

Научная статья/Research Article

УДК 619:616:577:636.2

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-154-161

Елена Николаевна Иль¹, Михаил Васильевич Заболотных², Дмитрий Евгениевич Иль³✉

^{1,2}Северо-Казakhstanский университет имени Манаша Козыбаева, Петропавловск, Республика Казахстан

³Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Омск, Россия

¹enil@ku.edu.kz

²deil@ku.edu.kz

³mv.zabolotnykh@omgau.org

ВЫЯВЛЕНИЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ПРИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЯХ У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

Цель исследований – выявление изменений биохимического состава крови у высокопродуктивных коров симментальской породы при метаболических изменениях в зависимости от физиологического состояния. Для диагностики и коррекции обменных процессов в организме высокопродуктивных животных были проведены исследования биохимических показателей крови, по результатам которых было установлено, что значительные отклонения показателей от нормы происходили в сухостойный период, также прослеживаются и в период раздоя. В этот период корова мобилизует активнее количество своих жировых запасов, но печень не успевает переработать их. По полученным результатам было выявлено значительное снижение количества глюкозы в крови больных животных до показателя 2,08 ммоль/л, что было ниже крайних границ физиологической нормы на 0,42 ммоль/л по истечении 10 дней после отела, в связи с этим жир не перерабатывается в энергию и развиваются нарушения обменных процессов. По результатам биохимического анализа крови количество кетоновых тел в опытной группе превышает норму и изменяется в зависимости от физиологического состояния животных, колеблется от 1,12 до 1,35 ммоль/л, что свидетельствует о нарушении обменных процессов в организме и снижении качества получаемых продуктов. Повышение скорости мобилизации жиров приводит к увеличению уровня содержания в крови НЖК, что было выявлено при исследовании крови. По показателям крови было отмечено сильное увеличение показателя при первом исследовании за 2 месяца до отела на 1,07 и 0,45 мэкв/мл за месяц до отела. Можно предположить, что повышение данного показателя в опытной группе связано с дефицитом глюкозы.

Ключевые слова: биохимические показатели, метаболические изменения, субклинический кетоз, симментальская порода, неэтерифицированные жирные кислоты, кетоновые тела

Для цитирования: Иль Е.Н., Заболотных М.В., Иль Д.Е. Выявление тенденции изменения биохимических показателей крови при метаболических нарушениях у высокопродуктивных коров // Вестник КрасГАУ. 2023. № 12. С. 154–161. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-154-161.

Elena Nikolaevna Il¹, Mikhail Vasilievich Zabolotnykh², Dmitry Evgenievich Il³✉

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

³Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

¹enil@ku.edu.kz

²deil@ku.edu.kz

³mv.zabolotnykh@omgau.org

IDENTIFYING TRENDS OF CHANGES IN BIOCHEMICAL INDICATORS OF BLOOD DURING METABOLIC DISORDERS IN HIGHLY PRODUCTIVE COWS

The purpose of research is to identify changes in the biochemical composition of the blood in highly productive cows of the Simmental breed during metabolic changes depending on the physiological state. To diagnose and correct metabolic processes in the body of highly productive animals, studies of biochemical blood parameters were carried out, the results of which revealed that significant deviations from the norm occurred during the dry period, which can also be traced during the milking period. During this period, the cow mobilizes more actively the amount of its fat reserves, but the liver does not have time to process them. According to the results obtained, a significant decrease in the amount of glucose in the blood of sick animals was revealed to 2.08 mmol/l, which was below the extreme limits of the physiological norm by 0.42 mmol/l after 10 days after calving; therefore, fat is not processed into energy and metabolic disorders develop. According to the results of a biochemical blood test, the number of ketone bodies in the experimental group exceeds the norm and varies depending on the physiological state of the animals, ranging from 1.12 to 1.35 mmol/l, which indicates a disruption of metabolic processes in the body and a decrease in the quality of the resulting products. An increase in the rate of fat mobilization leads to an increase in the level of SFA in the blood, which was revealed in a blood test. According to blood parameters, a strong increase in the indicator was noted during the first study 2 months before calving by 1.07 and 0.45 mEq/ml a month before calving. It can be assumed that the increase in this indicator in the experimental group is associated with glucose deficiency.

Keywords: *biochemical parameters, metabolic changes, subclinical ketosis, Simmental breed, non-esterified fatty acids, ketone bodies*

For citation: *Il E.N., Zabolotnykh M.V., Il D.E. Identifying trends of changes in biochemical indicators of blood during metabolic disorders in highly productive cows // Bulliten KrasSAU. 2023;(12): 154–161. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-154-161.*

Введение. Высокая продуктивность животных оказывает существенное влияние на работу и функции различных систем организма. На сегодняшний день метаболические нарушения у высокопродуктивных коров очень часто проявляются и оказывают пагубное влияние на организм, приводят к большей выбраковке в стаде [1–3].

Поэтому в результате увеличения удоя и скармливания концентрированных кормов стремительно происходит выбраковка животных. Было доказано, что происходят изменения биохимических показателей крови в организме животных, это приводит к снижению молочной продуктивности, разрушению органов и возникновению различных патологий [4].

Кровь обеспечивает функционирование всех органов и тканей в организме, обогащает их необходимыми ферментами, гормонами и другими гуморальными веществами, без которых организм не может нормально существовать. У здоровых животных при нормальных условиях кормления и содержания биохимические показатели крови варьируются в пределах физиологического состояния и находятся в пределах границ нормы. Кровеносная система и паренхиматозные органы подвержены различным физиоло-

гическим воздействиям и стрессовым ситуациям организма коров, поэтому проведение биохимического анализа крови является составной частью диагностических мероприятий [5–7].

Можно отметить, что при введении коррекционных мероприятий определенную ценность занимают биохимические показатели и в большей степени отражают уровень кормления и метаболические процессы.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что исследования биохимических показателей крови не показывают всех изменений и отклонений, происходящих в организме высокопродуктивных животных, но дают прочную основу для своевременного принятия решений по проведению коррекционных мероприятий для предотвращения отклонений и нормального функционирования организма [8–10].

Цель исследований – выявление изменений биохимического состава крови при метаболических изменениях в зависимости от физиологического состояния.

Объекты и методы. Выявление тенденции изменений биохимических показателей крови при метаболических нарушениях у высокопродуктивных животных проводили в Северо-Казахстан-

ской области на базе опытного хозяйства. Объектом исследований являлись высокопродуктивные коровы симментальской породы.

Экспериментально-клинические исследования проводились по традиционной методике планирования эксперимента путем формирования опытных и контрольных групп.

Для проведения опыта были сформированы 2 группы животных по принципу пар-аналогов второго отела, по 20 голов в каждой группе. I группа – клинически здоровые животные, II группа – животные, больные субклиническим кетозом. Отбор проб и исследование крови опытных и контрольных животных проводились четыре раза: за 2 месяца до отела, за месяц до отела, через 10 дней и через месяц после отела.

Биохимические исследования сыворотки крови коров проводили в лаборатории «Частная зоотехния» на полуавтоматическом биохимическом анализаторе «BioChem SA» (США). Биохимические показатели крови коров тестировались по 12 показателям, определяли: общую концентрацию кетоновых тел (ОКТ) и их фракции (в-оксималяную кислоту (ВН), ацетон с ацетоуксусной кислотой, общий белок, холестерин, резервную щелочность крови, Glu Ox (глюкоза), общий кальций и неорганический фосфор, каротин, креатинин и неэтерифицированные жирные кислоты (НЭЖК).

Полученные результаты исследований обработаны методом вариационной статистики, все данные прошли статистическую обработку и представлены в виде среднего (M), ошибки среднего (m), расчет которых проводился по общепринятым формулам [11, 12].

Результаты и их обсуждение. Исследуя биохимические показатели крови, можно контролировать метаболические реакции на молекулярном уровне, а также возможно своевременно диагностировать нарушения обмена веществ в организме и проводить корректирующие мероприятия.

Поскольку субклинический кетоз характеризуется слабовыраженными симптомами и незначительной клинической картиной, для оценки состояния животных были проведены биохимические исследования крови высокопродуктивных животных в период с 2022 по 2023 г.

Изучение динамики изменений основных биохимических показателей крови в сухостойный период и по истечении 10 и 30 дней после отела проводилось с учетом повышения уровня кетоновых тел и их фракций при субклиническом кетозе у высокопродуктивных коров. Результаты биохимических исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели общих результатов крови животных в разные периоды исследования (M±m)

Показатель	Период исследований			
	2 мес. до отела	1 мес. до отела	10 дней после отела	1 мес. после отела
Контрольная группа (здоровые, n = 20)				
Общие кетоновые тела (ОКТ), ммоль/л	0,45±0,016	0,53±0,011	0,58±0,017	0,42±0,020
Ацетоуксусная кислота с ацетоном (AcAc), ммоль/л	0,16±0,03	0,24±0,02	0,20±0,04	0,18±0,03
Бетаоксималяная кислота (ВН), ммоль/л	0,45±0,05	0,42±0,07	0,51±0,05	0,58±0,04
Холестерин	1,98±0,17	2,39±0,28	2,72±0,16	2,66±0,20
Глюкоза	3,39±0,10	3,15±0,16	2,94±0,12	3,77±0,18
Общий белок, г/л	72,10±1,51	75,40±1,00	71,0±1,49	73,35±1,10
Опытная группа (больные субклиническим кетозом, n = 20)				
Общие кетоновые тела (ОКТ), ммоль/л	1,12±0,021	1,22±0,016	1,30±0,034	1,37±0,032
Ацетоуксусная кислота с ацетоном (AcAc), ммоль/л	0,39±0,04	0,89±0,03	0,82±0,02	1,1±0,03
Бетаоксималяная кислота (ВН), ммоль/л	0,95±0,06	1,28±0,05	1,39±0,05	1,62±0,06
Холестерин	3,89±0,19	4,15±0,23	4,36±0,15	3,96±0,20
Глюкоза	2,34±0,17	2,18±0,16	2,08±0,23	2,29±0,33
Общий белок, г/л	77,15±0,87	82,05±0,88	79,35±1,02	83,05±0,74

Для выявления субклинического кетоза у высокопродуктивных коров особое значение имеет определение концентрации кетоновых тел в плазме крови. Результаты проведенных исследований показали, что между опытной и контрольной группами отмечается изменение динамики концентрации всех кетоновых тел и их фракций – ацетона с ацетоуксусной кислотой и бета-оксимасляной кислотой.

Так, у коров опытной группы отмечается повышение кетоновых тел во все периоды исследования, самый высокий показатель был зафиксирован спустя 30 дней после отела и составил $1,37 \pm 0,032$ ммоль/л, этот показатель выше по сравнению с контрольной группой на 0,95 ммоль/л и выше нормы на 0,77. На первом этапе наших исследований (за 2 месяца до отела) концентрация кетоновых тел в плазме крови превышала норму на 45 %, или 0,52 ммоль/л. Увеличение данного показателя отмечается за месяц до отела по сравнению с первым показателем на 0,1 ммоль/л, или 9,3 %.

Динамика изменений содержания кетоновых тел в контрольной группе на протяжении всего исследования варьировалась и находилась в пределах физиологической нормы. На основании анализа полученных данных можно отметить, что за два месяца до отела уровень кетоновых тел составил $0,45 \pm 0,016$ ммоль/л, за месяц до отела происходит его увеличение на 0,08 ($0,53 \pm 0,011$ ммоль/л) относительно первого исследования, а на 30-й день после отела он снизился и составлял $0,42 \pm 0,020$ ммоль/л. Можно отметить, что кетогенные аминокислоты при распаде образуют ацетоацетил-КоА, из которого происходит синтез кетоновых тел, поэтому увеличение данного показателя в крови животных происходит из-за накопления их в организме, а также возможно и при избытке белков в рационе животных.

В клетках печени жирные кислоты в ограниченных количествах окисляются до CO_2 и H_2O . Полученные в ходе исследования данные показывают, что концентрация ацетоуксусной кислоты (АсАс) в контрольной группе на протяжении всего исследования не повышается и находится в пределах физиологической нормы, за два месяца до отела показатель составил $0,16 \pm 0,03$ ммоль/л, далее наблюдалось незначительное повышение (на 0,08) относительно первого,

а после отела показатель снизился и находился в пределах нормы.

Концентрация ацетоуксусной кислоты (АсАс) в плазме крови коров опытной группы повышается на протяжении всего исследования и превосходит показатель нормы содержания: перед отелом, при первом контроле на 0,23 ммоль/л, при втором контроле – на 27 %, после отела при третьем – на 0,62 ммоль/л, при четвертом – на 16 %.

Анализируя полученные данные в ходе проведения исследования, можно сделать заключение о том, что все показатели имеют тенденцию к повышению в опытной группе. Можно отметить, что повышенные показатели ацетоуксусной кислоты свидетельствуют о нарушении обмена веществ у животных: увеличение количества кетоновых тел в тканях и плазме крови, а также высокое значение АсАс свидетельствуют о серьезном нарушении физиологических процессов в работе печени.

Концентрация бета-оксимасляной кислоты на протяжении всего исследования имела статистические межгрупповые различия. По данным таблицы 1 можно отметить, что в контрольной группе показатель за 60 дней до отела составляет $0,45 \pm 0,05$ ммоль/л и варьирует в пределах нормы, за месяц до отела произошло незначительное снижение данного показателя на 0,03. После отела происходило повышение данного показателя и спустя месяц после отела составило $0,58 \pm 0,04$ ммоль/л, что было выше по сравнению с показателем за 10 дней после отела на 0,07. Уровень ВН в контрольной группе на протяжении исследования находился в пределах нормы.

В ходе проведения исследования отмечается повышение относительно нормы уровня бета-оксимасляной кислоты в опытной группе. За 60 дней до отела данный показатель был выше в опытной группе относительно контрольной на 47,4 %, через 30 дней после отела – на 1,04 ммоль/л, за 30 дней до отела – на 0,86 ммоль/л, а в третий (через 10 дней после отела) – выше на 59 %.

По результатам таблицы 1 можно отметить, что уровень глюкозы в крови контрольной группы находился в пределах нормы во все периоды исследования, но тенденция снижения была выявлена после отела спустя 10 дней. Показа-

тель составил $2,94 \pm 0,12$ ммоль/л, находился в границах физиологической нормы, но был ниже первого исследования на $0,45$ ммоль/л, во все остальные периоды исследования значительных изменений между показателями не было выявлено. Снижение уровня глюкозы в крови

после отела можно объяснить тем, что отел и раздой (начало лактации) способствуют возрастанию потребности в энергии высокопродуктивных коров. Показатели содержания глюкозы в крови в разные периоды в исследуемых группах представлены на рисунке 1.

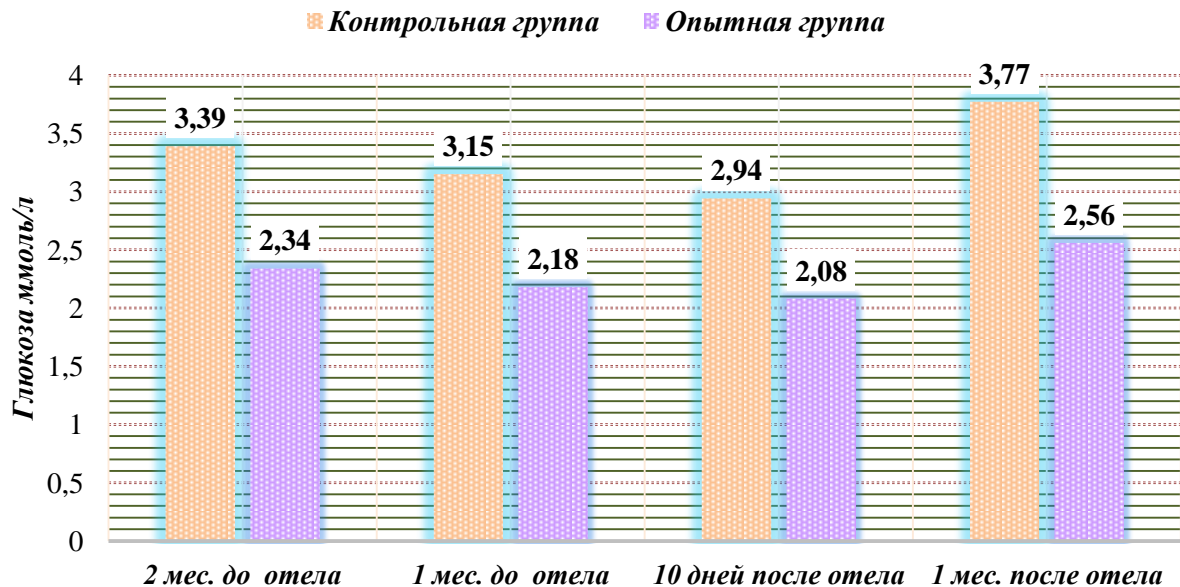


Рис. 1. Содержание глюкозы в крови в разные периоды в исследуемых группах, ммоль/л

Согласно полученным данным, представленным на рисунке 1, можно отметить, что динамика содержания глюкозы в опытной группе варьировала и находилась в пределах от $2,08$ до $2,34$ ммоль/л во все периоды исследования, что ниже физиологической нормы. При третьем исследовании отмечается понижение содержания глюкозы в плазме крови до $2,08 \pm 0,16$ ммоль/л.

Снижение уровня глюкозы в крови в значительной мере связано с заболеванием кетоз у животных опытной группы и в результате этого происходит недостаток глюкозы для синтеза лактозы и поддержания жизнедеятельности.

Показатели концентрации Са, Р, НЭЖК, каротина и креатинина в крови представлены в таблице 2.

Таблица 2

Биохимические показатели концентрации кальция, неорганического фосфора, НЭЖК, каротина и креатинина в крови коров ($M \pm m$)

Показатель	Период исследования			
	2 мес. до отела	1 мес. до отела	10 дней после отела	1 мес. после отела
1	2	3	4	5
Контрольная группа (здоровые, n = 20)				
Общий кальций, ммоль/л	$2,65 \pm 0,10$	$2,48 \pm 0,09$	$2,52 \pm 0,17$	$2,62 \pm 0,07$
Неорганический фосфор, ммоль/л	$1,57 \pm 0,12$	$1,62 \pm 0,09$	$1,59 \pm 0,16$	$1,83 \pm 0,08$
НЭЖК, мэкв/мл	$0,37 \pm 0,006$	$0,73 \pm 0,013$	$1,24 \pm 0,04$	$1,80 \pm 0,03$
Каротин, мг%	$0,85 \pm 0,018$	$0,74 \pm 0,018$	$0,78 \pm 0,022$	$0,83 \pm 0,019$
Креатинин, мкмоль/л	$99,7 \pm 3,06$	$106,35 \pm 3,03$	$91,95 \pm 2,47$	$108,35 \pm 2,75$

1	2	3	4	5
Опытная группа (больные субклиническим кетозом, n = 20)				
Общий кальций, ммоль/л	2,15±0,07	2,10±0,09	2,28±0,15	2,32±0,08
Неорганический фосфор, ммоль/л	1,31±0,23	1,26±0,18	1,33±0,16	1,39±0,20
НЭЖК, мэкв/мл	0,63±0,02	1,70±0,015	2,15±0,027	2,49±0,022
Каротин, мг%	0,26±0,022	0,28±0,036	0,30±0,012	0,30±0,017
Креатинин, мкмоль/л	79,55±2,86	78,75±2,28	71,15±1,39	79,5±1,79

Выявленный уровень каротина в сыворотке крови контрольных животных находился в пределах нормы и составлял в среднем 0,80 мг%, было выявлено небольшое снижение в последний месяц перед отелом на 0,11 мг%. Количество каротина спустя 10 дней после отела в сыворотке крови находилось в норме и составило 0,78±0,022 мг%.

В опытной группе показатель оказался ниже референсных значений: за 2 месяца до отела составил 0,26±0,022 мг%, что было ниже крайнего показателя на 0,2 мг% и ниже, чем в контрольной группе, на 0,59 мг%. После отела по-

казатель незначительно увеличился по сравнению с показателями до отела на 0,04 мг%, после отела содержание каротина в сыворотке крови находилось на одинаковом уровне и составило 0,30±0,012 мг%, что было ниже нормы.

Уровень креатинина находился в пределах физиологической нормы в контрольной и опытной группах.

Увеличение НЭЖК в плазме крови во время отела наблюдается почти у всех животных опытной и контрольной групп.

Содержание НЭЖК представлено на рисунке 2.

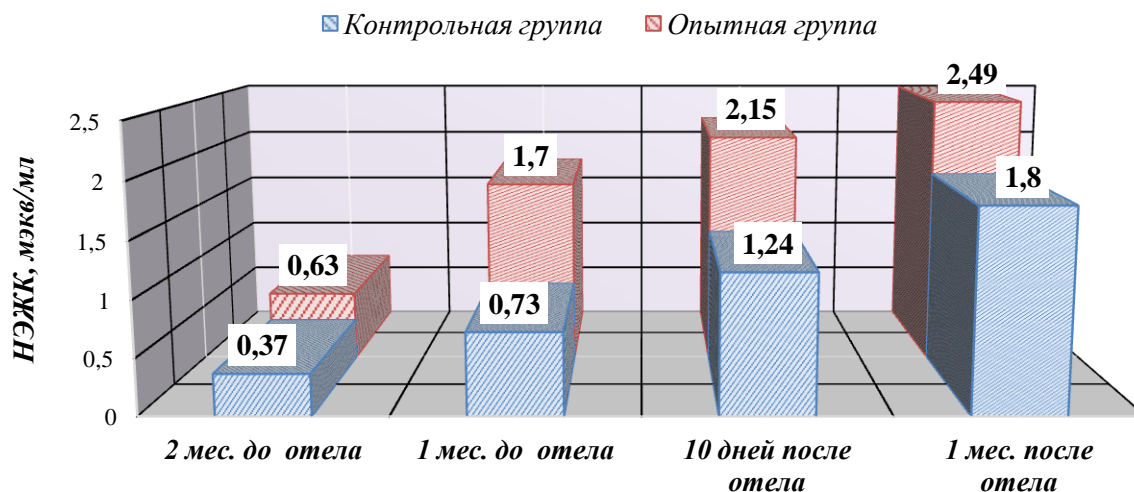


Рис. 2. Содержание НЭЖК, мэкв/мл

Из рисунка 2 видно, что в опытной группе показатель НЭЖК во все периоды исследования находился выше физиологических границ и составил за 2 месяца до отела 0,63 мэкв/мл, что было выше нормы на 0,23 мэкв/мл. За месяц до отела показатель был выше нормы на 1,3 мэкв/мл и выше, чем в контрольной группе, на 0,97 мэкв/мл.

После отела произошло сильное увеличение показателя по сравнению с первым исследованием за 2 месяца до отела на 1,07 и

0,45 мэкв/мл за месяц до отела. Показатель в опытной группе спустя месяц после отела составил 2,49±0,022 мэкв/мл, что было выше физиологической нормы на 2,09 мэкв/мл. Можно предположить, что повышение данного показателя в опытной группе связано со снижением показателя глюкозы и началом глюконеогенеза, прежде всего под влиянием жиров, что в свою очередь приводит к накоплению большого количества неэтерифицированных жирных кислот (НЭЖК) в крови.

Заключение. В настоящее время у большинства высокопродуктивных коров протекает очень интенсивный обмен веществ с метаболическими нарушениями. Метаболические нарушения в организме животных связаны с недостатком и ненормируемым количеством питательных веществ в рационе животных, что в значительной мере сказывается на здоровье и продуктивности животных.

Результаты, полученные в ходе исследования, позволяют сделать вывод, что у животных опытной группы по результатам биохимического анализа крови количество кетоновых тел превышает норму, изменяется в зависимости от физиологического состояния животных и колеблется от 1,12 до 1,35 ммоль/л. Следует отметить, что избыток кетоновых тел в крови животных приводит к накоплению их в моче, молоке и выдыхаемом воздухе, что свидетельствует о нарушении обменных процессов в организме и снижении качества получаемых продуктов.

Нарушения обменных процессов и отрицательных побочных эффектов в организме высокопродуктивных коров можно избежать, уделяя внимание составлению сбалансированного рациона в зависимости от физиологического состояния, а также проводя анализы крови и молока у коров в разные периоды их физиологического состояния, имея тем самым возможность более точно определять кетоз на ранних стадиях и предотвращать его развитие. Это будет способствовать увеличению продуктивности животных, сокращению выбраковки и предотвращению нарушения 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. Мкртчян Г.В. Показатели биохимического и клинического анализа крови у коров джерсейской породы с разным уровнем белка в молоке // Вестник КрасГАУ. 2023. № 2. С. 153–157.
3. Пушкарев И.А. Белковый состав сыворотки крови телок в возрасте 12 месяцев на фоне применения разных доз тканевого биостимулятора // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1. С. 111–116.

4. Влияние энергетических добавок на уровень метаболизма в организме коров в период раздоя / И.Н. Миколайчик [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 3. С. 113–120.
5. 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.
6. Зубова Т.В., Плешков В.А. Физиологические и морфобиохимические аспекты кетоза коров // Вестник КрасГАУ. 2022. № 12. С. 140–148.
7. Effects of restricted dietary phosphorus supply during the dry period on productivity and metabolism in dairy cows / S. Wächter [et al.] // Journal of Dairy Science. Vol. 105 (5). 2022. P. 4370–4392.
8. Overton T.R., McArt J.A.A., Nydam D.V. Metabolic health indicators and management of dairy cattle // Journal of Dairy Science. Vol. 100 (12). 2017. P. 10398–10417.
9. Effects of feeding rumen-protected linseed fat to postpartum dairy cows on plasma n-3 polyunsaturated fatty acid concentrations and metabolic and reproductive parameters / Pereira Gonçalo [et al.] // Journal of Dairy Science. Vol. 105 (1). 2022. P. 361–374.
10. Жаймышева С.С., Нуржанов Б.С. Обмен минеральных веществ у животных разных генотипов // Новости науки в АПК. 2019. № 3 (12). С. 186–189.
11. Крупин Е.О., Шакиров Ш.К., Тагиров М.Ш. Динамика гематологических и некоторых биохимических показателей сыворотки крови у стельных сухостойных и новотельных коров // Ветеринарный врач. 2018. № 4. С. 58–62.
12. Дубова Е.А., Буйлова Л.А. Об «истинном» белке и содержании мочевины в белке // Молочная промышленность. 2017. № 4. С. 48–49.

References

1. Meropriyatiya po uluchsheniyu produktivnosti dojnogo stada krupnogo rogatogo skota / T.A. Horoshajlo [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 2. S. 113–121.
2. Mkrтчyan G.V. Pokazateli biohimicheskogo i klinicheskogo analiza krovi u korov dzher-

- sejskoj porody s raznym urovnem belka v moloke // Vestnik KrasGAU. 2023. № 2. S. 153–157.
3. *Pushkarev I.A.* Belkovyj sostav syvorotki krovi telok v vozraste 12 mesyacev na fone primeneniya raznyh doz tkanevogo biostimulyatora // Vestnik KrasGAU. 2022. № 1. S. 111–116.
 4. Vliyanie `energeticheskikh dobavok na uroven' metabolizma v organizme korov v period razdoya / *I.N. Mikolajchik* [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2022. № 3. S. 113–120.
 5. *Petrova M.Yu., Akif'eva G.E., Kosareva N.A.* Zavisimost' molochnoj produktivnosti korov krasnoj stepnoj porody ot sbalansirovannosti racionov // Vestnik NGAU. 2021. № 4. S. 150–156.
 6. *Zubova T.V., Pleshkov V.A.* Fiziologicheskie i morfibiohimicheskie aspekty ketoza korov // Vestnik KrasGAU. 2022. № 12. S. 140–148.
 7. Effects of restricted dietary phosphorus supply during the dry period on productivity and metabolism in dairy cows / *S. Wächter* [et al.] // Journal of Dairy Science. Vol. 105 (5). 2022. P. 4370–4392.
 8. *Overton T.R., McArt J.A.A., Nydam D.V.* Metabolic health indicators and management of dairy cattle // Journal of Dairy Science. Vol. 100 (12). 2017. P. 10398–10417.
 9. Effects of feeding rumen-protected linseed fat to postpartum dairy cows on plasma n-3 polyunsaturated fatty acid concentrations and metabolic and reproductive parameters / *Pereira Gonçalo* [et al.] // Journal of Dairy Science. Vol. 105 (1). 2022. P. 361–374.
 10. *Zhajmysheva S.S., Nurzhanov B.S.* Obmen mineral'nyh veschestv u zhivotnyh raznyh genotipov // Novosti nauki v APK. 2019. № 3 (12). S. 186–189.
 11. *Krupin E.O., Shakirov Sh.K., Tagirov M.Sh.* Dinamika gematoloicheskikh i nekotoryh biohimicheskikh pokazatelej syvorotki krovi u stel'nyh suhostojnyh i novotel'nyh korov // Veterinarnyj vrach. 2018. № 4. S. 58–62.
 12. *Dubova E.A., Bujlova L.A.* Ob «istinnom» belke i sodержanii mocheviny v belke // Molochnaya promyshlennost'. 2017. № 4. S. 48–49.

Статья принята к публикации 26.06.2023 / The article accepted for publication 26.06.2023.

Информация об авторах:

Елена Николаевна Иль¹, старший преподаватель кафедры продовольственной безопасности, магистр ветеринарных наук

Михаил Васильевич Заболотных², профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов животноводства и гигиены сельскохозяйственных животных, доктор биологических наук, профессор

Дмитрий Евгениевич Иль³, старший преподаватель кафедры продовольственной безопасности, магистр сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Elena Nikolaevna Il¹, Senior Lecturer at the Department of Food Security, Master of Veterinary Sciences

Mikhail Vasilievich Zabolotnykh², Professor at the Department of Veterinary and Sanitary Expertise of Livestock Products and Hygiene of Farm Animals, Doctor of Biological Sciences, Professor

Dmitry Evgenievich Il³, Senior Lecturer at the Department of Food Security, Master of Agricultural Sciences

