

Научная статья

УДК 637.12.04

Влияние метаболических нарушений на физико-химические и микробиологические показатели молока высокопродуктивных коров

Е.Н. Иль¹, Д.Е. Иль^{1✉}, М.В. Заболотных², И.Г. Трофимов², В.И. Околелов²

¹Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан

²Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Омск, Россия

Аннотация. Метаболические процессы имеют прямую связь с молочной продуктивностью. Интенсивное использование высокопродуктивных коров и несбалансированность их рационов сказываются на молочной продуктивности, санитарно-гигиеническом качестве молока, а также на продолжительности продуктивного использования. У животных происходит снижение обменных процессов, и они быстро выбраковываются. Получение высококачественной молочной продукции – основная цель агропромышленного комплекса страны; она строго регламентируется существующими стандартами в зависимости от качественных показателей. В исследовательской работе акцентируется внимание на изменении физико-химических и микробиологических показателей при метаболических изменениях, которые оказывают огромное влияние на физиологическое состояние здоровья коров и отличаются в межгрупповой характеристике. Исследования проводили с использованием лабораторных, биохимических, инструментальных и статистических методов. Объект исследования – высокопродуктивные коровы симментальской породы второго отела. Материал – молоко исследуемых животных. По результатам исследования было выявлено, что качество и состав молока у коров с метаболическими нарушениями имели тенденцию к изменению, что ухудшало качество готовой продукции. Титруемая кислотность молока таких коров повышалась по причине изменения щелочного резерва крови. Содержание молочного сахара понизилось на 5% от нормы, а соотношение жира к белку составило 1,57, свидетельствуя об изменениях, происходящих в организме животных. Была выявлена динамика снижения белка молока на 26% от нормы в опытной группе. Также были снижены фракции казеина и сывороточных белков (кроме γ -казеина). Показатель γ -казеина, в отличие от других фракций белка, повышался. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в отобранных образцах молока опытных животных превышало допустимое значение 1×10^5 КОЕ/см³ для высшего и 5×10^5 КОЕ/см³ для первого сорта, сальмонеллы отсутствовали, содержание соматических клеток составило 439,19 тыс. клеток в 1 см³. Динамика увеличения показателя кетоновых тел в молоке сигнализирует о метаболических изменениях, которые проявляются у отобранных опытных коров в форме субклинического кетоза.

Ключевые слова: микробиологические показатели, молоко, качество, безопасность, высокопродуктивные коровы, физико-химические показатели

Original article

The influence of metabolic disorders on the physicochemical and microbiological parameters of milk from highly productive cows

E.N. Il'y¹, D.E. Il'y^{1✉}, M.V. Zabolotnykh², I.G. Trofimov², V.I. Okolelov²

¹Manash Kozubayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan

²Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

Abstract. Metabolic processes have a direct connection with milk production. Intensive use of highly productive cows and unbalanced diets affects milk productivity, the sanitary and hygienic quality of milk, as well as the duration of productive use. As a result, the animals' metabolic processes decrease and they are quickly culled. Obtaining high-quality dairy products is the main goal of the country's agro-industrial complex and is

strictly regulated by existing standards depending on quality indicators. The research work focuses on changes in physicochemical and microbiological parameters during metabolic changes, which have a huge impact on the physiological state of health of cows and differ in intergroup characteristics. The studies were carried out using laboratory, biochemical, instrumental and statistical research methods. The object of the research was highly productive cows of the Simmental breed of the second calving. The research material was the milk of the studied animals. According to the results of the study, it was revealed that the quality and composition of milk in cows with metabolic alterations tended to change and deteriorate the quality of the finished product. It was found that the titratable acidity of milk tends to increase due to changes in the alkaline reserve of the blood of cows with metabolic disorders, the milk sugar content was reduced by 5% of the norm, and the fat to protein ratio was 1.57, which indicates changes occurring in animal body. The dynamics of a decrease in milk protein by 26% of the norm in the experimental group was revealed, and the fractions of casein and whey proteins were reduced except for γ -casein; an increase in this indicator was revealed, in contrast to other protein fractions. The number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in the selected milk samples of experimental animals exceeded the permissible value of 1×10^5 CFU/cm³ for the highest and 5×10^5 CFU/cm³ for the first grade, salmonella were absent, the content of somatic cells was 439,19 thousand cells per 1 cm³. The dynamics of an increase in ketone bodies in milk signals metabolic changes that manifest themselves in selected experimental cows in the form of subclinical ketosis.

Keywords: microbiological indicators, milk, quality, safety, highly productive cows, physical and chemical indicators

Введение

Получение качественного молока-сырья от высокопродуктивных коров имеет особое значение в агропромышленном комплексе страны. Молоко и молочные продукты – важные составляющие рациона питания человечества. Значимой задачей специалистов молочно-товарных ферм является не только получение большого количества молока и высоких удоев у коров, но и продукта, отвечающего требованиям высшего сорта с заданными свойствами, т.е. соответствующего требованиям стандартов.

Качество молока на сегодняшний день – это четкая система мероприятий, предупреждающих причину и определяющих пути устранения возможных отклонений от нормы [1; 2]. Оно во многом зависит от физиологического состояния здоровья высокопродуктивных животных [3; 4].

Цель исследований – описать влияние метаболических нарушений на физико-химические и микробиологические показатели молока. Поэтому в процессе исследования по физико-химическим и микробиологическим показателям оценивали влияние метаболических нарушений на качество продукта и пригодность к технологической переработке.

Материалы и методы

Исследования проводили в производственных условиях одной из молочно-товарных ферм Северо-Казахстанской области на высокопродуктивных коровах симментальской породы на протяжении трех лет, с 2020 по 2023 г. Лабораторные анализы молока опытных животных проводили на базе Северо-Казахстанского университета имени Манаша Козыбаева в лаборатории «Частная зоотехния».

Экспериментальные и клинические исследования проводились методом формирования подопытных и контрольных групп животных из числа здоровых животных, а также животных с нарушением процессов обмена веществ [5; 6].

По принципу пар-аналогов были выбраны и отобраны высокопродуктивные коровы симментальской породы с учетом физиологического состояния в количестве 40 голов коров 2-го отела, средняя живая масса – 600–650 кг и средний годовой удой – 6–7 тыс. кг молока за лактацию. Условия содержания, кормления и ухода, в которых находились

животные, были одинаковыми. Животных кормили сбалансированными рационами в зависимости от физиологического состояния с применением кормов собственного производства. В процессе исследования проводили мониторинг контроля кормления животных по рациону в зависимости от физиологического состояния животных, контроль содержания питательных веществ в кормах для опытной и контрольной группы по детализированным нормам кормления ВИЖа (А.П. Калашников, 2003). Уборка навоза производилась скребковыми транспортерами типа ТСН, поение осуществлялось автоматическими поилками АП–1А.

Отобранных животных сформировали в две группы по 20 голов: 1-я (контрольная) – клинически здоровые животные и 2-я (опытная) – больные субклиническим кетозом.

Физико-химические показатели молока определяли на анализаторе молока «CombiFoss TM» («FOSS», Дания), предназначенном для измерения массовой доли жира, белка, сухого остатка, воды, рН, лактозы, минеральных солей, мочевины, а также точки замерзания и плотности в молоке и молочных продуктах в соответствии с методикой измерения, заверенной в установленном порядке. Количество соматических клеток в отобранном молоке определяли на приборе «Соматос-мини». Количество сывороточных белков и казеинов определяли по Р.А. Хаертдинову.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с применением биометрических методов и использованием «Microsoft Excel». Достоверность данных оценивали по критическим значениям коэффициента Стьюдента (t-критерий) и непараметрических методов математического анализа. Анализ данных выполняли в программах «Microsoft Excel» и IBM SPSS Statistics 22. Все данные прошли статистическую обработку и представлены в виде среднего (M), ошибки среднего (m) [7; 8].

Результаты исследований

Молоко и кровь имеют прямую и непосредственную связь друг с другом. Важное место в формировании составных частей молока занимает количество и характер их «предшественников», на основании которых формируется казеин, молочный жир и молочный сахар. Начало процесса молокоотделения постоянно увеличивает обратный процесс всасывания составных частей молока из вымени в кровь [9].

Химический состав молока оказывает значительное влияние на технологическую переработку и процесс получения качественной молочной продукции [10; 11].

В процессе исследования была проанализирована динамика изменений и сравнение химического состава молока между контрольной и опытной группами животных (табл. 1).

По содержанию жира в молоке опытные животные имели незначительные отличия, контрольная группа превосходила опытную группу на 0,42, и разница по содержанию жира между опытной и контрольной группой была достоверна при $p \leq 0,05$. Можно отметить, что коровы симментальской породы имеют хороший показатель жирности молока, в контрольной группе показатель составил в среднем $4,10 \pm 0,28$.

Различия между контрольной и опытной группами коров имели место по белкомолочности, хотя содержание жира находилось в пределах нормы (рис. 1).

Таблица 1

Анализ молока по физико-химическому составу после отела

Показатель	Группы коров	
	Контрольная (здоровые, n = 20)	Опытная (больные субклиническим кетозом, n = 20)
Жир, %	4,10 ± 0,20*	3,68 ± 0,15*
Белок, %	3,52 ± 0,21*	2,34 ± 0,12*
В т.ч. казеин	2,79 ± 0,10***	1,75 ± 0,08***
Казеины		
α ₁	1,112 ± 0,027***	0,700 ± 0,020***
α ₂	0,279 ± 0,004***	0,152 ± 0,007***
β	1,085 ± 0,013***	0,562 ± 0,020***
κ	0,308 ± 0,008***	0,185 ± 0,005***
γ	0,070 ± 0,005***	0,099 ± 0,007***
Сывороточные белки:	0,668 ± 0,002***	0,445 ± 0,003***
β-лактоглобулин, %	0,345 ± 0,004***	0,128 ± 0,004***
α-лактальбумин, %	0,154 ± 0,005***	0,086 ± 0,009***
Лактоза, %	4,84 ± 0,12***	4,25 ± 0,10***
Сух. вещество, %	12,92 ± 0,72*	11,02 ± 0,66*
СОМО, %	8,82 ± 0,6*	7,41 ± 0,4*
Кислотность, °Т	17,40 ± 1,14***	20,46 ± 1,09***
Плотность, кг/м ³	1028,45 ± 0,4***	1024,07 ± 0,18***
рН	6,68 ± 0,07*	6,58 ± 0,02*
Мин. соли, %	0,75 ± 0,05***	0,57 ± 0,03***
Сом. клетки, тыс./см ³	191,5 ± 84,2***	439,19 ± 36,99***

Примечание: * – p ≤ 0,05, *** – p ≤ 0,001

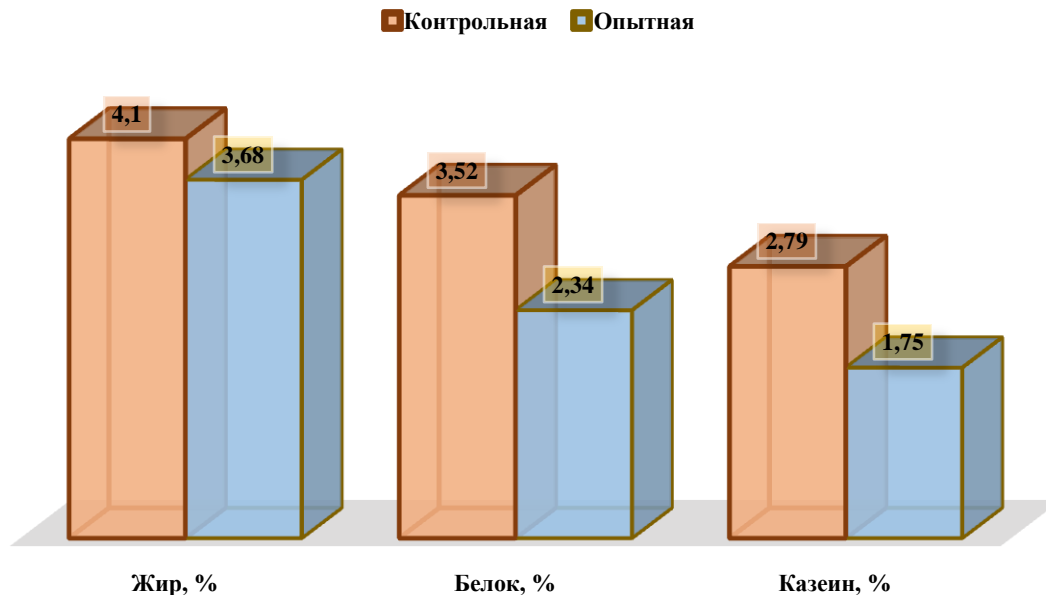


Рис. 1. Показатели жира и белка в молоке опытных и контрольных животных

По рис. 1 видно, что показатели белка в молоке отобранных коров имеют значительные различия. Результат исследования показал, что в опытной группе содержание белка было низким и составило в среднем $2,34 \pm 0,12$, ниже, чем в контрольной группе, на 33,5%. Соотношение жира к белку в опытной группе составило 1,57. Вышеуказан-

ные показатели свидетельствуют о протекании в организме коров метаболических нарушений. Можно отметить тот факт, что главным источником жира в молоке является нейтральный жир крови, но часть жира молока синтезируется в самой молочной железе. Связь между жиром в крови и жиром в молоке подтверждают корреляционные связи [12].

Согласно полученным данным, метаболические изменения в организме коров оказывают влияние на все фракции белка в молоке, начиная с изменения показателей количества общего белка, казеина и его фракций и заканчивая сывороточными белками. Главный источник белка в молоке – казеин. Изменение показателей общего белка происходило в основном за счет содержания казеинов, их показатель в опытной группе составил $1,75 \pm 0,08$, что было ниже нормы на 1,5, в контрольной группе показатель составил $2,79 \pm 0,10$ и находился в пределах физиологических границ нормы. Разница по показателю казеина в молоке между опытными группами животных составила 1,04, или 37,3%, при достоверности $p \leq 0,001$ (рис. 2).

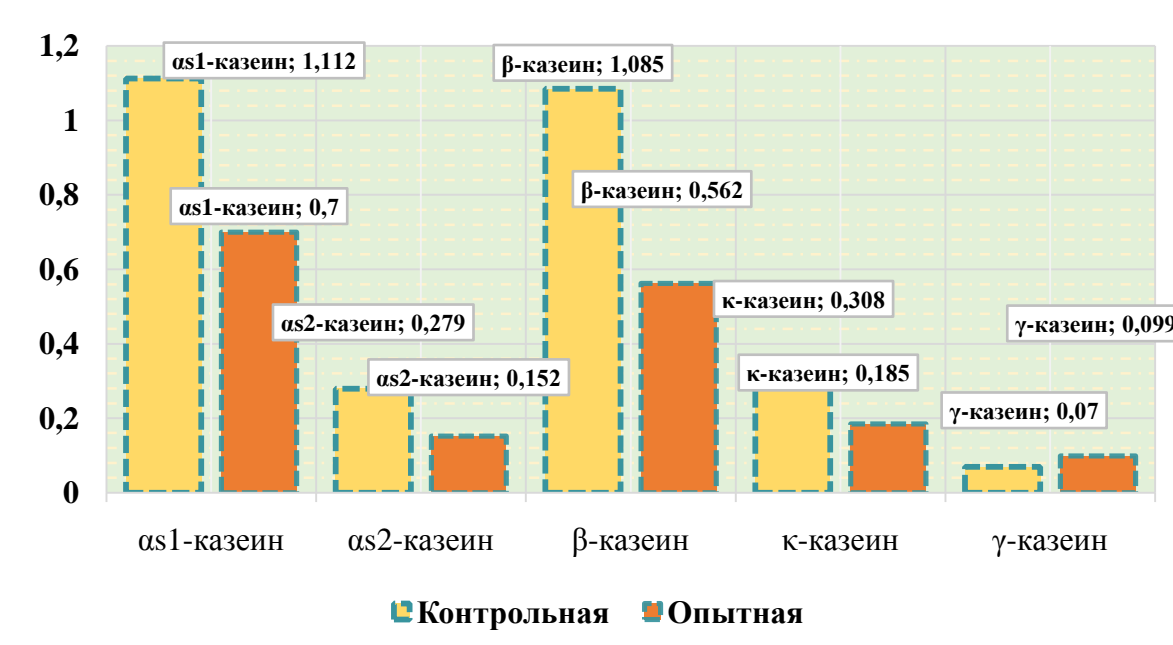


Рис. 2. Фракции казеина молока

На рис. 2 прослеживается тенденция изменения динамики содержания фракций казеина: α_1 , β , κ , γ . Казеин α_1 был снижен на 41,7% от нормы и составил $0,700 \pm 0,020$. Показатель β -казеина тоже снизился и составил $0,562 \pm 0,020$, или 24% от общего количества белка, в опытной группе; $1,085 \pm 0,013$, или 30,9%, – в контрольной.

Аналогичные изменения были отмечены у фракций κ -казеина. В контрольной группе его показатель имел значение $0,308 \pm 0,008$, а в опытной – $0,185 \pm 0,005$, что составило от общего белка 8,8% и 7,9% ($p \leq 0,001$) соответственно.

Данные, полученные в ходе проведения исследования, свидетельствуют о том, что концентрация γ -казеина по отношению к другим фракциям казеина у опытных животных имела тенденцию к повышению. Было выявлено значительное повышение концентрации γ -казеина в опытной группе – на 7% от нормы ($0,099 \pm 0,007$). Можно отметить, что повышение данного показателя связано с увеличением соматических клеток.

У здоровых животных показатель γ -казеина составил 3% от белков казеинов и в среднем показатель $0,070 \pm 0,005$ находился в пределах нормы.

Происходило снижение сывороточных белков в опытной группе. В-лактоглобулин составил $0,128 \pm 0,004$, или 5,5% от общего количества. Выявлено снижение сывороточного белка α -лактальбумина: $0,086 \pm 0,009$, или 3,7% от общего количества белка.

Согласно полученным данным, показатель содержания сухого вещества в молоке у коров контрольной группы находился в пределах нормы и в среднем составил $12,92 \pm 0,12$. В опытной группе прослеживается тенденция к понижению от нормы на 0,98 ($11,02 \pm 0,16$), что ниже, чем в контрольной группе, на 7,59%.

Содержание сухого обезжиренного молочного остатка в молоке опытных коров составило в среднем $7,41 \pm 0,4$, что ниже крайних значений нормы на 0,59. На основании вышеуказанных данных можно сделать вывод о том, что снижение показателя белка приводит к снижению уровня содержания сухого обезжиренного молочного остатка. Показатель общего белка имеет тенденцию к понижению в тех случаях, когда в организме протекают метаболические нарушения, а также в моменты недостатка энергии в рационах кормления дойных коров.

Показатель молочного сахара в молоке коров контрольной группы составил $4,84 \pm 0,12$, у опытных животных – $4,25 \pm 0,10$. Следовательно, различия между группами были незначительные – на 0,59, или на 13%. Но все же в опытной группе показатель был снижен на 0,45. Понижение уровня молочного сахара в опытной группе сигнализирует о том, что у коров происходят метаболические нарушения, которые способствуют изменению состава молока, а соответственно его технологическим свойствам.

У здоровых животных основной показатель свежести молока – титруемая кислотность. На протяжении проведения опыта она находилась в пределах допустимой нормы и составила $17,40 \pm 0,22^\circ\text{T}$. В опытной группе отмечается повышение данного показателя на $3,46^\circ\text{T}$, что превышает показатель контрольной группы животных на 17,7% и составляет в среднем $20,46 \pm 0,43^\circ\text{T}$ соответственно. Повышение кислотности выше 20°T происходит из-за развития в молоке молочнокислых микроорганизмов, энтерококков, микрококков и БГКП, содержание которых зависит от санитарно-гигиенических условий получения молока и свидетельствует о высоком уровне его микробияльного загрязнения. Плотность молока опытных групп в среднем составила $1024,07 \pm 0,18 \text{ кг/м}^3$.

Одним из главных комплексных критериев качества и безопасности молока является бактериальная обсемененность. Среди основной микрофлоры сырого молока, способной ухудшить показатели качества и безопасности молочных продуктов, выделяют: микроорганизмы порчи (дрожжи и плесени), патогенные (сальмонеллы) и санитарно-показательные (КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, БГКП – бактерии группы кишечной палочки) (табл. 2).

Таблица 2

Микробиологические показатели молока

Показатель	Группы коров	
	Контрольная (здоровые, n = 20)	Опытная (больные субклиническим кетозом, n = 20)
КМАФАнМ, КОЕ/см ³	29 180 ± 3596	483 230 ± 90 514
БГКП* (колиформы), КОЕ/см ³	отсутствие роста	968 ± 101
Сальмонеллы, КОЕ/см ³	отсутствуют	отсутствуют

Динамика изменений количества микроорганизмов у исследуемых животных в образцах молока значительно отличалась (табл. 2). Показатель количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в молоке здоровых коров составил $29\,180 \pm 3596 \text{ КОЕ/см}^3$ и не превышал допустимого значения $1 \times 10^5 \text{ КОЕ/см}^3$.

Вышеуказанные данные дают основание для заключения вывода о том, что молоко коров без нарушения обмена веществ соответствует высшему сорту.

В опытной группе количество КМАФАнМ составило $483\,230 \pm 90\,514$ КОЕ/см³, что говорит о низком качестве продукта, так как значение превышает допустимые значения для молока высшего качества и находится между первым и вторым сортом. БГКП в сыром молоке в контрольной группе отсутствовали, но следует отметить, что в опытной группе с нарушением обмена веществ количество БГКП было увеличено и составило 968 ± 101 . Увеличение данного показателя в опытной группе зависит от иммунитета коров.

В контрольной группе у здоровых животных в период проведения данного исследования количество микроорганизмов в отобранном для анализов молоке не превышало границы допустимых норм, которые установлены Техническими регламентами ЕАЭС «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) и «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011).

По полученным результатам можно отметить, что с нарушением метаболизма в организме высокопродуктивных коров происходят значительные изменения, снижается качество молока и происходят изменения его микробиологических показателей безопасности.

Заключение

В ходе проведенных исследований была достигнута поставленная цель по изучению изменений физико-химических и микробиологических показателей молока у высокопродуктивных коров при метаболических нарушениях.

Установлено, что при нарушении обмена веществ происходят значительные изменения качества и состава молока. Изменения оказывают существенное влияние на показатель белка, который имел тенденцию снижения до $2,34 \pm 0,12$, соотношение жира к белку составило более 1,5. Происходят достоверные изменения казеина и сывороточных белков, повышение кислотности на 20% от нормы. Полученные результаты позволяют сделать заключение о том, что при метаболических нарушениях в организме коров происходят изменения количественного состава санитарно-показательных микроорганизмов молока.

Изучение влияния изменений молока при метаболизме – одна из самых актуальных тем, что было доказано в проведенных исследованиях. Для улучшения протекания метаболических процессов в организме коров необходимо проводить контроль сбалансированности рационов кормления по всем основным зоотехническим показателям. На современных животноводческих комплексах очень часто наблюдается комплексная недостаточность ряда элементов: энергии, протеина, углеводов, минералов, что осложняет реализацию генетического потенциала, приводит к метаболическим нарушениям, снижению продуктивности, снижению качества получаемого молока-сырья и несвоевременной выбраковке высокопродуктивных коров. Изменения обменных процессов в организме животных напрямую влияют на качество получаемой продукции.

Список источников

1. Gross J.J., Bruckmaier R.M. Metabolic challenges and adaptation during different functional stages of the mammary gland in dairy cows: Perspectives for sustainable milk production. *Journal of Dairy Science*. 2019;102(2):2828-2843.
2. Luke T.D.W., Rochfort S., Wales W.J., Bonfatti V., Marett L., Pryce J.E. Metabolic profiling of

References

1. Gross J.J., Bruckmaier R.M. Metabolic challenges and adaptation during different functional stages of the mammary gland in dairy cows: Perspectives for sustainable milk production. *Journal of Dairy Science*. 2019;102(2):2828-2843.
2. Luke T.D.W., Rochfort S., Wales W.J., Bonfatti V., Marett L., Pryce J.E. Metabolic profiling of

early-lactation dairy cows using milk mid-infrared spectra. *Journal of Dairy Science*. 2019;102(2):1747-1760.

3. Заболотных М.В., Иль Е.Н., Иль Д.Е. Влияние кормовой добавки «Фелуцен» на метаболизм и ветеринарно-санитарную оценку молока высокопродуктивных коров // Вестник Омского ГАУ. 2020. № 1(37). С. 102–110.

4. Голубков А.И., Ефимова Л.В., Голубков А.А., Ермолаев С.В., Сазонова Н.М. Молочная продуктивность коров красно-пестрой породы с разным продуктивным использованием // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2022. № 4. С. 97–104.

5. Грушовец А.С., Лемешевский В.О. Анализ микробиологических рисков сырого молока // Сборник научных трудов ВНИИОК. 2016. № 9. С. 7–9.

6. Крупин Е.О., Шакиров Ш.К., Юсупова Г.Р., Выштакалюк А.Б., Садыков Н.Ф., Хайруллин Д.Д. Взаимосвязь химического состава молока с величинами диагностических показателей интенсивности обмена веществ // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2020. № 3(17). С. 115–120.

7. Ларионов Г.А., Чеченешкина О.Ю., Мордарьева Н.В. Гигиена получения молока // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2019. № 5. С. 52–61.

8. Попов П.А., Бутко М.П., Лавина С.А. Методы обнаружения остаточных концентраций антибиотиков в молоке // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. 2020. № 163. С. 135–144.

9. Кадькоев Р.Т., Хуранов А.М. Качественные показатели молока при кетозе коров // Известия Кабардино-Балкарского ГАУ. 2020. № 3(29). С. 32–36.

10. Ананьева Т.В., Остроухова В.И. Факторы, влияющие на молочную продуктивность коров, физико-химические и микробиологические показатели молока-сырья // Известия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. 2019. № 2. С. 60–71.

11. Гостева Е.Р., Козлова Н.Н., Улимбашев М.Б. Оценка молока коров разного генотипа по технологическим и качественным показателям // Аграрная Россия. 2018. № 6. С. 25–28.

12. Кузнецов А.И., Смолякова Н.П., Лыкасова И.А., Гизатуллина Ф.Г. Влияние стрессовой чувствительности коров на химический состав молока // АПК России. 2020. № 4. С. 696–705.

early-lactation dairy cows using milk mid-infrared spectra. *Journal of Dairy Science*. 2019;102(2):1747-1760.

3. Zabolotnykh M.V., Il' E.N., Il' D.E. The influence of the feed additive "Felucen" on the metabolism and veterinary and sanitary assessment of milk from highly productive cows. *Vestnik Omskogo GAU = Bulletin of Omsk State Agrarian University*. 2020;(1(37)):102-110. (In Russ.).

4. Golubkov A.I., Efimova L.V., Golubkov A.A., Ermolaev S.V., Sazonova N.M. Milk productivity of red-motley cows with different productive uses. *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet) = Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2022;(4):97-104. (In Russ.).

5. Grushovets A.S., Lemeshevsky V.O. Microbiological risk analysis of raw milk. *Sbornik nauchnyh trudov VNIIOK = Collection of scientific works of VNIIOK*. 2016;(9):7-9. (In Russ.).

6. Krupin E.O., Shakirov Sh.K., Yusupova G.R., Vyshtakalyuk A.B., Sadykov N.F., Khairullin D.D. Relationship between the chemical composition of milk and the values of diagnostic indicators of metabolic rate. *Aktual'nye voprosy sel'skohozyajstvennoj biologii = Current issues in agricultural biology*. 2020;(3(17)):115-120. (In Russ.).

7. Larionov G.A., Checheneshkina O.Yu., Mordareva N.V. Milk collection hygiene. *Veterinariya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh = Farm animal veterinary*. 2019;(5):52-61. (In Russ.).

8. Popov P.A., Butko M.P., Lavina S.A. Methods for detecting residual concentrations of antibiotics in milk. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo GAU = Polythematic network electronic scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2020;(163):135-144. (In Russ.).

9. Kadykoev R.T., Khuranov A.M. Quality indicators of milk in cows in ketosis. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo GAU = News of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University*. 2020;(3(29)):32-36. (In Russ.).

10. Ananyeva T.V., Ostroukhova V.I. Factors influencing the milk productivity of cows, physico-chemical and microbiological parameters of raw milk. *Izvestiya RGAU-MSKHA imeni K.A. Timiryazeva = News of the Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev*. 2019;(2):60-71. (In Russ.).

11. Gosteva E.R., Kozlova N.N., Ulimbashv M.B. Evaluation of milk from cows of different genotypes based on technological and quality indicators. *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*. 2018;(6):25-28. (In Russ.).

12. Kuznetsov A.I., Smolyakova N.P., Lykasova I.A., Gizatullina F.G. The influence of stress sensitivity of cows on the chemical composition of milk. *APK Rossii = Agroindustrial complex of Russia*. 2020;(4):696-705. (In Russ.).

Для цитирования: Иль Е.Н., Иль Д.Е., Заболотных М.В., Трофимов И.Г., Околелов В.И. Влияние метаболических нарушений на физико-химические и микробиологические показатели молока высокопродуктивных коров // Вестник Омского ГАУ. 2023. № 4 (52). С. 62–70.

For citation: Il' E.N., Il' D.E., Zabolotnykh M.V., Trofimov I.G., Okolelov V.I. The influence of metabolic disorders on the physicochemical and microbiological parameters of milk from highly productive cows. *Vestnik of Omsk SAU*. 2023;4(52):62-70.

Информация об авторах

Information about the authors

Иль Елена Николаевна, магистр вет. наук, ст. преп., enil@ku.edu.kz;

Il' Elena N., master of Vet. Sci., senior lecturer, enil@ku.edu.kz;

Иль Дмитрий Евгеньевич, магистр с.-х. наук, ст. преп., deil@ku.edu.kz✉;

Il' Dmitrii E., master of Agr. Sci., senior lecturer, deil@ku.edu.kz✉;

Заболотных Михаил Васильевич, д-р биол. наук, проф., mv.zabolotnykh@omgau.org;

Zabolotnykh Mikhail V., Doc. of Biol. Sci., Prof., mv.zabolotnykh@omgau.org;

Трофимов Игорь Георгиевич, д-р вет. наук, проф., ig.trofimov@omgau.org;

Trofimov Igor G., Doc. of Vet. Sci., Prof., ig.trofimov@omgau.org;

Околелов Владимир Иванович, д-р вет. наук, проф., vi.okolelov@omgau.org.

Okolelov Vladimir I., Doc. of Vet. Sci., Prof., vi.okolelov@omgau.org.

Статья поступила в редакцию 19.09.2023.

The article was submitted 19.09.2023.