



БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АДАПТАЦИИ КОРОВ РАЗНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Ермишин (фото)

ассистент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы

А.В. Тимаков

к.б.н., доцент, директор Института агробизнеса

и новых технологий

ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА

*Ярославская порода,
михайловский тип,
голландский скот,
разные физиологические
группы, биохимические
показатели сыворотки
крови, напряжённость
обменных процессов,
гомеостаз*

*The Yaroslavl breed,
Mikhailovsky type,
the Holstein cattle, different
physiological groups,
biochemical indicators
of blood serum, intensity
of metabolic processes,
a homeostasis*

В настоящее время в Ярославской области ведётся строительство новых ферм-гигантов, которые планируется комплектовать и комплектуются импортным скотом, отселекционированным на высокую продуктивность с первой лактации. Как правило, это коровы голштинской породы. Всего по инвестиционным проектам за последние 15 лет в регионе построено и модернизировано 33 крупных молочных комплекса и до 2020 года предполагается строительство ещё девяти молочно-товарных комплексов: 5 – на 2400, 3 – на 1200 и 1 – на 830 голов дойного стада, производительностью соответственно на 50, 25 и 17,5 тонн молока в сутки. Система содержания животных на таких комплексах преимущественно беспривязная. Однако некоторые хозяйства содержат завозной скот привязным способом, например, племенной завод ОАО «Михайловское», где и проводились наши исследования. Это один из ведущих племенных заводов по ярославской породе скота и хозяйство-оригинатор нового интенсивного типа молочного скота, внесённого в Государственный реестр селекционных достижений с названием «Михайловский» [1]. Здесь разводят скот ярославской, голштинской пород и михайловского типа.

Весь голштинский скот размещают преимущественно на фермах с беспривязным содержанием. Некоторые хозяйства стали строить новые комплексы с аналогичной технологией для отечественного скота, а также потомства, полученного от импортных животных.

В 2011 году в ОАО «Михайловское» Ярославской области были закуплены импортные нетели в количестве 400 голов голштинской породы канадской селекции. Проблема адаптации импортного скота в данных средовых условиях является весьма актуальной, что обусловлено не только сложившейся непростой ситуацией на продовольственном рынке страны, но и необходимостью импортозамещения, которое провозглашено приоритетным направлением работы в сельском хозяйстве Российской Федерации.

Данная научная работа является частью многолетних прикладных исследований по изучению адаптации импортного скота в условиях Ярославской области и выполнена по тематике научно-исследовательской работы кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА: «Повысить эффективность использования генетических ресурсов продуктивности молочного скота современными методами зоотехнической науки и разработать методики применения биостимуляторов в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы для наибольшей реализации наследственного потенциала», имеющей номер Государственной регистрации 01201154318.

Изучение адаптационной способности животных предполагает анализ их хозяйственно-полезных и биологических особенностей. Последние характеризуются состоянием метаболических процессов в организме животных. Основным индикатором, раскрывающим картину метаболизма в организме животных, является кровь. Как одной из важнейших систем организма ей принадлежит решающее значение в регулировании его жизнедеятельности; она отражает незаметные, на первый взгляд, изменения. Кровь играет главную роль в поддержании гомеостаза, то есть относительного динамического постоянства внутренней среды организма.

Целью наших исследований являлось определение и анализ биохимических показателей крови коров разных пород при адаптации к хозяйственным условиям Ярославской области.

Для этого были поставлены следующие задачи:

- изучить биохимические показатели крови коров разных пород с биометрической обработкой данных и установить соответствие нормам состояние обменных процессов в организме животных;

- определить достоверные корреляционные взаимосвязи между этими показателями и объяснить их природу;

- выявить возможные отличия животных импортной и отечественной селекции по биохимическим маркерам адаптации к хозяйственным условиям.

Материал и методы исследования

Для биохимической оценки крови скота было сформировано три группы коров по 10 голов в каждой: I (контрольная) – чистопородные ярославские коровы, II (опытная) – чистопородный голштинский скот и III (опытная) – животные михайловского типа ярославской породы с до-

лей кровности по голштинам 75–80%. Коров отбирали по методу парных аналогов, но так, чтобы животные каждой из пород были представлены разными физиологическими состояниями – новорожденные (с 15–20 дня после отёла), в середине лактации (4–5-й месяц) и сухостойные. Забор крови из яремной вены у клинически здоровых животных проводили в весенний переходный период однократно в утренние часы до кормления. Общее количество проб крови составило 30: по 10 проб от каждой группы коров (1 контрольная и 2 опытных).

Биохимические показатели крови определяли в ГБУ «Ярославская областная ветеринарная лаборатория» по следующим методикам: общий белок – рефрактометрическим методом; белковые фракции (альбумины и глобулины) – турбидиметрическим методом; каротин – методом Бессея в модификации В.И. Левченко; активность ферментов аспаратаминотрансферазы (АсТ) и аланинаминотрансферазы (АлТ) – динитрофенилгидрозоновым методом (Райтмана–Френкеля) [2]; общий кальций, неорганический фосфор (Фн), глюкозу и активность щелочной фосфатазы (ЩФ) – на полуавтоматическом анализаторе для биохимического и иммунотурбидиметрического анализа с проточной кюветой «Vitalon-400» с соответствующими наборами реактивов – «КАЛЬЦИЙ-ВИТАЛ», «ФОСФОР-ВИТАЛ», «ГЛЮКОЗА-ВИТАЛ-03», «ЩЕЛОЧНАЯ ФОСФАТАЗА-ВИТАЛ-02» (Витал Диагностика СПБ (Vital Diagnostics)).

Полученные результаты биохимического анализа обрабатывали методами вариационной статистики с использованием пакета программ Microsoft Office и расчётом основных биометрических показателей: средней арифметической, ошибки средней арифметической, коэффициента вариации, среднего квадратического отклонения, разности и ошибки разности, коэффициента корреляции и ошибки корреляции, критерия достоверности разности и корреляции при трёх уровнях вероятности [3].

Результаты исследований

Всё поголовье основного стада в ОАО «Михайловское» содержится в одинаковых условиях независимо от породных особенностей – привязным способом с двукратным доением в молокопровод трёхтактными аппаратами АДМ-8 и моционом на выгульных площадках. Навозоудаление осуществляется скребковыми транспортерами. Механизированная раздача кормосмеси проводится миксером по групповым нормам.

Новотельным коровам дают на раздой, начиная с 11-го дня после отёла, дополнительно до двух кормовых единиц рациона к нормам на фактический удой. Нормы для этих животных пересматривают после каждого контрольного доения.

Отбор подконтрольных коров по принципу аналогов позволил выявить достоверное влияние технологического фактора на биохимические показатели состояния метаболизма коров разных пород.

Уровень общего белка в крови у всех групп животных разных физиологических состояний находился в пределах нормы, с небольшими колебаниями значений – от 68,30 до 87,40 г/л.

Определение концентрации фракций белка в сыворотке крови коров показало, что уровень альбуминов в крови всех животных находился в рамках референсных значений с лимитами от 31,63 до 47,20 г/л. Глобулины также находились в пределах нормы, лишь у новотельных коров голштинской породы показатели глобулиновой фракции сыворотки крови оказались немного выше – 46,33 г/л (табл. 1).

Повышенное содержание глобулинов (главным образом, за счёт активного синтеза антител-иммуноглобулинов) в крови, особенно в совокупности с высокими показателями ферментов трансаминирования – биохимическими маркерами адаптации, свидетельствует о напряжённости обменных процессов в организме этих животных. Как видно из данных таблицы 1, в первые месяцы после отёла показатель аланинаминотрансферазы у коров голштинской породы приближается к верхней границе нормы (от 20,44 до 42,81 ЕД/л, в среднем – 29,09 ЕД/л), а в середине лактации превышает её почти вдвое (21,05–93,52 ЕД/л, в среднем – 61,72 ЕД/л).

У коров михайловского типа и ярославской породы данные показатели были более стабильными, но находились на высоком уровне. Это также говорит о напряжённости метаболических процессов.

У всех животных в период новотельности значения показателей аминотрансфераз были повышенными, что объясняется физиологическим состоянием коров. Их корреляция оказалась следующей (табл. 2): у новотельных животных и коров, находящихся в запуске, – высокая отрицательная (у животных III группы $r = -0,89$, при $P \geq 0,95$; у остальных коров корреляция недостоверная), а у животных в середине лактации – высокая положительная (у животных III группы

$r = +0,89$, при $P \geq 0,99$; у остальных коров корреляция оказалась недостоверной).

Хотя достоверной разницы между показателями белкового обмена не выявлено, тем не менее, просматривается явная тенденция большей напряжённости обменных процессов белка, исходя из повышенной активности ферментов пепреаминирования у голштинского скота в самый интенсивный для организма период лактации – раздой (табл. 3).

Сопряжённость значений сывороточных альбуминов и глобулинов животных всех физиологических групп и генотипов имела закономерный обратный характер: коровы I группы в запуске имели $r = -0,93$ ($P \geq 0,99$); у животных II группы в период новотельности $r = -0,78$ ($P \geq 0,95$), в середине лактации $r = -0,93$ ($P \geq 0,99$), в сухостойный период $r = -0,96$ ($P \geq 0,99$); у коров III группы в запуске коэффициент корреляции оказался равным $-0,89$ ($P \geq 0,95$). При изменении содержания альбуминов динамика концентрации глобулиновой фракции была прямо противоположной (табл. 2). Альбумины – основные резервные белки, во многом определяющие свойства сыворотки крови и течение ряда обменных процессов.

Уровень каротина в сыворотке крови по всем животным не выходил за пределы референсных значений – от 0,31 до 0,69 мг%.

Выявлена тесная взаимосвязь каротина с обменом и синтезом белка, особенно с глобулиновой фракцией (высокая положительная корреляция): новотельные коровы III группы имели $r = +0,93$ ($P \geq 0,99$), сухостойные – коэффициент корреляции, равный $+0,99$ ($P \geq 0,999$). Доказано его участие в углеводном обмене (высокая положительная корреляция с содержанием глюкозы) – у коров III группы, находящихся на раздое, $r = +0,95$ ($P \geq 0,999$). Определена тесная связь между содержанием макроэлементов (особенно кальция, высокая положительная) и уровнем каротина в крови животных. Коэффициент корреляции у новотельных коров I группы составил $+0,79$ ($P \geq 0,95$); у животных II и III групп, находящихся на раздое, $r = +0,97$ ($P \geq 0,99$) и $r = +0,80$ ($P \geq 0,95$), соответственно. У коров всех групп, находящихся в запуске, корреляция была отрицательной: ярославские чистопородные животные имели $r = -0,99$ ($P \geq 0,999$); у коров михайловского типа $r = -0,88$ ($P \geq 0,95$); у голштинских коров корреляция оказалась недостоверной. Полученные результаты взаимосвязи содержания каротина и кальция в сыворотке крови свидетельствуют

Таблица 1 – Результаты биохимического анализа крови новотельных коров

Показатели	Общий белок, г/л	Альбумины, г/л	Глобулины, г/л	Альбумино-глобулиновый коэффициент	Каротин, мг%	Кальций, моль/л	Фн ₁ , моль/л	Са : Р	Глюкоза, моль/л	АсТ, ЕД/л	АлТ, ЕД/л	ЩФ, ЕД/л
Норма (референсные значения)	72–86	30–50	36–42	0,83–1,19	0,40–1,00	2,50–3,13	1,45–1,94	1,60–2,00	2,20–3,30	46–110	6,9–35	18–153
I группа	M ± m	41,06 ± 1,14	37,74 ± 2,78	1,11 ± 0,11	0,47 ± 0,07	3,05 ± 0,13	3,90 ± 0,71	0,85 ± 0,18	2,47 ± 0,18	42,10 ± 13,33	42,62 ± 8,60	39,11 ± 6,96
	C _v %	4,25	4,80	12,77	16,86	7,19	31,63	37,58	12,64	54,86	34,94	30,83
II группа	M ± m	83,10 ± 3,18	36,77 ± 2,53	17,72	0,44 ± 0,02	2,46 ± 0,16	2,94 ± 0,25	0,84 ± 0,05	3,12 ± 0,67	63,97 ± 18,01	29,09 ± 5,76	42,00 ± 4,96
	C _v %	6,62	11,91	17,72	8,09	11,13	14,62	10,41	37,41	48,77	34,28	20,46
III группа	M ± m	77,83 ± 2,37	39,57 ± 2,86	38,27 ± 3,66	0,52 ± 0,01	3,97 ± 0,41	5,57 ± 0,23	0,72 ± 0,10	6,91 ± 1,95	109,29 ± 32,89	36,97 ± 8,74	42,79 ± 8,69
	C _v %	4,30	10,24	13,54	1,92	14,59	5,74	19,44	39,90	42,56	33,43	28,74
Разность показателей между I и II группами		4,30 ± 3,72	4,29 ± 2,77	8,59 ± 5,50	0,29 ± 0,18	0,59 ± 0,21*	0,96 ± 0,75	0,01 ± 0,19	0,65 ± 0,69	21,87 ± 22,41	13,53 ± 10,35	2,89 ± 8,55
	d ± m _d	1,07 ± 3,06	1,49 ± 3,08	0,53 ± 4,60	0,05 ± 0,21	0,92 ± 0,43	1,67 ± 0,75	0,13 ± 0,21	4,44 ± 1,96	67,19 ± 34,73	5,65 ± 12,26	3,68 ± 11,13
Разность показателей между II и III группами		5,27 ± 3,96	-2,80 ± 3,82	8,06 ± 5,99	-0,24 ± 0,22	-2,63 ± 0,34**	-2,63 ± 0,34**	0,12 ± 0,11	-3,79 ± 2,06	-45,37 ± 37,50	-7,89 ± 10,47	-0,79 ± 10,01
	d ± m _d											

Примечание: * – разность достоверна при P > 0,95;

** – разность достоверна при P > 0,999.

Таблица 2 – Корреляция основных биохимических показателей крови коров

Корреляция	Группы коров в зависимости от физиологического состояния								
	новотельные коровы			коровы на раздое			сухостойные коровы		
	Породные группы коров								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
АлТ – АсТ	+0,33	-0,66	-0,89*	-0,39	+0,49	+0,89**	+0,12	-0,36	-0,15
Альбумины – глобулины	-0,84**	-0,89*	-0,76	+0,73	-0,93**	-0,32	-0,96**	-0,96**	-0,89*
Каротин – глобулины	+0,23	-0,25	+0,93**	-0,29	-0,69	+0,55	-0,19	+0,54	+0,99***
Каротин – глюкоза	-0,66	-0,70	+0,31	-0,08	-0,87*	+0,95***	+0,79	+0,75	-0,01
Каротин – Са	+0,79*	-0,80*	+0,60	-0,56	+0,97**	+0,80*	-0,99***	+0,66	-0,88*
Са – АсТ	+0,53	+0,16	+0,12	+0,32	0,89*	-0,78*	+0,42	-0,08	-0,12
Са – АлТ	-0,33	-0,79*	-0,56	-0,99***	+0,05	-0,51	+0,95**	+0,96**	+0,99***
Са – ЩФ	-0,16	-0,72*	-0,99***	-0,87*	-0,99***	-0,17	+0,68	-0,05	+0,46
Альбумины – Са	-0,45	-0,20	+0,41	+0,07	+0,59	+0,54	+0,03	-0,90*	+0,99***
Глобулины – Са	-0,11	+0,70*	+0,27	-0,63	-0,84*	+0,20	+0,34	+0,99***	-0,89*
Фн – ЩФ	+0,69	-0,99***	+0,93**	-0,97***	-0,59	+0,86**	-0,15	-0,91*	+0,04
Фн – глюкоза	-0,25	-0,03	-0,98***	+0,97***	-0,23	+0,50	+0,99***	+0,34	-0,04
Са – Р	+0,15	+0,67	-0,87*	+0,74	+0,49	+0,13	-0,82*	+0,46	+0,91*

Примечание: * – корреляция достоверна при $P > 0,95$;
 ** – корреляция достоверна при $P > 0,99$;
 *** – корреляция достоверна при $P > 0,999$.

об изменениях в обменных процессах в зависимости от физиологического состояния животных (табл. 1, 3, 4).

Каротин связан в крови с β -глобулинами, окисленные формы каротина – с α -глобулинами. Связь каротина с β -глобулинами предохраняет провитамин А от окисления молекулярным кислородом и обеспечивает перенос его кровью в различные ткани [4]. Результаты наших исследований доказывают значительную положительную связь между каротином сыворотки крови животных и глобулиновой фракцией.

Известно, что понижение уровня витамина А в сыворотке крови (А-гиповитаминоз) наблюдается при недостаточном поступлении каротина, нарушении преобразования его в витамин А при хроническом воспалении слизистой оболочки кишечника, недостатке в рационе протеина, кобальта, йода, легкорастворимых сахаров, а значит, и глюкозы в крови [4]. Следовательно, повышение глюкозы в крови вызовет и повышение содержания каротина. Это доказывает их высокую положительную корреляцию. У голштинских чистопородных коров, находящихся в середине лактации, она высокая отрицательная: $r = -0,87$

($P \geq 0,95$). Это может быть связано с нарушениями углеводно-минерального обмена. Середина лактации – самый напряжённый период для организма коровы.

Была выявлена достоверная корреляционная связь уровня щелочной фосфатазы и ионов кальция в сыворотке крови коров. У новотельных коров и животных, находящихся в середине лактации, обнаружена сильная отрицательная взаимосвязь этих компонентов крови: животные I группы в период раздоя имели $r = -0,87$ ($P \geq 0,95$); у новотельных и раздаивающихся коров II группы $r = -0,72$ ($P \geq 0,95$) и $r = -0,99$ ($P \geq 0,999$), соответственно; новотельные животные III группы имели коэффициент корреляции, равный $-0,99$ ($P \geq 0,999$). У коров в запуске корреляция слабая положительная, но недостоверная. Это обусловлено тем, что после отёла и в период раздоя коров кальций активно вымывается из костей и выносится с молоком (казеинаткальцийфосфатные комплексы, альбуминовые комплексы, иммуноглобулины), а у сухостойных животных идёт накопление кальция в организме в связи с ростом плода и предстоящими родами. Уровень щелочной фосфатазы в первых двух физиологических

Таблица 3 – Результаты биохимического анализа крови коров на раздое

Показатели	Общий белок, г/л	Альбумины, г/л	Глобулины, г/л	Альбумино-глобулиновый коэффициент	Каротин, мг%	Кальций, моль/л	Фн, моль/л	Са:Р	Глюкоза, моль/л	АСТ, ЕД/л	АлТ, ЕД/л	ЩФ, ЕД/л
Норма (референсные значения)	72–86	30–50	36–42	0,83–1,19	0,40–1,00	2,50–3,13	1,45–1,94	1,60–2,00	2,20–3,30	46–110	6,9–35	18–153
I группа	M ± m	38,43±0,13	35,50±2,31	1,09±0,07	0,69±0,09	2,99±0,37	3,30±0,71	0,94±0,12	4,64±0,96	58,72±6,00	32,91±8,55	69,49±18,27
	C _v %	0,48	9,21	9,58	19,17	17,28	30,33	18,69	29,28	14,44	36,75	37,19
II группа	M ± m	40,53±4,36	37,30±2,29	1,10±0,18	0,53±0,11	2,82±0,41	2,53±0,31	1,13±0,17	2,70±1,39	68,41±23,40	61,72±26,19	48,19±7,37
	C _v %	15,20	8,69	23,18	28,15	20,39	17,18	21,05	73,02	48,38	60,01	21,62
III группа	M ± m	36,74±1,90	39,09±7,64	1,04±0,23	0,37±0,08	3,42±0,55	5,80±2,43	0,85±0,30	5,16±1,33	73,85±31,39	39,76±8,61	41,15±1,66
	C _v %	8,98	33,87	38,40	37,42	27,95	72,50	61,38	44,57	73,61	37,49	6,98
Разность показателей между I и II группами		2,10±4,36	1,80±3,25	0,01±0,19	0,16±0,14	0,17±0,55	0,77±0,77	0,19±0,21	1,94±1,69	9,69±16,00	28,81±27,55	21,30±19,70
	d ± m _d	1,90±7,66	1,69±1,20	3,59±7,98	0,05±0,24	0,32±0,12*	0,43±0,66	2,50±2,53	0,09±0,32	0,52±1,88	15,13±31,96	3,85±12,13
Разность показателей между II и III группами		3,79±4,75	-1,79±7,98	0,06±0,29	0,16±0,13	-0,60±0,69	-3,27±2,45	0,28±0,34	-2,46±1,92	-5,44±39,15	21,96±27,57	7,04±7,55

Примечание: * – разность достоверна при P > 0,95.

Таблица 4 – Результаты биохимического анализа крови сухостойных коров

Показатели	Общий белок, г/л	Альбумины, г/л	Глобулины, г/л	Альбумино-глобулиновый коэффициент	Каротин, мг%	Кальций, моль/л	Фн, моль/л	Са : Р	Глюкоза, моль/л	АсТ, ЕД/л	АлТ, ЕД/л	ЩФ, ЕД/л
Норма (референсные значения)	72–86	30–50	36–42	0,83–1,19	0,40–1,00	2,50–3,13	1,45–1,94	1,60–2,00	2,20–3,30	46–110	6,9–35	18–153
	77,83±2,37	37,07±2,10	40,76±4,18	0,93±0,14	0,37±0,06	2,67±0,24	3,47±0,30	0,78±0,13	2,75±0,87	52,83±17,65	33,26±1,87	34,28±7,07
I группа	4,30	8,00	14,51	21,59	22,04	12,82	12,30	23,62	44,92	47,24	7,96	29,16
	73,87±8,54	35,91±3,32	37,96±11,65	1,11±0,43	0,54±0,05	3,06±0,94	2,85±0,26	1,07±0,29	3,57±1,48	44,96±12,78	22,55±5,66	63,70±12,06
II группа	16,35	13,06	43,42	54,04	13,98	43,43	13,11	38,44	58,79	40,20	35,51	26,78
	73,90±4,78	37,09±1,97	36,81±6,45	1,06±0,22	0,31±0,02	3,25±0,75	3,41±0,77	0,96±0,09	2,30±0,70	75,05±23,49	31,67±8,35	43,21±0,94
III группа	9,14	7,51	24,77	29,08	10,26	32,76	32,01	13,54	42,74	44,25	37,30	3,08
	3,96±8,86	1,16±3,93	2,78±12,38	0,18±0,45	0,03±0,07	0,39±0,97	0,62±0,40	0,29±0,32	0,82±1,72	7,87±21,79	10,71±5,96	29,42±13,98
Разность показателей между I и II группами	3,93±5,34	0,02±2,88	3,93±7,69	0,13±0,26	0,05±0,07	0,58±0,79	0,06±0,83	0,18±0,16	0,45±1,12	22,22±29,38	1,59±8,56	8,93±7,13
	-0,03±10,89	-1,18±4,33	1,15±14,80	0,06±0,52	0,23±0,06*	-0,19±1,42	-0,57±1,12	0,11±0,32	1,26±1,78	-30,09±35,59	-9,13±13,10	20,49±12,13

Примечание: * – разность достоверна при P > 0,95.

состояниях закономерно повышен, хотя и находится в пределах нормы: от 39,11 до 42,79 ЕД/л – у новотельных коров, и от 41,15 до 69,49 ЕД/л – у животных на раздое.

Во многих случаях содержание общего кальция в крови может существенно изменяться (уменьшаться) при снижении уровня альбуминов в крови, и наоборот. Следует обратить особое внимание на то, что концентрация ионизированного кальция остаётся неизменной [2]. Действительно, нами была выявлена большая корреляционная связь общего кальция с белками крови, причём корреляция оказалась положительной с той фракцией белка, которой больше в сыворотке. Соответственно, с другой фракцией, которой содержалось меньше в сыворотке, кальций коррелировал отрицательно – коэффициент корреляции варьировал от $-0,90$ до $+0,99$, при $P \geq 0,95 - 0,999$. При практическом равенстве содержания обеих фракций в крови корреляция оказывалась недостоверной.

Следует отметить, что выявленная достоверная разность по содержанию кальция в сыворотке крови между новотельными коровами голштинской породы и ярославскими чистопородными (табл. 1) указывает на предрасположенность высокопродуктивных коров к гипокальциемии (разность по суточным удоям составляет 5,19 кг между указанными выше группами коров, при $P \geq 0,95$) [5, 6]. Между показателями молочной продуктивности новотельных коров не оказалось достоверной разности, хотя скот III группы превосходил по суточному удою коров II группы на 1,32 кг, по количеству молочного жира – на 0,16 и белка – на 0,06 кг.

Корреляционный анализ между показателями содержания кальция в крови и молочной продуктивностью новотельных коров I и II групп показал, что корреляция суточного удоя с содержанием кальция сыворотки крови составила $+0,81$ ($P \geq 0,95$) и $+0,99$ ($P \geq 0,999$) у коров ярославской и голштинской пород соответственно, взаимосвязь кальция крови и молочного жира оказалась высокой положительной ($+0,55$ и $+0,89$, при $P \geq 0,99$), корреляция молочного белка с кальцием составила $+0,72$ ($P \geq 0,95$) и $+0,99$ ($P \geq 0,999$) соответственно. Кальций в молоке связан с основным белком – казеином, образует казеинаткальций-фосфатный комплекс. Связь с молочным жиром также легко объяснима, учитывая строение молочного жира. Нативные оболочки шариков жира содержат на поверхности полярные группы – фосфатные группы фосфатидилхолина и других

фосфолипидов, карбоксильные группы, аминокислотные группы, *COOH*-группы сиаловой кислоты белковых и углеводных компонентов. На поверхности шариков создаётся суммарный отрицательный заряд (их изоэлектрическое состояние наступает при pH молока около 4,5). К отрицательно заряженным группам присоединяются катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} и других минеральных компонентов молочной плазмы [7].

Концентрация неорганического фосфора в сыворотке крови коров повышена у всех животных, но особенно у коров через 15 дней после отёла (от 2,94 до 5,57 ммоль/л) и на четвёртом – пятом месяце лактации (от 2,53 до 5,80 ммоль/л).

При нормальном уровне альбуминов наблюдалось повышение содержания кальция и активности аланинаминотрансферазы у отдельных коров михайловского типа и ярославской породы. Это может свидетельствовать о наличии у данных животных гинекологических нарушений. На это обстоятельство косвенно указывают данные бонитировки скота в ОАО «Михайловское»: за 2013 год по причине гинекологических заболеваний и яловости выбыло 67 голов, или 19,1%, по заболеваниям вымени – 53 головы, или 15,1%, по причине болезней конечностей – 47 голов, или 13,4%. Корреляция между показателями содержания кальция и активности аланинаминотрансферазы в сыворотке крови оказалась недостоверной, за исключением группы новотельных голштинских ($r = -0,79$, при $P \geq 0,95$) и ярославских чистопородных коров в период раздоя ($r = -0,99$, при $P \geq 0,999$). У сухостойных животных взаимосвязь означенных выше показателей была высокой положительной: у голштинских коров $r = +0,96$ ($P \geq 0,99$); животных михайловского типа $r = +0,99$ ($P \geq 0,999$); у ярославских чистопородных животных $r = +0,95$ ($P \geq 0,99$).

Показатель содержания фосфора в крови необходимо оценивать в комплексе с кальцием и активностью щелочной фосфатазы. По нашим данным, наивысшие значения активности указанного фермента достигнуты у коров голштинской породы, находящихся в запуске (в среднем 63,70 ЕД/л), и чистопородных ярославских животных в середине лактации (в среднем 69,49 ЕД/л) (табл. 2, 3). Это связано с тем, что в указанные периоды у коров идёт активное образование тканей за счёт быстрого роста плода, а также, особенно у обильномолочных животных, может происходить процесс выноса фосфора из организма за счёт вымывания фосфатов из костей и, как следствие, нарушения процессов костеобразования

с увеличением резорбции костной ткани. На данное обстоятельство указывает одновременное увеличение активности щелочной фосфатазы и содержания неорганического фосфора в сыворотке крови исследуемых животных. Нами выявлена значительная положительная корреляция между этими показателями крови коров: у животных III группы в период новотельности $r = +0,93$ ($P \geq 0,99$), в середине лактации $r = +0,86$ ($P \geq 0,99$). У остальных коров корреляция оказалась закономерно сильной отрицательной, либо слабой и недостоверной. Щелочная фосфатаза участвует в обмене фосфорной кислоты, отщепляя её от органических соединений и способствуя транспорту фосфора в организме.

Анализируя молочную продуктивность подконтрольных коров, видим, что самые высокие показатели обильно-, жиро- и белкомолочности имели коровы михайловского типа периодов новотельности и раздоя. Разность по суточному удою между михайловским типом и ярославскими чистопородными животными у новотельных коров составила 6,51 кг ($P \geq 0,95$), по количеству молочного жира – 0,26 ($P \geq 0,95$) и белка – 0,14 кг. Разность по суточному удою между михайловским типом и ярославскими чистопородными животными у коров в период раздоя составила 8,11 кг ($P \geq 0,99$), по молочным жиру – 0,27 кг ($P \geq 0,95$) и белку – 0,22 кг ($P \geq 0,95$), соответственно. Коровы михайловского типа превосходили голштинских в период раздоя по удою на 1,78 кг, по количеству молочного жира – на 0,13 кг и белка – на 0,13 кг. Разность по удою между голштинским скотом и ярославскими чистопородными животными у коров в этот же период соответственно составила 7,43 кг ($P \geq 0,95$), по количеству молочного жира – 0,18 кг и белка – 0,13 кг.

В подтверждение тому, что коровы III группы имели самые высокие показатели молочной продуктивности, был проведён корреляционный анализ данных параметров у скота михайловского типа, в результате которого оказалось, что активность щелочной фосфатазы у новотельных животных тесно связана с уровнем удоев ($r = +0,89$, при $P \geq 0,99$) и количеством молочного белка ($r = +0,82$, при $P \geq 0,95$), а также количеством белка в молоке коров, находящихся в середине лактации ($r = +0,81$, при $P \geq 0,95$).

Неорганический фосфор участвует в процессе образования аденозинтрифосфорной и аденозиндифосфорной кислот, которые, в свою очередь, участвуют в углеводном обмене. Об-

наружена тесная положительная связь между уровнем глюкозы в крови и неорганическим фосфором. Особенно это видно у ярославских чистопородных животных: в период раздоя ($r = +0,97$, при $P \geq 0,999$) и запуска ($r = +0,99$, при $P \geq 0,999$). У новотельных коров михайловского типа корреляция обратная ($r = -0,98$, при $P \geq 0,999$). По-видимому, это связано с тем, что в первые дни после отёла животных у них проявляется лактационная доминанта, что характеризуется торможением функции инсулярного аппарата на 58% по сравнению с сухостойным периодом. Возникает ситуация, когда в крови животного одновременно повышены уровень глюкозы (за счёт снижения выработки инсулина) и концентрация фосфора, вследствие чего происходит значительное отложение жира в теле. Соответственно живая масса у таких животных составляла 600–700 кг.

Важное диагностическое значение имеет соотношение кальция и фосфора в крови. Согласно полученным результатам, данный показатель был ниже нормальных значений. Это, прежде всего, связано с происходящими в организме животных интенсивными обменными процессами, описанными выше. Наименьшие значения соотношения кальция к фосфору в сыворотке крови оказались у новотельных коров всех пород. К середине лактации и запуску эти показатели приближались к норме, что носит биологически закономерный характер, и связано с отложением питательных и минеральных веществ в организме коров перед отёлом, а также напрямую зависит от уровня кормления животных.

Выявленная корреляционная связь общего кальция и фосфора в сыворотке крови подопытных коров закономерно оказалась высокой положительной (известно, что фосфор является связывающим ионы кальция анионом): у сухостойных коров михайловского типа $r = +0,91$, при $P \geq 0,99$ (у остальных животных корреляция оказалась недостоверной), за исключением новотельных животных михайловского типа и ярославских чистопородных коров в середине лактации (сильная отрицательная связь): $r = -0,87$, при $P \geq 0,95$ и $r = -0,82$, при $P \geq 0,95$, соответственно. Вероятно, это связано с напряжённостью обменных процессов, в частности, метаболизма белка у исследуемых коров данных групп.

Выводы

В условиях Ярославской области нами было установлено, что большинство ферментативных показателей крови, интегральные показатели об-

мена – концентрации общего белка, его фракций и глюкозы – укладываются в референсные значения. Показатели глобулиновой фракции белка, а также ферментов трансаминирования крови свидетельствуют о напряжённости обменных процессов у скота всех подопытных групп, но особенно выделяются коровы голштинской породы и михайловского типа, у которых они менее стабильны в период раздоя. Эти группы животных достоверно превышали по показателям молочной продуктивности коров ярославской породы. Высокое содержание кальция и фосфора, а также активности щелочной фосфатазы в крови животных михайловского типа, находящихся на 4–5-м месяце лактации и новотельных, тесно связаны с высокими показателями молочной продуктивности в данные периоды. Выявленные статистически значимые корреляционные связи между биохимическими показателями сыворотки крови коров соответствуют биологической закономерности.

В целом же, метаболические процессы можно считать сбалансированными. Достоверных различий между показателями крови очень мало, однако наблюдалась тенденция к увеличению активности ферментов переаминирования и пониженному содержанию кальция у голштинских новотельных коров и в середине лактации. Это можно объяснить адаптацией физиологиче-

ских функций при влиянии различных факторов внешней среды на организм животных для сохранения гомеостаза на биохимическом уровне. Кроме того, повышенная чувствительность к минеральному питанию является породной особенностью голштинского скота. Нарушение баланса минеральных компонентов в рационах приводит к характерным нарушениям в опорно-двигательном аппарате, что косвенно подтверждается частотой заболевания конечностей у коров в хозяйстве.

Поэтому адаптацию по биохимическим показателям крови животных голштинской породы можно считать удовлетворительной. У ярославского скота и животных михайловского типа соответствующие показатели лучше, так как ярославская порода адаптирована к данной природно-климатической зоне и хозяйственным условиям, в которых разводится уже около 150 лет, а коровы михайловского типа хорошо адаптированы благодаря влиянию материнской породы. Таким образом, результаты проведённых исследований убедительно доказывают, что в условиях Ярославской области скот отечественной селекции по многим биохимическим параметрам адаптирован значительно лучше импортных животных, что соответствует биологической закономерности единства организма и среды.

Литература

1. Тамарова, Р.В. Создание нового типа ярославского скота «михайловский» методом воспроизводительного скрещивания с использованием генофонда голштинской породы [Текст] / Р.В. Тамарова. – Ярославль: ЯГСХА, 2002. – 186 с.
2. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики [Текст]: справочник / под ред. проф. И.П. Кондрахина. – М.: КолосС, 2004. – 520 с.
3. Меркурьева, Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве [Текст] / Е.К. Меркурьева. – М.: Колос, 1977. – 239 с.
4. Thomas, P.E. Relationship Between Systemic Markers of Inflammation and Serum β -Carotene Levels [Text] / Thomas P. Erlinger, Eliseo Guallar, Edgar R. Miller III, Rachael Stolzenberg-Solomon, Lawrence J. Appel // Archives of Internal Medicine. – 2001. – № 161 (15). – P. 1903–1908.
5. Krausslich, H. Zuchtung auf Krankheitsresistenz bei Landwirtschaftlichen Nutztieren [Text] / H. Krausslich // Schwirt. Landwirt. Monatsh. – 1982. – Vol. 60. – № 89. – P. 354–368.
6. Sawa, A. Effect of some factors on cow longevity [Text] / A. Sawa, M. Bogucki // Arch. Tierz. 2010. – 53. – № 4. – P. 403–414.
7. Богатова, О.В. Химия и физика молока [Текст] / О.В. Богатова, Н.Г. Догарева. – Оренбург: Изд-во Оренбургского государственного университета, 2004. – С. 22–64.

References

1. Tamarova, R.V. Sozdanie novogo tipa jaroslavskogo skota «mihajlovskij» metodom vosproizvoditel'nogo skreshhivaniya s ispol'zovaniem genofonda golshtinskoj porody [Tekst] / R.V. Tamarova. – Jaroslavl': JaGSHA, 2002. – 186 s.
2. Metody veterinarnoj klinicheskoj laboratornoj diagnostiki [Tekst]: spravochnik / pod red. prof. I.P. Kondrahina. – M.: KolosS, 2004. – 520 s.

3. Merkur'eva, E.K. Geneticheskie osnovy selekcii v skotovodstve [Tekst] / E.K. Merkur'eva. – М.: Kolos, 1977. – 239 с.
4. Thomas, P.E. Relationship Between Systemic Markers of Inflammation and Serum β -Carotene Levels [Text] / Thomas P. Erlinger, Eliseo Guallar, Edgar R. Miller III, Rachael Stolzenberg-Solomon, Lawrence J. Appel // Archives of Internal Medicine. – 2001. – № 161 (15). – P. 1903–1908.
5. Krausslich, H. Zuchtung auf Krankheitsresistenz bei Landwirtschaftlichen Nutztieren [Text] / H. Krausslich // Schwirt. Landwirt. Monatsh. – 1982. – Vol. 60. – № 89. – P. 354–368.
6. Sawa, A. Effect of some factors on cow longevity [Text] / A. Sawa, M. Bogucki // Arch. Tierz. 2010. – 53. – № 4. – P. 403–414.
7. Bogatova, O.V. Himija i fizika moloka [Tekst] / O.V. Bogatova, N.G. Dogareva. – Orenburg: Izd-vo Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2004. – S. 22–64.

ОБЪЯВЛЕНИЕ

**В издательстве ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2011 г.
вышло учебное пособие «Основы животноводства» /
Р.В. Тамарова, А.С. Ермишин.**

Допущено Министерством сельского хозяйства РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агрономия».

В учебном пособии рассмотрены вопросы кормления и содержания с элементами кормопроизводства и механизации технологических процессов, а также разведения и этологии сельскохозяйственных животных, правила безопасной работы с животными. Даны основы знаний об организации сельскохозяйственного производства и технологии производства и первичной переработки животноводческой продукции.

Издание предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Агрономия», и составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по данному направлению подготовки.

УДК 636; ББК 45; ISBN 978-5-98914-102-9; 290 с. (ТВЕРДЫЙ ПЕРЕПЛЕТ)

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58. ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА**

E-mail: vlv@yarcx.ru