

УДК 636.2.083.78:577.1

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА КОРОВ МЕТОДАМИ БИОХИМИИ

© Е.В. Громыко

*Научно-исследовательский институт прикладной и экспериментальной экологии Кубанского государственного аграрного университета
350044, Краснодар, ул. Калинина, 13, факс 8-861-221-59-82, 8-861-226-04-04,
E-mail: niicentre@newmail.ru*

В течение 5 лет автором проводились глубокие биохимические исследования сыворотки крови коров на молочно-товарной ферме колхоза «Заветы Ильича» Ленинградского района и на основе полученных данных предложены подходы к оценке состояния организма животных методами биохимии.

Нарушения обмена веществ являются одним из основных факторов, препятствующих реализации генетического потенциала молочной продуктивности коров. Последствия нарушений выражаются в повышении заболеваемости животных маститами, снижении плодовитости, учащении заболеваемости приплода и его гибели в раннем возрасте, сокращении сроков продуктивного использования коров. Причины возникновения нарушений обмена веществ связаны, главным образом, с погрешностями в кормлении, содержании и хозяйственном использовании животных. Несбалансированность рационов даже по нескольким питательным веществам может приводить к серьезным нарушениям в жизнедеятельности всего организма, и только своевременное устранение дисбаланса питательных веществ может предотвратить снижение молочной продуктивности и ухудшение состояния здоровья коров (Казарцев, Ратошный, 1986).

Основным индикатором, раскрывающим картину метаболизма в организме животных, является кровь. Как одна из важнейших систем организма она играет большую роль в его жизнедеятельности. Благодаря широко развитой сети кровеносных сосудов и капилляров кровь приходит в соприкосновение с клетками всех тканей и органов, обеспечивая, таким образом, возможность питания и дыхания их. Поэтому всякого рода воздействия на ткани организма отражаются на составе и свойствах крови (Казарцев, Ратошный, 1986).

Для углубления контроля за полноценностью кормления коров и обеспечения оперативности реагирования на питательные дисбалансы и корректировки рационов необходимо определять биохимические и гематологические показатели. Они предсказывают появление первых, неясно выраженных клинических симпто-

мов заболевания. При этом особую важность имеет правильный выбор показателей, которые в наибольшей степени отражают все стороны обмена веществ (белкового, углеводного, жирового, минерального, витаминного) и состояния здоровья животного (Дроздов, Высоцкая, 1991).

Согласно научной программе НИИ экологии, в колхозе «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края был организован отдел мониторинга агроландшафтных систем, и в 2001 г. на его базе было начато обследование животных на двух фермах с разной технологией содержания (выращивание молодняка и молочно-товарная) и общей кормовой базой. Группы животных (нетели) формировались по принципу аналогов, родственных по отцу, с учетом возраста, продуктивности, с примерно одинаковой массой тела. Начато проведение ряда исследований биологических жидкостей крупного рогатого скота с целью выявления нарушений в системах и органах и недостатка необходимых для нормального функционирования организма веществ, а также загрязненности организма животных пестицидами и тяжелыми металлами, влияющими на иммунную систему животных.

При обследовании крупного рогатого скота в данном хозяйстве проводится определение иммунного статуса у выборочной группы животных в соответствии с их возрастом и физиологическим состоянием организма. При обнаружении отклонений основных показателей от нормы рассматриваются все возможные факторы (в том числе и антропогенное влияние), устранение которых должно привести к восстановлению функций организма до нормы, улучшению качества и увеличению количества продуктов животноводства.

При лабораторных исследованиях крови определяются показатели, указывающие на

происходящие в организме изменения, что особенно важно при выявлении отклонений в начальных стадиях заболеваний, когда клинических проявлений ещё нет. Используются биохимические тесты, которые в достаточной мере отражают уровень и качество кормления коров на всех стадиях лактации, общего физиологического состояния и функции печени, помогают выявить питательные дисбалансы. Используемая система биохимического контроля сравнительно нетрудоемкая, легкодоступна, экономична. Данной системой предусматривается ежемесячное определение в крови исследуемой группы животных следующих показателей:

- гематологические исследования: эритроциты (количество, средний объем), гематокрит (отношение эритроцитов к объему плазмы крови), тромбоциты (количество, средний объем), гемоглобин (среднее количество, средняя концентрация), количество лейкоцитов. При проведении данных исследований используется гематологический анализатор Medonic CA 530. Исследование морфологического состава клеток лейкоцитного ряда (лейкоцитарная формула) - лимфоцитов и моноцитов, которое имеет как диагностическое значение, так и прогностическое, дающее возможность предсказать течение

заболевания, проводится при помощи микроскопирования мазков крови.

- биохимические исследования: общий белок, альбумин, глюкоза, щелочная фосфатаза, аспаратаминотрансфераза (АСТ), холестерин, железо, кальций, фосфор, мочевины, микроэлементный состав. В лабораторных исследованиях используется современный биохимический анализатор Stat Faks 1904, рассчитанный на минимальное использование сыворотки крови (до 1 мл), что позволяет получить её у животных любого возраста. Для определения микроэлементов используется атомно-абсорбционный метод на атомнике КВАНТ - Z. Ведется определение содержания витаминов А, С, Д, Е, которые играют большую роль в иммунологической защите организма и поддержании гомеостаза (исследования проводятся на спектрофотометре СФ-56А).

Кровь для исследования отбирали до утреннего кормления из яремной вены через 15 дней после отела у коров, не имеющих признаков травматического ретикулита, мастита, эндометрита и других заболеваний, которые могут оказать влияние на биохимические показатели. Остановимся на анализе результатов биохимических исследований крови у коров чернопестрой породы (таблица).

Таблица. Результаты биохимических исследований сыворотки крови у коров (среднее за 2001-2005 гг.)

	Общий белок, г/л	Альбумин, г/л	Глюкоза, ммоль/л	Холестерин, ммоль/л	Мочевина, ммоль/л	Щел. фосфатаза, ед/л	Железо, ммоль/л	АСТ, ед/л	Са, ммоль/л	Р, ммоль/л	Каротин, мг%	Вит.А, мг%
Нормы содержания	70-80	20-35	2.0-2.7	4.5-6.0	3.0-5.6	55-80	10.0-29.0	80-120	1.62-3.37	0.81-2.72	0.5-2.0	0.1-0.3
Счет	627	626	626	627	620	598	605	578	625	627	468	205
Ниже нормы	161	20	476	397	272	60	73	254	0	0	197	103
Норма	152	344	103	151	309	105	447	263	625	627	264	36
Выше нормы	314	262	47	79	39	433	85	61	0	0	7	66
Среднее арифметическое	81.52	34.05	1.42	4.09	3.30	122.28	18.68	85.83	2.48	1.83	0.64	0.32
Минимум	34.50	10.10	0.07	0.30	0.50	21.30	2.70	2.45	0.48	0.13	0.03	0.00
Максимум	142.90	71.00	5.30	10.90	8.90	420.40	69.00	233.20	56.73	9.02	3.00	4.10
Стандартное отклонение	17.93	7.98	0.86	1.74	1.36	62.59	9.33	30.25	2.56	0.80	0.43	0.49
Ошибка средней	0.72	0.32	0.03	0.07	0.05	2.56	0.38	1.26	0.10	0.03	0.02	0.03
Коэффициент вариации	21.99	23.45	60.60	42.50	41.22	51.18	49.93	35.25	103.00	47.78	68.08	154.08
Доверительные границы	1.40	0.63	0.07	0.14	0.11	5.02	0.74	2.47	0.20	0.06	0.04	0.07

Белковый обмен. Соответствие уровня белкового питания биологическим потребностям организма коров проводится по концентрации общего белка и его фракций в сыворотке крови, белковому индексу, содержанию мочевины. Необходимо учесть, что по уровню общего белка нельзя оценить уровень питания, так как этот показатель может изменяться под воздействием многих факторов, не относящихся непосредственно к протеиновому питанию, но характерных для некоторых нарушений обмена веществ и функции печени. В связи с этим, чтобы исключить влияние фактора здоровья на объективность показателей сбалансированного протеинового питания коров, вводятся дополнительные диагностические тесты на активность фермента аспартатаминотрансферазы, которая указывает на функциональное состояние одного из важнейших органов, участвующего во всех сторонах обмена веществ и, в частности, в белковом, – печени (Казарцев, Ратошный, 1986).

Для выявления недостатка протеина в рационе определяется концентрация альбуминов в сыворотке крови. Эти белки в процессе гидролиза используются для синтеза специфических белков тканей, их считают аминокислотным резервом организма, и резкое снижение их уровня на фоне нормативных показателей активности аминотрансфераз и альдолаз свидетельствует об аминокислотном и белковом дефиците в организме коров. При сбалансированном фазовом кормлении концентрации общего белка и его фракций в сыворотке крови коров на разных стадиях лактации и сухостойном периоде претерпевают существенные изменения, что учитывается при проведении исследований (Порфирьев, 2001).

Определение соответствия количества сырого протеина в рационе биологическим потребностям организма коров проводится и по концентрации мочевины в сыворотке крови. Доказано, что мочевина очень точно отражает концентрацию аммиака в рубце жвачных животных. Около 80% сырого протеина рациона подвергается в рубце гидролизу до аминокислот с последующим их дезаминированием до аммиака. При достаточном поступлении энергии аммиак используется микрофлорой рубца для построения белков своего тела и на образование микробного белка, которые перевариваются в кишечнике. Избыток же аммиака всасывается в кровь, попадает в печень, где преобразуется в мочевину. Поэтому по уровню мочевины в комплексе с данными по концентрации альбуминов и глюкозы в сыворотке кро-

ви можно с большой точностью оценить сбалансированность рациона на всех стадиях лактации коров по энерго-протеиновому отношению и установить дефицит или избыток сырого протеина в сухом веществе рациона. Но при этом необходимо исключить функциональные нарушения печени, учесть степени усвоения кормовых протеинов (Казарцев, Ратошный, 1986). Снижение уровня мочевины указывает на дефицит сырого протеина в рационе коров. Увеличение мочевины при снижении уровня альбуминов и глюкозы свидетельствует о несбалансированности рациона по энерго-протеиновому отношению. Высокая концентрация мочевины при нормальных значениях других биохимических показателей крови свидетельствует о высокой степени усвоения протеина кормов (Холодов, Ермолаев, 1988).

Результаты исследования отобранных проб крови показали, что содержание общего белка у исследованных животных в период с 2001 по 2005 годы в среднем составило 81,52 г/л, значения варьируют от 34,5 до 142,9 г/л. Относительно высокое содержание общего белка в крови, по-видимому, связано с более интенсивным обменом веществ и избыточным поступлением белка с кормами. Так, было отмечено, что у 50% обследованных животных уровень содержания белка в крови превышает физиологическую норму содержания (70-80 г/л), при этом в 35% случаях отмечено незначительное увеличение, в остальных пробах превышение составляет от 1,2 до 1,8 раза. При этом у 41,8% животных отмечено превышение содержания в сыворотке крови белковой фракции – альбумина (превышение составило 2 раза по максимальному показателю), варьирование значений составило от 10,1 до 71,0 г/л при среднем содержании 34,05 г/л. Высокий уровень данных показателей в основном отмечается в летний период, когда основу кормовой базы составляют бобовые растения (эспарцет, люцерна).

Гиперпротеинемия характеризует серьезное нарушение у животных в обмене веществ, что, в конечном счете, может привести к серьезным нарушениям функции печени (Васильева, 2000). В ходе исследования у 25,7% обследованных животных было отмечено довольно низкое содержание общего белка в сыворотке крови, при норме содержания 70-80 г/л колебания составили от 34,5 до 66,3 г/л, у 3,2% было отмечено пониженное содержание в сыворотке крови белковой фракции альбумина, показатели варьируют от 10,1 до 29,4 г/л. Гипопротеинемия (снижение уровня содержания общего белка) свидетельствует о длительном недокорме

животных, белковом голодании или же о плохом усвоении протеинов из корма, причиной которого является расстройство желудочно-кишечного тракта, дефицит углеводов, макро- и микроэлементов, витаминов (Васильева, 2000). В основном снижение уровня белка и его фракций наблюдалось в весенне-зимний период.

Оценивая содержание белка по мочеvine, можно отметить, что эти показатели находятся в пределах физиологических норм, лишь в единичных случаях отмечены незначительные превышения.

Высокое значение данных показателей в сыворотке крови, по-видимому, свидетельствует об избыточном поступлении белка с кормами, вероятнее всего, за счет кормовых добавок. Большая часть протеина кормов подвергается в рубце гидролизу до аминокислот с последующим их дезаминированием до аммиака, избыток которого всасывается в кровь, попадает в печень и преобразуется в мочеvine, что, в конечном счете, приводит к увеличению данного показателя в организме (Васильева, 2000).

Исследования уровня содержания мочевины в сыворотке крови показали довольно сильное колебание уровня данного компонента – так, варьирование показателей составило от 0,5 до 8,9 ммоль/л, при среднем уровне содержания 3,3 ммоль/л. В данном случае у 6,3% обследованных животных отмечено превышение норм данного показателя, колебание значений составило от 5,7 до 8,9 ммоль/л, при норме содержания 3,0-8,9 ммоль/л. Высокая концентрация мочевины свидетельствует о высокой степени распадаемости протеина кормов.

В то же время необходимо отметить, что в результате повышенного содержания белка у животных происходит ослабление синтетической функции печени, что ведет к снижению синтеза мочевины, это связано с тем, что поступающий в организм животного белок не усваивается. У 43,8% обследованных животных отмечен пониженный уровень мочевины в сыворотке крови, колебание показателей составило от 0,5 до 2,86 ммоль/л при норме 3,0-5,6 ммоль/л.

Общая оценка показала, что динамика содержания общего белка и белковых фракций в сыворотке крови подопытных коров в течение всего периода проведения исследований была практически постоянной, немного завышенной по сравнению с нормой. Наибольшее содержание общего белка наблюдалось в летний период, на 2-м и 3-м месяцах лактации и в сухостойный период.

Углеводный обмен. У жвачных животных углеводный обмен играет значительную роль в

предопределении уровня и интенсивности других обменов. Основным показателем метаболизма углеводов служит концентрация сахара в крови, главным образом глюкозы. Глюкоза является важным, хотя не единственным для жвачных животных, источником энергии. Более того, она является основным энергетическим материалом для тканей вымени жвачных и особенно мозга. Последний, в отличие от других органов, живет почти исключительно за счет глюкозы (Воскобойник, 1988).

Несмотря на непрерывное извлечение из крови глюкозы, её уровень у животных остается постоянным. Это постоянство обусловлено всасыванием из пищеварительного тракта, гликогенолизом (распад гликогена до глюкозы) и глюконеогенезом (образование гликогена), происходящими под нейрогуморальным контролем (Шамберев, 1986).

На содержание сахара в крови животных оказывают влияние уровень и тип, структура и качество кормления. Углеводистые корма положительно влияют на уровень гликемии, а при силосном и силосно-жомовом типах кормления наблюдается снижение показателей углеводного обмена. При летне-пастбищном содержании животных в крови увеличивается концентрация сахара (Казарцев, Ратошный, 1986). Большинство болезней коров сопровождается снижением уровня сахара в крови, что является симптомом серьезного нарушения углеводного обмена и отсутствием запасов гликогена в печени и в мышцах (Васильева, 2000).

Достаточно часто при проведении биохимических исследований устанавливается недостаточная обеспеченность коров сахаром. Наиболее часто наблюдается снижение сахара при дефиците в кормах легкоусвояемых углеводов, при избыточном потреблении глюкозы организмом с использованием повышенных норм концентратов (60-70% по питательности), когда в рационах преобладают кислые корма, содержащие в большом количестве уксусную и масляную кислоты. При недостаточном обеспечении глюкозой, особенно в предтельный период и в I фазе лактации, организм стремится компенсировать энергетический дефицит путем сжигания жиров, в результате чего происходит повышение концентрации холестерина в крови и образование кетоновых тел, что приводит к жировому перерождению печени, снижению продуктивности коров, бесплодию и рождению молодняка с низкой жизнеспособностью (Воскобойник, 1988).

Уровень глюкозы в крови жвачных невысок, но довольно стабилен и удерживается у здоровых животных в пределах 2,0-2,7 ммоль/л.

Поддержание этого динамического равновесия возможно при условии, что увеличение потребления глюкозы тканями в период интенсивной лактации должно сопровождаться увеличением поступления её в кровь и, наоборот, уменьшение потребления при сухостое – соответствующим уменьшением поступления. Поэтому задача нейрогуморальной регуляции состоит не только в поддержании сахара в крови на постоянном неизменном уровне, но и в установлении содержания его на том или ином уровне в зависимости от функционального состояния организма и продуктивности животного (Воскобойник, 1988).

Всасывание глюкозы из пищеварительного тракта у жвачных происходит в очень малых количествах, а содержание пополняется в основном за счет её синтеза и распада гликогена. Возникновение гипогликемического состояния организма (снижение уровня глюкозы в крови) носит адаптационный характер и указывает не только на неудовлетворительное кормление, но и на отсутствие запасов гликогена в печени, мышцах и является показателем нарушения углеводного обмена. Однако для обеспечения высокой продуктивности организм коровы посредством нейрогуморальной регуляции мобилизует не только гликоген из его депо, но и резервный жир и жирные кислоты, а также белок в форме липопротеидов, что в последующем приводит к развитию гиперкетонемии (Воскобойник, 1988).

Содержание сахара в сыворотке крови обследованных животных находится ниже нормы, так, варьирование показателей составило от 0,07 до 2,0 ммоль/л. Средний уровень содержания по всем животным составил 1,42 ммоль/л. Необходимо отметить, что наиболее низкий уровень глюкозы в крови животных отмечается во время силосного и силосно-жомового кормления коров.

Поскольку основным источником глюкозы являются легкоперевариваемые углеводы, в состав рациона лактирующих коров должно входить не менее 100-130 г сахара в расчете на 1 корм. ед. и такое же количество или в 1,5-2 раза больше крахмала (Шамберев и др., 1986). Снижение содержания сахара у коров, вероятно, можно рассматривать как результат несоответствия поступления энергии с кормом и расхода ее на метаболические процессы и образование молока. Некоторое повышение содержания глюкозы (от 2,7 до 5,3 ммоль/л при норме 2,0-2,7 ммоль/л), по-видимому, связано с усилением соматропной функции гипофиза и других гипергликемических гормонов

По мере затухания лактации и роста плода (у стельных животных) происходит значительная перестройка гормонального статуса. Снижение концентрации сахара в этот период может быть вызвано усиленной секрецией инсулина и повышенным резервированием питательных веществ перед отелом и лактацией (Шамберев и др., 1986).

Липидный обмен. Жировой, или липидный, обмен у жвачных начинается с расщепления жиров, поступающих с кормом, что происходит в преджелудках под действием липаз микроорганизмов. Продукты расщепления жиров – глицерин и жирные кислоты – всасываются в кровь и через воротную вену попадают в печень, где подвергаются переработке. Окисление глицерина происходит через фосфорилирование, или так называемую активизацию, его молекулы и превращение в пировиноградную кислоту, которая, как и глюкоза, при действии кофермента А (КоА) превращается в активизированную уксусную кислоту, дающую в конечном результате энергию, углекислый газ и воду.

Жирные кислоты, полученные от расщепления жиров, подвергаются бета-окислению в печени и превращаются в масляную кислоту, которая может образовать кетоновые тела и уксусную кислоту. Последняя может снабжать организм энергией, служить для синтеза жиров молока и жиров тела, но может образовывать и кетоновые тела, которые являются показателем нарушения липидного обмена, особенно при их высоком уровне. Этот процесс очень сложен и зависит от воздействия различных ферментов и гормонов (Воскобойник, 1988).

Содержание холестерина в крови здоровых коров находится в прямой корреляции с молочной продуктивностью животных. Холестерин как важный структурный элемент клеточной мембраны участвует в образовании комплексов с белками внутренней митохондриальной мембраны. Исходя из этого, можно предположить, что он играет определенную роль в обновлении мембранных липидов молочной железы. Посредством его осуществляется взаимодействие между ферментами липогенеза и предшественниками жира. Из этого следует, что высокий уровень холестерина в крови в пик лактации, вероятно, связан не только с усилением обмена веществ, но и с увеличением количества железистой ткани в вымени после отела.

Поскольку имеются сведения о достаточно четко выраженном влиянии половых гормонов на обмен холестерина, можно заключить, что у коров с нормальной воспроизводительной способностью начало лактации определяется

наступлением половых циклов и оплодотворением (Шамберев и др., 1986).

Характер изменения содержания липидов в крови животных в течение лактации и в сухой период был практически одинаковым. Максимум (от 6,0 до 10,9 ммоль/л) наблюдался в период с начала мая по конец июля, что, возможно, обусловлено усилением липидного обмена в связи с интенсивным продуцированием молока, при этом превышение нормы составило 1,8 раза (норма содержания 4,5-6,0 ммоль/л).

Наиболее высокий уровень липидов был зафиксирован в пик лактации (7,6-10,9 ммоль/л). Недостаточное количество энергии в рационах коров в период повышенной секреции молока после отела обуславливает мобилизацию жира из депо. У здоровых животных повышение уровня холестерина в крови является следствием недостаточного поступления легкоперевариваемых углеводов с кормами (Шамберев и др., 1986). К концу лактации содержание холестерина постепенно снижалось, поскольку в данный период большое количество его идет на синтез стероидных гормонов, а также на интенсивный рост плода, в этот период содержание данного компонента колебалось от 0,3 до 4,2 ммоль/л.

Пониженное содержание холестерина в сыворотке крови также служит показателем больших энергетических затрат животных во время отела и неполного восстановления организма, что, скорее всего, связано с нарушением липидного обмена.

Минеральный обмен. Наблюдается тесная связь между минеральным, белковым, углеводным, липидным и витаминным обменами. При сдвиге одного из звеньев обмена веществ нарушается любой другой (Шамберев и др., 1986).

Обеспечение продуктивности коров достаточным количеством макро- и микроэлементов способствует повышению их продуктивности, улучшению воспроизводительной способности и сохранению здоровья животных. Это возможно только путем дополнительного использования минеральных добавок к рационам, ибо в настоящее время основные корма не могут удовлетворить повышенную потребность высокопродуктивных животных в неорганических веществах. Цель этих добавок заключается в том, чтобы повысить содержание минеральных веществ в рационе до такого уровня, который бы гарантировал удовлетворение потребности, не допуская вредного избытка и неблагоприятного изменения соотношения отдельных элементов между собой (Зинченко, Погорелова, 1980).

Минеральные вещества необходимы для нормальной жизнедеятельности организма животных. В организме они представлены неорганическими солями и биоконплексами. Около пяти-шести неорганических солей накапливается в костной ткани (Воскобойник, 1988). Минеральные вещества в организме чаще всего находятся в связанном состоянии, главным образом с белком, в виде динамических биоконплексов, которые распадаются и образуются вновь в зависимости от физиологических процессов (Клейменов, Магомедов, Венедиктов, 1987).

Для оценки сбалансированности минерального питания в разные фазы лактации необходимо использовать показатели содержания общего кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови (Казарцев, Ратошный, 1986). Кальций понижает возбудимость мышечной и нервной систем. Он всасывается в виде конплексных соединений с желчными кислотами в тонком отделе кишечника. В организме значительная часть его связана с фосфорной кислотой, образуя соединения, служащие основой костной ткани, которая является главным депо кальция в организме. Потребность коров в кальции – 45-100 г в сутки. Даже небольшое снижение уровня кальция в сыворотке крови приводит к существенным нарушениям, в том числе к функциональным расстройствам нервной системы (Зинченко, Погорелова, 1980).

Во время роста животных, беременности и при высокой продуктивности потребность в кальции увеличивается. Кальций является незаменимым компонентом скелета и зубов, он необходим для нормального функционирования нервной ткани, оказывает влияние на эффективность гормонов, участвует в преобразовании протромбина в тромбин при свертывании крови и поддерживает нормальные условия в клетках для создания биоэлектрического потенциала на клеточной поверхности, необходимого для протеолитического действия трипсина (Зинченко, Погорелова, 1980).

Ионы кальция повышают защитные функции организма, понижая мембранную проницаемость для вредных веществ и усиливая фагоцитарную функцию лейкоцитов. В сочетании с витамином D кальций способствует активации в рубце целлюлозолитических бактерий и сокращению времени расщепления клетчатки (Кононский, 1992).

С обменом кальция тесно связан обмен фосфора. Фосфор необходим для нормального белкового, жирового и углеводного обменов. Оптимальное отношение кальция к фосфору – 2:1 (Зинченко, Погорелова, 1980). На фосфор-

но-кальциевый обмен влияет период лактации. В период высоких удоев коровы не могут усваивать столько кальция и фосфора из корма, сколько выделяют их с молоком, в связи с чем они используют эти элементы из костной ткани.

В сухостойный период фосфорно-кальциевый баланс становится положительным, происходит отложение этих элементов в костную ткань, в запас. Поэтому содержание общего фосфора в крови после отела резко возрастает, а во время лактации снижается. В разгар лактации содержание кальция в крови повышается, затем постепенно снижается к моменту запуска, достигает минимума после отела (Зинченко, Погорелова, 1980). Установлено, что содержание неорганического фосфора в сыворотке крови отражает состояние обмена этого вещества в организме. По этому показателю можно судить о степени обеспеченности организма соединениями фосфора (Казарцев, Ратошный, 1986).

Фосфор в организме животных содержится в основном в костях и мышцах. Он является компонентом нуклеиновых кислот и различных фосфопротеидов, ферментов и других веществ, буферным веществом крови, а также аккумулятором и источником энергии (макроэргические фосфаты), посредником при гормональной регуляции (Зинченко, Погорелова, 1980). Из других макроэлементов важную роль в организме играют калий, натрий, сера, содержание которых в кормовых рационах коров должно быть достаточным (Зинченко, Погорелова, 1980).

Роль микроэлементов в обмене веществ объясняется их способностью взаимодействовать с белками, в частности с ферментами и гормонами как специфическими активаторами метаболизма. В случае дефицита в организме микроэлемента активность регуляторов обмена веществ резко снижается.

Кроме того, микроэлементы являются незаменимыми участниками биологических процессов, стимулируют и нормализуют обмен веществ, участвуют в кроветворении, оказывают положительное влияние на рост и размножение, на иммунобиологическую активность организма и на продолжительность жизни животных. Из всех микроэлементов наибольшее значение имеют цинк, марганец, кобальт, медь и йод (Зинченко, Погорелова, 1980).

Содержание кальция и фосфора в сыворотке крови обследованных животных находилось в пределах физиологической нормы (кальций – 1,62-3,37 ммоль/л, фосфор – 0,81-2,72 ммоль/л). Необходимо отметить, что фосфор способен переходить из органической формы в

неорганическую, что приводит к повышенному содержанию его в исследуемой пробе.

Размах колебаний по кальцию составил 0,48-7,44 ммоль/л, при этом превышение составляет 2,2 раза (при норме 1.62-3.37 ммоль/л). Уровень кальция в пик лактации несколько снижается (0,48-1,50 ммоль/л), что, по-видимому, обусловлено выведением кальция с молоком и усиленным образованием последнего. В конце лактации и в сухостойный период содержание его достигает максимума (3,5-7,44 ммоль/л).

По фосфору размах колебаний составил 0,13-9,02 ммоль/л, превышение в 3,3 раза (при норме содержания 0.81-2.72 ммоль/л). Содержание неорганического фосфора в крови коров повышено в 1-ой и 2-ой стадиях лактации, то есть в периоды раздоя и максимального удоя, стимулирующихся концентрированными кормами (показатели превышения варьируют от 3,5 до 9,02 ммоль/л). В период запуска и сухостоя коров этот элемент в крови снижается от 0,81 до 0,13 ммоль/л. При этом лишь в 30,7 % не было отмечено нарушения кальцие-фосфорного соотношения. В остальных случаях оно незначительно, но необходимо отметить, что увеличение содержания данных элементов может свидетельствовать о гиперфункции щитовидной железы, метаболическом ацидозе, повышенное содержание фосфора также указывает на почечную недостаточность.

Анализ результатов содержания микроэлементов в крови показал превышение содержания цинка (физиологическая норма 1,3-1,7 мг/л), колебания показателей составили 2,08-4,16 мг/л, что превышает нормы в 1,2-2,4 раза. Данный элемент является составной частью металлоэнзимов, является активатором и ингибитором многих ферментов. С наличием цинка в организме связаны процессы клеточного дыхания, роста и развития, обмена белков, липидов и углеводов, плодовитость, иммунитет, энергетический обмен (Клейменов, Магомедов, Венедиктов, 1987). Избыток цинка ухудшает аппетит животных, может вызвать недостаточность меди и снижение усвояемости кальция (Клейменов, Магомедов, Венедиктов, 1987).

По содержанию меди (физиологическая норма содержания 0,7-0,9 мг/л) отклонений отмечено не было, лишь у 2,5% животных немного занижен результат – 0,68 мг/л. Медь участвует в образовании гемоглобина, а также в других процессах кроветворения. Требуется для нормального течения воспроизводительных функций, развития микрофлоры преджелудков, пигментации и кератинизации шерсти. Улучшает углеводный обмен (Зинченко, Погорелова,

1980). Необходимо отметить, что медь необходима для образования ферментов, в которых она содержится, но избыток её вреден для организма, так как нарушается кровотворение (Попов и др., 1973).

Марганец при исследовании крови оказался во всех пробах ниже физиологической нормы (0,03-0,05 мг/л), колебания значений составили от 0,006 до 0,029 мг/л. Данный элемент оказывает благоприятное влияние на процессы воспроизводства и рост потомства (Королев, 2001). Он усиливает в организме окислительные процессы, потребление кислорода, синтез гликогена, утилизацию жиров. Положительно влияет на развитие костной ткани и половых функций (Попов и др., 1973). Недостаток марганца у крупного рогатого скота приводит к замедлению роста, деформации конечностей, снижению плодовитости и частым выкидышам, конвульсии и параличам конечностей (Клейменов, Магомедов, Венедиктов, 1987).

Оценка результатов анализа на содержание в крови железа показала, что у 76% исследованных животных данный показатель находится в пределах физиологической нормы организма (10,0-29,0 ммоль/л), колебания составили от 18,5 до 25,3 ммоль/л. У 24% данный показатель сильно завышен - колебания составили от 406 до 733 мг/л, при этом наибольшее зафиксированное значение превышает верхний предел физиологической нормы в 1,6 раза. Вероятнее всего, это связано с откладыванием в организме экзогенного железа (в виде трехвалентного оксида железа) (Кононский, 1992г.).

Железо необходимо для синтеза гемоглобина, в котором сосредоточено более половины его запасов в организме. Как переносчик кислорода, железо способствует усилению обмена питательных веществ внутри клетки. Оно также входит в состав ряда ферментов (Клейменов, Магомедов, Венедиктов, 1987).

Витаминный обмен. Состояние витаминного обмена в организме коров имеет большое значение для повышения их продуктивности, сохранения жизни и воспроизводительной способности. Роль витаминов в общем обмене трудно переоценить, так как, находясь в составе коферментов, они являются необходимыми структурными элементами катализаторов, участвующих в превращении белков, жиров, углеводов и других веществ (Воскобойник, 1988).

Отсутствие витаминов в организме приводит к глубоким нарушениям обмена веществ и вызывает заболевания – авитаминозы и гиповитаминозы. Недостаточность одного какого-либо витамина вызывает совершенно опреде-

ленные расстройства, протекающие вначале в скрытой форме без явных клинических признаков (Клейменов, Ярошкевич, 1994). Для оценки обеспеченности организма коров витаминами за счет кормов рациона рекомендуется использовать показатель уровня каротина и витамина А в сыворотке крови (Казарцев, Ратошный, 1986).

Сельскохозяйственные животные нуждаются в поступлении каротиноидов и витамина А с кормами, причем коровы способны накапливать максимум каротина без предварительного его превращения в витамин (Юдин, 2001). По химической природе витамин А относится к спиртам и извлекается при экстрагировании эфиром, при омылении жиров и не изменяется при отсутствии кислорода. Предшественником витамина А (ретинола) является каротин (альфа-, бета- и гамма), поступающий в организм животного с кормом. Наибольшей провитаминной активностью обладает бета-каротин (Холодов, Ермолаев, 1988).

У жвачных животных при достаточном поступлении каротина с кормом витамин А накапливается в печени и выделяется вместе с молоком и калом (Воскобойник, 1988). Перевариваемость каротина значительно снижается с возрастом заготавливаемых на корм растений (у кукурузы в стадии молочной спелости перевариваемость близка к нулю, вследствие чего она вообще не может служить источником каротина). Потери бета-каротина при приготовлении кормов составляют в сене при уборке в плохую погоду 85-90 %, в хорошую погоду 70-75 %; искусственно обезвоженной травяной муке - 10-20%. С повышением уровня каротина в рационе биологический эквивалент его резко снижается, что связано, с одной стороны, с ухудшением его всасывания в кишечнике, а с другой стороны - с заниженным превращением в витамин А (Клейменов, Ярошкевич, 1994).

В последнее время в связи с увеличением в рационах доли кукурузного силоса и концентратов обострилась проблема обеспечения потребности коров в каротине, который играет важную роль в процессах размножения и не может быть полностью заменен витамином А. Значительную часть в рационах коров в Краснодарском крае занимает зеленая масса и силос из кукурузы, в которой содержится очень мало каротина. Ряд исследований свидетельствует о том, что использование кукурузного силоса в качестве единственного источника каротина в рационе КРС приводит к истощению запасов, а иногда и к проявлению признаков А-гиповитаминоза. К тому же силос плохо используется животными из-за повышенного содержания в кукурузе нитратов и нитритов, вы-

зывающих разрушение каротина и снижение степени его трансформации в витамин А, содержания в силосе спирта, низкого уровня в рационах силосного типа углеводов, минеральных веществ и витаминов. Недостаток клетчатки в рационе усугубляет это явление. Все эти причины требуют тщательного изучения и подтверждения.

Эффективность усвоения каротина определяется, прежде всего, его концентрацией в сухом веществе и жире источника: чем выше этот показатель, тем эффективней используется каротин. Количество каротина в сыворотке крови коров в основном зависит от содержания его в кормах и в меньшей степени связан со стадиями лактации (Казарцев, Ратошный, 1986).

Чтобы участвовать в обмене веществ, каротин должен быть превращен в витамин А - этот процесс протекает в рубце, в стенке кишечника, а значительная доля каротина депонируется в неизменном виде в печени и выделяется с молоком. Всасывается витамин А в пищеварительном тракте, что идет успешно лишь при наличии жира, однако избыток в рационе солей железа и меди и прогорклого жира разрушают каротин. Степень превращения каротина в витамин А зависит от функционального состояния организма и в частности эндокринной системы. Усвоение каротина изменяется также в зависимости от содержания в рационе белков, жиров, углеводов, макро - (фосфор) и микроэлементов (кобальт, йод, медь, цинк, марганец), витаминов (Воскобойник, 1988).

Недостаток витамина в рационе вызывает снижение уровня аскорбиновой кислоты в крови, печени, надпочечниках. А-авитаминоз сопровождается повышением содержания в печени нуклеиновых и жирных кислот, белка при параллельном снижении содержания свободных аминокислот. При А-гиповитаминозе, вследствие снижения биосинтеза специфических и неспецифических иммуноглобулинов, а также гликопротеидов клеточных мембран, выполняющих барьерную функцию по предотвращению проникновения возбудителей болезней в цитоплазму, снижаются защитные функции организма. Дефицит витамина А нарушает энергетический обмен, недостаток его приводит к уменьшению марганца в печени, почках, мышцах и увеличению его накопления в селезенке, мозге (Матусов, 1975).

Уровень витамина А определяет ферментативную активность организма и функцию печени. Витамин А относится к факторам, снижающим стрессовое состояние организма в непрерывно меняющейся среде (Матусов, 1975). Содержание каротина в рационе - лишь ориен-

тировочный показатель обеспечения витамином А. Для практических целей большое значение имеют исследования уровней каротина и витамина А в молоке, крови и печени, служащие характеристикой использования каротина. Содержание каротина в сыворотке крови не отражает А-витаминный статус организма, если его поступление непостоянно (Клейменов, Ярошкевич, 1994).

В сыворотке крови у 42,1% обследованных животных отмечено заниженное содержание каротина (физиологическая норма 0,5-2,0 мг%, содержание в пробах варьирует от 0,03 до 0,48 мг%) и витамина А (физиологическая норма 0,1-0,3 мг%, содержание в пробах составляет 0,002-0,12 мг%). Низкое значение данных показателей отмечается в зимний и весенний периоды, как правило, совпадающие с растелом коров и их первой стадией лактации, а также является следствием увеличения в рационе животных доли кукурузного силоса и концентратов с низким содержанием каротина. При непроведении профилактических работ это может привести к гипо- и авитаминозу.

Самое высокое содержание провитамина А и самого витамина установлено в мае-августе, варьирование показателей по каротину составляет 2,0-3,0 мг%, по витамину А - 0,48-1,2 мг%. В этот период основу рациона составляет зеленая масса люцерны, благодаря которой уровень каротина в крови коров повышается. Отмечена также тенденция его повышения в период сухостоя и снижения в первый месяц лактации.

Аминотрансферазы. С целью оценки влияния фактора здоровья на биохимические показатели в систему исследования включены аспартат- и аланинаминотрансферазы (АСТ и АЛТ). Данные ферменты играют важную роль в обмене аминокислот. Аспартат- и аланинаминотрансферазы обнаруживаются у животных во всех органах и тканях, но наибольшая активность наблюдается в печени, скелетной мускулатуре, миокарде. Поэтому исследование этих ферментов проводится обычно при заболеваниях печени, сердца, мышц (Казарцев, Ратошный, 1986).

Наиболее резко активность АСТ возрастает при острых гепатитах, при хронических гиперферментемиях выражена в меньшей степени. Активность АЛТ при острых гепатитах увеличивается еще в большей степени, чем АСТ. Острые паренхиматозные поражения печени сопровождаются увеличением активности этих ферментов еще тогда, когда клинические признаки отсутствуют. АЛТ находится в цитоплазме печеночных клеток, в то время как АСТ и в

цитоплазме, и в митохондриях. Поэтому при легких повреждениях печеночных клеток активность АЛТ будет возрастать быстрее, чем АСТ, в то время как в более тяжелых случаях, когда будут затрагиваться митохондрии, активность АСТ будет увеличиваться еще более выражено. При остром гепатите отношение АСТ:АЛТ обычно понижено, при хроническом – повышено. Повышение активности аминотрансфераз в сыворотке наблюдается при циррозе печени, отравлении гепатотоксическими растениями (Холодов, 1988). В результате биохимического анализа было выявлено, что у 60% животных в сыворотке крови низкое содержание АСТ (аспартатаминотрансферазы). При норме содержания 80-120 ед./л показатели варьировали от 40,9 до 79,6 ед./л. Данный фермент обеспечивает синтез и разрушение определенных аминокислот в организме, содержится в сердце, печени, скелетной мускулатуре, нервной ткани, почках.

Особенно чутко реагирует АЛТ на повышенные дачи коровам концентратов, на недопустимое содержание нитратов и нитритов в кормах. В этих случаях АЛТ повышается, а АСТ понижается, а их отношение снижается, что указывает на заболевания печени или её интоксикацию продуктами метаболизма, аммиаком (Казарцев, Ратошный, 1986).

Снижение данного компонента свидетельствует о нехватке в организме витаминов группы В, а в частности В₆ (Холодов, 1988). У 9,7% обследованных коров АСТ превышает физиологическую норму организма, показатели варьируют от 82,2 до 190,3 ед./л., при этом средний уровень содержания во всех исследованных образцах крови составил 85,2 ед./л. Повышенное содержание АСТ отмечается при острых и хронических заболеваниях, инфекциях (особенно при мастите).

Щелочная фосфатаза. Щелочная фосфатаза содержится во всех органах и тканях животных, особенно много её в костной ткани, печени, слизистой оболочке кишечника. Активность щелочной фосфатазы в сыворотке возрастает обычно при заболеваниях костей, сопровождающихся пролиферацией остеобластов, и при поражении печени, особенно с явлениями холестаза. У молодняка она выше, чем у взрослых животных, что обусловлено гиперфункцией остеобластов (Григорьева, Юрьева, 1991).

Гиперферментемия наблюдается при рахите, остеосаркомах, остеомалации. При рахите активность фермента повышается параллельно тяжести заболевания и нормализуется с выздоровлением. Телята, содержащиеся в условиях гиподинамии, имеют повышенную активность

фермента в сыворотке крови. При повреждении паренхимы печени отмечается умеренное повышение щелочной фосфатазы, при желтой атрофии печени – резкое. Гипоферментемия наблюдается при тяжелой мышечной дистрофии (Холодов, 1988).

Высокое содержание щелочной фосфатазы отмечено у 72,9 % обследованных животных, как у коров, так и у телят, колебания составляют 85,9-1420,4 ед./л (при норме содержания 55-80 ед./л), это является результатом неполноценного кормления углеводсодержащими кормами с легкорезорбируемыми основаниями. Щелочная фосфатаза катализирует гидролитическое расщепление монофосфорных эфиров, приводя к увеличению содержания фосфатионов. Увеличение данного фермента происходит задолго до возникновения заболевания и поэтому требует особого внимания для его предотвращения, особенно у молодняка (Васильева, 2000). Необходимо отметить, что повышенное содержание щелочной фосфатазы является одним из признаков нарушения кальциево-фосфорного обмена, костных заболеваний, при этом изменения в уровне содержания кальция и фосфора наступают не сразу. В дальнейшем это приведет к развитию остеомалации, слабой молокоотдаче, уменьшению сохранности молодняка (Григорьева, Юрьева, 1991).

У 10 % обследованных животных был отмечен низкий уровень содержания щелочной фосфатазы, показатели варьировали от 0,21 до 68,3 ед./л, причиной чего может быть ослабление остеобластических процессов, развитие старческого остеопороза, анемия. Это приводит к авитаминозу С, накоплению организмом радиоактивных веществ, гемпатологическим заболеваниям (Васильева, 2001). Среднее содержание по всем проанализированным пробам составило 122,28 ед./л, что превышает верхний предел содержания в 1,5 раза.

Гематологические исследования. Интерес к гематологическим исследованиям определяется той ролью, которую играет кровь во всех физиологических функциях животного организма. Идея единства систем животного организма, лежащая в основе современного клинического воззрения, сделала гематологические исследования неотъемлемой частью клинического исследования больного животного в ветеринарной практике.

Важное клинико-диагностическое значение исследований крови вытекает еще и из того, что кровь, представляя собой посредника во всех процессах обмена веществ и находясь в постоянном контакте со всеми органами и тканями, отражает все происходящие в них про-

цессы, изменяясь сама как качественно, так и количественно (Симонян, Хисамутдинов, 1995).

Гематологические исследования имеют немаловажное значение, так как помогают вовремя выявлять скрыто протекающие патологические процессы, более точно устанавливать их сущность и характер, улавливать различные осложнения у больного животного еще до начала выраженного клинического проявления. Гематологические исследования приобретают определенное значение в зоотехнической практике, как при изучении интерьерных качеств животных различных пород, так и их продуктивности (Ионов, 1954).

Эритроциты. Основная масса форменных элементов крови животных и птиц состоит из красных кровяных телец – эритроцитов. Эритроциты не содержат ядра и выполняют роль переносчиков кислорода (Ионов, 1954). Величина эритроцитов колеблется в зависимости от функционального состояния костного мозга, осмотической концентрации крови, вида животного и возраста клеток. Наличие в крови эритроцитов разного размера называется анизоцитозом. Полное вызревание эритроцитов может нарушаться при регенеративных изменениях, и тогда в крови появляются клетки с ядром (в норме – они безъядерные) или его остатками. Эти патологические отклонения в созревании эритроцитов свидетельствуют об усиленном новообразовании кровяных телец, об их регенерации, о регенеративных сдвигах в красном костном мозге. Их число в крови животных колеблется в широких пределах (5,0-7,5 млн./мм³). При различных заболеваниях количество эритроцитов изменяется (Риган, Сандерс, 2000).

Увеличение количества эритроцитов (эритроцитоз) отмечается при процессах сгущения крови на почве обезвоживания организма и при ряде инфекционных болезней, обычно в начальной стадии. Иногда оно может наблюдаться при усилении эритропоэтической функции костного мозга, а также при отравлениях фосфором, хлором, фосгеном и другими токсичнодействующими веществами (Ионов, 1954).

Уменьшение количества эритроцитов (эритропения) наблюдается при недостаточности эритропоэза, при плохом кормлении, при анемии, лейкемии, злокачественных новообразованиях, при лихорадочных процессах, сопровождающихся увеличением распада эритроцитов крупнозлая пневмония, воспаление легких (Ионов, 1954).

Отсутствие солнечного света ослабляет эритропоэз. Как правило, у самцов показатели эритроцитарной картины крови несколько вы-

ше, чем у самок, из-за наличия андростерона (полового гормона самцов), стимулирующего эритропоэз. Течка у коров вызывает небольшое повышение количества эритроцитов и гемоглобина, нарастание цветного показателя (ЦП). При беременности повышается содержание эритроцитов и гемоглобина, особенно у глубоководных коров. Количество эритроцитов возрастает при мышечном напряжении из-за сгущения крови вследствие обильного потоотделения. У лактирующих коров красной степной породы чем выше молочная продуктивность, тем выше показатели эритроцитарной картины крови, но имеются и исключения (низкие показатели) (Симонян, Хисамутдинов, 1995).

Лейкоциты. Их число в крови животных колеблется в широких пределах (4,5-14,0 тыс./мм³). В зависимости от строения ядра и структуры цитоплазмы лейкоциты делятся на две группы: клетки с гранулами в протоплазме – гранулоциты и клетки без гранул – агранулоциты. К гранулоцитам относятся нейтрофилы, эозинофилы, базофилы, к агранулоцитам – лимфоциты и моноциты (Симонян, Хисамутдинов, 1995). Увеличение числа лейкоцитов носит название лейкоцитоза, уменьшение – лейкопении. Лейкоцитозы могут быть физиологические и патологические, а лейкопении встречаются только при патологии.

Пищевой лейкоцитоз у жвачных не выявлен. Миогенный лейкоцитоз наблюдается при выполнении тяжелой мышечной работы. Число лейкоцитов при этом может возрастать в 3-5 раз. Огромное их количество в результате этого скапливается в мышцах. Лейкоцитоз эмоциональный или болевой носит перераспределительный характер и редко достигает высоких показателей. При беременности большое количество лейкоцитов скапливается в подслизистой матки и носит местный характер.

Лейкопения встречается только при патологии. Особенно ярко выраженная лейкопения может наблюдаться в случае поражения костного мозга – острых лейкозах и лучевой болезни. На процесс лейкопоэза влияют гормоны (АКТГ и стероидные гормоны надпочечников), а на выход лейкоцитов из костного мозга и на их перераспределение в периферической крови – нервная вегетативная система (Ионов, 1954). Истинные лейкоцитозы – патологические, возникающие вследствие усиленной продукции белых кровяных телец лейкобластическим аппаратом под влиянием различных раздражителей и наблюдаемые в начале большинства инфекционных заболеваний, расцениваются как положительная ответная реакция организма.

Переход лейкоцитоза в лейкопению указывает на угнетение и истощение функции кроветворных органов и расценивается прогностически неблагоприятно. Увеличение числа лейкоцитов в 1 мм³ крови до сотен тысяч при одновременном и значительном уменьшении количества эритроцитов чаще всего указывает на развитие лейкемии (Ионов, 1954).

Большое значение для диагностики заболеваний и прогноза их течения имеет подсчет лейкоформулы. Она подвержена значительным колебаниям в зависимости от вида животного, возраста, пола, конституции, породы, времени дня, характера кормления, эксплуатации и других факторов. При различных патологических процессах и в зависимости от их силы, глубины, характера и локализации лейкоцитарная формула может существенно изменяться, вероятно, в связи с изменяющимся межклеточным обменом (Симонян, Хисамутдинов, 1995).

Эозинофильный лейкоцитоз сопровождается увеличением эозинов в крови по сравнению с нормой в 6-7 раз и чаще всего она наблюдается при инвазионных заболеваниях. Значительная эозинофилия наблюдается при острых инфекционных заболеваниях, при переходе их в хронические, при микозах, аллергических заболеваниях и т.д. Эозинофилы обладают фагоцитарной активностью, играют важную роль в разрушении токсинов белкового происхождения, чужеродных белков и иммунных комплексов. При тяжело протекающих инфекциях число эозинофилов резко снижается, а иногда при подсчете лейкоцитарной формулы они вообще не выявляются.

Базофилы в результате дегрануляции обуславливают клиническую картину некоторых заболеваний. Количество базофилов резко возрастает при воспалении. Базофилия может наблюдаться при гемофилии, нервно-мышечном утомлении и голодании животных. Нейтрофилы циркулируют в организме животного с током крови около 10 часов, а затем в течение 3-5 дней живут в тканях; в культурах *in vitro* подвергаются спонтанному апоптозу (запрограммированная гибель клеток) через 18-72 часа.

В периферической крови животного циркулируют почти исключительно зрелые клетки нейтрофильного ряда. При неспособности кроветворного аппарата восполнить всю убыль зрелых клеток в кровь начинают поступать в большом количестве палочкоядерные и юные нейтрофилы. Происходит как бы «омоложение» крови, её регенерация со сдвигом влево. Нейтрофилия (увеличение количества нейтрофилов) встречается чаще других лейкоцитозов. Наблюдается она при большинстве острых ин-

фекций, особенно в первые дни болезни, при гнойных процессах, при различных интоксикациях, злокачественных новообразованиях и т.д. Нейтрофилия в нерезкой форме также встречается при беременности (к концу её), мышечных напряжениях (ацидотический сдвиг), у новорожденных и т.д.

Нейтрофильный фагоцитоз по степени можно разделить на нейтрофилию:

- с простым сдвигом – характеризуется увеличением палочкоядерных нейтрофилов до 10-13 %, при сохранении нормального количества сегментоядерных нейтрофилов или небольшом их уменьшении; наблюдается при хронических, скрытопротекающих инфекциях, при легких острых инфекциях, протозойных заболеваниях и осумкованных септических процессах с доброкачественным течением (нагноение ранки, местные гнойные очаги);

- с резким регенеративным сдвигом и повышением общего количества лейкоцитов - возникает при острых инфекциях, при септических процессах и т.д.; она указывает на усиление процесса, сопровождающегося появлением в крови незрелых форм лейкоцитов, то есть юных (метамиелоцитов), а иногда и промиелоцитов; количество сегментоядерных нейтрофилов понижается до нормы и ниже нормы;

- с дегенеративным сдвигом - характеризуется появлением клеток крови с дегенеративно измененным ядром и цитоплазмой, а также увеличением сегментоядерных нейтрофилов (сдвиг вправо) и наличием в них большого количества сегментов; развивается такая нейтрофилия при длительном и сильном воздействии на кроветворные органы бактериальных ядов (Риган, Сандерс, 2000).

Нейтрофилия наблюдается у животных в период выздоровления при острых инфекциях. При оценке характера нейтрофилии учитывают её степень, сдвиг количества лейкоцитов, а также % эозинофилов и лимфоцитов. Функции нейтрофилов оцениваются иммунологическими тестами. Лимфоциты могут быть Т- и В-лимфоцитами. Определение количества и принадлежность к каждому классу имеет значение при составлении иммунограммы. Лимфоцитоз (увеличение содержания лимфоцитов) может наблюдаться как у здоровых, так и у больных животных. В частности у молодых, растущих организмов процент лимфоцитов всегда бывает выше, чем у взрослых. Физиологическое увеличение количества лимфоцитов обусловлено приемом пищи, особенно углеводистой и богатой жиром.

Чаще встречается патологический лимфоцитоз, развивающийся в организме при нако-

плении вредных липоидов, а также при истощении костного мозга. Лимфоцитозом сопровождаются ряд инфекционных заболеваний (туберкулез, пироплазмоз и т.д.). При инфекциях, протекающих с нейтрофилией, нарастание процента лимфоцитов с одновременным ослаблением нейтрофильного сдвига и уменьшением лейкоцитоза рассматривается как благоприятный симптом, а переход лимфопении в лимфоцитоз – уже сигнал выздоровления (Симонян, Хисамутдинов, 1995). Лимфоцитозы, протекающие с одновременным уменьшением эритроцитов, являются угрожающим симптомом, указывающим на недостаточную функцию кровяных органов и усиливающуюся интоксикацию организма.

Лимфоцитопения (относительное уменьшение содержания) является постоянным спутником нейтрофильных лейкоцитозов и особенно в первые дни острых инфекционных заболеваний. Лимфоцитопения, кроме того, может быть признаком сепсиса. Прогрессирующая лимфоцитопения всегда рассматривается как прогностически плохой признак (Симонян, Хисамутдинов, 1995).

Моноциты циркулируют в крови до 70 часов, а затем мигрируют в ткани. Их функции разнообразны. Моноциты являются активными фагоцитами, играют существенную роль в противоинфекционном и противораковом иммунитете, синтезируют отдельные компоненты системы комплемента, а также факторы, принимающие участие в сосудисто-тромбоцитарном гомеостазе, процессе свертывания крови и растворении кровяного сгустка.

Моноцитоз иногда встречается на фоне резкого лейкоцитоза, чаще бывает при нормальном и пониженном числе лейкоцитов. Наблюдается он при язвенных эндокардитах, злокачественных новообразованиях, протозойных заболеваниях. Моноцитоз, сочетающийся с нейтрофилией и лейкоцитозом, при некоторых острых инфекциях указывает на улучшение состояния больного, увеличение моноцитов при одновременном сдвиге нейтрофилов часто является одним из объективных признаков скрыто протекающей инфекции. Количество моноцитов уменьшается (моноцитопения) в первой стадии острых инфекционных болезней, а иногда и при тяжело протекающих анемиях, причем полное отсутствие моноцитов на фоне резко выраженной нейтрофилии рассматривается как неблагоприятный признак (Ионов, 1954).

Гемоглобин. Он состоит из белковой (глобин) и железосодержащей (гем) частей. На одну молекулу глобина приходится четыре молекулы гема, в состав которых входит ион же-

леза, способный присоединять кислород. Основное значение – транспорт кислорода и углекислого газа, а также буферные свойства. Гемоглобин способен связывать и некоторые токсичные вещества. Содержание гемоглобина в крови животных колеблется в определенных пределах и зависит от возраста, вида, пола, породы, характера кормления, эксплуатации и других условий. Увеличение количества гемоглобина наблюдается при мышечном утомлении и при различных патологических состояниях, сопровождающихся сгущением крови (понос, потение, рвота и т. д.).

Уменьшение количества гемоглобина встречается значительно чаще и может быть при различных инфекционных, инвазионных болезнях, истощении, различных отравлениях, после обильных кровопотерь и при ряде заболеваний, сопровождающихся развитием анемий.

Тромбоциты. Кровяные пластинки образуются из гигантских клеток красного костного мозга (мегакариоцитов). У тромбоцитов нет ядра, но имеется большое количество гранул различного строения. Основное значение тромбоцитов – участие в процессе гемостаза (комплекс реакций, направленных на остановку кровотечения). Тромбоциты принимают участие в защите организмов от чужеродных агентов, обладают фагоцитарной активностью, содержат иммуноглобулин G, являются источником лизоцима и β-лизинов, способных разрушать мембрану некоторых бактерий. При травме сосудов они защищают организм от инфекции (Симонян, Хисамутдинов, 1995).

Физиологическое увеличение количества тромбоцитов (тромбоцитоз) часто констатируют в первые дни жизни животного, при усиленной мышечной работе. Как патологический синдром тромбоцитоз бывает при ряде заболеваний (пневмонии, гемоглобинемии и т.д.). Уменьшение количества тромбоцитов (тромбоцитопения) может наблюдаться при беременности, во время пищеварения, при ряде инфекционных заболеваний (пироплазмозе, анемиях и т.д.). Определенное значение тромбоцитопения приобретает при ранней диагностике А-авитаминоза, когда количество тромбоцитов в крови уменьшается значительно раньше, чем появляются другие признаки развивающегося А-авитаминоза.

Гематокрит. Это отношение объема эритроцитов к плазме крови, выраженное в процентах. Эту величину необходимо вычислять, чтобы проследить динамику развития болезни, изменение состояния животного. В норме отношение объема эритроцитов к плазме колеблется в узких пределах (4:6 – 5:5), при

многих болезнях, особенно при анемиях, это отношение значительно шире и доходит до 1:4 – 1:5. Однако при болезнях, сопровождающихся сгущением крови, отношение возрастает до 6:4 и выше (Симонян, Хисамутдинов, 1995).

Среднее содержание гемоглобина в эритроцитах, или «цветной показатель», - по нему судят об относительной величине, характеризующей насыщение в среднем одного эритроцита гемоглобином. При этом могут быть выявлены гипо- и гиперхромные эритроциты, которые встречаются лишь при анемиях. Определение этого показателя необходимо для проведения дифференциального диагноза при анемиях (Симонян, Хисамутдинов, 1995).

Средний объем эритроцитов. Этот показатель необходим для более точной постановки диагноза при анемиях. При появлении гиперхромных недонасыщенных эритроцитов в крови объем эритроцита значительно увеличивается, что позволяет ему содержать большую концентрацию гемоглобина. В результате создается ложное впечатление, будто эритроциты перенасыщены гемоглобином. При анализе всех полученных данных, каждый из которых взаимодополняет друг друга, можно более точно поставить диагноз (Симонян, Хисамутдинов, 1995).

Анализируя гематологические данные крови, полученные в ходе исследования с 2001 по 2005 годы, необходимо отметить следующее - основные изменения у исследуемой группы животных наблюдаются в белых клетках крови. Так, у 38,8 % обследованных животных отмечен персистентный лейкоцитоз от 12,3 до 35 тыс./мм³ (при норме содержания 4,5-12,0 тыс./мм³). На основании данных, полученных при подсчете лейкоформулы, можно предположить, что у этих животных наблюдается субклиническое течение лейкоза, так как увеличение лейкоцитов происходит преимущественно за счет молодых форм лимфоцитов (пролимфоцитов). Для подтверждения диагноза необходимо провести исследования для обнаружения ВЛКРС (вирус лейкоза крупного рогатого скота).

Также отмечено повышенное содержание в крови моноцитов - варьирование показателей от 8 до 32 кл./100клеток (при норме 2-7 кл./100клеток), что свидетельствует о моноцитозе. При этом он сочетается с нейтрофилией, что является одним из объективных признаков скрыто протекающей инфекции, но необходимо учесть, что в нерезкой форме нейтрофилия встречается при беременности.

В ходе гематологических исследований при нормальном количестве эритроцитов наблюдается стойкое снижение показателей по

гематокриту, причем в большинстве случаев (74,3 % обследованных животных) этот показатель зачастую ниже общепринятых норм, так, при физиологической норме 30-45 %, варьирование составило от 17,1 до 55,5 %, при этом среднее содержание равняется 28,02 %. У 50% животных отмечены также низкие показатели по гемоглобину, колебания составили от 54 до 123 г/л при норме 90-120г/л, при этом средний уровень содержания составил 89,39 г/л.

Уровень содержания тромбоцитов в крови обследованных животных находится в пределах нормы (200-700 10⁹/л), значения при этом смещены к нижней границе физиологической нормы, варьирование показателей составило от 48 до 593 10⁹/л, средний уровень содержания равен 260,31 10⁹/л. Лишь у 25,9 % животных было отмечено пониженное содержание тромбоцитов. При этом необходимо обратить особое внимание на то, что количество тромбоцитов в крови уменьшается значительно раньше, чем появляются другие признаки развивающегося А-авитаминоза, что необходимо использовать при ранней диагностике данного заболевания. В среднем же показатели по данной группе обследованных животных в пределах физиологической нормы, за исключением лейкоцитов и лейкоцитарного ряда и показателей гематокрита.

ЛИТЕРАТУРА

- Богданов Г.А. Кормление сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 1990. 623 с.
- Васильева Е.А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 2000. 359 с.
- Вильям Дж. Риган, Тереза Сандерс. Атлас ветеринарной гематологии. Пер. с английского Махиянов Е.В. М.: «Аквариум ЛТД», 2000. 136 с.
- Воскобойник В.Ф. Ветеринарное обеспечение высокой продуктивности коров. М.: Росагропромиздат, 1988. 254 с.
- Григорьева Т.Е., Юрьева Е.В., Иванов Г.И. Изоферментный состав щелочной фосфатазы сыворотки крови крупного рогатого скота в зависимости от возраста и физиологического состояния животных// Сельскохозяйственная биология. Вып. 4, 1991. С. 40-43.
- Зинченко И.Л., Погорелова И.Е. Минерально-витаминное питание коров. М.: Колос, 1980. С. 89-167.
- Клейменов Н.И., Магомедов М.Ш., Венедиктов А.М. Минеральное питание скота на

комплексах и фермах. М.: Россельхозиздат, 1987. 190 с.

Клейменов Н.И., Ярошкевич А.П. Обмен веществ и продуктивность. Балансирование А, Д, Е-витаминового питания высокопродуктивных коров с целью повышения молочной продуктивности и биологической полноценности молока //Сельскохозяйственная биология. Вып. 4, 1994. 34-89.

Кононский А.И. Биохимия животных. М.: Колос, 1992. 187 с.

Лабораторные исследования в ветеринарной клинической диагностике (учебник). Под ред. профессора Ионова П.С. М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1957. 288 с.

Лебенгарц Я.З.. Обмен веществ и продуктивность. Возрастные особенности иммунологической реактивности и обмена веществ крупного рогатого скота// Сельскохозяйственная биология. Вып. 2, 2001. С. 44-68.

Матусов И. И. Витамины и антивитамины. М.: Россельхозиздат, 1975. 240 с.

Медицинская экология. Под ред. Королева А.А. М.: «Academia», 2003. С. 100-144.

Попов А.В., Ковындиков М.С., Сенник С.Я. Основы биологической химии и зоотехнический анализ. М.: «Колос», 1973. 303 с.

Профiryев И.А. Обмен веществ и продуктивность. Нарушения обмена веществ у высокопродуктивных молочных коров при различных условиях содержания и кормления// Сельскохозяйственная биология. Вып. 2, 2001. С. 27-41

Симонян Г.А., Хисамутдинов Ф.Ф. Ветеринарная гематология. М.: «Колос», 1995. 254 с.

Унифицированная система биохимического контроля за состоянием обмена веществ коров //Зоотехния. Вып. 3, 1986г. Казарцев В.В., Ратошный А.Н. С. 323-330.

Холодов В.М., Ермолаев Г.Ф. Справочник по ветеринарной биохимии. Минск, 1988. С. 139-167.

Шамберев Ю.Н., Эртуев М.М., Прохоров И.П. Биохимические показатели крови у высокопродуктивных коров черно-пестрой породы// Зоотехния. Вып. 4, 1986.С. 129-137.

Юдин М.Ф. Болезни. Физиологическое состояние организма коров в разные сезоны года // Ветеринария. Вып. 2, 2001. С. 38-56.

APPRECIATION OF COWS' ORGANISM STATE BY BIOCHEMICAL METHODS

E.V. Gromuiko

During the period of 5 years the author had been carrying out deep biochemical investigations of the blood serum at the milk-trade farm "Precepts of Il'ich" in the Leningradskaya region. On the basis of data received the approaches to the appreciation of cows' organism state have been proposed by using the biochemical methods.