

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ КРОВИ У КОЗ ЗААНЕНСКОЙ ПОРОДЫ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ РЕПРОДУКТИВНОГО ЦИКЛА И В СВЯЗИ С ЗАВЕРШЕНИЕМ БЕРЕМЕННОСТИ

В.Б. ЛЕЙБОВА¹, И.Ш. ШАПИЕВ¹, И.Ю. ЛЕБЕДЕВА²

Известно, что у высокоудойных коров метаболические процессы в значительной степени модифицированы, что служит основной причиной различных нарушений репродуктивной функции. В то же время у высокопродуктивных молочных коз (*Capra hircus*) характер изменения обмена веществ и его влияние на воспроизводительную способность до сих пор не ясны. Целью настоящей работы было изучение активности метаболических ферментов в крови коз зааненской породы в зависимости от периода репродуктивного цикла и способности к поддержанию беременности. Нами впервые проанализированы изменения сывроточной активности ферментов, регулирующих интенсивность белково-углеводного и энергетического обмена, в том числе интеграцию обменных процессов, на разных стадиях беременности коз, а также перед случным сезоном у животных с негативным исходом последующей беременности. Ферментативный статус животных оценивали в предслучной период, в первую половину (1,5-2,5 мес) и вторую половину сукозности (3,5-4,0 мес). Коз разделили на две группы — с завершённым репродуктивным циклом (рождение жизнеспособного потомства, $n = 15$) и с прерванным репродуктивным циклом (аборт в во вторую половину сукозности, $n = 6$). В пробах сывротки крови определяли концентрацию общего белка и активность ряда ферментов: аспартатаминотрансферазы (АсАТ, ЕС 2.6.1.1), аланинаминотрансферазы (АлАТ, ЕС 2.6.1.2), γ -глутамилтрансферазы (ГГТ, ЕС 2.3.2.2), креатинфосфокиназы (КФК, ЕС 2.7.3.2), щелочной фосфатазы (ЩФ, ЕС 3.1.3.1), лактатдегидрогеназы (ЛДГ, ЕС 1.1.1.27) и α -гидроксибутиратдегидрогеназы (изоферменты ЛДГ — ЛДГ-1 и ЛДГ-2). Обнаружено, что у коз с завершённым репродуктивным циклом активность АсАТ в крови во вторую половину сукозности в 1,2 раза ниже ($p < 0,05$), чем в предслучной период или в первую половину сукозности. Активность АлАТ в сывротке крови животных возрастала в 1,3 раза ($p < 0,01$) к 1,5-2,5 мес беременности по сравнению с предслучным периодом, а затем снижалась в 1,9 раза ($p < 0,001$) к 3,5-4,0 мес беременности. Кроме того, между первой и второй половиной сукозности в крови коз уменьшалась активность ГГТ (в 1,3 раза, $p < 0,05$), КФК (в 1,9 раза, $p < 0,01$) и изоферментов ЛДГ 1 и 2 (в 1,3 раза, $p < 0,05$), тогда как активность щелочной фосфатазы, напротив, возрастала в 1,4 раза ($p < 0,05$). В предслучной период была выявлена более низкая активность АлАТ ($14,4 \pm 2,9$ против $20,1 \pm 0,7$ ед/л, $p < 0,05$) и ГГТ ($43,8 \pm 2,4$ против $54,7 \pm 4,2$ ед/л, $p < 0,05$) у коз с прерванным репродуктивным циклом по сравнению с животными, сохранившими беременность. Результаты исследования свидетельствуют о снижении интенсивности ряда обменных процессов в организме коз на 4-й мес беременности для поддержания возросших потребностей плода. Анализ полученных данных также показывает, что активность ферментов, регулирующих сопряжение белкового и углеводного обмена, в крови коз в предслучной период может быть связана с их последующей способностью к вынашиванию плода.

Ключевые слова: коза, зааненская порода, беременность, обмен веществ, ферментативная активность крови, трансферазы.

В настоящее время развитие молочного козоводства как в Российской Федерации, так и за рубежом в экономически развитых странах направлено на создание крупных ферм промышленного типа (1). При этом в России широко практикуется формирование стад крупных козоводческих хозяйств за счет приобретения животных зааненской породы — одной из самых высокопродуктивных в мире (2). Как известно, у крупного рогатого скота, повышение генетического потенциала молочной продуктивности может вызывать нарушение ряда физиологических функций, в том числе репродуктивной, что в первую очередь обусловлено модификацией метаболизма (3-6). В то же время характер изменения обмена веществ и его влияние на воспроизводительную способность у молочных коз до сих пор не ясны. Предпринимались попытки установить связь между обменом веществ и репродукцией у коз молочного направления. Так, было изучено

содержание в крови некоторых метаболитов и метаболических гормонов в послеродовой период, а также в зависимости от наличия сукозности, токсикоза беременности и числа окотов (7-10). Кроме того, проведен сравнительный анализ активности метаболических ферментов у коз мясной и молочной пород с разным числом козлят в помете (11). Однако имеющиеся данные не позволяют сделать вывод о взаимосвязи между характером обмена веществ и наличием репродуктивных нарушений у молочных коз.

Ранее нами были исследованы биохимические показатели крови и метаболические взаимосвязи у высокоудойных коров в разные физиологические периоды и в связи с продолжительностью сервис-периода (12-15). В частности, обнаружено, что животные при одинаковых условиях кормления и содержания обладают разной способностью адаптироваться к состоянию метаболического дисбаланса. При этом в период сухостоя и в конце периода раздоя обмен веществ у коров с более высоким репродуктивным потенциалом характеризовался повышенной активностью аланинаминотрансферазы (АлАТ, ЕС 2.6.1.2) в крови. С учетом роли АлАТ в глюкозо-аланиновом цикле полученные данные свидетельствовали об участии белково-углеводного обмена в поддержании воспроизводительной способности коров в критические физиологические периоды.

У коз молочной породы интенсивность воспроизводства в значительной степени определяется способностью к вынашиванию плода (16, 17). Однако инфекции различной этиологии — не единственный фактор, приводящий к прерыванию беременности, поскольку они выявлялись менее чем в 40 % таких случаев (17-19). Почти у половины обследованных животных не было установлено, с чем связана указанная патология. Это позволяет предположить, что одной из причин негативного исхода беременности у высокоудойных коз может быть изменение характера или интенсивности обмена веществ. Действительно, в высокопродуктивном молочном скотоводстве в ряду актуальных проблем стоит гестоз, который проявляется в нарушении иммунного, эндокринного, антиоксидантного, а также метаболического статуса материнского организма (20, 21). При этом неспособность адаптационных систем матери обеспечить потребности плода приводит к различным негативным последствиям, в том числе к абортam, преждевременным родам и снижению жизнеспособности потомства.

Нами впервые проанализированы изменения сывороточной активности ферментов, регулирующих интенсивность белково-углеводного и энергетического обмена, в том числе интеграцию обменных процессов, на разных стадиях беременности коз, а также перед случным сезоном у животных с негативным исходом последующей беременности.

Целью настоящей работы было изучение активности метаболических ферментов в крови коз зааненской породы в зависимости от периода репродуктивного цикла и способности к поддержанию беременности.

Методика. Исследования проводили на базе ЗАО ПЗ «Приневское» (Ленинградская обл.) в 2010-2011 годах. Объектом наблюдения служили козы (*Capra hircus*) зааненской породы ($n = 21$) в возрасте 3,5 года со среднегодовой продуктивностью 690-750 кг молока. Рацион животных соответствовал принятым в хозяйстве зоотехническим нормам.

Биохимический статус оценивали в разные периоды репродуктивного цикла: перед началом случного сезона (за 10 сут до постановки козла-производителя), в первую (1,5-2,5 мес) и вторую (3,5-4,0 мес) половину сукозности, что совпадало по времени с сухостойным периодом. Кровь отбирали пункцией яремной вены через 3-4 ч после кормления. На основании данных об исходе беременности коз разделили на 2 группы: I — с

завершенным репродуктивным циклом (рождение жизнеспособного потомства, $n = 15$), II — с прерванным циклом (аборты во вторую половину сукозности, $n = 6$). У животных из II группы биохимические показатели крови через 3,5-4,0 мес (вторая половина сукозности) не исследовали вследствие прерывания беременности.

В пробах сыворотки крови определяли концентрацию общего белка и активность ряда ферментов: аспаратаминотрансферазы (АсАТ, ЕС 2.6.1.1), аланинаминотрансферазы (АлАТ, ЕС 2.6.1.2), γ -глутамилтрансферазы (ГГТ, ЕС 2.3.2.2), креатинфосфокиназы (КФК, ЕС 2.7.3.2), щелочной фосфатазы (ЩФ, ЕС 3.1.3.1), лактатдегидрогеназы (ЛДГ, ЕС 1.1.1.27) и α -гидроксибутиратдегидрогеназы (изоферменты ЛДГ — ЛДГ-1 и ЛДГ-2). Для определения концентрации общего белка и активности ферментов использовали соответствующие коммерческие наборы («DIA-LAB», Австрия; «Randox Laboratories», Великобритания). Результаты учитывали фотометрически на биохимическом анализаторе RX Daytona («Randox Laboratories», Великобритания).

Полученные биохимические показатели обрабатывали методом однофакторного дисперсионного анализа (one-way ANOVA) при помощи программы SigmaStat («Systat Software, Inc.», США). Достоверность различий для сравниваемых значений оценивали с использованием критерия Тьюки (Tukey's test) в случае их нормального распределения или критерия Данна (Dunn's test) при отсутствии нормального распределения, при этом был принят уровень значимости $p < 0,05$. При вычислении корреляционных отношений использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена (Spearman's rank correlation coefficient).

Результаты. По мнению большинства исследователей, состояние энергетического баланса — основной фактор, определяющий реализацию репродуктивного потенциала у крупного рогатого скота молочного направления (22). Ранее мы получили данные о роли белково-углеводного обмена в поддержании воспроизводительной способности коров в критические физиологические периоды (12-15). Поэтому для исследований на молочных козах нами были выбраны ферменты, регулирующие белково-углеводный и энергетический метаболизм в организме животных, в первую очередь АлАТ и АсАТ, активность которых была связана с интенсивностью воспроизводства у высокоудойных коров (12, 15). Кроме того, у коз мясной и молочной пород с разным числом козлят в помете были выявлены различия в активности ГГТ, КФК, ЩФ и АсАТ (11), что также послужило основанием для изучения этих ферментов.

Сравнительный анализ биохимических показателей выявил различия в ферментативной активности крови у коз зааненской породы в разные физиологические периоды завершеного репродуктивного цикла (табл. 1).

Обнаружено, что активность АсАТ, катализирующей обратимую реакцию перехода аспартата в оксалоацетат, была ниже в крови коз во вторую половину сукозности, чем в предслучной период или в первую половину сукозности ($p < 0,05$). Активность АлАТ, участвующей во взаимном превращении аланина и пирувата, возрастала в сыворотке крови животных к 1,5-2,5 мес беременности по сравнению с показателями в предслучной период ($p < 0,01$), а затем снижалась к 3,5-4,0 мес беременности ($p < 0,001$). Кроме того, наблюдалась отрицательная связь между активностью обоих ферментов и сроком сукозности ($r = -0,690$ и $r = -0,634$ соответственно для АсАТ и АлАТ, $p < 0,001$). При этом коэффициент де Ритиса (АсАТ/АлАТ), характеризующий соотношение катаболических и анаболических процессов в организме (23), во вторую половину сукозности ока-

зался в 2 раза выше, чем в первую ($p < 0,01$), что было следствием 2-кратного уменьшения активности АлАТ. Эти данные свидетельствуют об одновременном снижении интенсивности работы цикла трикарбоновых кислот и глюкозо-аланинового цикла при сдвиге метаболических процессов в сторону катаболизма в организме матери к концу беременности. С таким выводом согласуются данные о содержании общего белка в крови, которое изменялось однонаправлено с изменением активности АлАТ, хотя и менее существенно, и также было негативно связано со сроком сукозности ($r = -0,444$, $p < 0,05$). Ранее при исследовании активности ферментов белково-углеводного обмена в крови нетелей черно-пестрой породы мы выявили сходное уменьшение активности АлАТ и АсАТ на 7-8-м мес стельности, что, очевидно, было обусловлено необходимостью обеспечивать возросшие потребности плода в энергии и синтезе белков (15). Однако у нетелей (в отличие от коз) коэффициент де Ритиса к концу беременности снижался или оставался неизменным, что согласуется с данными о сохранении у них анаболического характера обмена веществ вплоть до последних 2-3 нед беременности (24).

1. Биохимические показатели крови у коз (*Capra hircus*) зааненской породы в разные периоды заверщенного репродуктивного цикла ($X \pm SEM$, $n = 15$, ЗАО ПЗ «Приневское», Всеволожский р-н, Ленинградская обл., 2010-2011 годы)

Показатель	Предслучной период	1-я половина сукозности	2-я половина сукозности
АсАТ, ед/л	95,8±3,7 ^a	98,3±4,6 ^a	80,0±4,9 ^b
АлАТ, ед/л	20,1±0,7 ^c	25,9±1,0 ^d	13,4±1,9 ^e
АсАТ/АлАТ	4,9±0,3	3,8±0,2 ^f	7,5±1,2 ^g
ГГТ, ед/л	54,7±4,2	57,5±4,6 ^h	43,2±2,9 ⁱ
КФК, ед/л	202,0±15,0 ^j	253,0±69,0 ^j	131,0±22,0 ^k
ЩФ, ед/л	43,6±2,3 ^l	63,8±4,9 ^m	89,5±6,4 ⁿ
ЛДГ, ед/л	724,0±28,0	709,0±50,0	754,0±40,0
ЛДГ-1 + ЛДГ-2, ед/л	309,0±11,0	321,0±21,0 ^o	252,0±11,0 ^p
Общий белок, г/л	71,1±2,6	77,8±2,0	71,9±2,7

Примечание. АсАТ — аспаратаминотрансфераза, АлАТ — аланинаминотрансфераза, ГГТ — γ -глутамилтрансфераза, КФК — креатинфосфокиназа, ЩФ — щелочная фосфатаза, ЛДГ — лактатдегидрогеназа, ЛДГ-1 и ЛДГ-2 — изоферменты лактатдегидрогеназы.
Достоверные различия между показателями по физиологическим периодам: ^a $p < 0,05$; ^c $p < 0,01$; ^e $p < 0,01$; ^d $p < 0,001$; ^f $p < 0,01$; ^h $p < 0,05$; ^j $p < 0,01$; ^l $p < 0,01$; ⁿ $p < 0,001$; ^m $p < 0,05$; ^o $p < 0,05$.

Активность ГГТ в крови коз в первую половину сукозности не отличалась от таковой в предслучной период, но затем снижалась к 3,5-4,0 мес ($p < 0,05$). Кроме того, она отрицательно коррелировала со сроком сукозности ($r = -0,588$, $p < 0,01$). Как известно, одна из функций ГГТ связана с регуляцией транспорта аминокислот в клетки через γ -глутаминовый цикл. Поэтому уменьшение активности этого фермента во вторую половину беременности может свидетельствовать о снижении доступности аминокислот в организме матери как для синтеза белков, так и в качестве глюкогенных субстратов.

Активность КФК, катализирующей обратимый процесс переноса макроэргических фосфатов с АТФ на креатин и с креатинфосфата на АДФ, в крови коз также снижалась ($p < 0,01$) во вторую половину сукозности и была негативно связана с ее сроком ($r = -0,574$, $p < 0,01$). Такое изменение активности КФК указывает на уменьшение интенсивности энергетического обмена к концу беременности.

Напротив, активность ЩФ, принимающей участие в неспецифическом дефосфорилировании и транспорте фосфора через мембрану клеток, в крови коз повышалась к 1,5-2,5 мес сукозности ($p < 0,05$) и затем продолжала расти к 3,5-4,0 мес ($p < 0,01$). При этом обнаружена положительная

связь между активностью ЩФ и сроком сукозности ($r = 0,456$, $p < 0,05$). Повышение активности ЩФ у коз в течение беременности, очевидно, происходило за счет одного из ее изоферментов — плацентарной ЩФ (25). Нельзя исключить и компенсаторную роль этого повышения в общем энергетическом обмене вследствие снижения интенсивности работы других его звеньев (цикла трикарбоновых кислот, глюкозо-аланинового цикла и др.). Действительно, у нетелей черно-пестрой породы, поддерживающих анаболический характер обмена веществ в позднюю фазу стельности, не наблюдается увеличения активности ЩФ в крови (15).

Сывороточная активность гликолитического фермента ЛДГ, катализирующего обратимую реакцию превращения лактата в пируват, у коз не различалась по периодам репродуктивного цикла. Отсутствие соответствующих изменений для ЛДГ в разные фазы стельности ранее также отмечали у нетелей (15). В то же время активность изоферментов ЛДГ-1 и ЛДГ-2, поддерживающих аэробный гликолиз, снижалась во вторую половину сукозности ($p < 0,05$). Анализ данных показал наличие значительной отрицательной корреляции между сроком сукозности и суммарной активностью двух указанных изоформ ЛДГ ($r = -0,546$, $p < 0,01$). Эти изоферменты, присутствующие в основном в сердечной мышце, эритроцитах, тромбоцитах, мозговой и почечной ткани, обладают высоким средством к молочной кислоте и эффективно превращают ее в пируват для последующего включения в цикл трикарбоновых кислот. Уменьшение активности ЛДГ-1 + ЛДГ-2 указывает на сдвиг реакции в сторону образования лактата и, следовательно, на снижение интенсивности работы цикла Кребса, по крайней мере в клетках перечисленных выше типов, что согласуется с обнаруженным нами уменьшением активности АсАТ во вторую половину сукозности. Кроме того, полученные данные дают основания предполагать, что в этот период избыток молочной кислоты у коз транспортируется в кровеносное русло плода и может использоваться последним для синтеза заменимых («несущественных») аминокислот и липидов, а также в качестве энергетического субстрата (после окисления в пируват). Известно, что подобное происходит у овец (26). В пользу такого предположения свидетельствуют также данные о том, что у лошадей скорость фетального поглощения лактата возрастает к концу беременности (27).

Таким образом, у коз зааненской породы к 4-му мес сукозности в крови снижалась активность ряда ферментов, связанных с белково-углеводным и энергетическим обменом. Уменьшение активности некоторых ферментов из этого ряда также наблюдали во втором триместре беременности у женщин (28) и в третьем триместре стельности у нетелей (15). Это свидетельствует о том, что на определенных сроках беременности (специфических для вида млекопитающих) организм матери начинает функционировать в режиме экономии собственных ресурсов для поддержания возросших потребностей плода.

Сравнительный анализ ферментативной активности крови в предслучной период выявил различия в активности АлАТ и ГГТ у коз с разной способностью к поддержанию беременности (табл. 2). У животных с прерванным репродуктивным циклом сывороточная активность АлАТ и ГГТ в указанный период была значительно ниже, чем у коз, сохранивших беременность ($p < 0,05$). В то же время не было обнаружено достоверных различий в биохимических показателях крови между животными сравниваемых групп в первую половину сукозности (см. табл. 2). При этом повышение активности АлАТ в крови ко 2-3-му мес сукозности в обеих группах происходило с разной интенсивностью. У коз с заверренным

репродуктивным циклом она возросла в 1,3 раза ($p < 0,001$), с прерванным — в 1,8 раза ($p < 0,01$). В то же время активность ГГТ в крови коз из обеих групп в первую половину сукозности не отличалась от таковой в предслучной период.

2. Биохимические показатели крови у коз (*Capra hircus*) зааненской породы в предслучной период и в первую половину сукозности при последующем завершённом и прерванном репродуктивном цикле ($X \pm SEM$, ЗАО ПЗ «Приневское», Всеволожский р-н, Ленинградская обл., 2010-2011 годы)

Показатель	I группа (n = 15)	II группа (n = 6)
Предслучной период		
АсАТ, ед/л	95,8±3,7	89,2±8,0
АлАТ, ед/л	20,1±0,7	14,4±2,9*
АсАТ/АлАТ	4,9±0,3	11,3±5,7
ГГТ, ед/л	54,7±4,2	43,8±2,4*
КФК, ед/л	202,0±15,0	172,0±8,0
ШФ, ед/л	43,6±2,3	38,1±5,1
ЛДГ, ед/л	724,0±28,0	679,0±60,0
ЛДГ-1 + ЛДГ-2, ед/л	309,0±11,0	307,0±21,0
Первая половина сукозности		
АсАТ, ед/л	98,3±4,6	95,7±2,9
АлАТ, ед/л	25,9±1,0	25,9±1,6
АсАТ/АлАТ	3,8±0,2	3,8±0,3
ГГТ, ед/л	57,5±4,6	48,0±3,7
КФК, ед/л	253,0±69,0	216,0±17,0
ШФ, ед/л	63,8±4,9	73,4±8,7
ЛДГ, ед/л	709,0±50,0	627,0±73,0
ЛДГ-1 + ЛДГ-2, ед/л	321,0±21,0	283,0±18,0
Общий белок, г/л	77,8±2,0	80,1±3,4

Примечание. АсАТ — аспаратаминотрансфераза, АлАТ — аланинаминотрансфераза, ГГТ — γ -глутамилтрансфераза, КФК — креатинфосфокиназа, ШФ — щелочная фосфатаза, ЛДГ — лактатдегидрогеназа, ЛДГ-1 и ЛДГ-2 — изоферменты лактатдегидрогеназы; I группа — животные с завершённым репродуктивным циклом (рождение жизнеспособного потомства, II группа — животные с прерванным циклом (аборты во вторую половину сукозности).

* Различия между группами животных достоверны при $p < 0,05$.

Таким образом, ферментативный статус коз с прерванным репродуктивным циклом (аборты во вторую половину сукозности) характеризуется пониженной активностью АлАТ и ГГТ в предслучной период. Это свидетельствует о снижении напряженности работы глюкозо-аланинового и γ -глутаминового циклов и, следовательно, об уменьшении интенсивности глюконеогенеза во время формирования зрелых яйцеклеток в яичнике. К настоящему времени установлено, что адекватное обеспечение глюкозой созревающих ооцитов млекопитающих критически важно для приобретения ими способности к дальнейшему эмбриональному развитию (29, 30). При этом у жвачных животных поступление глюкозы в кровь обеспечивается в основном за счет глюконеогенеза. Ранее нами было показано, что снижение активности АлАТ в крови высокоудойных коров в конце периода раздоя (до наступления стельности) сопряжено с увеличением продолжительности сервис-периода (12, 13), которая, как известно, в значительной степени зависит от эмбриональной и ранней фетальной смертности (31). Данные, полученные на молочных козах, указывают на возможную связь между интенсивностью глюконеогенеза в предслучной период и качественными характеристиками ооцита, определяющими способность плода к выживанию на поздних стадиях развития.

Необходимо отметить, что на фертильность самок могут влиять не только метаболические, но и иммунные, эндокринные, окислительные и прочие факторы, которые находились вне рамок настоящего исследования.

Итак, сравнение активности ряда метаболических ферментов в крови высокопродуктивных коз зааненской породы в предслучной период и на разных сроках сукозности в целом свидетельствует о снижении ин-

тенсивности многих обменных процессов у животных к 4-му мес беременности в связи с необходимостью поддержания возросших потребностей плода в энергии и метаболических субстратах. Анализ полученных данных также показывает, что активность ферментов, регулирующих сопряжение белкового и углеводного обмена, в крови коз в предслучной период может быть связана с их последующей способностью к вынашиванию плода.

¹ФГБНУ Всероссийский НИИ генетики
и разведения сельскохозяйственных животных,
196601 Россия, г. Санкт-Петербург—Пушкин,
Московское ш., 55а,
e-mail: leib1406@yandex.ru, shapievism@bk.ru;

²ФГБНУ Всероссийский НИИ животноводства
им. академика Л.К. Эрнста,
142132 Россия, Московская обл., Подольский р-н,
пос. Дубровицы,
e-mail: irledv@mail.ru

Поступила в редакцию
19 августа 2015 года

Sel'skokhozyaystvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2016, V. 51, № 2, pp. 238–246

BLOOD ENZYMATIC ACTIVITY IN SAANEN GOATS DURING DIFFERENT PERIODS OF THE REPRODUCTIVE CYCLE AND THEIR ASSOCIATION WITH THE COMPLETION OF PREGNANCY

V.B. Leibova¹, I.Sh. Shapiev¹, I.Yu. Lebedeva²

¹All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals, Federal Agency of Scientific Organizations, 55a, Moskovskoe sh., St. Petersburg—Pushkin, 196601 Russia, e-mail leib1406@yandex.ru, shapievism@bk.ru;

²L.K. Ernst All-Russian Research Institute of Animal Husbandry, Federal Agency of Scientific Organizations, pos. Dubrovitsy, Podol'sk Region, Moscow Province, 142132 Russia, e-mail irledv@mail.ru

Received August 19, 2015

doi: 10.15389/agrobiology.2016.2.238eng

Abstract

Metabolic processes in milk-producing cows are substantially modified that is the main reason of different abnormalities in the reproductive function. At the same time the pattern of metabolic changes and its influence on the reproductive capacity in high-producing dairy goats (*Capra hircus*) are yet unknown. The aim of the present work was to study the activity of metabolic enzymes in the blood of Saanen goats depending on the period of the reproductive cycle and the competence for pregnancy maintenance. We analyzed for the first time alterations in the serum activity of enzymes, regulating the intensity of protein-carbohydrate and energy metabolism including integration of metabolic processes, at different stages of goat gestation as well as prior to the mating period in animals with the negative outcome of the subsequent pregnancy. The enzyme status of animals was assessed during the pre-mating period, the first half of pregnancy (1.5–2.5 months), and the second half of pregnancy (3.5–4.0 months). Goats were divided into two groups — with the completed reproductive cycle (the birth of viable offspring, $n = 15$) and with the interrupted reproductive cycle (abortions in the second half of pregnancy, $n = 6$). Samples of blood serum were tested to determine concentrations of total protein and activities of several enzymes: aspartate aminotransferase (AST, EC 2.6.1.1), alanine aminotransferase (ALT, EC 2.6.1.2), gamma glutamyltransferase (GGT, EC 2.3.2.2), creatine phosphokinase (CPK, EC 2.7.3.2), alkaline phosphatase (ALP, EC 3.1.3.1), lactate dehydrogenase (LDH, EC 1.1.1.27), and alpha hydroxybutyrate dehydrogenase (isoenzymes of LDH: LDH-1 and LDH-2). In goats with the completed reproductive cycle, the blood activity of AST in the second half of pregnancy was found to be 1.2 times lower ($p < 0.05$) than during the pre-mating period or the first half of pregnancy. The activity of ALT in the blood serum of the animals increased 1.3 times ($p < 0.01$) by 1.5–2.5 months of pregnancy as compared with the pre-mating period and then decreased 1.9 times ($p < 0.001$) by 3.5–4.0 months of pregnancy. Furthermore, there was a decline in the blood activities of GGT (1.3 times, $p < 0.05$), CPK (1.9 times, $p < 0.01$), and isoenzymes LDH-1 and LDH-2 (1.3 times, $p < 0.05$) and a rise in the activity of ALP (1.4 times, $p < 0.05$) between the first and the second half of pregnancy. During the pre-mating period, a lower activity of ALT and GGT was revealed in goats with the interrupted reproductive cycle as compared with animals retained pregnancy (14.4 ± 2.9 vs. 20.1 ± 0.7 U/l, $p < 0.05$ and 43.8 ± 2.4 vs. 54.7 ± 4.2 U/l, $p < 0.05$, respectively). The results of this research suggest a reduction in the intensity of some metabolic processes in the goats by the fourth month of pregnancy to maintain increased fetus demands. Analysis of the findings also indicates that

the activity of enzymes, regulating the coupling of protein and carbohydrate metabolism, in the blood of goats during the pre-mating period may be related to their subsequent capacity for fetus bearing.

Keywords: goat, saanen breed, pregnancy, metabolism, blood enzymatic activity, transferases.

REFERENCES

1. Novopashina S.I., Sannikov M.Yu. *Ovtsy, kozy, sherstyanoie delo*, 2013, 2: 61-65 (in Russ.).
2. Shuvarikov A.S., Aleshina M.N., Pastukh O.N. *Ovtsy, kozy, sherstyanoie delo*, 2013, 1: 30-32 (in Russ.).
3. Lyagin F.F. *Zootekhnika*, 2003, 5: 25-27 (in Russ.).
4. Plemiyashov K.V., Andreev G.M., Dmitrieva T., Stakheeva M. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii*, 2008, 3: 6-8.
5. Dobson H., Smith R.F., Royal M.D., Knight Ch., Sheldon I. The high producing dairy cow and its reproductive performance. *Reprod. Domest. Anim.*, 2007, 42(Suppl. 2): 17-23 (doi: 10.1111/j.1439-0531.2007.00906.x).
6. Lebedev V.A., Lebedeva I.Yu., Kuz'mina T.I., Shapiey I.Sh. *Rol' metabolicheskikh gormonov v regulyatsii funktsii yaichnikov u korov* [Role of metabolic hormones in the regulation of ovarian function in cattle (review)]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]*, 2005, 2: 14-22 (in Russ.).
7. Khan J.R., Ludri R.S. Changes in blood glucose, plasma non-etherified fatty acids and insulin in pregnant and non-pregnant goats. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2002, 34(1): 81-90.
8. Ismail Z.A., Al-Majali A.M., Amireh F., Al-Rawashdeh O.F. Metabolic profiles in goat does in late pregnancy with and without subclinical pregnancy toxemia. *Vet. Clin. Pathol.*, 2008, 37(4): 434-437 (doi: 10.1111/j.1939-165X.2008.00076.x).
9. Magistrelli D., Rosi F. Trend analysis of plasma insulin level around parturition in relation to parity in Saanen goats. *J. Anim. Sci.*, 2014, 92(6): 2440-2446 (doi: 10.2527/jas.2013-6993).
10. Radin L., Šimpraga M., Vince S., Kostelić A., Milinković-Tur S. Metabolic and oxidative status of Saanen goats of different parity during the peripartum period. *J. Dairy Res.*, 2015, 82(4): 426-433 (doi: 10.1017/S0022029915000552).
11. Djuricic D., Dobranic T., Grizelj J., Gracner D., Harapin I., Stanin D., Folnozic I., Getz I., Cvitkovic D., Samardzija M. Concentrations of total proteins and albumins, and AST, AP, CK and GGT activities in the blood serum Boer and Saanen goats during puerperium. *Reprod. Domest. Anim.*, 2011, 46(4): 674-677 (doi: 10.1111/j.1439-0531.2010.01726.x).
12. Leibova V.B., Shapiey I.Sh., Lebedeva I.Yu. *Metabolicheskoe sostoyanie v kontse perioda razdoya u vysokoproduktivnykh molochnykh korov s raznoi vosproizvoditel'noi sposobnost'yu* [Metabolic state at the end of early lactation in high-producing dairy cows with different reproductive abilities]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]*, 2011, 6: 103-109 (in Russ.).
13. Leibova V.B., Shapiey I.Sh., Lebedeva I.Yu. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh*, 2011, 4(spets. vypusk): 70-72 (in Russ.).
14. Leibova V.B., Lebedeva I.Yu. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2011, 10: 45-47 (in Russ.).
15. Lebedeva I.Yu., Leibova V.B., Ernst L.K. *Doklady RASKhN*, 2012, 3: 52-54 (in Russ.).
16. Sklyarov P.N. *Materialy XVI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva»* [Proc. Int. Conf. «Actual aspects of intensive animal farming» (in Russ.)]. Gorki, Respublika Belarus', 2013: 205-212.
17. Van den Brom R., Lievaart-Peterson K., Lutikholt S., Peperkamp K., Wouda W., Vellema P. Abortion in small ruminants in the Netherlands between 2006 and 2011. *Tijdschr. Diergeneeskd.*, 2012, 137(7): 450-457.
18. Szeredi L., Jánosi S., Tenk M., Tekes L., Bozsy M., Deim Z., Molnár T. Epidemiological and pathological study on the causes of abortion in sheep and goats in Hungary (1998-2005). *Acta Vet. Hung.*, 2006, 54(4): 503-515.
19. Moeller R.B. Causes of caprine abortion: diagnostic assessment of 211 cases (1991-1998). *J. Vet. Diagn. Invest.*, 2001, 13(3): 265-270 (doi: 10.1177/104063870101300317).
20. Nezhdanov A.G., Retskii M.I., Alekhin Yu.N., Safonov V.A., Shushlebin V.I., Papin N.E., Brekhov T.P., Shishkina E.V. *Kliniko-gematologicheskii i biokhimicheskii status korov pri gestoze* [Clinico-hematologic and biochemical status of cows at gestosis]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]*, 2010, 4: 118-123 (in Russ.).
21. Misailov V.D., Nezhdanov A.G., Kotsarev V.N., Kochura M.N., Mikhalev V.I., Skryl'nikov O.N., Suleimanov S.M., Zolotarev A.I. *Rossiiskii veterinarnyi zhurnal*, 2007(spets. vypusk, May): 13 (in Russ.).

22. Chagas L.M., Bass J.J., Blache D., Burke C.R., Kay J.K., Lindsay D.R., Lucy M.C., Martin G.B., Meier S., Rhodes F.M., Roche J.R., Thatcher W.W., Webb R. Invited review: New perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2007, 90(9): 4022-4032 (doi: 10.3168/jds.2006-852).
23. Roslyi I.M., Abramov S.V., Pokrovskii V.I. *Vestnik RAMN*, 2002, 8: 3-9 (in Russ.).
24. Zulu V.C., Sawamukai Y., Nakada K., Kida K., Moriyoshi M. Relationship among insulin-like growth factor-I, blood metabolites and postpartum ovarian function in dairy cows. *J. Vet. Med. Sci.*, 2002, 64(10): 879-885 (doi: 10.1292/jvms.64.879).
25. Miyazawa K., Tomoda I. Immunological investigation of intestinal, liver, kidney, bone, placental and serum alkaline phosphatase in cattle. *Nihon Juigaku Zasshi*, 1989, 51(2): 309-314.
26. Carter B.S., Moores R.R. Jr., Teng C., Meschia G., Battaglia F.C. Main routes of plasma lactate carbon disposal in the midgestation fetal lamb. *Biol. Neonate*, 1995, 67(4): 295-300 (doi: 10.1159/000244177).
27. Fowden A.L., Taylor P.M., White K.L., Forhead A.J. Ontogenic and nutritionally induced changes in fetal metabolism in the horse. *J. Physiol.*, 2000, 528(1): 209-219 (doi: 10.1111/j.1469-7793.2000.00209.x).
28. Roslyi I.M., Abramov S.V. *Voprosy ginekologii, akusherstva i perinatologii*, 2005, 4(2): 7-13 (in Russ.).
29. Leroy J.L., Van Soom A., Opsomer G., Bols P.E. The consequences of metabolic changes in high-yielding dairy cows on oocyte and embryo quality. *Animal*, 2008, 2(8): 1120-1127 (doi: 10.1017/S1751731108002383).
30. Sutton-McDowall M.L., Gilchrist R.B., Thompson J.G. The pivotal role of glucose metabolism in determining oocyte developmental competence. *Reproduction*, 2010, 139(4): 685-695 (doi: 10.1530/REP-09-0345).
31. Diskin M.G., Morris D.G. Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reprod. Domest. Anim.*, 2008, 43(Suppl. 2): 260-267 (doi: 10.1111/j.1439-0531.2008.01171.x).

Научные собрания

INTERNATIONAL CONFERENCE ON DISEASES OF ZOO AND WILD ANIMALS — JOINT CONFERENCE AAZV, IZW, EAZWV

(16-22 июля 2016 года, Atlanta, United States)

Организаторы: American Association of Zoo Veterinarians (AAZV), Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research (IZW), European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians (EAZWV)

Цель конференции — объединение усилий ученых-зоологов и ветеринаров со всего мира по проблемам болезней свободно мигрирующих и содержащихся в неволе животных, представление последних достижений в этих областях знаний и стимулирование дальнейших исследований по проблеме. Будут рассмотрены проблемы инфекционных болезней, хирургия, методы лечения и сохранения животных. Области научных интересов — биология, микробиология. Молекулярная биология, неврология, генетика, патология. Иммунология, медицина, физиология, анатомия, токсикология, фармакология, вирусология, вакцинология, паразитология.

Контакты и информация: <http://www.globaleventslist.elsevier.com/events/>

IV INTERNATIONAL CONFERENCE on ANTIMICROBIAL RESEARCH — ICAR2016

(29 июня-1 июля 2016 года, Torremolinos, Spain)

Организаторы: Formatex Research Center

Цель конференции — привлечь исследователей по широкому спектру академических дисциплин, включая теоретическую химию, физику, инженерные дисциплины, к проблеме эффективного противодействия микроорганизмов, в дополнение к традиционным участникам таких исследований. Будучи по-настоящему международной (представлены более чем 50 стран мира), конференция послужит инструментом для объединения усилий и сотрудничества по глобальным вопросам в микробиологии. Области научных интересов — микробиология, эпидемиология, профилактическая медицина, инфекционные болезни, паразитарные болезни, иммунология, вирусология, медицинские технологии.

Контакты и информация: <http://www.globaleventslist.elsevier.com/events/>