

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**РУП «ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ВЕТЕРИНАРИИ
ИМЕНИ С.Н. ВЫШЕЛЕССКОГО
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель директора
Департамента по ветеринарному и
продовольственному надзору
Министерства сельского хозяйства и
продовольствия Республики Беларусь



Ю. А. Пивоварчик

2014 г.

Насонов И. В., Буйко Н. В., Лизун Р. П.,
Волыхина В. Е., Захарик Н. В., Якубовский С. М.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИМ
И БИОХИМИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ
У КУР СОВРЕМЕННЫХ КРОССОВ**

МИНСК,
2014

ВВЕДЕНИЕ

Содержание птицы в современном промышленном птицеводстве предполагает большую физиологическую нагрузку на организм птицы. При этом малейшие погрешности в технологии и рецептуре кормления могут вызвать необратимые сдвиги в обмене веществ у птиц, приводящие к снижению продуктивности, алиментарным заболеваниям или летальному исходу.

Одним из факторов профилактики этих нарушений является прижизненная диагностика нарушений обмена веществ по биохимическим и гематологическим показателям крови. При этом оценивается изменение показателей относительно физиологической нормы, принятой для сельскохозяйственной птицы. Очень важны биохимические исследования при разработке и оценке влияния на организм птицы новых лекарственных препаратов, кормовых добавок, кормовых рецептур.

Если раньше, в 70-е годы XX века, успешными экономическими показателями считалось выращивание бройлеров в течение 63 дней и достижение ими живой предубойной массы 1,7–1,9 кг при конверсии корма 2,3–2,6 кг на 1 кг прироста, то сейчас нормой считается выращивание бройлеров в течение 42 дней и достижение ими предубойной массы 2,2–2,6 кг при кормоконверсии 1,7–1,9. За полтора месяца выращивания цыпленок-бройлер современного скороспелого кросса увеличивает свою массу в 44 раза. Соответственно, нормы 30–40-летней давности теперь не всегда правильно отражают метаболические процессы в организме птицы. В связи с этим у врачей лабораторий и разработчиков препаратов возникает вопрос: что считать физиологической нормой при таком ускоренном обмене веществ.

ФРАКЦИИ КРОВИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кровь – жидкая биологическая соединительная ткань организма. Количество крови в организме птиц составляет от 6,2 до 11% от живой массы, причём у молодых животных относительный объём крови несколько больше. Величина рН крови птиц находится в пределах 7,2 – 7,43.

Кровь состоит из жидкой фазы (*плазмы*) и форменных элементов – эритроцитов, лейкоцитов и кровяных пластинок – тромбоцитов. Форменные элементы составляют 40 – 45% объема крови, объем плазмы – 55 – 60%. При отстаивании крови в пробирке или центрифугировании с малыми скоростями форменные элементы осаждаются. Плазма крови, лишённая белка фибриногена, носит название *сыворотки крови*.

В зависимости от задач исследования анализу подвергают цельную кровь, плазму или сыворотку.

В цельной крови определяют морфологические показатели, а также содержание глюкозы, кетоновых тел, меди, цинка, кобальта, марганца, селена и др., т.е. веществ, равномерно распределенных между плазмой и эритроцитами.

Для исследования веществ, неравномерно распределенных между клетками и жидкой частью крови, следует использовать сыворотку или плазму.

В сыворотке, например, исследуют общий белок и его фракции, остаточный азот, мочевины, свободные аминокислоты, липиды, холестерин, билирубин, кальций, неорганический фосфор, магний, йод, связанный с белком, каротин, витамины, ферменты и др. В плазме – резервную щелочность, содержание натрия, калия, неорганического фосфора, магния, каротина, витаминов А, С и др.

Плазма крови птиц представляет собой опалесцирующую прозрачную жидкость желтоватого оттенка вследствие наличия каротиноидных пигментов. Истинно иктеричной (окрашенной в ярко-желтый цвет вследствие присутствия билирубина) плазма (сыворотка) может быть в редких случаях, свидетельствующих о печеночной недостаточности. Окрашивание сыворотки в красный или розовый цвет обычно является результатом гемолиза эритроцитов, хотя наличие в корме птиц специальных красителей или пигментов тоже может на это повлиять. Зеленоватый оттенок сыворотки встречается очень редко, наблюдается вследствие присутствия биливердина и свидетельствует о тяжелом поражении печени.

ПРАВИЛА ВЗЯТИЯ КРОВИ И ПРОБОПОДГОТОВКА

Существует несколько мест, из которых производится забор крови у птиц. У кур и индюков небольшие порции крови берут, надрезая гребень или сережки; у гусей и уток прокалывают мякоть ступни. У декоративных птиц кровь берут из вены на ноге, вены на крыле, яремной вены и когтя.

У сельскохозяйственной птицы кровь берут в основном из подкрыльцовой вены *cutanea ulnaris* на внутренней стороне крыла над локтевым сочленением. При этом перо выдергивают, вену сдавливают пальцем в участке локтевого сустава, прокол делают под углом локтевого изгиба, соблюдая правила асептики и антисептики. В связи с быстрым сворачиванием крови у птицы место прокола вены можно протирать антикоагулянтом. После взятия крови место пункции на несколько минут зажимают тампоном, смоченным дезинфицирующей жидкостью.

Объем крови, который безболезненно можно забрать у птицы, зависит от ее размера и состояния здоровья. Обычно здоровая птица может потерять до 10% от общего объема крови без каких-либо проблем (общий объем крови составляет примерно 10% от массы тела птицы). Например, при массе птицы 500 г, объем ее крови составит 50 мл, что означает, что для анализа можно взять 5 мл. Если после взятия крови самочувствие птицы будет неудовлетворительным, то ей вводят подкожно столько же изотонического раствора.

У цыплят большой объем крови легче всего взять из сердца. При взятии крови из сердца необходима тщательная фиксация. Место пункции определяется следующим образом. Визуально делится грудная кость на 3 равные части по линии выступающей части кости. На границе 1-й и 2-й трети отступаем вправо на расстояние 2-х пальцев и подушечками пальцев пальпируем место наиболее интенсивного сердцебиения. Укол иглы проводим

по направлению к основанию правого крыла.

Кровь должна свободно стекать по стенке пробирки во избежание разрушения эритроцитов и при необходимости немедленно смешиваться с достаточным количеством антикоагулянта.

Для получения пробы цельной крови или плазмы ее стабилизируют, предварительно внося в пробирку антикоагулянт. Антикоагулянты лучше применять в виде растворов:

– 4%-ный раствор цитрата натрия: 0,1 мл на 1 мл крови (используется при исследовании свертывающей системы крови и тромбоцитов, такую кровь можно хранить не более суток);

– 1%-ный раствор гепарина: 2–3 капли на 10 мл крови (при изучении клеточного состава крови гепарин используют только для немедленных исследований, в противном случае он вызывает постепенное "старение" клеток и их распад);

– 10%-ный раствор ЭДТА (трилон-Б): 1 капля на 1 мл крови (наиболее распространенный антикоагулянт при использовании автоматических гематологических анализаторов; следует помнить, что избыток ЭДТА приводит к сморщиванию форменных элементов крови).

В зависимости от характера исследований готовят определенное количество пробирок. Стенки стеклянной посуды способны обмениваться ионами с кровью, а следы моющих средств влияют на активность ферментов. Это можно исключить, если использовать пластмассовые пробирки одноразового пользования.

Для получения сыворотки пробирки с кровью рекомендуются в процессе взятия крови помещать в термостат с температурой до 38°C. При массовых обследованиях животных таким импровизированным термостатом может быть достаточная емкость с водой указанной температуры. После завершения работ по взятию крови, свернувшиеся пробы обводят тонкой спицей из нержавеющей стали для лучшего отделения сыворотки и ставят в термостат при 37 – 38°C на 30 минут, а затем в холодильник на 1–2 часа для окончательного отделения сыворотки. Сыворотку сливают и центрифугируют 20 минут при 2000–3000 об/мин.

Для получения плазмы кровь с антикоагулянтом центрифугируют 20–30 минут при 2000 – 3000 об/мин. Плазма крови отличается от сыворотки наличием фибриногена.

Цельную кровь, плазму и сыворотку для непродолжительного хранения помещают в холодильник (+2...+4°C), длительное хранение сыворотки требует температуры – 20°C.

Для исключения спонтанной агрегации тромбоцитов, вызванной действием антикоагулянта, рекомендуется проводить исследование либо не позже 0,5 часа, либо спустя 6 часов от момента взятия крови. При проведении анализа крови в более поздние сроки (спустя 6 часов после взятия) пробы крови следует хранить при температуре 4–8°C не более суток. Более длительное хранение крови приводит к набуханию клеток.

При получении сыворотки следует выполнять следующие правила:

1 Для исследований необходима прозрачная сыворотка крови соломенно-жёлтого цвета без следов гемолиза в объёме 2 мл для одновременного проведения исследований комплексом методов.

2 Кровь следует брать у птиц натошак, без ограничения питьевой воды, в возрасте 1 – 14 дней – методом декапитации или из сердца, а с 15-дневного возраста – из подкрыльцовой вены методом скарификации (или венопункции) по 5 – 6 мл индивидуально в чистые пробирки, предварительно орошенные физраствором.

3 Важно, чтобы пробы крови не подвергались резким температурным колебаниям, поэтому взятие крови лучше проводить в помещении при температуре выше 20°C. После свёртывания кровь необходимо обвести и отстаивать сыворотку в течение 15 – 20 минут в термостате или водяной бане при температуре 37 – 39 °С.

4 Если в помещении температура меньше 20°C, то пробирки с кровью после её взятия сразу же поместить в термос или сосуд с тёплой водой (39 °С), затем в термостат на 15 – 20 минут при температуре 37---- – 39 °С, после чего кровь оставляют на отстаивание сыворотки в холодильнике не менее 1 часа.

5 Исследование сыворотки крови предпочтительнее проводить в течение суток после взятия крови.

6 Определение показателей естественной резистентности организма птиц необходимо проводить с учётом возраста, породы, особенностей кормления, содержания птицы и ветеринарно-санитарных мероприятий, проводимых в птицеводствах.

ПРИЧИНЫ ПОГРЕШНОСТЕЙ АНАЛИЗА

Нарушение условий и температуры хранения проб может стать причиной погрешностей анализа. В результате длительного хранения над эритроцитами могут наступить сдвиги в концентрации ряда компонентов: повышается концентрация калия, активности кислой фосфатазы, аминотрансфераз, лактатдегидрогеназы, гидроксibuтиратдегидрогеназы, понижается содержание глюкозы вследствие гликолитических процессов. При температуре около 20°C в цельной крови возрастает содержание аммиака, многие ферменты даже при температуре холодильника быстро теряют свою активность (креатинкиназа, кислая фосфатаза); лактатдегидрогеназа, напротив, быстрее теряет активность при низких температурах.

Возникший при взятии или хранении гемолиз эритроцитов приводит к повышению концентрации калия, активности кислой фосфатазы, аминотрансфераз (АСТ, АЛТ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ) гидроксibuтиратдегидрогеназы. Неумелое встряхивание проб при перемешивании их содержимого или при транспортировке также может вызвать гемолиз эритроцитов. Не следует также выпускать кровь из шприца через иглу под большим давлением; в этом случае иглу следует удалить и кровь выпускать в пробирку с

незначительным физическим усилием.

Все образцы сыворотки, имеющие более интенсивный оттенок, чем светло-светло-розовый, не пригодны для исследования. В дополнение можно ориентироваться по гематологическому показателю МСНС (mean cell hemoglobin concentration – средняя концентрация гемоглобина в эритроците). Данный показатель достаточно стабилен внутри каждого вида, и если его уровень выше, чем референтные значения (30,2 – 36,2 г\дл для домашних кур), то это может говорить о гемолизе. Данный параметр используется как индикатор ошибки прибора или ошибки пробоподготовки.

Липемия (наличие следов жира в пробе крови) – может являться следствием отбора крови у накормленных птиц, но также может свидетельствовать об эндокринологических заболеваниях или нарушениях липидного обмена. Наличие нерастворимых липидов в крови влияет на качество анализа в целом, а также фальсифицирует (завышает) уровень желчных кислот, печеночных ферментов, щелочной фосфатазы, гемоглобина, общего билирубина, глюкозы, кальция, фосфора.

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение абсолютного количества всех форменных элементов циркулирующей крови представляет большую диагностическую ценность для выявления колебаний их при ряде заболеваний.

Особенности подсчета форменных элементов крови у птиц.

Методы, используемые при подсчете лейкоцитов и тромбоцитов у млекопитающих животных, непригодны для исследования крови у птиц. Связано это с тем, что эритроциты у них содержат ядро и не разрушаются под действием уксусной кислоты (в связи с чем автоматические геманализаторы не используются при гематологических исследованиях птиц). Поэтому предложены методы, которые основаны на окраске лейкоцитов и тромбоцитов, а эритроциты остаются неокрашенными.

Для подсчета эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов в камере разводить кровь лучше в 100 раз. Чаще используют жидкость, состоящую из 0,1 г азура II и 1000 мл 0,9%-го раствора натрия хлорида. В качестве разбавляющей и красящей жидкости можно использовать и растворы, в составе которых имеется метилвиолет. Разбавленную кровь перемешивают в течение не менее 5 минут, чтобы окрасились лейкоциты и тромбоциты.

Подсчет эритроцитов и расчет их абсолютного количества производят в камере точно так же, как у млекопитающих. В том же препарате проводят подсчет и лейкоцитов. Их учет ведут в 100 больших неразграфленных квадратах сетки. Лейкоциты при этом округлой формы, окрашены в серо-синий цвет. Подсчет тромбоцитов в крови птицы проводят в той же счетной камере, что и другие клетки. Учитывают тромбоциты во всех больших квадратах сетки Горяева, каждый из которых разделен на 16 маленьких квадратиков. Таких квадратов всего 25. Тромбоциты при этом овальной формы (в отличии от лейкоцитов), и окрашены в интенсивно синий или

фиолетовый цвет (в отличие от эритроцитов).

По другой методике у птиц в счетной камере вначале определяют общее количество форменных элементов (эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов), затем в окрашенной мазке подсчитывают 1000 клеток с подразделением на эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. После этого путем перерасчета устанавливают количество клеток отдельных видов в 1 мл.

Количественное определение эритроцитов у птиц можно выполнить фотометрическими методами при помощи эритрогемметра и электрофотокolorиметра.

Количество эритроцитов (Red Blood Cells, RBC). Количество эритроцитов у кур может меняться в зависимости от сезона года: в весенне-летний период число их возрастает в сравнении с осенне-зимним. Колебания в количестве могут также зависеть от кормления и продуктивности: корма животного происхождения способствуют увеличению числа эритроцитов

Увеличение количества эритроцитов наблюдается при обезвоживании организма и сгущении крови (сильные поносы, развитие отеков; инфекционные болезни с повышенной температурой тела, диспепсии; сердечно-сосудистая недостаточность)

Уменьшение количества эритроцитов бывает при гемоспоридиозах, анемиях (постгеморрагической и апластической), инфекционных болезнях и отравлениях с распадом эритроцитов.

Гемоглобин (Hemoglobin, Hb)- дыхательный пигмент крови, состоит из белка глобина, который синтезируется в печени, и простатической группы – гемма. Основная функция гемоглобина – перенос кислорода от легких тканям. Гемоглобин участвует в транспорте углекислого газа из тканей в легкие, в поддержании кислотно-основного равновесия в организме, т.е. обладает буферными свойствами.

Количество гемоглобина в крови у птиц значительно варьирует в зависимости от вида, возраста, продуктивности и кормления. Особенно значительные колебания могут быть у высокопродуктивных кур-несушек. Однако следует знать, что связывание кислорода гемоглобином у птиц выше, чем у млекопитающих – 1,41 мл кислорода на 1 г гемоглобина против 1,34 мл на 1 г.

Повышение содержания гемоглобина наблюдается при обезвоживании, чрезмерной физической нагрузке или возбуждении. *Пониженное* содержание характерно для всех видов анемий, связанных с кровопотерей, с нарушением кроветворения, с повышенным кроверазрушением; при гипергидратации, хроническом отравлении аммиаком и нитритными соединениями.

Гематокрит (Hematocrit, Hct) – соотношение объема плазмы и форменных элементов крови, выраженное в процентах по объему. *Увеличение* гематокритной величины отмечают при анемиях и кровопотерях, *уменьшение* – при сгущении крови, обезвоживании организма. Для объективной оценки лабораторных показателей крови определение гематокрита обязательно.

Средний объем эритроцита (Mean corpuscular volume, MCV) – средний корпускулярный объем – средняя величина объема эритроцитов. В гематологических анализаторах MCV вычисляется делением суммы клеточных объемов на число эритроцитов. Однако этот параметр можно рассчитать делением гематокрита на число эритроцитов.

MCV используют главным образом для характеристики типа анемий. Изменения MCV могут дать полезную информацию о нарушениях водно-электролитного баланса. *Повышенное* значение MCV свидетельствует о гипотоническом характере нарушений водно-электролитного баланса, тогда как *понижение* — о гипертоническом характере.

Среднее содержание гемоглобина в эритроците (Mean corpuscular hemoglobin, MCH) – показатель степени насыщения эритроцита гемоглобином, можно рассчитать по формуле: $Hb \text{ (г/л)} \setminus RBC$.

Снижение MCH (т.е. гипохромия) характерно для гипохромных и микроцитарных анемий, включая железодефицитную, анемию при хронических болезнях, при некоторых гемоглобинопатиях, свинцовом отравлении.

Повышение MCH (т.е. гиперхромия) наблюдается при мегалобластных, многих хронических гемолитических анемиях, гипопластической анемии после острой кровопотери, гипотиреозе, заболеваниях печени, метастазах злокачественных новообразований.

Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (Mean cell hemoglobin concentration, MCHC) – показатель насыщенности их гемоглобином. Этот параметр можно рассчитать по формуле: $Hb \text{ (г/дл)} \times 100 \setminus Ht \text{ (\%)}$.

MCHC используют для дифференциальной диагностики анемий. *Снижение* MCHC характерно для гипохромных железодефицитных анемий, а *повышение* — для гиперхромных. *Снижение* MCHC наблюдается при заболеваниях, сопровождающихся нарушением синтеза гемоглобина; также пониженное значение может наблюдаться у молодой птицы. Как уже отмечалось выше, данный параметр используется как индикатор ошибки прибора или ошибки пробоподготовки.

БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРОВИ

Биохимические показатели крови занимают особое место и очень важны как для оценки физиологического статуса организма птиц, так и для своевременной диагностики патологических состояний. Данная диагностика позволяет на биохимическом уровне оценить функциональное состояние организма, работу печени, почек, поджелудочной железы и других органов, а также состояние белкового, углеводного, жирового и минерального обмена веществ, своевременно откорректировать рацион кормления.

Общий белок (Total Protein, TP, TOTP)

Картина белкового состояния крови может быть ценным показателем нормального или патологического состояния организма. Белковый обмен диктует интенсивность углеводного и липидного.

Концентрация общего белка имеет особое диагностическое значение при диарее, потере веса, заболеваниях печени, почек или при подозрениях на эти заболевания. Степень выраженности гипо- и гиперпротеинемии может быть одним из показателей динамического течения патологического процесса. Этот показатель можно использовать в качестве контроля эффективности проводимых лечебно-профилактических мероприятий. Нормальными показателями общего белка для птиц считают 21 – 47 г\л.

Гипопротеинемия возникает при недостаточном поступлении в организм птицы полноценных белков; нарушении синтетической функции печени и реабсорбционной способности почек, что способствует значительной потере белка с мочой; при угнетении процессов биосинтеза белков крови при ряде хронических заболеваний и различных отравлениях. Причинами белкового голодания могут быть также нарушения функции желудочно-кишечного тракта, обуславливающие процессы ассимиляции и диссимиляции (гастриты, гастроэнтериты, колиты). Гипопротеинемия встречается при нарушении синтеза сывороточных белков, при потере альбумина. Это происходит при кахексии, недостаточности печени, нефротическом синдроме, генерализованном опухолевом процессе, при паразитарных заболеваниях, нарушении усвоения корма.

Гиперпротеинемия наблюдается при сгущении крови, обезвоживании организма (диспепсия, профузные поносы, гипергидроз), белковом перекорме, гастроэнтеритах, бронхопневмониях, при повышенном синтезе белка, преимущественно глобулинов. Повышенный синтез наблюдается при макроглобулинемии, хронических воспалениях.

Азотсодержащие вещества плазмы крови

Наряду с белками сыворотка крови содержит различные азотсодержащие небелковые вещества, которые получили название остаточного азота. Основным компонентом остаточного азота у млекопитающих является мочевины, у птиц количественно преобладает **мочевая кислота**, которая является конечным продуктом белкового обмена.

Мочевая кислота (Uric Acid, UA) – основной продукт метаболизма азотосодержащих соединений у птиц (а также рептилий). Повышение уровня мочевой кислоты случается при заболевании почек. Обычные показатели работы почек у млекопитающих – мочевины и креатинин – не являются диагностическими для работы почек у птиц и не всегда используются. Также, ошибочные значения для мочевой кислоты могут появляться в анализах, взятых из точек, загрязненных пометом.

Уровень мочевой кислоты увеличивается (гиперурикемия) если функция почек снижается на 30% по сравнению с их нормальной активностью. Нормальный уровень мочевой кислоты варьирует от 2 до 15 мг/дл (119 – 892 ммоль/л). Значения больше 20 мг/дл (1189 ммоль/л) рассматриваются как повышенные. В дополнение к заболеваниям почек, существует несколько других факторов, влияющих на уровень мочевой кислоты. Например,

разрушение тканей, голод, подагра, отложение кальция в почках в результате диеты, избытка кальция или витамином Д3, избыток белка в рационе.

Количество мочевой кислоты в крови зависит не только от функции почек, но и от количества потребляемого белка или скорости расщепления его в организме. В частности, концентрация мочевой кислоты в крови *возрастает* при кровотечениях, подагре, лейкемии, пневмонии. Недостаток белка в рационе, наоборот, приводит к *снижению* концентрации мочевой кислоты в сыворотке крови.

Большое значение имеет и количество воды в организме. При недостатке последней большее количество мочевой кислоты подвергается обратному всасыванию, и концентрация её в крови увеличивается. Влияние этих дополнительных факторов затрудняет оценку функционального состояния почек по одному этому показателю. Вот почему наряду с определением концентрации мочевой кислоты в крови рекомендуют определять – как дополнительный фактор – и концентрацию креатинина.

Креатинин (Creatinine, CREA)– конечный продукт обмена креатина. Большая часть креатинина синтезируется в печени и транспортируется в скелетные мышцы. Концентрация креатинина в крови является довольно постоянной величиной, отражающей мышечную массу и не зависящей от кормления и других факторов. Этот показатель у птиц является дополнительным для оценки функции почек. *Увеличение* концентрации креатинина в крови пропорционально степени тяжести нарушения фильтрационной способности почек. Индивидуальные различия у разных видов животных объясняются величиной мышечной массы, но у одного и того же вида этот показатель относительно постоянен. Этот показатель важен и для коррекции кормления. Следует, однако, заметить, что нормальные величины концентрации креатинина не исключают полностью наличие почечной патологии, для установления которой требуются дополнительные исследования. *Снижение* данного показателя может наблюдаться при уменьшении мышечной массы.

Безазотистые вещества плазмы крови

Включают в себя метаболиты углеводного, жирового и минерального обменов.

Глюкоза (Glucose, GLUC) крови является основным показателем углеводного обмена и отражает соотношение между процессами ее образования и использования в тканях. В зависимости от типа кормления животного концентрация глюкозы в крови обычно варьирует в пределах физиологической нормы. Норма концентрации глюкозы крови является результатом баланса функций регулирующих ее гормонов. Следует помнить, что глюкоза – нестойкое органическое соединение организма: спустя сутки после получения пробы крови (плазмы) концентрация в ней глюкозы падает на 30 – 40%, что необходимо учитывать в диагностической работе. Гипогликемия может быть ложной, вследствие погрешностей при выполнении лабораторных исследований. Эритроциты крови интенсивно потребляют глюкозу с образованием

молочной кислоты. Поэтому, если определение глюкозы проводится в цельной крови, необходимо предварительно осаждать белки. Нормой глюкозы для птиц считается 22,3 – 39,0 ммоль/л.

Гипогликемия наблюдается при заболеваниях печени, при гликогенной болезни, когда клетки печени теряют способность расщеплять гликоген с высвобождением глюкозы. Низкий уровень глюкозы в крови отмечен при гипoadренокортицизме, когда снижен синтез глюкокортикоидов корой надпочечников, а также при опухолях островковых клеток поджелудочной железы, вырабатывающих инсулин; септицемии; голодании; при поражении почек, когда глюкоза выводится с мочой; тяжелых поражениях печени вследствие отравления мышьяком, четыреххлористым углеводом, хлороформом, фосфором.

Гипергликемия наблюдается при эндокринных заболеваниях (сахарный диабет), панкреатите, при воздействии сильных стресс-факторов и некоторых лекарственных (гормональных) препаратов, а также в пробах крови у накармливаемой птицы.

Холестерин (Cholesterol, CHOL) содержится во всех тканях организма, являясь компонентом клеточных мембран. Печень – главный орган, где происходит синтез холестерина. Также холестерин в небольших количествах может синтезироваться стенкой кишечника и поступать с кормом. На его основе синтезируются желчные кислоты, половые гормоны, гормоны коры надпочечников, продукт окисления холестерина в коже превращается в витамин D₃.

Повышенное содержание холестерина в крови встречается при атеросклерозе, нефротоксическом синдроме, липоидном нефрозе и нефропатии с потерей белка, гипофункции щитовидной железы, панкреатите, у птиц – при скармливании рационов, обогащенных твердыми кормовыми жирами.

Понижение уровня холестерина в крови отмечается при остром панкреатите, острых инфекционных заболеваниях, туберкулезе, гиперфункции щитовидной железы, тяжелом нарушении кормления, анемии и кахексии.

Особую диагностическую ценность имеет определение содержания холестерина в крови при гепатитах. В начальной стадии содержание холестерина увеличивается, а затем падает ниже нормы. При паренхиматозных повреждениях печени также снижено содержание холестерина в крови.

Билирубин (Bilirubin, BIL). Измерение уровня билирубина не является диагностическим у большинства видов птиц, в отличие от млекопитающих, болезнь печени которых обычно диагностируется по наличию билирубина в коже, слизистых или белках глаз. (Билирубин образуется в печени у млекопитающих в результате разрушения старых красных кровяных телец. Если печень больна и не может удерживать билирубин, последний выходит в ткани, вызывая пожелтение, и это называется желтухой).

Птицы не развивают желтухи (пожелтения кожи и глаз) поскольку у них нет фермента, который превращает пигмент желчи биливердин в билирубин. При болезни печени у птиц наблюдается повышенное количество би-

ливердина. Он не накапливается в тканях и выделяется с мочой. Зеленые или желтые кристаллы солей мочевого кислоты сигнализируют о «желтухе» у птиц.

Желчные кислоты (Bile acids, BA). Достаточно новым тестом для определения функции печени у птиц (а также у кошек и собак) сейчас является анализ желчных кислот. Преимущество этого анализа в том, что он специфически говорит о функции печени. Желчные кислоты образуются в печени из холестерина и экскретируются в кишечник, где принимают участие в переваривании жиров.

Анализ желчных кислот является хорошим тестом на функцию печени. У большинства видов птиц уровень желчных кислот как правило менее 100 мкмоль/л, при значениях выше 150–200 мкмоль/л следует диагностировать дисфункцию печени. Тест на желчные кислоты может иметь ошибки из-за наличия жиров в крови и разрушенных эритроцитов, полученных в результате неаккуратной обработки пробы.

Ферменты сыворотки крови

Определение активности ферментов все шире используется в диагностических целях в ветеринарной практике. Этому способствует выяснение высокой информативности данного показателя для выявления патологического процесса на ранних стадиях заболевания, а также выпуск отечественных и зарубежных наборов необходимых реактивов, что значительно облегчает выполнение довольно трудоемких исследований по определению активности ферментов. Диагностическая ценность определения активности фермента определяется способностью проявлять себя в чрезвычайно малых концентрациях. В основе многих патологических и предпатологических состояний организма лежат нарушения функционирования ферментных систем. Патологический процесс сопровождается повышением проницаемости клеточных мембран или гибелью части клеток. Находящиеся в клетках ферменты выходят в кровь, где соответствующая ферментативная активность резко возрастает, так как содержание ферментов в клетке значительно выше, чем в крови.

Активность ферментов в сыворотке крови отражает сбалансированность скорости синтеза ферментов внутри клеток и выхода их из клеток. Увеличение активности ферментов крови может быть результатом ускорения процессов синтеза, понижения скорости выведения, повышения проницаемости клеточных мембран, действия активаторов, некроза клеток. Уменьшение активности ферментов вызывается повышением скорости выведения фермента, действием ингибиторов, угнетением синтеза.

В клинической биохимии большое значение имеет показатель активности **аспарататаминотрансферазы (АсТ) (Aspartate Aminotransferase, ASAT)** и **аланинаминотрансферазы (АлТ) (Alanine Aminotransferase, ALAT)**. Роль трансаминаз сводится к передаче аминокрупп аминокислот на кетокислоту.

В крови млекопитающих активность обоих ферментов очень мала, по сравнению с их активностью в других тканях. АлТ и АсТ находятся в цитоплазме клеток (гепатоциты, миоциты). Наибольшей концентрации АлТ достигает в печеночных дольках. АсТ более специфична для сердечной и скелетной мускулатуры. Нормальные значения АсТ – около 330 Ед/л (AST 107 – 481 U/l) у большинства видов птиц. При нарушении целостности мембран клеток, вызванной их повреждением, а также метаболическими изменениями, происходит выход этих ферментов в плазму крови. При этом степень повышения активности АлТ в крови примерно пропорциональна количеству поврежденных гепатоцитов.

До недавнего прошлого специфический анализ функции печени у птиц не проводился. Традиционно исследуемые у млекопитающих ферменты не являются специфичными для определения функции печени у птиц и их уровень изменяется по разнообразным причинам, не обязательно связанным с болезнью печени. Поэтому у птиц существуют отличия в интерпретации активности ферментов крови.

АлТ – не является печечно-специфичным ферментом у птиц. Продолжительный постинъекционный подъем АлТ снижает его диагностическую значимость для индикации заболеваний печени. Поэтому АлТ зачастую убирают из биохимической панели для птиц.

АсТ – фермент, который повышается позже всех (через 72 часа после поражения печени или мышц) и позже всех возвращается в норму. АсТ является неспецифичным индикатором патологии гепатоцитов у птиц и используется совместно с мышечно-специфичным индикатором креатин-киназой для дифференциации между поражениями печени и скелетных мышц.

Креатинкиназа (КК) (Creatine Kinase Phosphatase, СРК)– повышается на малый промежуток времени (до 72 ч с момента повреждения или некроза миоцитов). Нормальным уровнем СРК считается 69–524 U/L, однако у бройлеров этот показатель может достигать 2500–3500 U/L.

Если КК, АСТ и **лактатдегидрогеназа (ЛДГ)** вместе повышены – это скорее мышечное повреждение.

Если АСТ и/или ЛДГ повышены без повышения КК, то это печеночные повреждения. Но при этом следует помнить, что КК имеет короткий период полураспада по сравнению с АСТ, поэтому после мышечного повреждения КК может успеть вернуться в норму, тогда как АСТ все еще повышен. Это можно неверно трактовать как печеночные повреждения, тогда как это мышечные на самом деле.

Часто для оценки взаимодействия трансаминаз используют соотношение активностей АСТ/АЛТ (коэффициент де Ритиса), который в норме равен $1,33 \pm 0,42$. При вирусных гепатитах это соотношение снижается, а при сердечных патологиях – резко повышается. Данный показатель не всегда удается применить в биохимии крови птиц.

Щелочная фосфатаза (ЩФ) (Alkaline Phosphatase, АЛР). Это неспецифический фермент, катализирующий гидролиз многих фосфорных

эфиров и присутствующий в плазме в форме изоферментов. Основной источник щелочной фосфатазы у молодых растущих животных — костная ткань. Активность щелочной фосфатазы значительно повышается при болезнях печени и костей, в частности, при остеомалациях. Основная роль щелочной фосфатазы связана с отложением фосфатов кальция в костной ткани, транспорте липидов в кишечнике.

Щелочная фосфатаза – используется для диагностики рахита, опухолей костей. При рахите наблюдается повышение активности фермента при одновременном снижении уровня кальция в крови. Наиболее высокая активность отмечена при остеосаркомах. Однако следует учесть, что любые состояния, которые связаны с ростом костей или повышенной активностью костных клеток, повышают уровень щелочной фосфатазы

У млекопитающих активность фермента повышается при заболеваниях печени и желчных путей, сопровождающихся застоем желчи, однако на данный момент не зарегистрировано увеличения ЩФ, связанного с изменениями в печени, у птиц.

При определении ЩФ также следует помнить:

- у молодой птицы уровень ЩФ может быть выше (в 2–4 раза), чем у взрослой, так как у нее происходит рост костей;
- некоторые антибиотики и ряд других лекарств способны повышать уровень щелочной фосфатазы;
- уровень щелочной фосфатазы может быть завышенным, если кровь после взятия сильно охлаждалась.

Ферменты антиоксидантной системы организма

Антиоксидантная система защищает ткани от губительного действия свободных радикалов, которые постоянно образуются в организме и способны запустить лавинообразный механизм перекисного окисления липидов (ПОЛ). Образующиеся в результате реакций ПОЛ токсины могут внести существенный вклад в повреждение клетки и организма в целом. Активация ПОЛ наблюдается при различных заболеваниях: ишемия органов и тканей, сахарный диабет, атеросклероз и многих других.

Супероксиддисмутаза (СОД) в эритроцитах занимает центральное место в системе ферментной антиоксидантной защиты организма. Наличие СОД в организме позволяет поддерживать физиологическую концентрацию супероксидных радикалов в тканях, что обеспечивает возможность существования организма в кислородной атмосфере.

Глутатионпероксидаза (ГП) в крови – селеносодержащий фермент, предотвращающий продолжение процесса ПОЛ, обезвреживая уже образовавшиеся гидропероксиды жирных кислот, и одновременно предупреждает их образование. Таким образом, глутатионпероксидаза обеспечивает защиту мембран клеток от разрушающего действия пероксидных радикалов.

Определение активности СОД и ГП помогает оценить антиоксидантную способность организма и рекомендовать назначение препаратов для антиоксидантной терапии.

Аденозиндезаминаза (АДА) представляет собой маркер клеточного иммунитета. Наличие АДА является обязательным условием для дифференцировки лимфоидных клеток и созревания моноцитов и макрофагов. *Увеличение* активности АДА в сыворотке крови характерно для инфекционных заболеваний. При *недостаточной* активности данного фермента наблюдается дисфункция иммунного ответа, что связано с неадекватным метаболизмом аденозина и 2-дезоксаденозина. Серьезные нарушения в активности АДА наблюдаются при иммунодефицитных заболеваниях различной этиологии.

Минеральные вещества

Кальций (Calcium, CALC). Из минеральных веществ крови следует в первую очередь отметить важную роль постоянства концентрации кальция и неорганического фосфора. Уровень кальция и фосфора сыворотки крови регулируется за счет производных витамина С, гормонов кальцитонина и паратгормона. Содержание кальция в крови зависит от вида, возраста, конституции птицы, качества принятой воды и количества кальция в кормовом рационе.

Нормальный уровень кальция для птиц – 8–18 мг\дл (2–4,5 ммоль/л) Гиперкальцемия, или повышенное содержание кальция, может возникнуть при избыточном количестве витамина ДЗ или как результат нормальных физиологических изменений, высокий уровень кальция обычно характерен для птицы в период яйцекладки – до 25 мг/дл (6,25 ммоль/л).

Гипокальциемия, или сниженный уровень кальция, случается при диетах, состоящих только из зерносмеси, или нарушениях работы почек. Если уровень кальция падает ниже 6 мг/дл (1,5 ммоль/л) могут случиться судороги.

При патологии количество кальция в сыворотке крови *повышается* при деструктивных процессах в костной ткани, при гипервитаминозе Д, гиперфункции паращитовидных желез, и ряде других болезней. Оно *понижается* при лейкемии, иногда при рахите и остеомаляции, некоторых формах нефрита, первичных и вторичных анемиях, диабете, стахиботриотоксикозе, гипофункции паращитовидных желез и некоторых других остро протекающих заболеваниях.

Фосфор (Phosphorus, PHOS) является одним из основных структурных элементов организма. Все виды обмена в организме неразрывно связаны с превращением фосфорной кислоты. С возрастом снижается содержание неорганического фосфора в сыворотке крови птиц, что связано со снижением фосфатазной активности в крови. Это единственный элемент, как полагают, влияющий на качество мяса.

Нормальный уровень фосфора – 2–4,5 мг/дл (0,64 – 1,45 ммоль/л).

Снижение фосфора в крови (*гипофосфатемия*) наблюдается при избытке кальция и дефиците витамина Д, отсутствии в рационе подкормок с фосфором, хронической форме остеодистрофии, при нарушении всасывания в кишечнике, рахите. Повышение уровня фосфора в крови (*гиперфосфатемия*) бывает при гипофункции паращитовидных желез, гипervитаминозе Д.

Кальций-фосфорное соотношение. При характеристике состояния фосфорно-кальциевого обмена необходимо учитывать как количественное содержание в крови этих элементов, так и соотношение между ними. На содержание фосфора в крови значительное влияние оказывает качество кормов. Увеличение кальция и фосфора в сыворотке крови физиологично у несушек, но при этом соотношение СаР должно быть выше 1, если ниже – следует подозревать патологию почек (при условии достаточного поступления этих микроэлементов с кормом).

Соотношение кальция и фосфора в рационе должно составлять 1,5–2,5:1, где кальций присутствует в повышенных по сравнению с фосфором количествах. В рационах, стоящих из одних зерен, соотношение кальция к фосфору обычно 1:10 (например, в смесях для попугаев) или 1:37 (в смесях для попугайчиков), т.е. фосфор присутствует в значительно больших, чем кальций, количествах.

По имеющимся литературным данным, соотношение СаР для несушек в период активной яйцекладки должно стремиться к 3–3,8:1.

СТАНДАРТНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ КОЛЕБАНИЙ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ЗДОРОВОЙ ПТИЦЫ

В таблицах (1–8) приводятся стандартные интервалы колебаний гематологических и биохимических показателей для здоровой птицы. Учитывая достаточный объем выборки по каждому кроссу, приведенные данные можно использовать в качестве ориентира физиологических норм по этим показателям для интерпретации результатов в биохимических лабораториях.

Таблица 1 – Гематологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Хабборт» в возрастной динамике

| Показатели | Возраст цыплят-бройлеров (сутки) | | | | |
|---|----------------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1–3 | 10–12 | 20–22 | 30–32 | 40–42 |
| Общий белок, г/л | 22 – 31 | 24 – 35 | 25 – 40 | 25 – 40 | 25 – 40 |
| Общий холестерин, ммоль/л | 11 – 18 | 4 – 9 | 1 – 3 | 1 – 3 | 1 – 3 |
| Глюкоза, ммоль/л | 20 – 30 | 13 – 20 | 11 – 15 | 7 – 15,8 | 9 – 13 |
| Кальций, ммоль/л | 2 – 3,5 | 2 – 4 | 2 – 3,5 | 2 – 4 | 2 – 4 |
| Фосфор, ммоль/л | 1 – 4 | 1 – 4 | 1,5 – 4 | 2 – 4 | 2 – 6 |
| Кальций-фосфорное отношение | 0,9 – 1,8 | 1 – 1,8 | 0,9–1,3 | 1 – 1,5 | 1 – 1,5 |
| Мочевая кислота, мкмоль/л | 130 – 360 | 300 – 700 | 300 – 700 | 400 – 700 | 400 – 600 |
| АсТ, U/l | 53 – 200 | 142,5 – 365,5 | 187 – 250,5 | 228 – 336 | 206,7– 386 |
| АлТ, U/l | 2,2– 5 | 7 – 45 | 5 – 20 | 4 – 20 | 4 – 20 |
| Креатинин, мкмоль/л | 13 – 32 | 16 – 43 | 22 – 38 | 19 – 27 | 18 – 26 |
| Щелочная фосфатаза, U/l | – | – | – | 1000 – 4000 | 2000 – 4000 |
| СОД, Е/мл | 5,8 – 25,8 | 5,8 – 25,8 | 16,5 – 37,2 | 16,5 – 37,2 | 16,5 – 37,2 |
| ГП, мкмоль/мин × мл | 2,3 – 6,5 | 2,3 – 6,5 | 7,0 – 11,0 | 7,0 – 11,0 | 7,0 – 11,0 |
| Аденозиндезаминаза, мкмоль/мин × л | 2,4 – 5,5 | 2,4 – 5,5 | 11,2 – 16,0 | 11,2 – 16,0 | 11,2 – 16,0 |
| Гемоглобин, г/л | 681–08 | 50–71 | 71– 84 | 71– 81 | 70– 100 |
| Эритроциты, млн/мкл | 1,6– 2,1 | 1,8– 2,9 | 2,2– 2,8 | 2,2– 2,5 | 2,2– 2,9 |
| Гематокрит, % | 23,5– 27,7 | 20,4– 27,6 | 22– 29 | 22 – 25,3 | 22,4– 32,8 |
| СКГЭ, г/дл | 340 – 344 | 240 – 245 | 305,2 – 309 | 327– 332 | 311,8 – 313 |
| Средний объем эритроцитов, мкм ³ | 140 – 143,2 | 113,4 – 117 | 104,4 – 108 | 96,7 – 98 | 106 – 108,4 |

Таблица 2 – Гематологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Кобб» в возрастной динамике

| Показатели | Возраст цыплят-бройлеров (сутки) | | | | |
|---|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 – 3 | 10 – 12 | 20 – 22 | 30 – 32 | 40 – 42 |
| Общий белок, г/л | 20 – 30 | 20 – 30 | 29 – 38 | 29 – 40 | 29 – 40 |
| Общий холестерин, ммоль/л | 10 – 15 | 4 – 9 | 2 – 3 | 1 – 3 | 2 – 3 |
| Глюкоза, ммоль/л | 10 – 20 | 10 – 20 | 5 – 15 | 9 – 15 | 12 – 17 |
| Кальций, ммоль/л | 2 – 3 | 2 – 3 | 2,5 – 4 | 2,5 – 4 | 2,5 – 3,5 |
| Фосфор, ммоль/л | 1 – 4 | 1 – 4 | 1,5 – 3 | 2,5 – 5 | 2 – 3 |
| Кальций-фосфорное отношение | 0,8 – 1 | 0,8 – 1 | 1 – 1,6 | 0,8 – 1 | 1 – 1,3 |
| Мочевая кислота, мкмоль/л | 130 – 360 | 100 – 400 | 200 – 500 | 200 – 600 | 300 – 800 |
| АсТ, У/л | 50 – 200 | 80 – 300 | 150 – 300 | 150 – 400 | 200 – 450 |
| АлТ, У/л | 8 – 10 | 6 – 10 | 5 – 20 | 5 – 15 | 7 – 20 |
| Креатинин, мкмоль/л | – | – | 15 – 28 | 21 – 30 | 24,5 – 31 |
| Щелочная фосфатаза, У/л | – | – | 1000 – 4000 | 1000 – 4000 | 2000 – 3800 |
| СОД, Е/мл | 11,9 – 24,6 | 11,9 – 24,6 | 11,9 – 24,6 | 12,1 – 26,7 | 10,6 – 26,4 |
| ГП, мкмоль/мин × мл | 4,8 – 10,0 | 4,8 – 10,0 | 4,8 – 10,0 | 8,4 – 14,7 | 6,6 – 12,0 |
| Аденозиндезаминаза, мкмоль/мин × л | 11,8 – 20,3 | 11,8 – 20,3 | 11,8 – 20,3 | 10,2 – 22,3 | 14 – 27,3 |
| Гемоглобин, г/л | 65 – 84 | 67 – 89 | 71 – 95 | 74 – 99 | 81 – 110 |
| Эритроциты, млн/мкл | 1,6 – 2,2 | 1,6 – 2,2 | 1,8 – 2,4 | 1,8 – 2,4 | 1,8 – 2,4 |
| Гематокрит, % | 20,4 – 25,3 | 21,5 – 27,2 | 22,7 – 28,6 | 23,2 – 30,0 | 23,9 – 32,3 |
| СКГЭ, г/дл | 290 – 296,1 | 315 – 319 | 325 – 328 | 320 – 327 | 344 – 347 |
| Средний объем эритроцитов, мкм ³ | 130,2 – 135 | 123 – 127,3 | 117 – 119 | 123 – 128,2 | 126,1 – 128 |

Таблица 3 – Гематологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Росс» в возрастной динамике

| Показатели | Возраст цыплят-бройлеров (сутки) | | | | |
|---|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1–3 | 10–12 | 20–22 | 30–32 | 40–42 |
| Общий белок, г/л | 23–26 | 29–33 | 27–35 | 34–55 | 35–55 |
| Общий холестерин, ммоль/л | 9–11 | 2–5 | 2–5 | 1,5–5 | 3–5 |
| Глюкоза, ммоль/л | 12–15 | 9–13 | 11–15 | 5–15 | 3–14 |
| Кальций, ммоль/л | 2–3 | 2–3 | 2–3,5 | 2–5 | 2–5 |
| Фосфор, ммоль/л | 1–4 | 1–4 | 2–4 | 2–5 | 2–5 |
| Кальций-фосфорное отношение | 0,8–1 | 0,8–1 | 0,9–1 | 1–1,5 | 1–1,5 |
| Мочевая кислота, мкмоль/л | 100–400 | 100–400 | 300–700 | 200–800 | 250–600 |
| АсТ, У/л | 229,9–303,2 | 167,1–239,1 | 174,8–294,8 | 169,6–360,9 | 211,5–407,6 |
| АлТ, У/л | 4–20 | 4–20 | 10–30 | 5–20 | 5–20 |
| Креатинин, мкмоль/л | 18–23 | 22–29 | 25–35 | 25–41 | 25–40 |
| Щелочная фосфатаза, У/л | – | – | – | 600–3700 | 2200–4000 |
| СОД, Е/мл | 6,3–13,4 | 13,8–23,4 | 11,8–26,2 | 18,2–38,9 | 18,2–38,9 |
| ГП, мкмоль/мин × мл | 2,65–4,84 | 7,0–10,6 | 10,0–15,1 | 10,54–16,45 | 10,54–16,45 |
| Аденозиндезаминаза, мкмоль/мин × л | 2,3–4,8 | 4,8–7,6 | 10,0–15,1 | 11,1–17,0 | 11,1–17,0 |
| Гемоглобин, г/л | 45–83 | 60–90 | 45–150 | 64–180 | 60–175 |
| Эритроциты, млн/мкл | 1,6–2,3 | 1,7–2,2 | 1,2–3,4 | 1,9–3,4 | 2–2,6 |
| Гематокрит, % | 23–27 | 25,4–35 | 18,8–31,1 | 22–35,1 | 22–31,4 |
| СКГЭ, г/дл | 249,6–252 | 253,4–257 | 356–359 | 345–349 | 326,3–330 |
| Средний объем эритроцитов, мкм ³ | 130–134 | 140–143,4 | 128–131 | 123,6–126 | 125–128 |

Таблица 4 – Гематологические и биохимические показатели крови маточного поголовья бройлеров кросса «Кобб» в возрастной динамике

| Показатели | Возраст маточного поголовья бройлеров (суток) | | | |
|---------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 120 | 240 | 270 | 330 |
| Общий белок, г/л | 23,0 – 47,0 | 25,0 – 60,0 | 52,0 – 73,0 | 55,0 – 70,0 |
| Общий холестерин, ммоль/л | 3,0 – 8,0 | 3,5 – 7,0 | 3,0 – 8,0 | 3,5 – 8,0 |
| Триглицериды, ммоль/л | – | – | 13,0 – 16,0 | 13,0 – 16,0 |
| Глюкоза, ммоль/л | 12,0 – 17,0 | 12,0 – 17,0 | 12,0 – 16,0 | 12,0 – 17,0 |
| Кальций, ммоль/л | 6,9 – 9,8 | 7,0 – 8,5 | 6,5 – 8,0 | 6,8 – 8,0 |
| Фосфор, ммоль/л | 1,9 – 3,1 | 2,1 – 2,6 | 1,7 – 2,5 | 2,1 – 2,9 |
| Железо, мкмоль/л | 170,0 – 215,0 | 165,0 – 241,0 | 135,0 – 156,0 | 120,0 – 142,0 |
| Магний, ммоль/л | 0,4 – 0,7 | 0,4 – 0,7 | 0,65 – 0,9 | 0,6 – 0,9 |
| Мочевая кислота, мкмоль/л | 340,0 – 570,0 | 435,0 – 530,0 | 350,0 – 510,0 | 340,0 – 505,0 |
| АлТ, U/l | 9,25 – 20,0 | 15,0 – 21,0 | 12,5 – 17,5 | 12,2 – 16,3 |
| Креатинин, мкмоль/л | 30,0 – 43,0 | 20,0 – 31,0 | 25,5 – 37,5 | 20,0 – 37,5 |
| Щелочная фосфатаза, U/l | 435,0 – 878,0 | 270,0 – 680,0 | 338,0 – 507,0 | 207,0 – 502,0 |
| Креатининкиназа, U/l | 2360,0 – 3415,0 | 1360,0 – 2735,0 | 2150,0 – 2500,0 | 2500,0 – 3030,0 |
| Лактатдегидрогеназа, U/l | 35,0 – 60,0 | 39,0 – 86,0 | 35,0 – 80,0 | 38,0 – 74,0 |
| Гемоглобин, г/л | 10,5 – 13,0 | 9,3 – 12,0 | 8,8 – 10,0 | 8,7 – 10,5 |
| Эритроциты, млн/мкл | 1,8 – 2,2 | 1,6 – 1,9 | 2,0 – 2,6 | 2,0 – 2,2 |

Таблица 5 – Гематологические и биохимические показатели крови ремонтного молодняка кур-несушек кросса «Хайсекс коричневый» в возрастной динамике

| Показатели | Возраст ремонтного молодняка кур-несушек, дни | | | | |
|---------------------------|---|----------------|---------------|---------------|----------------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| Общий белок, г/л | 31,0 – 40,0 | 38,0 – 45,0 | 46,0 – 54,0 | 42,0 – 46,0 | 39,0 – 44,0 |
| Общий холестерин, ммоль/л | 1,90 – 2,20 | 2,70 – 2,90 | 2,4 – 3,1 | 2,70 – 3,0 | 2,7 – 3,0 |
| Глюкоза, ммоль/л | 11,0 – 15,0 | 13,0 – 20,0 | 12,0 – 17,0 | 13,0 – 17,0 | 16,0 – 20,0 |
| Кальций, ммоль/л | 1,9 – 2,3 | 2,5 – 3,1 | 4,5 – 6,1 | 2,4 – 2,9 | 2,5 – 3,2 |
| Фосфор, ммоль/л | 1,8 – 2,2 | 2,1 – 2,4 | 1,2 – 2,0 | 0,7 – 1,1 | 2,0 – 2,4 |
| Мочевая кислота, мкмоль/л | 250,0 – 360,0 | 240,0 – 290,0 | 250,0 – 305,0 | 180,0 – 220,0 | 240,0 – 290,0 |
| АсТ, У/л | 2,5 – 7,1 | 2,6 – 6,0 | 3,9 – 7,00 | 3,8 – 5,5 | 2,6 – 5,2 |
| АлТ, У/л | 9,2 – 14,0 | 6,0 – 11,0 | 8,0 – 14,0 | 13,0 – 21,0 | 6,0 – 12,0 |
| Креатинин, мкмоль/л | 25,0 – 40,0 | 35,0 – 50,0 | 35,0 – 50,0 | 30,0 – 45,0 | 38,0 – 50,0 |
| Щелочная фосфатаза, У/л | 950,0 – 1350,0 | 770,0 – 1100,0 | 510,0 – 820,0 | 400,0 – 710,0 | 720,0 – 1100,0 |
| Гемоглобин, г/л | 73,0 – 89,0 | 66,1 – 78,0 | 68,2 – 84,9 | 68,0 – 90,3 | 67,2 – 92,8 |
| Эритроциты, млн/мкл | 1,7 – 1,9 | 1,5 – 2,1 | 1,58 – 2,0 | 1,7 – 2,5 | 1,8 – 2,1 |
| Гематокрит, % | 24,7 – 30,0 | 22,0 – 28,6 | 22,3 – 30,0 | 24,7 – 30,0 | 25,4 – 33,4 |

Таблица 6 – Гематологические и биохимические показатели крови маточного поголовья кур-несушек кросса «Хайсекс коричневый» в возрастной динамике

| Показатели | Возраст маточного поголовья кур-несушек, дни | | |
|---------------------------|--|----------------|-----------------|
| | 180 | 210 | 250 |
| Общий белок, г/л | 40,0 – 45,0 | 47,0 – 55,0 | 36,0 – 45,0 |
| Общий холестерин, ммоль/л | 1,5 – 2,0 | 2,3 – 3,1 | 2,0 – 2,6 |
| Глюкоза, ммоль/л | 13,0 – 17,0 | 14,0 – 18,0 | 12,0 – 16,0 |
| Кальций, ммоль/л | 5,0 – 6,5 | 6,0 – 7,5 | 4,0 – 6,0 |
| Фосфор, ммоль/л | 0,90 – 1,10 | 1,1 – 1,3 | 0,6 – 0,9 |
| Мочевая кислота, мкмоль/л | 120,0 – 180,0 | 250,0 – 305,0 | 60,0 – 110,0 |
| АсТ, U/l | 410,84 – 435,42 | 376,22 – 401,8 | 245,31 – 297,98 |
| АлТ, U/l | 7,7 – 9,1 | 9,7 – 13,5 | 20,0 – 26,0 |
| Креатинин, мкмоль/л | 36,0 – 43,0 | 40,0 – 47,0 | 27,0 – 33,0 |
| Щелочная фосфатаза, U/l | 350,0 – 508,0 | 560,0 – 740,0 | 310,0 – 580,0 |
| Гемоглобин, г/л | 80,0 – 100,0 | 80,1 – 103,0 | 90,0 – 120,0 |
| Эритроциты, млн/мкл | 1,9 – 2,5 | 1,8 – 2,3 | 1,8 – 2,1 |
| Гематокрит, % | 24,0 – 36,0 | 26,8 – 32,5 | 28,1 – 31,7 |

Таблица 7 – Гематологические и биохимические показатели крови кур-несушек кросса «Хайсекс коричневый» в возрастной динамике

| Показатели | Возраст кур-несушек (суток) | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 |
| Общий белок, г/л | 38,0 – 45,0 | 46,0 – 54,0 | 44,0 – 55,5 | 54,5 – 62,0 | 50,5 – 59,0 |
| Общий холестерин, ммоль/л | 1,5 – 4,0 | 0,5 – 3,0 | 2,0 – 4,0 | 2,0 – 4,0 | 2,0 – 4,0 |
| Глюкоза, ммоль/л | 13,0 – 18,0 | 11,0 – 16,5 | 10,0 – 16,5 | 10,0 – 16,5 | 10,0 – 16,5 |
| Кальций, ммоль/л | 2,61–2,93 | 4,79–5,87 | 2,72–3,12 | 4,91–5,69 | 3,65–4,60 |
| Фосфор, ммоль/л | 2,01–2,18 | 2,62–6,36 | 1,41–1,72 | 1,77–1,99 | 1,15–1,36 |
| Мочевая кислота, мкмоль/л | 230,0 – 320,0 | 230,0 – 400,0 | 200,0 – 320,0 | 260,0 – 350,0 | 200,0 – 310,0 |
| АсТ, У/л | 160,0 – 195,0 | 140,0 – 215,0 | 120,0 – 200,0 | 120,0 – 210,0 | 125,0 – 210,0 |
| АлТ, У/л | 11,7–27,0 | 9,3 – 23,0 | 11,5 – 25,5 | 5,0 – 17,0 | 13,0 – 23,0 |
| Креатинин, мкмоль/л | 26,0 – 34,8 | 33,5 – 45,0 | 30,5 – 39,0 | 31,0 – 40,0 | 28,5 – 37,0 |
| Щелочная фосфатаза, У/л | 500,0 – 1200,0 | 540,0 – 1000,0 | 380,0 – 750,0 | 360,0 – 740,0 | 410,0 – 830,0 |
| Гемоглобин, г/л | 80,0 – 94,0 | 80,0 – 100,0 | 84,0 – 106,0 | 80,0 – 94,0 | 85,0 – 105,0 |
| Эритроциты, млн/мкл | 1,8 – 2,3 | 1,8 – 2,3 | 1,9 – 2,3 | 1,9 – 2,4 | 1,9 – 2,5 |
| Гематокрит, % | 24,7–26,2 | 23,0 – 28,0 | 23,0 – 28,0 | 23,5 – 28,8 | 24,3 – 28,4 |

Таблица 8 – Гематологические и биохимические показатели крови кур-несушек кросса «Хайсекс белый» в возрастной динамике

| Показатели | Возраст кур-несушек | | | |
|---------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|
| | 90 суток | 120 суток | 150 суток | 180 суток |
| Общий белок, г/л | 33,4 – 37,0 | 27,0 – 30,5 | 35,2 – 39,3 | 37,8 – 41,8 |
| Общий холестерин, ммоль/л | 0,8 – 1,3 | 0,35 – 0,65 | 1,9 – 2,4 | 2,1 – 2,6 |
| Глюкоза, ммоль/л | 14 – 15 | 12,8 – 13,8 | 14,0 – 15,0 | 12,5 – 13,5 |
| Кальций, ммоль/л | 2,1 – 2,3 | 2,2 – 2,4 | 4,0 – 4,6 | 2,8 – 3,8 |
| Фосфор, ммоль/л | 3,2 – 4,2 | 3,2 – 4,5 | 1,2 – 1,5 | 1,7 – 2,2 |
| Мочевая кислота, мкмоль/л | 330 – 375 | 285 – 330 | 245 – 300 | 240 – 270 |
| АсТ, U/l | 160 – 170 | 160 – 210 | 150 – 160 | 165 – 180 |
| АлТ, U/l | 7,0 – 9,0 | 7,5 – 9,7 | 13,5 – 15 | 15 – 26,5 |
| Креатинин, мкмоль/л | 29 – 32 | 25 – 28 | 21,0 – 23,0 | 22,0 – 27,0 |
| Щелочная фосфатаза, U/l | 510,0 – 700,0 | 330,0 – 520,0 | 510,0 – 790,0 | 350,0 – 640,0 |
| Гемоглобин, г/л | 7,4 – 8,9 | 6,1 – 8,1 | 7,30 – 7,8 | 6,5 – 6,8 |
| Эритроциты, млн/мкл | 1,7 – 1,9 | 1,86 – 2,34 | 1,78 – 1,88 | 1,5 – 1,8 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как видно из представленных таблиц, существуют определенные изменения гематологических и биохимических показателей у птицы разного направления продуктивности как в возрастной динамике, так и при сравнении между разными кроссами.

Так, для **цыплят-бройлеров** в процессе роста являются закономерными следующие изменения показателей (на убой в 42 дня по сравнению с выводом):

увеличение содержания общего белка, фосфора*, кальций-фосфорного соотношения*, мочевой кислоты, АсТ, АлТ*, креатинина*, щелочной фосфатазы, СОД*, ГП, АДА, гемоглобина*, СКГЭ*; – снижение содержания холестерина, глюкозы*, среднего объема эритроцитов.

Примечание – * – отмечено изменение показателей у 2-х из 3-х кроссов.

Повышенное содержание холестерина у цыплят на выводе является физиологичным, и связано с остатками нерассосавшегося желточного мешка, служащего источником высокоэнергетических питательных веществ для цыплят первых дней жизни; к концу откорма уровень холестерина существенно снижается. Та же ситуация прослеживается и с глюкозой.

Уровни белка, азотистых веществ и ферментов закономерно повышаются в связи со спецификой рационов кормления бройлеров – высоким содержанием протеинов, а также генетически обусловленными ускоренными темпами роста, и соответственно метаболизма, современных кроссов бройлеров. В целом для бройлеров, как для молодого организма со сверхускоренным темпом роста, характерны высокие уровни всех ферментов.

Отмечены некоторые различия и между кроссами. Они по существу не являются значительными и не выходят за рамки направления продуктивности и возраста птицы. Так, отмечается более высокий уровень протеина на выводе и на убой у кросса Росс, у кросса Кобб – более высокий уровень на выводе и на убой ГП и АДА.

Есть различия между кроссами по коэффициенту вариации (CV %) – степени отклонения показателей от средней величины, при этом высокий процент указывает на неоднородность биохимического профиля стада (у кросса Росс лучший CV по креатинину на выводе, у кросса Кобб – лучший CV по гемоглобину и гематокриту). Стадо с низким CV легче поддается при необходимости корректировке лекарственными препаратами.

У некоторых кроссов не было отмечено изменений показателей, свойственных остальным кроссам в возрастной динамике (Росс – АсТ, АлТ; Кобб – СОД; Хабборт – гемоглобин), а у некоторых изменение показателей шло через своеобразный «прогиб» – заметное снижение уровня с выравниванием к концу продуктивного периода (Росс – АсТ; Хабборт –

СКГЭ, средний объем эритроцита).

Для **кур-несушек** в возрастной динамике являются закономерными следующие изменения показателей (по отношению к началу пика продуктивности): – увеличение содержания общего белка и общего холестерина; – снижение содержания кальция, фосфора, мочевой кислоты, креатинина, щелочной фосфатазы.

Уровни белка и холестерина закономерно повышаются с началом яйцекладки в связи со сменой рациона для молодой несушки, более богатого по протеину и обменной энергии, а также физиологически обосновано усиленным образованием протеинов и липидов, необходимых для формирования яйца.

Содержание кальция и фосфора у здоровой птицы коррелирует с содержанием этих макроэлементов в кормах. С началом яйцекладки уровень кальция в крови возрастает, но при недостаточном его содержании в кормах снижается в связи с усиленным выводом из организма птицы в составе скорлупы. Падение уровня обоих макроэлементов крови с началом яйцекладки закономерно и требует биохимического контроля и внесения поправок в рацион несущейся птицы. По некоторым литературным данным, кальций-фосфорное соотношение, считающееся нормой 1–1,5:1, для высокопродуктивных яичных кроссов должно стремиться к 3– 3,8:1 (7).

Уровень щелочной фосфатазы закономерно снижается, т.к. у птицы к половому созреванию уже практически закончен рост костей скелета. Снижение фосфатазной активности ведет и к снижению уровня фосфора в крови.

У яичной птицы также отмечены некоторые различия между кроссами. Они не являются значительными и не выходят за рамки направления продуктивности и возраста птицы.

Так, отмечено более высокое содержание общего белка у кросса «Хайсекс коричневый» (и это совпадает с последними литературными данными (6)); довольно значительный подъем АлТ, существенное снижение гемоглобина и колебания в количестве эритроцитов у кросса «Хайсекс белый».

Коэффициент вариации у «Хайсекса белого» был лучше по показателям глюкозы, мочевой кислоты, АсТ, щелочной фосфатазы, гемоглобина. В то же время в возрастной динамике этого кросса отмечены волнообразные колебания показателей глюкозы, кальция, щелочной фосфатазы и гемоглобина. Полагаем, что этот кросс, как более продуктивный и раннеспелый, чем коричневый, так же более подвержен влиянию внешних факторов (кормление, содержание), отражающихся на биохимических показателях.

В Приложениях приведены средние по литературным данным гематологические показатели птицы, а также сводная таблица по интерпретации биохимических показателей.

Приложение 1

Интерпретация отклонений биохимических показателей крови у птиц

| Показатель | Изменение | Интерпретация |
|------------------|-----------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Общий белок | ↑ | Активное формирование яиц у кур Дегидратация Высокопротеиновое кормление Иммуностимуляция |
| | ↓ | Птица первых дней жизни Печень (цирроз\фиброз, опухоль, амилоидоз) Почки (гломерулонефрит) ЖКТ (синдром малабсорбции\малдигестии, гельминтозы, туберкулез кишечника) Голодание\ низкопротеиновое кормление Экссудативные кожные болезни и травмы, кровотечения Воспалительные заболевания (септицемия, вирусемия) Полиурия\полидипсия |
| Общий холестерин | ↑ | Активное формирование яиц у кур Взятие крови у накормленной птицы Ожирение Холестаз Эндокринные нарушения (сахарный диабет, гипотиреоз, гиперэстрагенизм) Почечный синдром |
| | ↓ | Синдром малабсорбции\малдигестии Печеночная недостаточность Голодание |
| Глюкоза | ↑ | Стресс Эндокринные нарушения (сахарный диабет) Панкреатит Применение лекарств (глюкокортикоиды, прогестерон) |
| | ↓ | Печеночная недостаточность Голодание (у мелкой птицы) Новообразования Септицемия |
| Кальций | ↑ | Физиологическое повышение у самок Гипервитаминоз Д Гиперпаратиреозидит Новообразования (лимфома, остеосаркома, гранулематозы) Остеомиелит |
| | ↓ | Гиповитаминоз Д Избыток фосфора в рационе Недостаток кальция в рационе Дефицит магния Куры в конце яйцекладки Гипопаратиреозидит Панкреатит Синдром малабсорбции\малдигестии Алкалоз |

Продолжение приложения 1

| 1 | 2 | 3 |
|---------------------------------|---|--|
| Фосфор | ↑ | Птица первых дней жизни Заболевания почек Активное формирование яиц у кур Гипервитаминоз Д Избыток фосфора в рационе Новообразования (остеосаркома) Гиперпаратиреозит Остеомиелит Артефакты (гемолиз, долго хранившаяся сыворотка) |
| | ↓ | Недостаток фосфора в рационе Диабетический кетоацидоз |
| Мочевая кислота | ↑ | Заболевания почек Микотоксикозы (↑ в 3–4 раза) Взятие крови у накормленной птицы (хищников) Дегидратация |
| | ↓ | Печеночная недостаточность Голодание |
| Аспартат-аминотрансфераза (АСТ) | ↑ | Повреждения скелетных мышц (травматический отлов, травмирование, миопатии, внутримышечные инъекции) Повреждения печени: – прием лекарств (цефалоспорины, триметоприм, метронидазол, дексаметазон) – гемохроматоз – жировая дистрофия печени и прочие липидозы – эндокринная патология (сах.диабет, гипертиреозит) – сердечно-легочная гипоксия – воспалительные процессы – инфекционные болезни (бактериальные, вирусные, протозойные) – действие токсинов (микотоксины, токсические корма) – новообразования Артефакты (гемолиз эритроцитов) |
| | ↓ | Не имеет клинического значения |
| Щелочная фосфатаза (ЩФ) | ↑ | Травма Остеосаркома Остеомиелит Ускоренный прирост костной и мышечной массы |
| | ↓ | Не имеет клинического значения |

Приложение 2

Стандартные гематологические показатели крови кур

| Показатель | Единицы измерения | Норма |
|------------------|---------------------------|--------------------|
| Эритроциты (RBC) | $\times 10^{12}/\text{л}$ | 3,2 (2,5 – 3,9) |
| Гемоглобин (Hb) | г\л | 126 (102 – 151) |
| MCV | | 119,5 (104 – 135) |
| MCH | | 37,9 (32,0 – 43,9) |
| MCHC | | 33,2 (30,2 – 36,2) |
| Лейкоциты (WBC) | $10^9/\text{л}$ | 5,7 (1,9 – 9,5) |
| Нейтрофилы | $10^9/\text{л}$ | 4,0 (0,5 – 7,6) |
| Эозинофилы | $10^9/\text{л}$ | 0,9 (0,0 – 1,8) |
| Базофилы | $10^9/\text{л}$ | 0,5 (0,0 – 1,0) |
| Лимфоциты | $10^9/\text{л}$ | 2,7 (1,2 – 4,2) |
| Моноциты | $10^9/\text{л}$ | 0,5 (0,0 – 1,0) |
| Тромбоциты | $10^9/\text{л}$ | 18 (3 – 33) |
| Фибриноген | г\л | 2,7 (1,3 – 4,1) |

ЛИТЕРАТУРА

1 Астраханцев, А. А. Продуктивность, качество продукции и биологические особенности кур-несушек кроссов "Родонит-2", "Хайсекс коричневый" и "Хайсекс белый". Автореферат на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.02.04. – Саратов, 2009. – 36 с.

2 Болезни птиц: Учебное пособие. / Б.Ф. Бессарабов [и др.] – СПб.: Издательство «Лань», 2007. – 448 с.

3 Болезни сельскохозяйственных птиц: Справочник \ Под ред. Ламаренко А.А. – СПб.: Лань, 2005. – С. 298 – 299.

4 Болезни домашних и сельскохозяйственных птиц / под ред. Кэлнека [и др.] / пер. с англ. И. Григорьева, С. Дорош, Н. Хрущева, И. Суровцев, Ю. Суровцев. – М.: «АКВАРИУМ БУК», 2003. – 1232 с. + 32 с. вкл., ил.

5 Врзгула Л. Профилактика нарушений обмена веществ у сельскохозяйственных животных \ Под. Ред. Алиева А.А. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 82 – 103.

6 Мелехин Г.П., Гридин Н.Я. Физиология сельскохозяйственной птицы. – М.: Колос, 1977. – С. 7– 30.

7 Научные основы кормления сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин [и др.] – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2009. – 351 с.

8 Птицеводство стран мира в конце XX века / В.И. Фисинин [и др.] – М., 2005. – 344 с.

9 Справочник ветеринарного врача птицеводческого предприятия Т-2/ под ред. Р.Н. Коровина. – СПб, 1995. – 176 с.

10 Branson W. Ritchie , Greg J. Harrison , Linda R. Harrison. Avian Medicine: Principles and Application \ Wingers Pub, 1994. – P. 217 – 268.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 2 |
| Фракции крови и их значение для исследований | 2 |
| Правила взятия крови и пробоподготовка | 3 |
| Причины погрешностей анализа | 5 |
| Гематологические исследования | 6 |
| Биохимический анализ крови | 8 |
| Стандартные интервалы колебаний гематологических и биохимических показателей для здоровой птицы | 16 |
| Заключение | 25 |
| Приложения | 27 |
| Литература | 30 |

Нормативное производственно-практическое издание

**Насонов Игорь Викторович
Буйко Наталья Вячеславовна
Лизун Руслана Павловна
Волыхина Вера Евгеньевна
Захарик Николай Владимирович
Якубовский Сулейман Мустафович**

**Методические рекомендации по гематологическим
и биохимическим исследованиям у кур
современных кроссов**

Подписано в печать
Формат 60×90 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman/
Усл. печ. л. 1,86 Тираж 50 экз. Заказ №110
220003, г. Минск, ул. Брикета, 28
Тел./факс (+375 17) 50 88 131,

E-mail: bievm@tut.by

ОТПЕЧАТАНО НА ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ БАЗЕ
ОТДЕЛА НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА,
СТАНДАРТИЗАЦИИ И ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РУП «ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ВЕТЕРИНАРИИ
ИМ. С.Н. ВЫШЕЛЕССКОГО»