

УДК 612.12

*К.С. Прокушина, О.А. Воронина
С.Ю. Зайцев, И.В. Гусев*

**КОРРЕЛЯЦИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПАРАМЕТРОВ
ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ КРОВИ
МОЛОДЫХ БЫКОВ**

В процессе онтогенеза, а также при различных патологиях или неправильном кормлении в организме животных наблюдаются существенные изменения в белковом, липидном, минеральном и других видах обменов. При этом безусловно изменяются биохимические и физико-химические параметры биологических жидкостей.

Ключевые слова: корреляции, биохимические показатели, динамическое поверхностное натяжение, кровь, быки.

Биохимические показатели крови являются основными индикаторами физиологического состояния животных, с их помощью можно оценить работу внутренних органов, получить информацию о метаболизме (обмене липидов, белков,

минеральном обмене и пр.), выяснить потребности организма в микроэлементах и степень удовлетворения рационом таких потребностей. Значение динамического поверхностного натяжения (ДПН) сыворотки крови (как ее интегрального показателя) существенно зависит от ряда причин, включающих физиологическое состояние животного, состав компонентов исследуемой биологической жидкости и их соотношения.

В области животноводства, практической ветеринарии и зоотехнии определение значения биохимических показателей и ДПН в зависимости от состояния животного и химического состава биологических жидкостей, а также установление корреляционных связей между ними может дать ценную информацию для ранней оценки физиолого-биохимического статуса организма, оценки полноценности рациона и качества продукции и затем использоваться в качестве экспресс-теста.

Введение

Полноценное кормление обеспечивает эффективное использование питательных веществ рациона, и от него зависит 70–80 % продуктивности животных. Кормление считается полноценным, если корма содержат необходимое количество питательных веществ, обладают хорошими вкусовыми качествами и находятся в доступной для усвоения форме. Проведенными ранее исследованиями отмечено, что между степенью метаболических нарушений и состоянием кормовой базы хозяйств существует тесная связь [1], [2].

Полноценное кормление подразумевает обеспечение животного достаточным количеством обменной энергии, сухим веществом и протеином. Так, например, избыток или недостаток протеина приводят к снижению перевариваемости кормов, нарушению обмена веществ. Один из методов лабораторной диагностики, позволяющий дать объективную оценку уровня и направления обмена веществ, - исследование биохимических показателей крови, которые являются основными индикаторами физиологического состояния животных [1], [3], [4].

В литературе существует нормативная база показателей биохимического статуса крупного рогатого скота (КРС), касающаяся молочных коров, но для откормочных быков она неполная и установлена не для всех показателей и не для всех пород крупного рогатого скота. В связи с этим для оценки полноценности рациона откормочных быков сотрудниками кафедры химии ФГБОУ ВО «МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина» совместно с отделом биохимии ВИЖ им. Л.К. Эрнста был выполнен ряд исследований, **целью** которых было изучение биохимического профиля молодых быков, а также установление корреляции данных показателей со значением динамического поверхностного натяжения (ДПН) сыворотки крови.

Методы исследования

В качестве объекта исследования была взята группа из 10 молодых быков чернопестрой породы, принадлежащих одному хозяйству и имевших одинаковые условия содержания и стандартный рацион. Биохимические показатели определяли на биохимическом анализаторе «Chem Well» (Awareness Tehnology, США) по следующим методикам: общий белок – биуретовым методом, ферменты – УФ-кинетическим методом, кинетическим методом, некоторые показатели минерального обмена – колориметрическим методом, О-крезолфталеиновым комплексонным методом. Динамическое поверхностное натяжение (ДПН) определяли на тензиометре РАТ-1Р (Sinterface, Германия).

Результаты исследования и обсуждение

Исследуемые показатели были разделены на несколько групп в зависимости от вида обмена веществ, в котором они участвуют в организме. Так, сыворотка крови молодых быков была исследована на основные показатели белкового обмена

(установлен уровень общего белка, альбуминов, глобулинов, мочевины, билирубина), минерального обмена (установлен уровень кальция, магния, фосфора), на активность ферментов (АЛТ, АСТ и щелочной фосфатазы), а также определен уровень холестерина как одного из основных показателей липидного обмена. В качестве показателей ДПН определялись значение равновесного динамического натяжения (σ_p) и угол наклона кривой тензиограммы (λ_p).

Белковый обмен. Анализ уровня белкового питания и его соответствия биологическим потребностям организма проводится на основе определения концентрации общего белка и его фракций в сыворотке крови, белкового индекса, содержания мочевины. Уровень содержания общего белка нельзя оценивать как самостоятельный показатель, потому как его колебания зависят от воздействия многих факторов, не относящихся непосредственно к поступлению в организм белков корма, но характерных для некоторых нарушений обмена веществ и функции печени. Чтобы исключить наличие патологии, проводят дополнительные диагностические тесты на активность ферментов типа АСТ и АЛТ [5]. Для выявления недостатка «сырого протеина» в рационе определяется концентрация альбуминов в сыворотке крови, уровень которых отражает аминокислотный резерв организма. Резкое снижение их уровня на фоне нормативных показателей активности аминотрансфераз и альдолаз свидетельствует об аминокислотном и белковом дефиците.

Определение соответствия количества «сырого протеина» в рационе биологическим потребностям организма животных проводится также 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 и на образование микробального белка, которые перевариваются в кишечнике. Снижение уровня мочевины указывает на дефицит «сырого протеина» в рационе коров. Увеличение мочевины при снижении уровня альбуминов и глюкозы свидетельствует о несбалансированности рациона по энергопротеиновому отношению. Высокая концентрация мочевины при нормальных значениях других биохимических показателей крови свидетельствует о высокой степени усвоения протеина кормов [6].

Для установления характера *белкового обмена* сыворотка крови молодых быков была исследована на содержание общего белка, альбуминов, глобулинов, мочевины и общего билирубина.

Среднее значение содержания основных биохимических показателей составило: общего белка – $81,44 \pm 4,50$ г/л, альбуминов – $26,49 \pm 1,36$ г/л, глобулинов – $54,95 \pm 4,08$ г/л, мочевины – $3,60 \pm 0,94$ ммоль/л, билирубина – $8,78 \pm 2,75$ мкмоль/л.

Минеральный обмен. Минеральные вещества в организме животных представлены в основном неорганическими солями и биокомплексами, где ряд ионов находится в связанном состоянии, главным образом с белком. Ценным для оценки баланса минерального питания является определение содержания общего кальция и неорганического фосфора в крови [5]. Значительная часть кальция в организме связана с фосфатами и служит основой костной ткани (которая является главным депо кальция в организме). Потребность в кальции увеличивается в момент роста животных. Этот элемент необходим для нормального функционирования нервной ткани, оказывает влияние на эффективность гормонов, участвует в преобразовании протромбина в тромбин при свертывании крови, в создании биоэлектрического потенциала в клетках и т. д. Обмен кальция тесно связан с обменом фосфора, который участвует в белковом, жировом и углеводном обменах. Фосфор депонируется в основном в костной и

мышечной тканях. Микроэлементы играют важную роль в обмене веществ благодаря их способности взаимодействовать с ферментами и гормонами белковой природы, как специфическими активаторами метаболизма [5]. При избытке или дефиците кальция или фосфора возникает дисбаланс. При избытке фосфора в рационе усиливается деятельность паращитовидной железы, что вызывает снижение содержания кальция в скелете, а при недостатке фосфора уменьшается отложение в костяке фосфорнокислого кальция с увеличением углекислого. Повышенное поступление кальция в организм увеличивает потребность в фосфоре и витамине D. Поступление витамина D в оптимальных количествах влияет на обмен магния, но антагонизм магния и фосфора к кальцию не изменяется. При дефиците магния нарушается обмен кальция, возникает гиперкальциемия и увеличивается концентрация кальция в моче. Недостаток магния в рационе вызывает гипомагниемия, тимпанию, которой сопутствует низкая концентрация в сыворотке крови не только магния, но и кальция и неорганического фосфора, что особенно характерно для крупного рогатого скота (КРС) в летний пастбищный период [7].

В качестве показателей минерального обмена сыворотка крови молодых быков была исследована на содержание кальция, магния и фосфора. По результатам проведенного исследования установлено нижеследующее.

Среднее значение содержания кальция составило $2,88 \pm 0,20$ ммоль/л, магния – $0,82 \pm 0,34$ ммоль/л, фосфора – $2,40 \pm 0,25$ ммоль/л.

Ферменты. Оценка ферментативной активности проводится с целью определения состояния здоровья животных. Аспартат- и аланинаминотрансфераза (АСТ, АЛТ) играют важную роль в обмене аминокислот, наибольшая их активность проявляется в печени, скелетной мускулатуре, миокарде. Острые паренхиматозные поражения печени сопровождаются увеличением активности этих ферментов еще тогда, когда клинические признаки отсутствуют. В легких случаях быстрее возрастает активность АЛТ, в более тяжелых случаях – АСТ. При остром гепатите отношение АЛТ:АСТ понижено, при хроническом – повышено. Щелочная фосфатаза содержится во всех органах и тканях животных, особенно много ее в костной ткани, печени, слизистой оболочке кишечника. Гиперферментация наблюдается при рахите, остеосаркомах, остеомаляции. Молодые быки, содержащиеся в условиях гиподинамии, имеют повышенную активность фермента щелочной фосфатазы в сыворотке крови. Норма содержания данного фермента варьирует от 55-80 ед/л. Повышенное содержание фермента в группе молодых бычков может быть обусловлено их активным ростом и формированием костной ткани [5].

Сыворотка крови молодых быков была исследована на содержание АЛТ, АСТ и щелочной фосфатазы.

Среднее значение содержания АЛТ составило $23,26 \pm 4,80$ МЕ/л, АСТ – $83,43 \pm 14,27$ МЕ/л, щелочной фосфатазы – $369,49 \pm 39,27$ МЕ/л.

Липидный обмен. Липидный обмен у жвачных начинается с расщепления жиров в преджелудках под действием липаз микроорганизмов. Продукты их расщепления (глицерин и жирные кислоты) через воротную вену всасываются в кровь и попадают в печень.

Холестерин выполняет мембранообразующую функцию, является предшественником витамина D и стероидных гормонов коры надпочечников и половых желез. При нарушении обмена холестерина развивается атеросклероз.

Среднее значение содержания **холестерина у молодых быков** составило $2,79 \pm 0,51$ ммоль/л.

Динамическое поверхностное натяжение. Динамическое поверхностное натяжение – термодинамическая характеристика поверхности раздела двух находящихся в равновесии фаз. Известно стремление жидкости уменьшить избыток своей потенциальной энергии на границе раздела с другой фазой (поверхностную энергию) [8].

Измерение поверхностного натяжения биологических жидкостей [9] может дать ценную информацию для диагностики заболеваний и контроля за состоянием здоровья животных или за эффективностью лечения. Изменения параметров ДПН являются показателем, отражающим сложные процессы, происходящие в организме, «скрининговым» тестом оценки физиологического статуса и выявления патологических состояний.

В качестве показателей ДПН определялись значения равновесного динамического поверхностного натяжения (σ_p) и угол наклона кривой тензиограммы (λ_p). Тензиограмма – график зависимости поверхностного натяжения (σ , мН/м) от времени (t , сек) (рисунок).

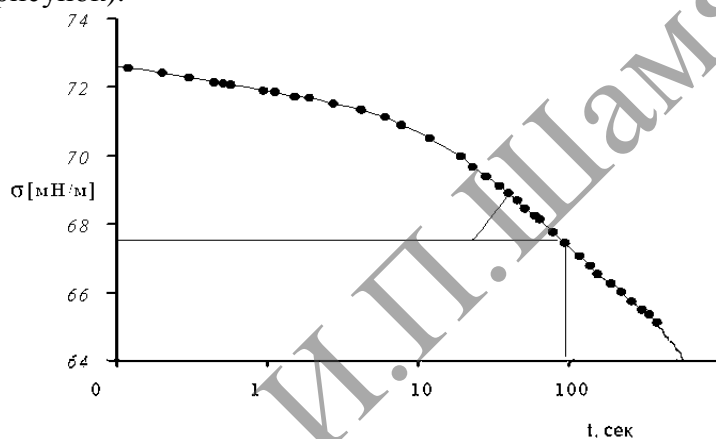


Рисунок – Тензиограмма – график зависимости ДПН от времени

Среднее значение ДПН (σ_p) сыворотки крови молодых быков составило $47,03 \pm 2,58$ мН/м. Среднее значение *наклона кривой* (λ_p) – $0,29 \pm 0,22$ мН·м⁻¹с^{-1/2}.

Была подсчитана корреляция между различными биохимическими показателями сыворотки крови молодых быков и значениями ДПН (таблица) по следующему принципу: средней положительной (отрицательной) корреляционной связи соответствует коэффициент корреляции в пределах 0,3-0,69; сильной положительной (отрицательной) корреляционной связи соответствует коэффициент корреляции, имеющий значение больше 0,69.

Таблица – Корреляция биохимических показателей молодых быков со значениями ДПН

Биохимический показатель	Корреляция с σ_p , мН/м	Корреляция с λ_p , мН·м ⁻¹ с ^{-1/2}
Общий белок, г/л	– 0,02	– 0,30
Альбумин, г/л	0,23	– 0,21
Мочевина, ммоль/л	– 0,19	– 0,54
Билирубин общий, мкмоль/л	– 0,27	– 0,46
Кальций, ммоль/л	0,10	– 0,04

Магний, ммоль/л	– 0,10	– 0,26
Фосфор, ммоль/л	– 0,14	0,00
АЛТ, МЕ/л	0,27	0,02
АСТ, МЕ/л	– 0,25	– 0,05
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	0,70	0,49
Холестерин общий, ммоль/л	– 0,52	– 0,17

Выводы

В ходе проведенных исследований были установлены средние значения уровня содержания различных биохимических показателей сыворотки крови молодых быков, содержащихся в сходных условиях и получающих сходный рацион. Полученные результаты позволяют проанализировать и установить корреляционные связи между данными показателями и значением динамического поверхностного натяжения сыворотки.

Так, анализ результатов исследований сыворотки крови молодых быков показал сильную корреляцию значения ДПН с уровнем содержания ЩФ, среднюю корреляцию с уровнем содержания холестерина и слабую корреляцию с остальными измеренными биохимическими показателями (общий белок, альбумин, мочевины, кальций, магний, фосфор, АЛТ) (таблица).

Анализ результатов исследований сыворотки крови молодых быков показал среднюю корреляцию угла наклона кривой тензиограммы с уровнем содержания общего белка, мочевины, билирубина и щелочной фосфатазы.

Перечень сокращений

АЛТ – аланинаминотрансфераза

АСТ – аспартатаминотрансфераза

ДПН – динамическое поверхностное натяжение.

МЕ – международная единица активности фермента

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-16-00046).

Список использованных источников

1. Добрелин В. И. Изменения биохимических показателей крови бычков при введении в рацион зерна, тритикале и витаминно-минеральной кормовой смеси / В.И. Добрелин, Г.Г. Махаринец, М.М. Кочуев // Ветеринарная патология. – 2013. – № 2. – С. 46–50.
2. Состояние обменных процессов у крупного рогатого скота с различным уровнем кормовой базы / П.А. Красочко [и др.] // Ветеринарная медицина. 2010. № 94. – С. 236–238.
3. Ващекин, Е. П. Азотистый обмен и рост у бычков черно-пестрой породы при разных источниках протеина в рационе / Е.П. Ващекин, И.В. Родина // Сельскохозяйственная биология. – 2007. № 6. – С. 66–71.
4. Рябов, Р.И. Сезонная динамика биохимических показателей крови быков-производителей / Р.И. Рябов, А.И. Любимов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 2. – С. 10–11.
5. Громько, Е.В. Оценка состояния организма коров методами биохимии / Е.В. Громько // Экологический вестник Северного Кавказа. 2005. – № 2. – С. 80–94.

6. Холодов В.М., Ермолаев Г.Ф. Справочник по ветеринарной биохимии в.м. Холодов, Л.Н. Карелина Минск, 1988. – С. 139–167.

7. Савельева, М.И. Роль минеральных веществ в питании сельскохозяйственных животных / М.И. Савельева, Л.Н. Карелина // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: материалы Международной научно-практической конференции молодых учёных посвященной 80-летию образования ИрГСХА, 28–29 апреля 2014 г. – С. 110–113.

8. Зайцев, С.Ю. Супрамолекулярные наноразмерные системы на границе раздела фаз: Концепции и перспективы для бионанотехнологий / С.Ю. Зайцев – М.: ЛЕНАНД, 2010. – 208 с.

9. Довженко, Н.А. Поверхностное натяжение как физиолого-биохимический параметр крови ряда сельскохозяйственных животных / Н.А. Довженко, С.Ю. Зайцев // Ученые записки казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2013. Т. 214. – С. 158–163.

10. Милаева, И.В. Зависимость динамического поверхностного натяжения от биохимического состава сыворотки крови у животных / И.В. Милаева, С.Ю. Зайцев, В.И. Максимов // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 12. – С. 68–70.

THE CORRELATION BETWEEN BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS AND PARAMETERS OF THE DYNAMIC SURFACE TENSION IN YOUNG BULLS

During the animal ontogenesis, as well as by various pathologies or poor diet, the imbalance of protein, mineral, lipid metabolism is observed. The changes in biochemical, physical and chemical parameters of biological liquids are continuously observed.

Biochemical parameters of blood are the main indicators of the animal's physiological state. They can be used to evaluate the function of internal organs and could provide the information about the metabolism (lipid, protein, mineral metabolism, etc.) and help to determine the needs in microelements and the degree of such needs satisfaction by the diet.

The dynamic surface tension (DST) of serum as its cumulative indicator essentially depends on several factors, including physiological conditions, the composition of the studied biological liquid and their relations.

In the field of animal husbandry practice, veterinary medicine and zootechnics the determination of the value of biochemical and the DST parameters, as well as establishing the correlations between them could provide the valuable information for an early evaluation of the physiological and biochemical status of the organism, evaluation of the diet, and in future could be used as an express-test.

Keywords: correlation, biochemical parameters, dynamic surface tension, blood, bulls.