молочного бел-

ка – 3,80 %. Полученные результаты соответствуют норме и являются свидетельством сбалансированного рациона по обменной энергии и протеину.

Содержание мочевины в молоке является критерием обеспеченности микроорганизмов рубца азотом, основой сырого протеина. При уровне мочевины менее 15 мг/дл следует говорить о дефиците азота [5].

Так, в контрольной и 1-й опытной группах этот показатель составил 8,33 и 13,85 мг/дл соответственно, что ниже нормы на 44,47 и 7,67 %.

В исследованиях некоторых авторов отмечается, что повышенное содержание соматических клеток, как правило, характеризует наличие воспалительного процесса в молочной железе, наряду с удоем падает массовая доля жира и белка в молоке. Мастит является наиболее распространенным заболеванием в молочном животноводстве. Он приводит к снижению качества сырого молока, сокращению удоев и выбра-

ковке животных, все это влечет за собой большие экономические убытки в молочной промышленности [6, 7].

По результатам наших исследований отмечено, что в 1-й опытной группе содержание соматических клеток составляло 295,22 тыс/см<sup>3</sup>, что выше, чем в молоке контрольной и 2-й опытной групп, на 95,56 ( $P \geq 0,999$ ) и 84,82 тыс/см<sup>3</sup> соответственно (табл.).

### Содержание соматических клеток и БГБ в молоке исследуемых групп (n = 100)

| Группа      | Температура замерзания, °С | Кол-во соматических клеток, тыс/см <sup>3</sup> | БГБ, ммоль/л |
|-------------|----------------------------|---|--------------|
|             | M±m                        |   |              |
| Контрольная | -0,501±0,016               | 199,66±9,81                                     | 9,38±1,04    |
| 1-я опытная | -0,511±0,011               | 295,22±9,83***                                  | 10,51±1,05   |
| 2-я опытная | -0,548±0,003*              | 210,40±8,25                                     | 6,49±1,06*   |

\*  $P \geq 0,95$ ; \*\*  $P \geq 0,99$ ; \*\*\*  $P \geq 0,999$  (по сравнению с контрольной группой).

Такая же закономерность прослеживается в 1-й опытной группе с бета-гидроскибутиратом, разница составила 1,13 и 4,02 ( $P \geq 0,95$ ) ммоль/л соответственно по сравнению с аналогами.

Одним из заболеваний, которое можно диагностировать у крупного рогатого скота по составу молока, является кетоз. Заболевание сопровождается накоплением в организме кетоновых тел – ацетона, бета-гидроскибутирата (БГБ), которые обнаруживаются не только в крови, моче, но и выделяются с молоком. Последствием кетоза является нарушение обмена веществ, в результате которого происходит снижение молочной продуктивности, приводящее в конечном итоге к раннему выбытию коров из стада [8, 9].

По результатам исследований достоверно установлено, что в молоке 2-й опытной группы было наименьшее содержание БГБ – 6,49 ммоль/л. Наивысшее значение – 10,68 ммоль/л отмечено в 1-й опытной группе, что соответственно на 12,05 и 61,9 % больше по сравнению с контрольной и 2-й опытной группами.

Температура замерзания сырого молока колебалась во 2-й опытной группе в пределах нормы (физиологическая норма – от минус 0,510 до минус 0,570 °С) и составила минус 0,548 °С, в то время как в контрольной и 1-й опытных группах она колебалась от минус 0,501 до минус 0,511 °С.

Причина снижения температуры замерзания молока в контрольной группе, на наш взгляд, вызвана недостаточным или нерегулярным доступом к воде или дисбалансом кормового рациона [10, 11].

Анализ результатов показателей качества молока, полученных на анализаторе, позволил получить сведения о состоянии здоровья коров исследуемых групп.

В опытных группах наблюдалось повышенное содержание соматических клеток в молоке на 1,03 и 42,62 % соответственно по сравнению с контрольной группой, что является признаком напряженного обмена веществ и мобилизации жировых запасов тела.

Во 2-й опытной группе уровень БГБ в молоке оказался более стабильным и не превышал критических пределов, а среднее содержание мочевины было в норме, но, несмотря на это, соотношение между массовой долей молочного белка и мочевиной показало избыток обменной энергии в рационе кормления коров.

Следовательно, в исследуемых группах требуется корректировка рационов с учетом физиологического состояния дойных коров.

**Заключение.** Таким образом, регулярное исследование качественных показателей молока на высокоточном анализаторе молока марки Bentley в исследуемых хозяйствах позволит специалистам контролировать обеспеченность

коров питательными веществами рациона и в целом следить за физиологическим состоянием животных.

#### Список источников

1. Сидорова К.А., Драбович Ю.А. Физиологическое обоснование терапии кетоза коров // АПК: инновационные технологии. 2020. № 3. С. 29–34.
2. Богатова О.В., Догарева Н.Г. Химия и физика молока. Оренбург: ОГУ, 2004. С. 65–71.
3. An evaluation of beta-hydroxybutyrate in milk and blood for prediction of subclinical ketosis in dairy cows / A. Samiei [et al.] // Pol. J. veter. Sc. 2010. Vol. 13. № 2. P. 349–356.
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. Макаров А.В. Морфо-биохимические и физико-химические показатели крови и молока в зависимости от состояния здоровья животных // Вестник КрасГАУ. 2008. № 4. С. 190–193.
6. Щеголев П.О. Опыт применения анализатора Bentley Dairyspec Ft для определения физико-химических свойств молока в условиях Костромского регионального информационно-селекционного центра // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сб. ст. 68-й междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. / под ред. Ю.В. Панкратова, Н.Ю. Парамоновой. Караваево, 2017. Т. 1. С. 205–209.
7. Горбатова К.К., Гунькова П.И. Химия и физика молока и молочных продуктов. СПб.: ГИОРД, 2012. 336 с.
8. Грачева О.А., Якупова Л.Ф., Мухутдинова Д.М. Качественные характеристики молока больных кетозом коров на фоне применения нового метаболического средства // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. Казань, 2017. № 3 (32). С. 45–49.
9. Твердохлеб Г.В., Раманаускас Р.И. Химия и физика молока и молочных продуктов. М.: ДеЛипринт, 2006. 265 с.
10. Часовщикова М.А., Губанов М.В. Мониторинг качества молока при контрольном доении коров в племенных хозяйствах Тюменской области // Вестник КрасГАУ. Красноярск, 2021. № 9. С. 132–137.
11. Косицин А.А. Взаимосвязь компонентного состава молока с признаками продуктивности и фертильности у крупного рогатого скота черно-пестрой породы // Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством. 2020. Т. 1. С. 275–279.

#### References

1. Sidorova K.A., Drabovich Yu.A. Fiziologicheskoe obosnovanie terapii ketoza korov // AПК: innovacionnye tehnologii. 2020. № 3. S. 29–34.
2. Bogatova O.V., Dogareva N.G. Himiya i fizika moloka. Orenburg: OGU, 2004. S. 65–71.
3. An evaluation of beta-hydroxybutyrate in milk and blood for prediction of subclinical ketosis in dairy cows / A. Samiei [et al.] // Pol. J. veter. Sc. 2010. Vol. 13. № 2. P. 349–356.
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. S. 87–93.
5. Makarov A.V. Morfo-biohimicheskie i fiziko-himicheskie pokazateli krovi i moloka v zavisimosti ot sostoyaniya zdorov'ya zhivotnyh // Vestnik KrasGAU. 2008. № 4. S. 190–193.
6. Schegolev P.O. Opyt primeneniya analizatora Bentley Dairyspec Ft dlya opredeleniya fiziko-himicheskikh svoystv moloka v usloviyah Kostromskogo regional'nogo informacionno-selekcionnogo centra // Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse: sb. st. 68-j mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: v 3 t. / pod red. Yu.V. Pankratova, N.Yu. Paramonovoj. Karavaevo, 2017. T. 1. S. 205–209.
7. Gorbatova K.K., Gun'kova P.I. Himiya i fizika moloka i molochnyh produktov. SPb.: GIORД, 2012. 336 s.
8. Gracheva O.A., Yakupova L.F., Muhutdinova D.M. Kachestvennye harakteristiki moloka bol'nyh ketozom korov na fone primeneniya

- novogo metabolicheskogo sredstva // Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa. Kazan', 2017. № 3 (32). S. 45–49.
9. *Tverdohleb G.V., Ramanauskas R.I.* Himiya i fizika moloka i molochnyh produktov. M.: DeLiprint, 2006. 265 s.
10. *Chasovschikova M.A., Gubanov M.V.* Monitoring kachestva moloka pri kontrol'nom doenii korov v plemennyh hozyajstvah Tyumenskoj oblasti // Vestnik KrasGAU. Krasnoyarsk, 2021. № 9. S. 132–137.
11. *Kosicin A.A.* Vzaimosvyaz' komponentnogo sostava moloka s priznakami produktivnosti i fertill'nosti u krupnogo rogatogo skota chernopestroy porody // Aktual'nye voprosy molochnoj promyshlennosti, mezhotraslevye tehnologii i sistemy upravleniya kachestvom. 2020. T. 1. S. 275–279.

Статья принята к публикации 13.06.2023 / The article accepted for publication 13.06.2023.

Информация об авторах:

**Лилия Евгеньевна Тюрина**<sup>1</sup>, доцент кафедры зоотехнии и технологии переработки продуктов животноводства, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

**Тамара Фёдоровна Лефлер**<sup>2</sup>, профессор кафедры зоотехнии и технологии переработки продуктов животноводства, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Содирхон Мирзоводжидович Ахмедов**<sup>3</sup>, магистр кафедры зоотехнии и технологии переработки продуктов животноводства

Information about the authors:

**Liliya Evgenievna Tyurina**<sup>1</sup>, Associate Professor at the Department of Animal Science and Livestock Products Processing Technology, Doctor of Agricultural Sciences, Docent

**Tamara Fedorovna Lefler**<sup>2</sup>, Professor at the Department of Animal Science and Livestock Products Processing Technology, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

**Sodirkhon Mirzovodzhidovich Akhmedov**<sup>3</sup>, Master's Student at the Department of Animal Science and Livestock Products Processing Technology

