



НЕЗАРАЗНЫЕ БОЛЕЗНИ

УДК 619:612.1:636.2.034:615.918

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2021.4.219

СУБКЛИНИЧЕСКИЙ КЕТОЗ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

Ширяев Г. В. – кандидат сельскохозяйственных наук (ORCID 0000-0002-4698-3917);
«Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ ФИЦ – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»;
196601, Россия, г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: кетоз, высокопродуктивные коровы, репродуктивность
Key words: ketosis, highly productive cows, reproduction



РЕФЕРАТ

Целью исследования – изучить влияния субклинического кетоза (СКК) на результативность искусственного осеменения высокопродуктивных молочных коров в послеотельный период. Исследуемые животные подобраны по принципу условных аналогов и разделены на 2 группы по 6 голов в каждой. 1 группа – животные с концентрацией в крови 3-гидроксibuтирата <1,0 ммоль/л, 2 группа – животные с субклиническим кетозом с концентрацией 3-гидроксibuтирата в крови в диапазоне 1,0-1,4 ммоль/л. Кровь у животных отобрана на 5-ый, 15-ый и 33-5-ый день после отела. В полученных образцах сыворотки крови определено содержание общего белка, альбумина, мочевины, глюкозы, холестерина, триглицеридов, кальция, фосфора, магния, креатинина, общего билирубина, активность ферментов трансаминаз и щелочной фосфатазы. Определена концентрация стероидных гормонов. Перед искусственным осеменением животных синхронизировали по схеме прессинх-овсинх. Большинство биохимических показателей крови не выходили за референсные значения. К моменту гормональной стимуляции половой охоты у коров с СКК фиксировали снижение 3-гидроксibuтирата (<1,0 ммоль/л) и повышение глюкозы (>3,0 ммоль/л). На 15-ый день после отела в группе с СКК происходило увеличение общего билирубина, холестерина, триглицеридов и магния ($p < 0,01$). На 15-ый день после отела в группе с СКК уровень тестостерона был выше на 13%. К моменту синхронизации уровень прогестерона в группе животных с СКК был ниже в сравнении с контрольной группой. В группе животных с СКК зафиксированы самые низкие репродуктивные показатели: индекс осеменения в группе с СКК был выше на 46%, сервис-период длился на 49 дней, межотельный период достоверно длился на 68 дней.

СКК, зафиксированный на 15-ый день после отела, способствует снижению репродуктивных показателей молочных высокопродуктивных коров. Нормализация концентрации 3-гидроксibuтирата с субклинических до физиологически нормальных величин, и последующая гормональная синхронизация не снижают данного негативного влияния СКК.

ВВЕДЕНИЕ

Субклинический кетоз (СКК) является чрезвычайно распространенным физиологическим состоянием молочных коров в течение первых трех недель после отела (во вторую половину транзитного периода). Распространенность может достигать 43% [1]. Нарушение энергетического баланса в это время ведет к резкому углеводному дефициту, уменьшению запасов гликогена в печени и развитию гипогликемии. Это провоцирует повышенный синтез 3-гидроксibuтирата в крови, который является самым распространенным (78%) и биохимически стабильным типом среди кетонных тел синтезируемых печенью [2].

Субклинический кетоз определяется по концентрации 3-гидроксibuтирата при $<3,0$ и $\geq 1,2$ ммоль/л (у некоторых авторов от $\geq 1,0$ до $\leq 1,4$ ммоль/л) при отсутствии клинических признаков, тогда как клинический кетоз определяется при концентрации $\geq 3,0$ ммоль/л [1]. Есть публикации, где отправной точкой для фиксации субклинического кетоза называется $\geq 1,4$ ммоль/л. С этого уровня у животных в 3 раза повышается риск заболевания клиническим кетозом [3]. Однако в некоторых исследованиях, ввиду погрешности применяемых методов анализа, показывается необходимость фиксации состояния СКК именно начиная с уровня 3-гидроксibuтирата $\geq 1,0$ [4].

Снижение репродуктивной способности у коров с СКК многие авторы связывают с различными физиологическими нарушениями, подтверждаемые биохимическими и эндокринологическими исследованиями. В частности, в большом количестве публикаций одной из главных причин снижения воспроизводительных качеств молочных коров называется задержка возврата к цикличности из-за снижения синтеза гонадотропин-рилизинг-гормона и напрямую связанного с ним лютеинизирующего гормона, что может косвенно подтверждаться в дальнейшем пониженным уровнем прогестерона [5, 6, 7]. При этом влияние других гормонов рассматривается не так часто и в литературе встречается крайне редко.

Учитывая большую распространенность СКК в молочном скотоводстве, представляет интерес изучение его негативного влияния на воспроизводительные качества животных.

Целью наших исследований было изучение влияния субклинического кетоза на результативность искусственного осеменения высокопродуктивных молочных коров в послеотельный период.

Материалы и методы. Исследуемые животные подобраны по принципу условных аналогов и разделены на 2 группы по 6 голов в каждой. 1 группа – животные с концентрацией в крови 3-гидроксibuтарата меньше 1,0 ммоль/л, 2 группа – животные с СКК с концентрацией 3-гидроксibuтирата в крови в диапазоне 1,0-1,4 ммоль/л. Условия содержания и кормления их были одинаковыми для всех групп.

Для экспресс-определения 3-гидроксibuтирата в крови использовался глюкометр FreeStyle Optium. Определение уровня 3-гидроксibuтирата происходило 3 раза: на 5-ый, 15-ый и 33-35-ый день после отела. Взятие крови осуществляли из хвостовой вены перед утренним кормлением. Сыворотка крови получена центрифугированием (3000 об/мин) с последующим замораживанием при -20°C . В образцах определяли следующие показатели: глюкоза, общий белок, альбумины, глобулины, мочевины, креатинин, щелочная фосфатаза, аланинаминотрансферазу (АлАТ), аспартатаминотрансферазу (АсАТ), общий билирубин, кальций, фосфор, магний, холестерин, триглицериды, тестостерон, кортизол, прогестерон (наборы фирмы «Витал» Россия, анализатор автоматический для биохимического и иммунотурбидиметрического анализа «PKL 125»). Достоверность выполнения измерений подтверждена контрольными материалами, рекомендованными производителями реактивов. Подсчитывали индекс осеменения, сервис-период, результат первичного осеменения, количество животных, осемененных 3 и более раз, межотельный период.

Важной составляющей опыта явилось

то, что к моменту гормональной стимуляции (33-35-ый день после отела) у коров всех групп фиксировали отсутствие СКК (снижение 3-гидроксibuтирата до уровня $<1,0$ ммоль/л).

Для стимуляции половой охоты выбрана схема с Прессинх-овсинх использованием препаратов: эстрофан (PGF) (синтетический аналог простагландина – клопростенол, 0,25 мг/мл) в дозировке 2 мл внутримышечно и сурфагон (GnRg) в дозировке 10 мл внутримышечно. Прессинх-овсинх (PreSynch-Ovsynch): PGF-1 на 33-35-й день после отела, повторно PGF-2 через 14 дней, GnRg-1 — через 12 дней, PGF-3 — через 7 дней, GnRg-2 — через 56 ч и искусственное осеменение через 16 ч. Всех подопытных коров осеменяли ректо-цервикальным способом.

Полученные данные обработаны при помощи программы IBM Statistics, США. Нормальность распределения проверяли с помощью теста Шапиро-Уилка. В случае нормального распределения использовали дисперсионный анализ с повторными

измерениями (Repeated-measures ANOVA). В случае ненормального распределения ориентировались на непараметрический метод Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

К моменту гормональной стимуляции половой охоты у всех коров фиксировали снижение 3-гидроксibuтирата до уровня $<1,0$ ммоль/л и повышение глюкозы $>3,0$ ммоль/л. Важно отметить, что в группах с СКК с 5-го на 15-й день произошло увеличение содержания 3-гидроксibuтирата, которое затем к 33-35-му дню снизилось (рис. 1). Обратная картина наблюдалась в случае с концентрацией глюкозы — с 5-го на 15-й день она понижалась с последующим повышением к 33-35-му дню после, что можно объяснить усилением лактационной нагрузки после отела ($p < 0,05$) (рис. 1). Анализируя показатели белкового обмена можно отметить, что в случае внутригрупповых значений достоверно изменились следующие показатели: общий белок: ($p < 0,001$); альбумины ($p < 0,001$); глобулины ($p < 0,001$); мочевины

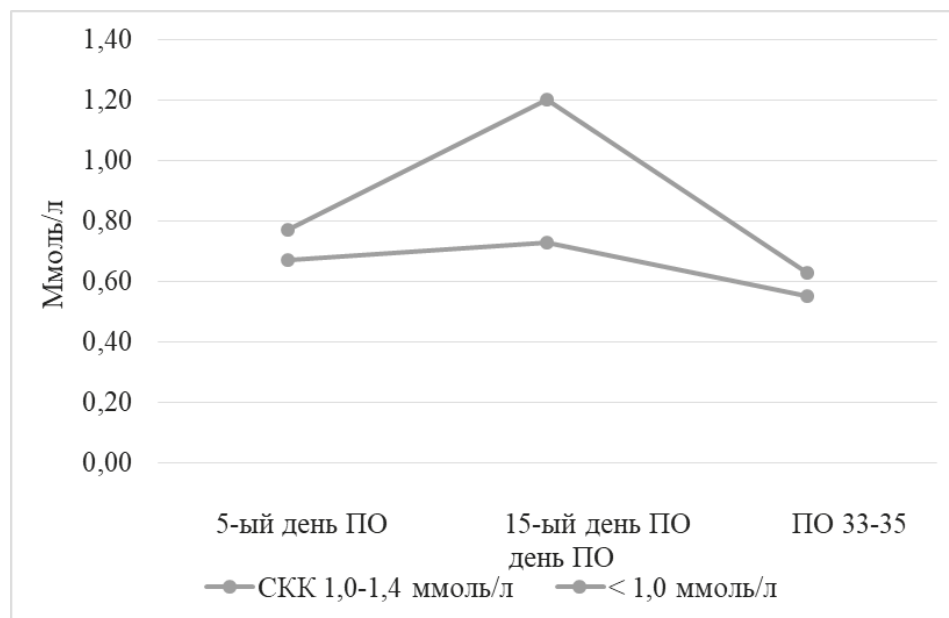


Рис. 1. Изменение концентрации 3-гидроксibuтирата в крови, ммоль/л

Таблица 1

Показатели белкового обмена, $M \pm m$

Показатель	День исследований	Норма [6]	Группа 1 ($<1,0$ мМ)	Группа 2 (СКК 1-1,4 мМ)
3-гидроксibuтират, ммоль/л	5 день ПО	0,6-1,0	$0,67 \pm 0,07^{**}$ _a	$0,77 \pm 0,14^{**}$ _a
	15 день ПО		$0,73 \pm 0,07^{**}$ _a	$1,20 \pm 0,27^{**}$ _a
	33-35 день ПО		$0,55 \pm 0,04^{**}$ _a	$0,63 \pm 0,10^{**}$ _a
Глюкоза, ммоль/л	5 день ПО	2,0-4,8	$3,77 \pm 0,11^*$	$3,55 \pm 0,26^*$
	15 день ПО		$3,67 \pm 0,02^*$	$3,27 \pm 0,07^*$
	33-35 день ПО		$3,80 \pm 0,10^*$	$3,76 \pm 0,18^*$
Общий белок, г/л	5 день ПО	70,0-92,0	$69,04 \pm 1,33^{**}$	$69,75 \pm 1,15^{**}$
	15 день ПО		$73,29 \pm 1,29^{**}$	$74,36 \pm 2,64^{**}$
	33-35 день ПО		$78,96 \pm 1,65^{**}$	$80,49 \pm 1,78^{**}$
Альбумины, г/л	5 день ПО	25,0-36,0	$36,08 \pm 1,18^{**}$	$36,63 \pm 0,90^{**}$
	15 день ПО		$36,27 \pm 1,39^{**}$	$37,62 \pm 1,07^{**}$
	33-35 день ПО		$38,85 \pm 1,17^{**}$	$39,47 \pm 1,02^{**}$
Глобулины, г/л	5 день ПО	40,0-63,0	$32,96 \pm 1,08^{**}$	$33,12 \pm 1,64^{**}$
	15 день ПО		$37,02 \pm 0,31^{**}$	$36,74 \pm 3,24^{**}$
	33-35 день ПО		$40,11 \pm 1,05^{**}$	$41,02 \pm 2,43^{**}$
Мочевина, ммоль/л	5 день ПО	2,4-7,5	$2,09 \pm 0,32^*$	$2,55 \pm 0,32^*$
	15 день ПО		$1,89 \pm 0,28^*$	$2,50 \pm 0,29^*$
	33-35 день ПО		$3,86 \pm 0,35^*$	$3,77 \pm 0,69^*$
Креатинин, ммоль/л	5 день ПО	62,0-163,0	$83,50 \pm 2,77^*$	$92,40 \pm 3,98^*$
	15 день ПО		$76,85 \pm 5,53^*$	$83,80 \pm 2,18^*$
	33-35 день ПО		$71,55 \pm 5,07^*$	$78,38 \pm 1,64^*$

*, ** Различия между временными интервалами для одной группы статистически значимы соответственно при $p < 0,05$ и $p < 0,001$

^a Различия между группами статистически значимы при $p < 0,05$

Таблица 2

Биохимические показатели, характеризующие функциональное состояние печени, $M \pm m$

Показатель	День исследований	Норма [6]	Группа 1 (<1,0 мМ)	Группа 2 (СКК 1-1,4 мМ)
Щелочная фосфатаза	5 день ПО	31,0-163,0	65,98 ± 9,33 *	62,79 ± 7,73 *
	15 день ПО		52,41 ± 5,87 *	46,71 ± 4,06 *
	33-35 день ПО		52,00 ± 2,80 *	55,75 ± 4,88 *
АлАТ, МЕ/л	5 день ПО	10,0-36,0	12,75 ± 0,89 **	12,78 ± 0,67 **
	15 день ПО		16,77 ± 1,03 **	15,54 ± 1,26 **
	33-35 день ПО		22,96 ± 1,86 **	18,56 ± 0,55 **
АсАТ МЕ/л	5 день ПО	41,0-107,0	119,30 ± 10,49	103,02 ± 9,04
	15 день ПО		101,11 ± 8,07	86,50 ± 4,60
	33-35 день ПО		99,47 ± 9,30	92,92 ± 8,65
Общий билирубин, ммоль/л	5 день ПО	1,16-8,15	6,67 ± 2,18 *	6,62 ± 0,79 *
	15 день ПО		4,20 ± 0,48 *	4,68 ± 0,64 *
	33-35 день ПО		3,03 ± 0,47 *	2,57 ± 0,36 *

*, ** Различия между временными интервалами для одной группы статистически значимы соответственно при $p < 0,05$ и $p < 0,001$

($p < 0,001$) и креатинин ($p < 0,05$). Показатели концентрации общего белка, альбуминов и глобулинов возрастали на протяжении всего опытного периода и не выходили за пределы референсных значений.

Концентрация мочевины на 5-ый и 15-ый день в 1-ой группе достигала наименьших значений, выходящих за пределы нормы, в сравнении с группой животных с СКК, что может свидетельствовать об усилении ее вовлечения в ассимиляционные процессы. В дальнейшем на 33-35 день после отела данный показатель возрос в обеих группах, что при нормализации других биохимических показателей, предполагает повышение степени усвояемости протеина кормов.

Креатинин, во всех группах на протяжении всего опытного периода достоверно снижался ($p < 0,05$), что можно считать нормой. Однако стоит отметить, что в сравнении с другими показателями белково-

вого обмена (кроме мочевины) данный параметр сильно отличается между группами. Межгрупповых достоверных различий не зафиксировано, однако можно отметить тенденцию повышения креатинина в группе с СКК на 5-ый, 15-ый, 33-35-день после отела. На 15-ый день после отела уровень креатинина в группе с СКК превышал на 9% соответствующее значение контрольной группы. Различия между группами статистически значимы при $p < 0,05$

Тенденция к снижению активности АсАТ, содержания общего билирубина в конце эксперимента в 1-й и 2-ой группах, а также повышение активности АлАТ в организме коров свидетельствует о положительных изменениях в функциональной деятельности печени и сердечно-сосудистой системе (табл. 2). Стоит отметить, что на 15-ый день после отела у животных в группе с СКК показатель обще-

Показатели липидного и гормонального обмена, М±m

Таблица 3

Показатель	День исследований	Норма [6]	Группа 1 (<1,0 мМ)	Группа 2 (СКК 1-1,4 мМ)
Холестерин, ммоль/л	5 день ПО	2,1-8,2	1,91 ± 0,19	2,03 ± 0,15
	15 день ПО		3,04 ± 0,35	3,23 ± 0,24
	33-35 день ПО		4,07 ± 0,13	4,28 ± 0,28
Триглицериды, ммоль/л	5 день ПО	0,090-0,370	0,098 ± 0,028	0,083 ± 0,010
	15 день ПО		0,082 ± 0,007	0,117 ± 0,052
	33-35 день ПО		0,143 ± 0,045	0,102 ± 0,016
Тестостерон, нг/мл	5 день ПО	-	0,35 ± 0,02	0,33 ± 0,03
	15 день ПО		0,70 ± 0,20	0,90 ± 0,26
	33-35 день ПО		0,85 ± 0,17	0,76 ± 0,19
Прогестерон, нг/мл	5 день ПО	-	0,49 ± 0,08	0,43 ± 0,10
	15 день ПО		1,56 ± 0,51	2,50 ± 1,30
	33-35 день ПО		5,21 ± 1,87	3,26 ± 1,19
Кортизол, нг/мл	5 день ПО	-	7,94 ± 0,70	7,87 ± 0,73
	15 день ПО		6,24 ± 1,42	4,24 ± 0,57
	33-35 день ПО		6,70 ± 0,78	5,87 ± 0,52

Показатели минерального обмена, М±m

Таблица 4

Показатель	День исследований	Норма [6]	Группа 1 (<1,0 мМ)	Группа 2 (СКК 1-1,4 мМ)
Кальций, ммоль/л	5 день ПО	2,06-3,16	2,27 ± 0,07 **	2,35 ± 0,06 **
	15 день ПО		2,40 ± 0,08 **	2,52 ± 0,06 **
	33-35 день ПО		2,51 ± 0,03 **	2,64 ± 0,04 **
Фосфор, ммоль/л	5 день ПО	1,13-2,91	1,53 ± 0,21	1,35 ± 0,10
	15 день ПО		1,73 ± 0,10	1,59 ± 0,10
	33-35 день ПО		1,76 ± 0,22	1,71 ± 0,24
Магний, ммоль/л	5 день ПО	0,75-1,34	0,85 ± 0,04 *, a	0,79 ± 0,03 *, a
	15 день ПО		0,87 ± 0,04 *, a	0,96 ± 0,02 *, a
	33-35 день ПО		0,92 ± 0,05 *, a	0,83 ± 0,03 *, a

*, ** Различия между временными интервалами для одной группы статистически значимы соответственно при $p < 0,05$ и $p < 0,001$

го билирубина возрос на 11% в сравнении с животными контрольной группы. В этой же группе снижение общего билирубина было наиболее существенным в сравнении с 5-ым днем после отела. Концентрация АлАТ повысилась более существенно в 1-ой группе.

Обращает на себя внимание показатель щелочной фосфатазы. Во всех группах показатель внутри каждой группы достоверно изменился ($p < 0,05$). В первой группе щелочная фосфатаза планомерно понижалась к 33-35-ому дню после отела. В группе с СКК показатель к 15-ому дню после отела снизился с последующим повышением к 33-35-му дню после отела. Данные согласуются с работами Schmitz R. и др. (2021), в которых также зафиксировано снижение уровня щелочной фосфатазы при СКК у молочных коров [4].

На протяжении опытного периода наблюдались изменения в липидном обмене (табл. 3). Уровень триглицеридов в 1-ой группе к 15 дню после отела снизился с последующим повышением к 33-35 дню после отела. В группе с СКК к 15-му дню после отела происходило повышение данного показателя с последующим снижением к 33-35 дню после отела. Рассматривая показатель уровня холестерина можно отметить его низкие значения уже на 5-ый день после отела во обеих группах. Сильное снижение уровня холестерина после отела обычное явление в начале лактации, несмотря на то, что синтез холестерина в это время максимален [8]. Дальнейшее повышение уровня холестерина во всех группах при снижении уровня общего билирубина может свидетельствовать об улучшении липидного обмена и липотропной функции печени.

Можно отметить что в целом в группах к 15-му дню после отела происходит снижение уровня кортизола, с последующим повышением (табл. 4). В отношении тестостерона – отмечено возрастание показателя в сравнении с 5-ый днем после отела. На 15-ый день после отела в группе с СКК уровень тестостерона был выше на 13%. Но к 33-35-му дню после отела в 1-ой группе произошло повышение уров-

ня тестостерона. В группе с СКК тестостерон снизился. Прогестерон в группах повышался на протяжении всего опытного периода. Однако стоит отметить, что к моменту синхронизации уровень прогестерона в группе животных с СКК был ниже в сравнении с контрольной группой. Во всех группах наших исследований происходило повышение кальция к началу гормональной стимуляции ($p < 0,001$) (табл. 5). В отношении фосфора тенденция также сохранилась – его уровень возрастал на протяжении всего периода перед синхронизацией. Стоит отметить, что понижение уровня фосфора и креатинина в группе с СКК согласуется с исследованиями М. Mezzetti и др. (2019) [9]. При сравнении двух групп в отношении концентрации магния получены достоверные различия ($p < 0,01$). Уровень магния в первой группе возрастал на протяжении всего опытного периода. Во 2-ой группе после повышения к 15 дню, происходило снижение концентрации к моменту синхронизации.

Рассматривая репродуктивные показатели можно отметить, что полученные данные согласуются с ранее проведенными исследованиями [10-14]. Но важно указать, что практически во всех исследованиях изучения влияния СКК на репродукцию молочных коров проводилось без акцента на использовании гормональной стимуляции животных, перенесших СКК и освободившихся непосредственно к синхронизации от субклинических концентраций 3-гидроксibuтирата. Практически каждый репродуктивный показатель животных с СКК в сравнении группой здоровых животных был снижен. Сравнение межотельного периода показало достоверное различие ($p < 0,05$).

Снижение репродуктивной способности у коров с СКК многие авторы связывают с задержкой возврата к цикличности из-за снижения синтеза и секреции гонадотропин-рилизинг-гормона (ГнРГ), а также частоты пульсации лютеинизирующего гормона (ЛГ), которая важна для развития фолликулов и овуляции. В рамках данного исследования не проводился

Таблица 5

Влияние субклинического кетоза на репродуктивные показатели коров

Показатель	Группа 1 (<1,0 мМ)	Группа 2 (СКК 1-1,4 мМ)
Индекс осеменения	1,83±0,59	2,67±0,54
Сервис-период, дней	100,00 ± 18,39	149,00 ± 21,72
Результат первичного осеменения, %	66,70	16,7
Кол-во жив-ных, осемен. 3 и более раз, %	33,3	50,0
Межотельный период, дней	372,83±12,47 ^b	440,60±14,83 ^b

^b Различия между группами статистически значимы соответственно при $p < 0,05$

анализ на вышеуказанные гормоны, однако косвенно можно сделать выводы, что причиной низких показателей воспроизводства в группе с СКК могли послужить нарушения в овуляторных процессах.

В частности, заслуживает внимания уровень прогестерона перед постановкой животных на схему синхронизации, т.к. к примеру, в исследованиях Haraszti J. и др. СКК являлся причиной замедленного возобновления деятельности яичников, что подтверждалось значительными изменениями их прогестероновых профилей и приводило в конечном итоге к удлинению сервис-периода [7]. Учитывая, что уровень развития желтого тела перед синхронизацией может определять результативность искусственного осеменения в последующем, можно предположить, что пониженный уровень прогестерона перед гормональной стимуляцией коров может послужить причиной снижения репродуктивных показателей у животных с СКК.

Заключение. Субклинический кетоз, зафиксированный на 15-ый день после отела, способствует снижению репродуктивных показателей молочных высокопродуктивных коров. Нормализация концентрации 3-гидроксипропионата с субклинических до физиологически нормальных величин, и последующая гормональная синхронизация не снижают данного нега-

тивного влияния СКК.

Работа проведена в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № АААА-А18-118021990006-9.

SUBCLINICAL KETOSIS AS A FACTOR

REDUCTION OF REPRODUCTIVE INDICATORS OF HIGH PRODUCTIVE COWS

Shiryaev G. V. – PhD (Agr. Sci.) (ORCID 0000-0002-4698-3917); Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of the L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry

ABSTRACT

Purpose: The aim of the research is to study the effect of subclinical ketosis (SCK) on the effectiveness of artificial insemination of highly productive dairy cows in the postpartum period.

Materials and methods. The studied animals were selected according to the principle of conditional analogs and were divided into 2 groups of 6 animals each. Group 1 - animals with a blood concentration of 3-hydroxybutyrate <1.0 mmol / l, group 2 - animals with subclinical ketosis with a concentration of 3-hydroxybutyrate in the blood in the range of 1.0-1.4 mmol / l. Blood was collected from animals on the 5th, 15th and

33-35th days after calving. In the obtained blood serum samples, the content of total protein, albumin, urea, glucose, cholesterol, triglycerides, calcium, phosphorus, magnesium, creatinine, total bilirubin, the activity of transaminase enzymes and alkaline phosphatase was determined. The concentration of steroid hormones has been determined. Before artificial insemination, the animals were synchronized according to the pressin-ovsinh scheme.

Results. Most of the biochemical blood parameters did not go beyond the reference values. By the time of hormonal stimulation of sexual heat in cows with SCK, a decrease in 3-hydroxybutyrate ($<1,0 \text{ mmol / l}$) and an increase in glucose ($> 3.0 \text{ mmol / l}$) were recorded. On the 15th day after calving, in the group with SCK, there was an increase in total bilirubin, cholesterol, triglycerides, and magnesium ($p<0,01$). On the 15th day after calving, testosterone levels were 13% higher in the SCK group. By the time of synchronization, the level of progesterone in the group of animals with SCK was lower in comparison with the control group. In the group of animals with SCK, the lowest reproductive indices were recorded: the insemination index in the group with SSC was higher by 46%, the service period was 49 days longer, the interbody period was significantly longer by 68 days ($p<0,05$).

Conclusion. Subclinical ketosis, recorded on the 15th day after calving, helps to reduce the reproductive performance of high-yielding dairy cows. Normalization of the concentration of 3-hydroxybutyrate from subclinical to physiologically normal values, and subsequent hormonal synchronization do not reduce this negative effect of SCK.

ЛИТЕРАТУРА

1. McArt J. A. A. Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle / J. A. A. McArt, D. V. Nydam, G. R. Oetzel // *J. Dairy Sci.* – 2012. – 95 (2012). – P. 5056-5066.
2. El-Kasrawy Nagwa I. Efficacy of different drenching regimens of gluconeogenic precursors during transition period on body condition score, production, reproductive performance, subclinical ketosis and economics of dairy cows / I. El-Kasrawy Nagwa, A. Swelum Ayman et. al. // *Animals.* – 2020. – 10. – P. 937; doi:10.3390/ani10060937.
3. Oetzel G. R. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease / G. R. Oetzel // *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* – 2004. – № 20. – pp. 651-674.
4. Schmitz, R. Effects of energy supply from roughage and concentrates and the occurrence of subclinical ketosis on blood chemistry and liver health in lactating dairy cows during early lactation / R. Schmitz, K. Schnabel, J. Frahm, D. von Soosten et. al. // *Dairy.* – 2021. – № 2(1). – P. 25-39. doi:10.3390/dairy2010003
5. Lucy M. C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? / M. C. Lucy // *J. Dairy Sci.* – 2001. – №84. – P. 1277-1293.
6. Butler W. R. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows / W. R. Butler // *Livest. Prod. Sci.* – 2003. – №83. – P. 211-218.
7. Haraszti J. Postpartal ovarian activity of healthy cows and those affected by subclinical metabolic disorders // J. Haraszti, Gy. Huszenicza et. al. // *Animal Reproduction Science.* – 1985. – №9 (2). – P. 125-136.
8. Kessler, E. Cholesterol metabolism, transport, and hepatic regulation in dairy cows during transition and early lactation / E. Kessler, J. J. Gross, R. Bruckmaier, C. Albrecht // *J. Dairy Sci.* – 2014. – №97. – P. 5481-5490.
9. Mezzetti, M. The role of altered immune function during the dry period in promoting the development of subclinical ketosis in early lactation / M. Mezzetti, A. Minuti, F. Piccioli-Cappelli, M. Amadori, M. Bionaz, E. Trevisi // *Journal of Dairy Science.* – 2019. doi:10.3168/jds.2019-16497.
10. Mellado M. Risk factors for clinical ketosis and association with milk production and reproduction variables in dairy cows in a hot environment / M. Mellado, A. Dávila et al. // *Tropical Animal Health and Production.* – 2018. – №50 (7). – P. 1611-1616.
11. Walsh R. B. The Effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive

performance of postpartum dairy cows / R. B. Walsh, J. S. Walton, D. F. Kelton, S. J. LeBlanc, K. E. Leslie, and T. F. Duffield // J. Dairy Sci. – 2007. – №90. – P. 2788-2796.

12.Ospina P. A. Associations of elevated nonesterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States / P. A. Ospina, D. V. Nydam, T. Stokol, T. R. Overton // J. Dairy Sci. – 2010. – №93. – P. 1596–1603

13.Haraszti J. Verinderungen gewisser me-

tabolischer Blutparameter ante partum und ihre Bedeutung zur Vorhersage der postpartalen Fortpflanzungs Chancen. / J. Haraszti, Gy. Huszenicza et. al. // Dtsch. Tieriirztl. Wochenschr. – 1989a. – №89. – P. 357-361 (with English abstract).

14.Rutherford A. J. The effect of subclinical ketosis on activity at estrus and reproductive performance in dairy cattle / A. J. Rutherford, G. Oikonomou, R. F. Smith // Journal of Dairy Science. – 2016. – №99 (6). – P. 4808–4815.

ИНФОРМАЦИЯ

По заявкам ветспециалистов, граждан, юридических лиц проводим консультации, семинары по организационно-правовым вопросам, касающихся содержательного и текстуального анализа нормативных правовых актов по ветеринарии, практики их использования в отношении планирования, организации, проведения, ветеринарных мероприятий при заразных и незаразных болезнях животных и птиц.

Консультации и семинары могут быть проведены на базе Санкт-Петербургской академии ветеринарной медицины или с выездом специалистов в любой субъект России.

**Тел/факс (812) 365-69-35,
Моб. тел.: 8(911) 176-81-53, 8(911) 913-85-49,
e-mail: 3656935@gmail.com**