

Оценка функциональной активности щитовидной железы у коров казахской белоголовой породы в ходе подсосного периода

Б.К. Балабаев, аспирант, М.А. Дерхо, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ

В организме животных щитовидная железа занимает одно из центральных мест в системе гормональной регуляции и посредством тиреоидных гор-

монов влияет на состояние всех физиологических процессов за счёт контроля над интенсивностью обмена веществ и энергии [1–3]. Установлено, что функциональная активность щитовидной железы определяет концентрацию тиреоидных гормонов в крови и биохимические особенности

метаболических процессов в организме животных в зависимости от периода постнатального онтогенеза [1, 3, 10]. Поэтому знание закономерностей гормональной регуляции физиологических функций организма можно использовать при разработке методов управления над процессами роста и развития, повышения продуктивности, совершенствования технологических процессов в животноводстве, что представляет научный и практический интерес.

В последние годы появилось много исследовательских работ, посвящённых оценке влияния гормонов на биохимические процессы в организме коров молочного направления продуктивности [2–4]. Установлено, что они через гены воздействуют на метаболизм и тем самым определяют продуктивность животных и качество молока. В то же время подобные исследования практически отсутствуют для мясных пород скота, хотя метаболический статус организма коров в подсосный период определяет биологическую ценность молока и скорость роста молодняка [5–7].

В связи с этим **целью** нашей работы явилось изучение функциональной активности щитовидной железы во взаимосвязи с показателями белкового метаболизма у коров казахской белоголовой породы в ходе подсосного периода.

Материал и методы исследования. Научно-хозяйственный опыт был проведён в 2016 г. на животноводческой ферме племенного хозяйства ПК «Будёновский» (Республика Казахстан, Костанайская обл., Мендыкаринский р-н, с. Будёновка) и в лаборатории кафедры органической, биологической и физколлоидной химии Института ветеринарной медицины Южно-Уральского ГАУ.

Объектом исследования были коровы казахской белоголовой породы, из которых по принципу аналогов с учётом возраста, физиологического состояния, времени после отёла было сформировано четыре опытных группы: I состояла из первотёлок (возраст 28 мес.); II – из коров после 2-го отёла (3 года); третья – из животных после 3-го и 4-го отёлов (5 лет) и IV – из коров 6-го и 7-го отёлов (8 лет). Материалом для исследования служила кровь, которую брали утром до кормления из подхвостовой вены в конце первого (январь) и четвёртого (апрель) месяцев подсосного периода. С помощью наборов реактивов «Эко-сервис» и «Витал Девелопмент Корпорэйшн» в сыворотке крови определяли концентрацию общего белка (ОБ), альбуминов (Alb), мочевины, активность аспартатаминотрансферазы (АсАТ), аланинаминотрансферазы (АлАТ), общего тироксина (T_4) и трийодтиронина (T_3) уровень глобулинов (Gl), величину белкового коэффициента (Alb/Gl) и соотношения ОБ/мочевина, Alb/мочевина, АсАТ/АлАТ (коэф. де Ритиса) и T_4/T_3 в сыворотке крови устанавливали расчётным методом. Статистическая обработка данных выполнена методом вариаци-

онной статистики на ПК с помощью табличного процессора «Microsoft Excel-2003» и пакета прикладной программы «Биометрия» и «Версия».

Результаты исследования. Биохимический состав крови является интегральным показателем, отражающим метаболические перестройки в организме коров в ходе подсосного периода. Так, содержание общего белка в крови животных определялось возрастом и длительностью подсосного периода (табл. 1). Минимальный уровень показателя был отмечен у первотёлок ($66,01 \pm 1,46$ – $68,87 \pm 0,85$ г/л). По мере увеличения возраста коров и количества отёлов концентрация общего белка возрастала. При этом наибольшая изменчивость показателя была отмечена в конце четвёртого месяца подсосного периода.

Известно, что уровень общего белка в крови отражает обеспеченность организма животных питательными и пластическими веществами. Поэтому повышенный уровень показателя в крови коров через 4 мес. подсоса свидетельствовал об интенсификации метаболических процессов в клетках их органов и тканей. Следует отметить, что максимально белковый обмен активировался у животных II и III опытных гр. (табл. 1).

Изменчивость концентрации общего белка в сыворотке крови отражалась на белковообразовательной функции печени, так как альбумины, циркулирующие в кровеносной системе, синтезируются только в гепатоцитах. Абсолютная и относительная концентрация Alb в крови коров опытных групп была максимальной через 1 мес. подсосного периода и зависела от возраста животных (табл. 1). В сыворотке крови первотёлок уровень протеина составил $27,24 \pm 0,70$ г/л ($41,27 \pm 0,42\%$), а полновозрастных коров – $34,37 \pm 1,24$ – $34,43 \pm 0,49$ г/л ($47,32 \pm 1,80$ – $47,32 \pm 0,47\%$). Возможно, альбумины крови активно использовались в транспорте различных низкомолекулярных соединений. Известно, что в начале подсосного периода в организме коров-матерей резко активизируется липидный метаболизм как основа формирования липидного состава молока [5–7].

Однако через 4 мес. подсоса уровень альбуминов в крови коров уменьшился на $13,61$ – $26,40\%$ в зависимости от группы (табл. 1), что было результатом развития новой беременности. Известно, что альбумины являются не только транспортными белками крови, но и резервным источником аминокислот [1]. Поэтому снижение уровня Alb в крови характеризовало степень их использования в покрытии аминокислотных затрат плода, что согласуется с ранее полученными данными [8]. Данный вывод подтверждался и значением соотношения Alb/мочевина, величина которого снижалась по сравнению с 1-м месяцем лактации на $24,50$ – $32,06\%$ в зависимости от возраста коров и характеризовала скорость использования белка в процессах жизнедеятельности организма.

Примечательно, что длительность подсосного периода, независимо от группы коров и соответственно их возраста, отражалась только на интенсивности обмена альбуминов. Значение ОБ/мочевина достоверно не изменялось в ходе исследования и колебалось в пределах 16,35–19,13 усл.ед. (табл. 1). Следовательно, соотношение анаболических и катаболических реакций в общем обмене белков организма коров было примерно одинаковым.

Повышение скорости обмена альбуминов в ходе подсосного периода отражалось на количестве глобулинов и значении Alb/Gl-коэффициента (табл. 1). Если через 1 мес. лактации уровень глобулинов в сыворотке крови коров достоверно не зависел от их возраста ($38,77 \pm 0,84 - 39,37 \pm 1,88$ г/л), то через 4 мес. увеличился и составил в I гр. $46,84 \pm 1,04$ г/л, во II и III – $53,63 \pm 2,52$ и $55,33 \pm 2,09$ г/л, в IV – $49,28 \pm 2,46$ г/л, обуславливая снижение белкового коэффициента до $0,46 \pm 0,03 - 0,51 \pm 0,03$ усл.ед. Значит, в ходе подсосного периода повышалась роль глобулиновых белков как в транспорте питательных веществ, так и защите организма от действия различных факторов.

Возрастная и лактационная динамика белковых параметров в крови коров отражалась на активности ферментов переаминирования. Во-первых, концентрация АсАТ, независимо от возраста животных опытных групп и длительности подсосного периода, в 1,38–1,82 раза превосходила уровень АлАТ. Значит, свободные аминокислоты в организме коров преимущественно использовались как метаболиты цикла Кребса, т.е. для энергетических целей. Во-

вторых, активность аминотрансфераз через 1 мес. подсосного периода достоверно не зависела от возраста животных (АсАТ и АлАТ колебались в интервале $1,67 \pm 0,07 - 1,98 \pm 0,03$ и $1,21 \pm 0,06 - 1,30 \pm 0,05$ ммоль/ч·мл соответственно, а их соотношение АсАТ/АлАТ – в пределах $1,37 \pm 0,07 - 1,64 \pm 0,08$ усл.ед.). В-третьих, через 4 мес. подсосного периода активность аминотрансфераз увеличилась: АсАТ на 5,08–38,33%, АлАТ на 5,74–25,61% в зависимости от возраста коров. Максимальный прирост уровня ферментов был отмечен в организме 3- и 5-летних животных. При этом соотношение АсАТ/АлАТ практически не изменялось. Следовательно, через 4 мес. лактации в организме коров свободные аминокислоты более активно использовались для энергетических и пластических целей посредством реакций, катализируемых аминотрансферазами, что было результатом развития беременности. Аналогичные данные получены в ходе ранее проведенных исследований [8].

Интенсивность белкового метаболизма в организме животных сопряжена с функциональной активностью щитовидной железы, которую можно оценить по концентрации T_3 и T_4 [9]. Содержание тиреоидных гормонов в крови коров зависело от возраста и длительности подсосного периода (табл. 2). Так, к концу 1-го месяца лактации уровень общего тироксина и трийодтиронина был минимальным в крови первотёлок, а максимальным – у 8-летних коров. При этом увеличение концентрации тиреоидных гормонов сопровождалось повышением скорости превращения тироксина в трийодтиронин. Следовательно, в начале подсосно-

1. Биохимический состав крови коров, (n=10; $X \pm Sx$)

Показатель	Подсосный период, мес.	Группа			
		I	II	III	IV
Общий белок, г/л	1-й	$66,01 \pm 1,46$	$69,21 \pm 1,56^*$	$72,64 \pm 1,01^{***}$	$72,76 \pm 0,99^{***}$
	4-й	$68,87 \pm 0,85$	$79,41 \pm 2,36^{***}$	$80,64 \pm 1,45^{***}$	$74,62 \pm 2,81$
Альбумины, г/л	1-й	$27,24 \pm 0,70$	$29,84 \pm 0,43$	$34,37 \pm 1,24^*$	$34,43 \pm 0,49^*$
	4-й	$22,03 \pm 0,61$	$25,78 \pm 1,20^*$	$25,31 \pm 0,88^*$	$25,34 \pm 0,61^*$
Альбумины, %	1-й	$41,27 \pm 0,42$	$43,11 \pm 1,24^*$	$47,32 \pm 1,80^{***}$	$47,32 \pm 0,47^{***}$
	4-й	$31,99 \pm 0,95$	$32,46 \pm 1,67$	$31,38 \pm 1,52$	$33,96 \pm 1,60$
Глобулины, г/л	1-й	$38,77 \pm 0,84$	$39,37 \pm 1,88$	$38,27 \pm 1,59$	$38,33 \pm 0,69$
	4-й	$46,84 \pm 1,04$	$53,63 \pm 2,52$	$55,33 \pm 2,09^*$	$49,28 \pm 2,46$
Alb/Gl, усл. ед.	1-й	$0,70 \pm 0,01^*$	$0,76 \pm 0,04^{**}$	$0,89 \pm 0,06^{***}$	$0,90 \pm 0,02^{***}$
	4-й	$0,47 \pm 0,02$	$0,48 \pm 0,04$	$0,46 \pm 0,03$	$0,51 \pm 0,03$
Мочевина, ммоль/л	1-й	$3,45 \pm 0,09$	$3,71 \pm 0,17$	$4,06 \pm 0,12^*$	$4,50 \pm 0,13^{***}$
	4-й	$3,91 \pm 0,12$	$4,25 \pm 0,17$	$4,31 \pm 0,14$	$4,39 \pm 0,11^*$
ОБ/мочевина, усл. ед.	1-й	$19,13 \pm 0,64$	$18,65 \pm 0,61$	$17,89 \pm 0,57$	$16,35 \pm 0,55$
	4-й	$17,61 \pm 0,77$	$18,68 \pm 0,37$	$18,71 \pm 0,64$	$17,00 \pm 0,51$
Alb/мочевина, усл. ед.	1-й	$7,89 \pm 0,30$	$8,04 \pm 0,38$	$8,47 \pm 0,29$	$7,65 \pm 0,30$
	4-й	$5,63 \pm 0,51$	$6,07 \pm 0,41$	$5,87 \pm 0,32$	$5,77 \pm 0,38$
АсАТ, ммоль/ч·мл	1-й	$1,67 \pm 0,07$	$1,80 \pm 0,07$	$1,98 \pm 0,03$	$1,97 \pm 0,04$
	4-й	$1,77 \pm 0,11$	$2,49 \pm 0,10^{***}$	$2,39 \pm 0,07^{***}$	$2,01 \pm 0,09$
АлАТ, ммоль/ч·мл	1-й	$1,22 \pm 0,09$	$1,28 \pm 0,19$	$1,21 \pm 0,06$	$1,30 \pm 0,05$
	4-й	$1,29 \pm 0,07$	$1,51 \pm 0,06^*$	$1,52 \pm 0,09^*$	$1,39 \pm 0,08$
АсАТ/АлАТ, усл. ед.	1-й	$1,37 \pm 0,07$	$1,41 \pm 0,13$	$1,64 \pm 0,08$	$1,52 \pm 0,05$
	4-й	$1,38 \pm 0,06$	$1,65 \pm 0,10$	$1,57 \pm 0,11$	$1,49 \pm 0,14$

Примечание: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ по отношению к I гр.

го периода активность щитовидной железы была результатом напряжения функций организма, обеспечивающих процесс молокообразования [3, 4], а также регуляции дополнительного, индуцированного холодом термогенеза [9]. При этом у 8-летних коров лактация сопровождалась более интенсивным метаболизмом тиреоидных гормонов.

В конце 4-го месяца лактации (табл. 2), т.е. в середине подсосного периода, уровень тироксина превосходил величину «через 1 месяц» на 7,04–40,51% в зависимости от возраста коров. При этом максимально концентрация гормона повышалась в организме 3- и 5-летних животных. В то же время концентрация трийодтиронина, наоборот, снижалась в 1,16–4,02 раза, сопровождаясь уменьшением скорости дейодирования тироксина в трийодтиронин (T_4/T_3) в периферических тканях организма. Следовательно, в данный срок исследования функциональные резервы щитовидной железы в организме коров резко увеличились и генетически обусловленное плато значительно возросло. Логично предположить, что это было результатом развития беременности, инициирующей мобилизацию всех внутренних резервов организма коров, в том числе и эндокринных.

С целью оценки реализации функциональных резервов щитовидной железы в организме коров мы определили коэффициенты корреляции между гормонами и белковыми метаболитами крови в

зависимости от возраста. Анализ варибельности значений коэффициентов корреляции в зависимости от возраста коров и срока подсосного периода показал (табл. 3), что количество достоверных связей между трийодтиронином и показателями крови составило 43,75% от их общего количества, а между тироксином и биохимическими параметрами крови – только 14,58%. При этом концентрация T_3 коррелировала с уровнем альбуминов, особенно сильно через 1 мес. лактации ($r = -0,69 \pm 0,25 - -0,73 \pm 0,21, P < 0,05$), мочевины ($r = 0,73 \pm 0,24 - 0,92 \pm 0,14, P < 0,05$) и активностью АсАТ ($r = -0,70 \pm 0,25 - -0,87 \pm 0,17, P < 0,05$).

Следовательно, во-первых, биологические эффекты щитовидной железы в организме коров реализовывались в основном посредством действия трийодтиронина на клетки-мишени. Во-вторых, концентрация T_3 в крови животных была связана с количеством альбуминов, являющихся одним из транспортных белков гормона в кровеносной системе; мочевины, характеризующей степень задержки белкового азота в организме, и АсАТ – маркера использования свободных аминокислот для получения энергии в цикле Кребса, т.е. гормон через данные биохимические показатели регулировал свою биологическую активность и соотношение анаболических и катаболических процессов в белковом метаболизме. Необходимо отметить, что наличие достоверных корреляций между ти-

2. Концентрация тиреоидных гормонов, (n=10; X±Sx)

Показатель	Подсосный период, мес.	Группа			
		I	II	III	IV
Тироксин, нмоль/л	1-й	39,44±1,50	43,34±0,85	48,71±0,96***	52,00±2,19***
	4-й	43,44±0,89	56,82±1,88***	68,44±2,84***	55,66±2,39***
Трийодтиронин, нмоль/л	1-й	4,30±0,14	4,69±0,04**	6,60±0,12***	7,31±0,35***
	4-й	3,69±0,12	2,47±0,09***	2,45±0,06***	1,82±0,04***
T_4/T_3 , усл.ед.	1-й	9,22±0,35	9,24±0,25	7,38±0,17**	7,11±0,31***
	4-й	11,77±0,51	23,01±1,00*	27,93±0,72***	29,54±1,30***

Примечание: * – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001 по отношению к I гр.

3. Коэффициенты корреляции между тиреоидными гормонами и показателями крови, (n=10; X±Sx)

Показатель	Группа							
	I		II		III		IV	
	T_3	T_4	T_3	T_4	T_3	T_4	T_3	T_4
Общий белок	0,04±0,35 0,65±0,27	-0,44±0,32 0,53±0,30	0,23±0,34 0,62±0,28	0,46±0,31 0,45±0,32	0,29±0,34 0,48±0,31	0,55±0,29 0,15±0,35	-0,41±0,32 0,37±0,33	-0,41±0,32 0,30±0,34
Альбумины	-0,72±0,24* -0,64±0,27	-0,40±0,32 -0,13±0,35	-0,69±0,25* 0,68±0,26	-0,96±0,10 0,45±0,32	-0,73±0,21* -0,56±0,29	0,46±0,31 -0,05±0,35	-0,70±0,25* 0,60±0,28	-0,45±0,31 0,65±0,27
Глобулины	0,09±0,35 0,81±0,21*	-0,41±0,32 0,51±0,30	0,08±0,35 0,37±0,33	0,60±0,28 0,45±0,32	-0,15±0,35 0,58±0,29	-0,02±0,35 0,12±0,35	-0,65±0,27 0,31±0,34	-0,28±0,34 0,15±0,35
Мочевина	0,74±0,21* 0,86±0,18*	-0,64±0,27 -0,61±0,28	0,81±0,21* 0,69±0,25*	-0,34±0,33 0,45±0,32	0,76±0,23* 0,91±0,15*	0,24±0,34 0,92±0,14*	0,73±0,24* 0,78±0,21*	0,77±0,23* -0,39±0,32
АсАТ	-0,87±0,17* -0,71±0,25*	-0,06±0,35 -0,79±0,22*	-0,70±0,25* -0,63±0,30	-0,39±0,33 0,45±0,32	-0,70±0,25* -0,87±0,17*	-0,83±0,19* -0,49±0,31	-0,79±0,22* 0,74±0,24*	-0,14±0,35 -0,88±0,17*
АлАТ	-0,31±0,34 0,19±0,35	-0,19±0,35 -0,85±0,18*	-0,91±0,15* 0,44±0,32	0,44±0,32 0,45±0,32	0,56±0,29 0,21±0,35	-0,48±0,31 0,25±0,34	-0,62±0,28 -0,15±0,35	-0,74±0,23* 0,69±0,25

Примечание: в числителе – в конце 1-го месяца подсосного периода, в знаменателе – 4-го; * – P<0,05

роксином и биохимическими параметрами крови предполагает реализацию его физиологического действия без участия трийодтиронина.

Таким образом, интенсивность белкового метаболизма, определяющая в сыворотке крови уровень общего белка, альбуминов, глобулинов, мочевины, активность ферментов переаминирования зависят от возраста коров и длительности подсосного периода. Изменения белкового состава крови определяются вариабельностью уровня альбуминов в организме животных при вскармливании потомства. В конце 1-го месяца подсосного периода концентрация альбуминов в крови преимущественно обусловлена транспортными функциями белка, а в середине (в конце 4-го месяца лактации) — энергетическими и пластическими. Об этом свидетельствует величина Alb/мочевина, уменьшающаяся в ходе лактации на 24,57–30,69% и активность АсАТ и АлАТ, наоборот, увеличивающаяся соответственно на 5,08–38,33 и 5,74–25,61%. В ходе подсосного периода концентрация альбуминов в крови коров определяет уровень глобулинов. К концу 4-го месяца лактации содержание альбуминов уменьшается на 13,61–26,40%, а глобулинов, наоборот, увеличивается на 20,82–44,57%. Активность и направленность белкового метаболизма определяется активностью щитовидной железы и уровнем тиреоидных гормонов в крови коров. В ходе подсосного периода увеличиваются функциональные резервы щитовидной железы, о чём свидетельствует прирост концентрации тироксина на 7,04–40,51% и уменьшение трийодтиронина в 1,16–4,02 раза как результат замедления скорости биоконверсии T_4 в T_3 в периферических тканях организма. Биологические эффекты тиреоидных

гормонов на белковый метаболизм реализуются через трийодтиронин, уровень которого достоверно коррелирует с количеством альбуминов ($r = -0,69 \pm 0,25 - -0,73 \pm 0,21$, $p \leq 0,05$), мочевины ($r = 0,73 \pm 0,24 - 0,92 \pm 0,14$, $P < 0,05$) и активностью АсАТ ($r = -0,70 \pm 0,25 - -0,87 \pm 0,17$, $P < 0,05$).

Литература

1. Балабаев Б.К., Дерхо М.А. Возрастные особенности тиреоидного статуса и белкового обмена в организме животных казахской белоголовой породы // АПК России. 2016. № 23/3. С. 640–645.
2. Еременко В.И., Кретова В.М. Взаимосвязь тиреоидных гормонов и белка крови с молочной продуктивностью // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 3. С. 16–18.
3. Соловьёв Р.М. Использование показателей функциональной активности щитовидной железы в селекции молочного скота [Электронный ресурс]: дисс. ... канд. биол. наук, 06.02.07. Великие Луки: Великолукская ГСХА, 2011. 140 с. URL: <http://www.mgavm.ru/library/doc/diploms/ed-83.pdf> (дата обращения: 19.09.2016).
4. Попова Е.Л. Функциональные резервы эндокринных желёз и обмен веществ в прогнозировании молочной продуктивности скота: автореф. дисс. ... канд. биол. наук, 03.03.01. Курск: Курская ГСХА, 2015. 24 с.
5. Елисеенкова Е.Н., Дерхо М.А., Фомина Н.В. Липидный и ферментативный состав молозива и молока коров герефордской породы // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2008. Т. 192. С. 286.
6. Елисеенкова Е.Н., Фомина Н.В., Дерхо М.А. Влияние состава жира молока коров-матерей на продуктивные качества потомства герефордской породы в подсосный период // Аграрный вестник Урала. 2010. № 8 (74). С. 53–55.
7. Фомина Н.В., Дерхо М.А. Влияние генотипа коров-матерей герефордской породы на липидный состав молока // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 9. С. 91–94.
8. Чуличкова С.А., Дерхо М.А. Влияние естественных гонадотропинов на обмен веществ в организме коров // Вестник ветеринарии. 2015. № 2 (73). С. 49–53.
9. Нарыжнева Е.В. Сезонная и возрастная динамика содержания в сыворотке крови крупного рогатого скота тиреоидных гормонов // Вестник Оренбургского государственного университета. 2008. № 12. С. 60–62.
10. Blum J. W., Bruckmaier R.M., Vacher P.Y. Twenty-four-hour patterns of hormones and metabolites in week 9 and 19 of lactation in high-yielding dairy cows fed tryglycerides and free fatty acids // J. Vet. Med. A. 2000. Vol. 47. № 1. P. 43–60.