

Михаил Васильевич Заболотных¹, Елена Николаевна Иль², Дмитрий Евгениевич Иль³✉

¹Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Россия

^{2,3}Северо-Казахстанский университет им. Манаша Козыбаева, Петропавловск, Республика Казахстан

¹mv.zabolotnykh@omgau.org

²enil@ku.edu.kz

³deil@ku.edu.kz

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОЛОКА ПРИ СУБКЛИНИЧЕСКОМ КЕТОЗЕ У КОРОВ

Цель исследований – выявление эффективности применения комплекса кормовых добавок на качество молока и молочную продуктивность при субклиническом кетозе у высокопродуктивных коров. Исследования проводили в производственных условиях молочного комплекса на севере Казахстана в 2020–2023 гг. Для проведения опыта были отобраны высокопродуктивные коровы симментальской породы третьего отела палево-пестрой масти в количестве 40 голов. Все животные находились в идентичных условиях кормления и содержания. Отобранных животных сформировали в две группы по 20 голов: 1-я (контрольная) – клинически здоровые животные и 2-я (опытная) – больные субклиническим кетозом. Животные с субклиническим кетозом получали «основной рацион + жидкие полисахариды + премикс витаминно-минеральный + Меноник-50 + трикальцийфосфат». Были проведены исследования изменений молочной продуктивности и качественного состава молока после введения в рацион жидких полисахаридов «Полис», «Меноник-50», трикальцийфосфата и премикса для молочного скота при субклиническом кетозе у высокопродуктивных коров. При апробации применяемой схемы введения кормовых добавок выделяли основные критерии – повышение среднесуточных удоев, улучшение физико-химических показателей молока, а также улучшение энергетического баланса и метаболических процессов, восполнение витаминов и минеральных элементов в рационе высокопродуктивных животных. После применения кормовых добавок наблюдается динамика изменения среднесуточных удоев на 14,76 %. Происходит достоверное повышение уровня белка на 25,8 %, сывороточных белков на 19 % при $p \leq 0,001$. Количество сухого обезжиренного молочного остатка увеличилось 11,5 %. Отмечается снижение кислотности в молоке на 15,4 %, показатель составил 17,31 °Т и находился в пределах нормы. Предложенные для профилактики субклинического кетоза кормовые добавки способствуют улучшению углеводного и минерального обмена в организме, повышению сахаро-протеинового отношения в рационах, увеличению продуктивности и изменению качественного состава молока-сырья.

Ключевые слова: метаболизм, обмен веществ, субклинический кетоз, молоко, сывороточные белки, казеин, лактоза, высокопродуктивные коровы, кормовые добавки

Для цитирования: Заболотных М.В., Иль Е.Н., Иль Д.Е. Влияние комплекса кормовых добавок на физико-химический состав молока при субклиническом кетозе у коров // Вестник КрасГАУ. 2024. № 10. С. 153–159. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-153-159.

Mikhail Vasilievich Zabolotnykh¹, Elena Nikolaevna Il², Dmitry Evgenievich Il³✉

¹Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

^{1,2}North Kazakhstan University named after Manash Kozybayev, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

¹mv.zabolotnykh@omgau.org

²enil@ku.edu.kz

³deil@ku.edu.kz

INFLUENCE OF FEED ADDITIVES COMPLEX ON THE PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION OF MILK IN SUBCLINICAL KETOSIS IN COWS

The objective of the study is to identify the effectiveness of using a complex of feed additives on milk quality and milk productivity in highly productive cows with subclinical ketosis. The studies were conducted in the production conditions of a dairy complex in the north of Kazakhstan in 2020–2023. For the experiment, 40 highly productive fawn-mottled third-calving Simmental cows were selected. All animals were kept in identical feeding and housing conditions. The selected animals were formed into two groups of 20 animals: Group 1 (control) – clinically healthy animals and Group 2 (experimental) – animals with subclinical ketosis. Animals with subclinical ketosis received "basic diet + liquid polysaccharides + vitamin-mineral premix + Menonic-50 + tricalcium phosphate". Studies were conducted on changes in milk productivity and the qualitative composition of milk after the introduction of liquid polysaccharides Polis, Menonik-50, tricalcium phosphate and premix for dairy cattle in subclinical ketosis in highly productive cows into the diet. When testing the applied scheme of introducing feed additives, the following main criteria were identified: increase in average daily milk yield, improvement of physicochemical parameters of milk, as well as improvement of energy balance and metabolic processes, replenishment of vitamins and minerals in the diet of highly productive animals. After using feed additives, the dynamics of change in average daily milk yield by 14.76 % is observed. There is a reliable increase in the protein level by 25.8 %, whey proteins by 19 % at $p \leq 0.001$. The amount of dry skim milk residue increased by 11.5 %. A decrease in acidity in milk by 15.4 % is noted, the indicator was 17.31 °T and was within the normal range. The feed additives proposed for the prevention of subclinical ketosis help to improve carbohydrate and mineral metabolism in the body, increase the sugar-protein ratio in diets, increase productivity and change the qualitative composition of raw milk.

Keywords: metabolism, subclinical ketosis, milk, whey proteins, casein, lactose, high-yielding cows, feed additives

For citation: Zabolotnykh M.V., Il E.N., Il D.E. Influence of feed additives complex on the physicochemical composition of milk in subclinical ketosis in cows // Bulliten KrasSAU. 2024;(10): 153–159 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-153-159.

Введение. Интенсивное использование высокопродуктивных коров и несбалансированность рационов сказываются на молочной продуктивности и на продолжительности продуктивного использования. При нарушении кормления у животных происходит снижение обменных процессов, они быстро изнашиваются и выбраковываются [1–3].

В настоящее время одним из главных факторов получения большого количества молочного сырья от коров является сбалансированное кормление. Стельность и лактация у животных приводят к интенсивной работе всего организма, что в свою очередь вызывает физиологические изменения, приводящие к нарушению обменных процессов и появлению субклиничес-

кого кетоза. Эти процессы приводят к тому, что в состоянии повышенной функциональной деятельности организма в пищеварительном аппарате жвачных животных протекают усиленные процессы ферментации кормов под воздействием собственной микрофлоры [4, 5].

При возникновении субклинического кетоза необходимо уделять внимание сбалансированности рациона с целью предотвращения белкового перекорма и энергетического дефицита, учитывать сахаропротеиновое отношение, исключать применение кетогенных кормов с включением в рационы достаточного количества клетчатки [6, 7].

Цель исследований – выявление эффективности применения комплекса кормовых до-

бавок на качество молока и молочную продуктивность при субклиническом кетозе у высокопродуктивных коров.

Объекты и методы. Исследования проводили в производственных условиях молочного комплекса на севере Казахстана в период с 2020 по 2023 г. Для проведения опыта были отобраны высокопродуктивные коровы симментальской породы третьего отела палево-пестрой масти в количестве 40 голов. Все животные находились в идентичных условиях кормления и содержания. Отобранных животных сформировали в две группы по 20 голов: 1-я (контрольная) – клинически здоровые животные и 2-я (опытная) – больные субклиническим кетозом.

На период проведения исследования применялось однотипное кормление с использованием зерносенажа, кукурузного силоса, грубых кормов и комбикорма для крупного рогатого скота. Кормление осуществлялось кормораздатчиком «SILOKING TrailedLine 4.0 Compact» (Германия).

Животные с субклиническим кетозом получали основной рацион + жидкие полисахариды + премикс витаминно-минеральный + «Меноник-50» + трикальцийфосфат.

Жидкие полисахариды вводили в состав кормосмеси по 150 грамм на голову в сутки на протяжении 90 дней после отела. Премикс витаминно-минеральный и трикальцийфосфат вводили в рацион по 50 грамм в сутки. Длительность введения составила 20 дней сухостоя и 90 дней раздоя. «Меноник-50 (ниацин)» вводили по 10 г/сут после отела в течение 60 дней.

Для исследования молоко отбирали у опытной и контрольной групп перед применением кормовых добавок после отела и спустя 90 дней после завершения. Качественные показатели молока определяли в соответствии с ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое», ГОСТ 26809.1-2014 «Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу» [8, 9]. Физические и химические показатели молока определяли с помощью приборов «Эксперт-Профи» (Россия) и «CombiFoss TM» («FOSS», Дания). Активную кислотность молока исследовали с помощью прибора «High Accuracy Benchtop pH Meter with Ce» (Китай) [10–11].

Биометрическую обработку полученных данных проводили с использованием MS Excel и Statistics 2.2, они представлены в виде среднего (M) и ошибки среднего (m). Статистическую проверку данных и определение показателей достоверности проводили по t-критерию Стьюдента [12, 13].

Результаты и их обсуждение. Исследования проводились на опытных животных с добавлением в рацион кормовых добавок, вводили четыре компонента: жидкие полисахариды «Полис», «Меноник-50», трикальцийфосфат и премикс для молочного скота. «Меноник-50» способствует понижению дезинтеграции жира, увеличивает поступление энергии в организм и уменьшает накопление кетоновых тел. В состав входит никотиновая кислота – гранулированный порошок белого цвета, нерастворимый в воде. Вводили «Меноник-50» в начале лактации в дозировке 10 г/гол/сут в состав кормосмеси. Для балансирования уровня фосфора в рационах животных и повышения продуктивности применяли трикальцийфосфат: Ca – 30–34 %, P₂O₅ – 29–41 %. Для восполнения энергетического баланса и нормализации дефицита энергии использовали легкодоступные углеводы в виде кормовой добавки – жидкие полисахариды «Полис». Эффективность применения и влияние комплекса кормовых добавок на физико-химический состав молока представлены в таблице.

Введение комплекса кормовых добавок в рацион опытных животных оказало значительное влияние на молочную продуктивность, была отмечена динамика улучшения качественных показателей молока.

По данным таблицы видно, что применение добавок в смеси концентратов позволяет повысить среднесуточные удои у опытных групп: после их применения удои увеличились на 14,76 % и составили (26,77 ± 1,11) кг; следует отметить, что разница между показателями удоя до и после введения комплекса кормовых добавок у опытных животных достоверна при p ≤ 0,05. Исходя из этого, можно судить, что животные опытной группы частично восстановились после отела за счет поддержания сбалансированного кормления и введения легкоусвояемых углеводов в виде жидких полисахаридов.

**Молочная продуктивность и качественный состав молока
в период раздоя (2 месяца после отела)**

Показатель	Группа коров		
	Контрольная (здоровые, n = 20)	Опытная (больные субклиническим кетозом, n = 20)	
		до применения комплекса кормовых добавок	90-й день после отела (после применения комплекса кормовых добавок)
Среднесуточный удой, кг	27,14±2,45	22,82±2,09	26,77±1,11
Жир, %	3,96±0,12	3,89 ±0,18	4,09 ±0,1
Белок, %	3,47±0,18	2,44±0,12 ***	3,29±0,17 ***
В т.ч. казеин	2,72±0,07	1,75±0,08 ***	2,52±0,11 ***
Казеины, г/100 мл:			
αs ₁	1,083±0,012	0,700±0,020 ***	0,956±0,010 ***
αs ₂	0,263±0,002	0,152±0,007 ***	0,241±0,005 ***
β	1,060±0,015	0,562±0,020 ***	0,932±0,018 ***
κ	0,273±0,006	0,185±0,005 ***	0,246±0,003 ***
γ	0,058±0,003	0,099±0,007 ***	0,055±0,004 ***
Белки сыворотки:	0,621±0,005	0,445±0,003 ***	0,657 ±0,002 ***
β-лактоглобулин, %	0,339±0,002	0,128±0,004 ***	0,315±0,005 ***
α-лактальбумин, %	0,144±0,003	0,086±0,009 ***	0,131±0,007 ***
Лактоза, %	4,73±0,16	4,46±0,14	4,56±0,09
Сух. вещество, %	12,75±0,22	11,36±0,66	12,50±0,18
СОМО, %	8,79±0,4	7,41±0,4	8,38±0,5
Кислотность, °Т	16,84±0,62	20,46±1,00**	17,31±0,68**
Плотность, кг/м ³	1029,21±0,30	1024,07±0,18 ***	1028.42±0,43 ***
рН	6,67±0,06	6,58±0,10	6,65±0,09
Мин. соли, %	0,74±0,02	0,57±0,03	0,61±0,04

Примечание: достоверные изменения в опытной группе до и после применения комплекса кормовых добавок * – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$, *** – $p \leq 0,001$.

Отмечается незначительная разница между содержанием жира до и после применения комплекса кормовых добавок в рационе опытных животных, была отмечена тенденция увеличения жира на 0,2 и 4,9 % соответственно, разница между опытной группой, получавшей кормовые добавки, и контрольными животными составила 0,13 и 3,2 % соответственно. Следовательно, показатели жира имели незначительные отличия, возможно, это связано с генетическим потенциалом животных и не зависело от изменения рациона и показатели не имели достоверности. Показатели жира и белка в молоке представлены на рисунке.

Исследования позволили установить, что применение полисахаридов, премикса и ниацина в составе кормосмеси при кормлении коров в период раздоя оказало существенное влияние на белок. Показатель белка в молоке до введе-

ния в рацион кормовых добавок был низким и составил (2,44 ± 0,12) %, но в свою очередь после их применения белок увеличился на 25,8 % и составил (3,29 ± 0,17) %. Разница по содержанию общего белка до и после введения в рацион кормовых добавок в опытной группе была достоверна в пользу последних при $p \leq 0,001$. Основным белком молока казеин составил 76,5 % от общего белка, αs₁-казеин увеличился и составил 37,9 % от общего казеина, αs₂ – 9,6 %, β-казеин – 37 %, κ-казеин составил – 9,8 % и γ-казеин – 2 %, поэтому можно отметить, что казеин существенно повлиял на изменение содержания белка в молоке и процентное соотношение приблизилось к норме. Все полученные данные по содержанию казеина и его фракций до и после применения кормовых добавок в рационе опытной группы животных имели достоверность $p \leq 0,001$.



Показатели жира и белка в молоке, %

Сывороточные белки увеличились и составили ($0,621 \pm 0,005$) %, или 19 % от общего белка, при достоверности $p \leq 0,001$. Также произошло увеличение сухого вещества в молоке на 26,7 % в опытной группе после введения в рацион кормовых добавок, показатель составил ($12,50 \pm 0,18$) %, но полученные данные не имели достоверности.

Содержание лактозы, в свою очередь, находилось в пределах нормы и составило после проведения опыта ($4,56 \pm 0,09$) %. Произошло незначительное снижение кислотности молока и составило ($17,31 \pm 0,78$) °Т, а плотность молока повысилась на 4 и составила ($1028,42 \pm 0,43$) кг/м³.

Следует отметить, что введение в рацион комплекса кормовых добавок приводит к увеличению удоев, а также к улучшению качественных показателей молока.

Заключение. Полученные данные позволяют сделать вывод, что добавление полисахаридов в состав кормосмеси оказало значительное влияние на молочную продуктивность, они являются идеальными источниками энергии в период ранней лактации, поскольку обеспечивают как энергию для производства молока, так и структурную клетчатку, способствующую жеванию и буферизации рубца. Крахмал и сахар имеют функцию обеспечения энергией животных, и микроорганизмы, находящиеся в преджелудках жвачных,

помимо этого участвуют в синтезе белка. Также происходит поддержание сахаро-протеинового отношения в рационе лактирующих коров за счет применяемых добавок в период раздоя и улучшение углеводного обмена в организме высокопродуктивных коров.

Применение комплекса кормовых добавок в составе кормосмеси рациона в рекомендуемых дозах для профилактики субклинического кетоза в период раздоя способствует увеличению среднесуточных удоев и улучшает физико-химические показатели качества молока. После применения комплекса кормовых добавок в рационе опытных животных наблюдается нормализация функций печени и улучшение протекания обменных процессов.

Список источников

1. Мероприятия по улучшению продуктивности дойного стада крупного рогатого скота / Т.А. Хорошайло [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 2. С. 113–121.
2. Петрова М.Ю., Акифьева Г.Е., Косарева Н.А. Зависимость молочной продуктивности коров красной степной породы от сбалансированности рационов // Вестник НГАУ. 2021. № 4. С. 150–156.

3. Зубова Т.В., Плешков В.А. Физиологические и морфобиохимические аспекты кетоза коров // Вестник КрасГАУ. 2022. № 12. С. 140–148.
4. Белково-витаминный минеральный комплекс «СТАТУС» – основной компонент рациона дойных коров / В.П. Витковская [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 9. С. 138–144.
5. Мартынов В.А., Ломова Т.Г. Роль энергопротеиновой добавки в кормлении лактирующих коров // Вестник НГАУ. 2022. № 4. С. 147–152.
6. Milk production, methane emissions, nitrogen, and energy balance of cows fed diets based on different forage systems / G. Gislou [et al.] // Journal of Dairy Science. 2020. № 103 (9). P. 8048–8061.
7. Effects of molasses-based liquid feed supplementation to a high-straw dry cow diet on feed intake, health, and performance of dairy cows across the transition period / C.D. Havekes [et al.] // Journal of Dairy Science. 2020. № 103 (6). P. 5070–5089.
8. Иванова И.Е., Хамидуллина А.Ш., Иванова А.С. Влияние кормления на биохимический статус крови и качество молока в СПК «Таволжан» Тюменской области // Вестник КрасГАУ. 2021. № 12. С. 149–155.
9. Чуприна Е.Г., Юрин Д.А., Власов А.Б. Эффективность кормовой добавки с высокой степенью защищенности протеина в кормлении новотельных коров // Вестник НГАУ. 2021. № 1. С. 134–141.
10. De Souza J., Prom C.M., Lock A.L. Altering the ratio of dietary palmitic and oleic acids affects nutrient digestibility, metabolism, and energy balance during the immediate postpartum in dairy cows // Journal of Dairy Science. 2020. № 104 (3). P. 2910–2923.
11. Effects of feeding level, milking frequency, and single injection of cabergoline on feed intake, milk yield, milk leakage, and clinical udder characteristics during dry-off in dairy cows / M. Larsen [et al.] // Journal of Dairy Science. 2021. Vol. 104. № 10. P. 11108–11125.
12. Сабитов М.Т., Фархутдинова А.Р. Переваримость и использование питательных веществ у ремонтных телок при скормливании комплексной минеральной кормовой добавки // Вестник КрасГАУ. 2022. № 7. С. 150–156.
13. Смирнова Ю.М., Литонина А.С., Платонов А.В. Эффективность использования пробиотиков в кормлении дойных коров // Вестник КрасГАУ. 2020. № 9. С. 145–151.

References

1. Meropriyatiya po uluchsheniyu produktivnosti dojnogo stada krupnogo rogatogo skota / T.A. Horoshajlo [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 2. S. 113–121.
2. Petrova M.Yu., Akiŕeva G.E., Kosareva N.A. Zavisimost' molochnoj produktivnosti korov krasnoj stepnoj porodoy ot sbalansirovannosti racionov // Vestnik NGAU. 2021. № 4. S. 150–156.
3. Zubova T.V., Pleshkov V.A. Fiziologicheskie i morfibiohimicheskie aspekty ketoza korov // Vestnik KrasGAU. 2022. № 12. S. 140–148.
4. Belkovo-vitaminnyj mineral'nyj kompleks «STATUS» – osnovnoj komponent racionala dojnyh korov / V.P. Vitkovskaya [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2022. № 9. S. 138–144.
5. Martynov V.A., Lomova T.G. Rol' `energoproteinovej dobavki v kormlenii laktiruyuschih korov // Vestnik NGAU. 2022. № 4. S. 147–152.
6. Milk production, methane emissions, nitrogen, and energy balance of cows fed diets based on different forage systems / G. Gislou [et al.] // Journal of Dairy Science. 2020. № 103 (9). P. 8048–8061.
7. Effects of molasses-based liquid feed supplementation to a high-straw dry cow diet on feed intake, health, and performance of dairy cows across the transition period / C.D. Havekes [et al.] // Journal of Dairy Science. 2020. № 103 (6). P. 5070–5089.
8. Ivanova I.E., Hamidullina A.Sh., Ivanova A.S. Vliyanie kormleniya na biohimicheskij status krovi i kachestvo moloka v SPK «Tavolzhan» Tyumenskoj oblasti // Vestnik KrasGAU. 2021. № 12. S. 149–155.
9. Chuprina E.G., Yurin D.A., Vlasov A.B. `Effektivnost' kormovoj dobavki s vysokoj stepen'yu zaschischennosti proteina v kormlenii novotel'nyh korov // Vestnik NGAU. 2021. № 1. S. 134–141.

10. *De Souza J., Prom C.M., Lock A.L.* Altering the ratio of dietary palmitic and oleic acids affects nutrient digestibility, metabolism, and energy balance during the immediate postpartum in dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2020. № 104 (3). P. 2910–2923.
11. Effects of feeding level, milking frequency, and single injection of cabergoline on feed intake, milk yield, milk leakage, and clinical udder characteristics during dry-off in dairy cows / *M. Larsen [et al.] // Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104. № 10. P. 11108–11125.
12. *Sabitov M.T., Farhutdinova A.R.* Perevarimost' i ispol'zovanie pitatel'nyh veschestv u remontnyh telok pri skarmlivanii kompleksnoj mineral'noj kormovoj dobavki // *Vestnik KrasGAU*. 2022. № 7. S. 150–156.
13. *Smirnova Yu.M., Litonina A.S., Platonov A.V.* `Effektivnost' ispol'zovaniya probiotikov v kormlenii dojnyh korov // *Vestnik KrasGAU*. 2020. № 9. S. 145–151.

Статья принята к публикации 11.04.2024 / The article accepted for publication 11.04.2024.

Информация об авторах:

Михаил Васильевич Заболотных¹, профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов животноводства и гигиены сельскохозяйственных животных, доктор биологических наук, профессор

Елена Николаевна Иль², старший преподаватель кафедры продовольственной безопасности

Дмитрий Евгениевич Иль³, старший преподаватель кафедры продовольственной безопасности

Information about the authors:

Mikhail Vasilievich Zabolotnykh¹, Professor at the Department of Veterinary and Sanitary Expertise of Livestock Products and Hygiene of Agricultural Animals, Doctor of Biological Sciences, Professor

Elena Nikolaevna Il², Senior Lecturer, Department of Food Security

Dmitry Evgenievich Il³, Senior Lecturer, Department of Food Security

