

Кислотность молока - биохимический показатель, имеющий важное значение при оценке санитарного качества, сортности молока и определении возможности его термической обработки при переработке на молочные продукты.

Кислотность свежего молока обусловлена кислотным характером казеина, растворенной углекислоты, образующейся при растворении углекислого газа в плазме молока, наличием лимонной кислоты, фосфорнокислых и лимоннокислых солей. В то же время оно проявляет буферные свойства и обладает амфотерной реакцией.

Анализируя показатели титруемой кислотности молока от коз подопытной и контрольной групп, следует отметить, что скармливаемая животным испытываемая культура сальфии пронзеннолистной не оказывает влияния на данный показатель. На протяжении всего периода исследований титруемая кислотность молока в обеих группах животных находилась в пределах нормы и составляла 13,3-13,8 °Т.

Общую микробную обсемененность молока определяли пробой на редуктазу с резазурином. Из приведенных в таблице данных видно, что скармливание козам испытываемой кормовой культуры не оказывает влияния на бактериальную загрязненность получаемой продукции. На протяжении всего опыта данный показатель в обеих группах был в пределах от 2,1 до  $1,3 \cdot 10^5$  КОЕ.

Биологическая ценность молока характеризует качество белковых компонентов и выражается степенью усвоения азота организмом. Качество белков зависит от аминокислотного состава и других структурных особенностей белка. Для определения относительной биологической ценности молока использовали инфузории из рода *Stylonihia*. В ходе исследований установлено, что первоначально относительная биологическая ценность молока от животных подопытной и контрольной групп была одинакова и равнялась 100 %. Скармливание зеленой массы сальфии пронзеннолистной способствовало увеличению данного показателя до 101,6±2,31 %. В то же время молоко от контрольных коз имело относительную биологическую ценность 100 %.

**Заключение.** Проведенный комплекс исследований по изучению качества молока коз на фоне скармливания им зеленой массы сальфии пронзеннолистной указывает на то, что испытываемая кормовая культура не оказывает отрицательного влияния на органолептические, физико-химические, технологические и некоторые биологические показатели получаемой продукции. Скармливание данной культуры животным в некоторой степени способствует повышению качества и технологических свойств получаемого молока.

**Литература.** 1. Алексин, М. М. Ветеринарно-санитарные показатели мяса кроликов при скармливании сальфии пронзеннолистной / М. М. Алексин, В. А. Емелин, Л. Л. Руденко // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства / Материалы V Международной научно-практической конференции, г. Макеевка, 21 апреля 2022. – Макеевка : ДОНАГРА, 2022. – С. 7-10. 2. Молоко козье сырое. Технические условия : ГОСТ 32940-2014. – Введ. 01.01.2016. - Москва : Стандартинформ, 2014. – 12 с. 3. Сборник технических нормативных правовых актов по ветеринарно-санитарной экспертизе продукции животного происхождения / Под ред. Е.А. Панковец, А.А. Русинович. – Минск : Дизель-91, 2008. – 303 с. 4. Емелин, В. А. Сальфия пронзеннолистная: хозяйственная ценность, биология и технология возделывания / В. А. Емелин. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – С. 36. 5. Камасин, С. С. Растениеводство. Кормовые травы полевого травосеяния : практикум / С. С. Камасин, В. Г. Тарануха. – Горки : БГСХА, 2015. – 55 с. 6. Идельбаев, Р. Р. Использование сальфии пронзеннолистной в качестве предшественника и сидерата для зерновых культур / Р. Р. Идельбаев, Н. П. Терещенко, В. В. Христинич // Молодой ученый. – 2015. - № 3 (83). – С. 369-371. 7. Шелюто, Б. В. Рост и развитие сальфии пронзеннолистной в зависимости от почвенных разновидностей в условиях Брестской области /тБ. В. Шелюто, М. А. Пастухова // Мелиорация. – 2019. - № 1 (87). – С. 38-42. 8. Пастухова, М.А., Возделывание сальфии пронзеннолистной под покровом сельскохозяйственных культур / М. А. Пастухова, Б. В. Шелюто // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. - № 3. – С. 83-88.

Поступила в редакцию 13.03.2023.

УДК 636.2:612.1

#### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА РАЗНЫХ ФЕРМ МЕТОДОМ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА

Волосевич Д.П., Ревякин И.М., Белко А.А., Белко И.А.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины,  
г. Витебск, Республика Беларусь

В статье проведен сравнительный анализ биохимических показателей крови у нескольких групп крупного рогатого скота, содержащихся на разных фермах, по отношению к средним показателям нормы. Наиболее значимыми показателями, по которым наблюдается наибольшее различие между сравниваемыми группами, явились уровни содержания в крови общего белка, глобулинов, цинка, а также немного в меньшей степени - уровни содержания в крови кальция и АЛТ. **Ключевые слова:** крупный рогатый скот, биохимические показатели, кровь, дискриминантный анализ.

## A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BIOCHEMICAL INDICATORS OF BLOOD OF CATTLE OF DIFFERENT FARMS BY DISCRIMINANT ANALYSIS METHOD

Volosevich D.P., Revyakin I.M., Belko A.A., Belko I.A.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The article provides a comparative analysis of the biochemical parameters of blood in several groups of cattle kept on different farms in relation to the average values of the norm. The most significant indicators, according to which there is the greatest difference between the compared groups, were the levels of total protein, globulins, zinc in the blood, and also, to a slightly lesser extent, the levels of calcium and ALT in the blood. **Keywords:** cattle, biochemical parameters, blood, discriminant analysis.*

**Введение.** Общеизвестно, что в медицине при постановке диагноза и для контроля текущего состояния пациентов широко используются результаты биохимического анализа крови. В связи с совершенствованием биохимических анализаторов, используемых для этих целей, проведение таких исследований стало существенно дешевле, что явилось стимулом их массового использования и применительно к животным. При этом, врач ветеринарной медицины, занимающийся врачебной практикой в условиях клиники, чаще всего работает с конкретными пациентами, что при наличии необходимых навыков не вызывает сложностей, как в интерпретации результатов анализа крови, так и в их использовании. Их грамотная расшифровка позволяет не только назначить индивидуальное лечение, но и контролировать ход патологических процессов в дальнейшем [1, 6, 10].

Ветеринарный врач, занимающийся профессиональной деятельностью на крупных животноводческих комплексах или в условиях агропромышленных объединений, включающих в себя несколько ферм, сталкивается с несколько иными проблемами. Во-первых, осуществить забор крови от каждого животного, доставить материал в лабораторию, а затем, с учетом результатов анализа, назначить индивидуальное лечение, является задачей невыполнимой. Поэтому, в этом случае формируется репрезентативная выборка, по средним результатам биохимических показателей крови которой, до определенной степени точности, можно судить, как о клиническом состоянии всего стада, так и о состоянии его обеспеченности необходимыми нутриентами. Однако, даже в пределах самой выборки, по ряду показателей, могут оказаться как здоровые, так и больные животные, что требует особого подхода к интерпретации результатов [7].

Кроме того, в пределах исследуемого поголовья, чаще всего имеются различные возрастные и физиологические группы животных, референтные интервалы для которых различны. Следовательно, для полноты биохимического профиля всего поголовья сельскохозяйственного предприятия, необходимо сформировать не одну, а несколько выборок, что и происходит на практике. В этом случае проблема оценки клинического состояния стада по результатам нескольких выборок встает особенно остро. С подобными сложностями могут столкнуться специалисты, оценивающие биохимические профили животных в пределах отдельных административных единиц, а также исследователи. Во всех случаях приходится иметь дело с несколькими референтными интервалами, относительно большим количеством средних значений и значительным разбросом индивидуальных биохимических показателей. Очевидно, что для решения данной проблемы требуется применение математической обработки полученных результатов с использованием особых статистических методов [4, 5, 8].

На сегодняшний день предложено достаточно много подходов к статистической обработке полученных результатов. Но, в подавляющем большинстве случаев, они касаются либо распределений внутри выборок, либо сравнений выборочных показателей, либо вариантов взаимосвязей между анализируемыми признаками. Поэтому для проведения более полноценного анализа полученных данных следует применять методы многомерного статистического анализа, которые позволяют систематизировать данные и обрабатывать их для выявления характера и структуры взаимосвязей между признаками, присущими исследуемому объекту или системе. Одним из таких методов является дискриминантный анализ, который довольно широко используют в биологии для определения признаков из их множества и проведения дискриминации именно по этим признакам, что позволяет более точно выявить различия между группами по конкретному набору определяющих признаков [2, 3, 8, 9].

Цель работы – выявить наиболее определяющие показатели крови исследуемых животных и определить степень их отклонения от средних значений.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследования явился крупный рогатый скот, содержащийся в условиях разных 5 ферм одного хозяйства. Количество животных в каждой группе составляло по 10 голов. Возраст животных - 3 года.

Материал для исследований (кровь, сыворотка крови) был отобран во время планового осмотра животных. Основным методом исследования явилось проведение биохимического анализа сыворотки крови испытуемых животных по следующим показателям: общий белок, альбумин, глобулин, коэффициент а/г, мочевины, креатинин, глюкоза, холестерин, триглицериды, общий билирубин, ЩФ, АСТ, АЛТ, Са, Р, Са/Р, Mg, Fe, Cu, Zn, лактат, ГТТФ, амилаза. Исследования были выполнены

на базе научно-исследовательского института прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО ВГАВМ в лаборатории клинической биохимии и гематологии.

Статистическая обработка полученного цифрового материала была проведена методом многомерной статистики – дискриминантным анализом – с использованием программы Statistica.

**Результаты исследований.** Исследование проводилось по множеству биохимических показателей, которые свидетельствуют о физиологическом состоянии организма. Изменение любого из них свидетельствует о нарушении метаболизма и погрешностях в кормлении животных, которые являются следствием несбалансированности рациона в хозяйстве. Однако мы решили провести дискриминантный анализ, который помог выявить наиболее значимые признаки и определить степень отдаленности этих показателей от средних величин нормы в зависимости от хозяйства.

Поскольку исследуемых параметров очень много, мы решили обратиться к дискриминантному анализу, который помог выявить наиболее значимые из них.

Степень значимости признака определяется по минимальным значениям частной лямбды и толерантности (Toler.) или максимальному значению  $R^2=1-Toler.$  При этом толерантность представляет собой коэффициент множественной корреляции данной переменной со всеми другими переменными модели; а  $R^2=1-Toler.$  – это толерантность-мера избыточности переменной в модели.

Частная лямбда (Partial.  $\lambda$ ) показывает отношение  $\lambda$ -Уилкса после добавления данной переменной к  $\lambda$ -Уилкса до ее добавления, где показатель  $\lambda$ -Уилкса оценивает остаточную дискриминационную способность, под которой понимается способность различать группы, если исключить информацию, полученную с помощью ранее вычисленных функций.

По совокупности вышеперечисленных признаков, наиболее значимыми из них оказались уровни содержания в крови общего белка, глобулинов, и цинка, а также немного в меньшей степени - уровни содержания в крови кальция и АЛТ, что отражено в таблице 1.

**Таблица 1 – Выявление наиболее значимых биохимических показателей крови**

Показатель	Partial. $\lambda$	Toler.	1-Toler.	p-level
Общий белок, г/л	0,190562	0,047548	0,952452	0,000000
Альбумин, г/л	0,614557	0,116358	0,883643	0,006121
Глобулин, г/л	0,285082	0,041213	0,958787	0,000000
Коэффициент а/г	0,949326	0,193917	0,806083	0,883771
Мочевина, ммоль/л	0,538543	0,222252	0,777748	0,000935
Креатинин, мкмоль/л	0,835299	0,365523	0,634477	0,304269
Глюкоза, ммоль/л	0,886396	0,415694	0,584306	0,544408
Холестерин, ммоль/л	0,627130	0,384990	0,615010	0,008111
Триглицериды, ммоль/л	0,839990	0,324682	0,675318	0,322819
Билирубин общий, мкмоль/л	0,720395	0,184061	0,815939	0,052088
ЩФ, U/L	0,804945	0,211739	0,788261	0,202195
АСТ, U/L	0,791377	0,149497	0,850503	0,166124
АЛТ, U/L	0,454841	0,216509	0,783491	0,000078
Ca, ммоль/л	0,390187	0,235540	0,764460	0,000008
P, ммоль/л	0,679593	0,102454	0,897546	0,024227
Ca/P	0,749278	0,080550	0,919450	0,085729
Mg, ммоль/л	0,877701	0,369320	0,630680	0,498214
Fe, мкмоль/л	0,659377	0,256449	0,743551	0,016133
Лактат, ммоль/л	0,751924	0,519886	0,480114	0,089571
ГГТП, U/L	0,711062	0,377200	0,622800	0,044002
Амилаза, U/L	0,947428	0,491605	0,508395	0,875104
Cu, мкмоль/л	0,857320	0,520604	0,479396	0,397834
Zn, мкмоль/л	0,208873	0,202889	0,797111	0,000000

На втором этапе было проведено определение межгрупповой разницы, т.е. нами были выявлены группы животных, показатели которых более всего отличались от среднего. Для этого был ис-

пользован такой показатель, как квадрат расстояния Махаланобиса, который оценивает действительное различие признаков в группе и представляет собой расстояние между проекциями центроидов сравниваемых групп на новую ось, построенную на основании дискриминантной функции, представляющей собой линейную комбинацию исходных признаков. Таким образом, чем больше расстояние Махаланобиса, тем более отдалены группы друг от друга по сравниваемым признакам.

Результаты исследования отображены в таблице 2.

**Таблица 2 - Показатели квадрата расстояния Махаланобиса при анализе биохимических показателей крови**

Группа	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Средняя норма
Группа 1	0,0000	72,8718	109,5070	163,2098	148,2554	242,0423
Группа 2	72,8718	0,0000	129,1791	99,3340	93,6453	268,8578
Группа 3	109,5070	129,1791	0,0000	187,6154	127,5486	316,0629
Группа 4	163,2098	99,3340	187,6154	0,0000	110,6110	359,6646
Группа 5	148,2554	93,6453	127,5486	110,6110	0,0000	436,1651
Средняя норма	242,0423	268,8578	316,0629	359,6646	436,1651	0,0000

Данные таблицы 2 наглядно демонстрируют наличие существенной разницы всех опытных групп от группы средней нормы, что указывает на то, что в системе содержания животных имеются значительные погрешности. Однако наиболее отдалены от средних показателей данные крови животных, относящихся к группе 5. Данное обстоятельство позволяет логично предполагать, что в организме этих животных происходят наиболее глубокие изменения, вызванные нарушениями технологии содержания и кормления на этой ферме.

Между опытными группами разница в показателях несильно отличается, что указывает на схожую картину развития нарушений физиологических процессов, однако, поскольку разница все же имеется, глубина этих нарушений между исследуемыми группами животных различна. Наибольшая разница по исследуемым параметрам наблюдается между животными в группах 3 и 4, а наименьшая - между животными групп 1 и 2. Полученные данные указывают на то, что в организме животных групп 1 и 2 происходят схожие по своей степени нарушения обмена веществ. В то же время организм животных группы 3 находится в худшем состоянии, чем у животных группы 4.

**Заключение.** Таким образом, в ходе проведенного исследования нами были выявлены определяющие биохимические показатели крови, к которым по результатам дискриминантного анализа были отнесены уровни в крови общего белка, глобулинов, цинка, кальция и АЛТ.

По данным показателям более всего от величин средней нормы отличаются данные, полученные от животных, относящихся к группе № 5. При сравнении показателей крови в пределах разных групп исследуемых животных наибольшая межгрупповая разница была отмечена у животных, сформировавших группы 3 и 4, а наименьшая – между показателями крови исследуемых животных из групп 1 и 2.

**Литература.** 1. Васильева, С. В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота : учеб. пособие / С. В. Васильева, Ю. В. Конопатов. – 2-е изд., испр. – СПб. : изд-во «Лань», 2017. – 188 с. 2. Волосевич, Д. П. Выявление значимых морфологических признаков кишечника у американских норок разных генотипических окрасов методом дискриминантного анализа / Д. П. Волосевич // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2020. – Т. 56, вып. 2. – С. 8-14. 3. Дуброва, Т. А. Дискриминантный анализ в системе «STATISTICA» : учебное пособие / Т. А. Дуброва, А. Г. Бажин, Л. П. Бакуменко. – Москва : Московский гос. ун-т экономики, статистики и информатики, 2000. – 57 с. 4. Иголинская, М. К. Математическая статистика в ветеринарии. Малые независимые выборки / М. К. Иголинская, Е. М. Смирнова, Н. А. Лебединская // Международный вестник ветеринарии. – 2016. – № 3. – С. 177-181. 5. Иголинская, М. К. Математическая статистика в ветеринарии. Малые зависимые выборки / М. К. Иголинская, Е. М. Смирнова, Н. А. Лебединская // Международный вестник ветеринарии. – 2016. – № 3. – С. 181-185. 6. Нормативные требования к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований крови / С. В. Петровский [и др.]. – 2-е изд., стереотип. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 68 с. 7. Ревякин, И. М. Анализ активности сывороточных трансаминаз у клеточной американской норки / И. М. Ревякин, И. Н. Дубина // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – 2016. – Т. 52, вып. 2. – С. 71–74. 8. Тюрин, В. В. Дискриминантный анализ в биологии : монография / В. В. Тюрин, С. Н. Щеглов. – Краснодар : Кубанский гос. ун-т, 2015. – 126 с. 9. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ : пер. с англ. / Дж.–О. Ким [и др.] ; под ред. И. С. Енюкова. – Москва : Финансы и статистика, 1989. – 215 с. 10. Хвостова, О. В. Биохимические показатели крови при различных функциональных состояниях печени у крупного рогатого скота / О. В. Хвостова // Вестник ВГМУ. – 2004. – Т. 3, № 3. – С. 23-28.

Поступила в редакцию 27.02.2023.