

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ АКТИВНОСТИ И ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ СЫВОРОТОЧНЫХ ТРАНСАМИНАЗ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

И. М. РЕВЯКИН (ORCID ID 0000-0001-5377-2598), Д. И. ЩЕБЕЛЕВА

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026

(Поступила в редакцию 10.04.2026)

В статье приведен анализ результатов биохимического исследования активности сывороточных трансаминаз у 7 различных физиологических и возрастных групп крупного рогатого скота, содержащихся в условиях хозяйств Республики Беларусь. Установлено, что средняя активность аспаратаминотрансферазы (АСТ) для суммарного количества животных всех выборок составила $84,13 \pm 1,388$ МЕ/л, при варьировании признака 6,30 – 642,00 МЕ/л. Аналогичный показатель для аланинаминотрансферазы оказался на 67,04% ниже и составил $27,73 \pm 0,667$ МЕ/л, при размахе варьирования от 4,70 до 229,10 МЕ/л. При этом коэффициент вариации активности АСТ (43,67%) на 20,01% ниже, чем у АЛТ (63,68%). Минимальная активность обоих ферментов была отмечена у телят первых 30 дней жизни. Максимальная активность АСТ выявлена у коров первых 30 дней лактации, а АЛТ у дойных коров более поздних периодов. На основании расчетов сделан вывод, что диагностическая ценность активности АЛТ выше, чем у АСТ в 2,4 раза. Существенная трудность в оценке активности трансаминаз при диагностике болезней у крупного рогатого скота связана с отсутствием четких референтных значений, а особенно их верхних границ. Так, в «Нормативных требованиях к показателям обмена веществ у животных при проведение биохимических исследований» Белорусского государственного ветеринарного центра, верхняя граница нормы для АСТ составляет 160 МЕ/л, а для АЛТ 60 МЕ/л. В подавляющем большинстве источников указанные значения существенно снижены и колеблются в пределах от 88 до 130 МЕ/л для АСТ и от 16 до 42 МЕ/л для АЛТ. При снижении верхней границы референтного интервала на 30 МЕ/л для АСТ и на 20 МЕ/л для АЛТ, количество условно больных животных возрастает в 3,7 и 3,1 раза соответственно.

Ключевые слова: коровы, телята, кровь, аспаратаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, АСТ, АЛТ.

This article presents an analysis of the results of a biochemical study of serum transaminase activity in seven different physiological and age groups of cattle kept on farms in the Republic of Belarus. The average aspartate aminotransferase (AST) activity for the total number of animals in all samples was 84.13 ± 1.388 IU/L, with a range of 6.30–642.00 IU/L. The similar indicator for alanine aminotransferase was 67.04 % lower and amounted to 27.73 ± 0.667 IU/L, with a variation range from 4.70 to 229.10 IU/L. Moreover, the coefficient of variation of AST activity (43.67 %) is 20.01% lower than that of ALT (63.68 %). The minimum activity of both enzymes was noted in calves during the first 30 days of life. The maximum AST activity was detected in cows during the first 30 days of lactation, and ALT in dairy cows of later periods. Based on the calculations, it was concluded that the diagnostic value of ALT activity is 2.4 times higher than that of AST. A significant difficulty in assessing the activity of transaminases in diagnosing diseases in cattle is associated with the lack of clear reference values, and especially their upper limits. Thus, in the "Regulatory Requirements for Metabolic Parameters in Animals During Biochemical Studies" of the Belarusian State Veterinary Center, the upper limit of normal for AST is 160 IU/L, and for ALT, 60 IU/L. In the vast majority of sources, these values are significantly lower, ranging from 88 to 130 IU/L for AST and from 16 to 42 IU/L for ALT. With a decrease in the upper limit of the reference interval by 30 IU/L for AST and by 20 IU/L for ALT, the number of potentially sick animals increases by 3.7 and 3.1 times, respectively.

Key words: cows, calves, blood, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, AST, ALT.

Введение

Известно, что патологии печени различной этиологии занимают одно из первых мест среди сельскохозяйственных животных [7, 8]. В связи с этим особую актуальность приобретают прижизненные методы диагностики данных заболеваний. Среди них наиболее доступным является проведение биохимического анализа крови, в рамках которого, в первую очередь, традиционно, оценивается активность сывороточных трансаминаз – аланинаминотрансферазы (КФ 2.6.1.2. L-аланин: 2-оксоглутарата-минотрансфераза, АЛТ или АлАТ) и аспаратаминотрансферазы (КФ 2.6.1.1. L-аспартат: 2-оксоглутарата-минотрансфераза, АСТ или АсАТ).

Данные ферменты, катализирующие процессы трансаминирования, а в качестве кофермента содержащие пиридоксальфосфат (витамин В6), распределены в различных органах и тканях. При этом АЛТ катализирует обратимую реакцию дезаминирования аминокислоты аланин, а АСТ – аминокислоты аспартат. Конечные продукты этих реакций (пируват и щавелевоуксусная кислота) метаболизируются во многих направлениях, включая распад с выделением энергии, синтез глюкозы и т.д. [9].

Считается, что данные ферменты у здорового животного попадают в кровоток в результате запрограммированной гибели клеток или, по другой точке зрения, через относительно пористую мембрану [4]. У больных особей увеличение активности ферментов обусловлено некрозом клеток. Кроме того, существует теория, согласно которой повышение активности трансаминаз связано либо с необходимостью отведения продуктов гликолиза от органов, оказавшихся в условиях гипоксии, либо с повы-

шением энергетических затрат печенью. В этом случае повышение их активности не указывает только на лизис клеток [6].

С учетом того, что как АСТ, так и АЛТ локализуется не только в клетках печени, но и в других органах, возрастание их активности может являться признаком патологии этих органов. Однако, зачастую в первую очередь принимаются в расчет патологии печени, так как традиционно считается, что в этом органе они представлены наиболее полно. Отчасти, если не учитывать видоспецифичность, данное утверждение является верным. В отношении крупного рогатого скота, хотя многие авторы и считают их «печеночными» ферментами, имеется и иная точка зрения. Так, по данным, приведенным, Д. Мейером и Д. Харви, средняя активность АСТ в печени, сердце и мышцах крупного рогатого скота соответствует 70 МЕ/г, 48 МЕ/г и 70 МЕ/г. У собаки аналогичные показатели составляют 53 МЕ/г, 67, МЕ/г и 46 МЕ/г, соответственно. Активность АЛТ в печени, по сравнению с АСТ существенно снижена и составляет всего 0,3 МЕ/г, а в сердце и мышцах – 1,7 МЕ/г и 2,0 МЕ/г. Для собаки соответствующие значения равны 32 МЕ/г, 8,7 МЕ/г и 1,8 МЕ/г [4].

Ввиду этого использования АСТ, как маркера повреждений печени у крупного рогатого скота возможно, но при интерпретации необходимо учитывать активность специфических мышечных ферментов, например креатинкиназы. Повышение активности АЛТ рекомендуется вообще не использовать для диагностики печеночных патологий [1, 2, 4]. Несмотря на это, в ряде работ содержатся рекомендации с акцентом на диагностическую ценность обоих ферментов при поражениях данного органа [2, 11].

Определенная трудность в оценке активности трансаминаз при диагностике болезней у крупного рогатого скота связана с отсутствием четких референтных значений, а особенно их верхних границ. Так, в «Нормативных требованиях к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований» Белорусского государственного ветеринарного центра, верхняя граница нормы для АСТ составляет 160 МЕ/л, а для АЛТ 60 МЕ/л [5]. Вместе с тем, в подавляющем большинстве источников указанные значения существенно снижены и колеблются в пределах от 88 до 130 МЕ/л для АСТ и от 16 до 42 МЕ/л для АЛТ [2, 4, 10, 11].

В связи с вышеизложенным, основной целью нашей работы было определение уровня активности сывороточных трансаминаз у крупного рогатого скота различных физиологических и возрастных групп и сопоставление полученных результатов с разными вариантами верхней границы референтного интервала.

Основная часть

Материалом для исследований послужили результаты биохимических показателей крови, полученной от 7 групп крупного рогатого скота (по 100 животных в каждой группе) в различных хозяйствах Республики Беларусь (табл. 1). Определение активности трансаминаз проводилось с использованием биохимического анализатора BS-200 на базе НИИ ПВМиБ УО ВГАВМ.

Статистическая обработка производилась при помощи программ Microsoft Excel 2010 и STATISTICA 12. Так как при проверке нормальности с использованием W-критерия Шапиро-Уилка выяснилось, что часть распределений отличается от нормальных, для проведения дисперсионного анализа применялся критерий Краскела-Уоллиса, а для попарных сравнений – критерий Данна.

В результате проведенных исследований было установлено, что средняя активность аспартатаминотрансферазы (АСТ) для суммарного количества животных всех выборок составила $84,13 \pm 1,388$ МЕ/л, при варьировании признака 6,30 – 642,00 МЕ/л. Аналогичный показатель для аланинаминотрансферазы оказался на 67,04 % ниже и составил $27,73 \pm 0,667$ МЕ/л, при размахе варьирования от 4,70 до 229,10 МЕ/л. При этом интересно, что коэффициент вариации активности АСТ (43,67 %) на 20,01 % ниже, чем у АЛТ (63,68 %). Очевидно, данный факт указывает на большую зависимость АЛТ от различных факторов, что вероятно может свидетельствовать о более выраженной диагностической ценности этого показателя.

С учетом выявленных общих закономерностей, нами был проведен анализ распределения активности ферментов в разных физиологических и возрастных группах крупного рогатого скота, данные для которого отражены в табл. 1.

Таблица 1. Показатели активности сывороточных трансфераз у животных разных физиологических и возрастных групп

№	Группа	Аспартатаминотрансфераза (АСТ)			Аланинаминотрансфераза (АЛТ)		
		M±m, МЕ/л	lim	KV, %	M±m, МЕ/л	lim	KV, %
1	1-й период сухостоя	82,46±2,797 ^{3,5,6}	47,40 – 212,20	33,91	22,81±0,839 ^{4,5}	12,10 – 94,60	36,78
2	2-й период сухостоя	81,93±6,021 ^{3,4,5,6}	42,20 – 642,00	73,49	25,03±1,030 ^{4,5,6}	8,90 – 78,40	41,15
3	0 – 30 дн. лактации	107,25±5,028 ^{1,2,6,7}	6,30 – 444,70	46,88	27,57±1,701 ^{4,5,6}	8,60 – 99,88	61,68
4	30 – 100 дн. лактации	89,52±2,498 ^{1,2,6}	42,70 – 159,90	27,90	34,91±1,686 ^{1,2,3,6,7}	4,70 – 77,82	48,30
5	от 100 дн. лактации	95,55±2,706 ^{1,2,5,6}	46,20 – 178,90	28,32	36,81±1,436 ^{2,3,6,7}	16,60 – 116,19	39,00
6	Телята 0–10 дней	55,76±2,295 ^{1,2,3,4,5,7}	26,40 – 125,20	41,16	20,87±1,524 ^{2,4,5,7}	5,30 – 78,45	73,02
7	Телята 1–6 месяцев	83,46±3,185 ^{3,5,6}	22,10 – 244,40	38,16	30,53±3,133 ^{3,5,6}	7,20 – 229,10	102,62

Примечание: ^{1,2,3,4,5,6,7} разница достоверна по отношению к соответствующей группе при $p \leq 0,05$.

Из данных приведенной таблицы следует, что наименьшая активность АСТ свойственна телятам в возрасте от 0 до 10 дней. У телят более старшего возраста (от 1 до 6 месяцев), активность заметно возрастает и, с учетом достоверности, соответствует такой в группах 1-го периода сухостоя, 2-го периода сухостоя и дойным коровам 30–100 дней лактации. Наиболее же высокий уровень активности этого фермента характерен для дойных коров первых 30 дней лактации, но в данном случае можно говорить лишь о тенденции, так как с группами животных 30–100 и более 100 дней лактации статистически значимая разница отсутствует.

Некоторые из закономерностей, отмеченные по отношению к распределению активности АСТ проявляются и в случае АЛТ. В частности, ее активность также минимальна у телят в возрасте до 10 дней, хотя, здесь она сопоставима с группой коров 1-го периода сухостоя. У телят следующей возрастной категории, активность, как в предыдущем случае заметно возрастает и становится сопоставимой со взрослыми животными, аналогично активности АСТ. В отличие от АСТ, максимальные значения показателя отмечаются не у лактирующих коров первых 30 дней, а у животных 30–100 дней лактации, которые, однако, статистически значимо не отличаются от аналогичных значений присутствующим коровам лактирующим более 100 дней.

Наряду со средними значениями, определенный интерес представляет и варьирование признаков. Так, показатели коэффициента вариации активности АСТ минимальны у коров 30–100 дней лактации, и с незначительной разницей в 0,42 %, у животных с лактацией свыше 100 дней. Максимальное же варьирование отмечено у коров во время 2-го периода сухостоя. За ними, со значительным отрывом в 26,61 %, следуют лактирующие особи первых 30 дней.

В отличие от активности АСТ, наименьшие коэффициенты вариации активности АЛТ характерны для коров 1-го периода сухостоя и, с небольшим возрастанием (2,22 %), у коров, период лактации которых превышает 100 дней. Группами с наибольшей изменчивостью признака оказались группы с телятами. При этом, у молодняка в возрасте 1–6 месяцев значение коэффициента вариации настолько велико, что превысило аналогичные показатели не только по активности АЛТ, но и по активности АСТ. У телят в возрастной категории 0–10 дней значение снижено на 29,60 %.

Поскольку референтные интервалы активности трансаминаз у крупного рогатого скота существенно разнятся, мы провели анализ зависимости превышения показателей нормы при разных уровнях его верхней границы. Данные представлены в табл. 2.

Таблица 2. Диагностическая ценность активности сывороточных трансаминаз при разных значениях верхних границ референтного интервала, гол.

№	Группа	Аспартатаминотрансфераза (АСТ)		Аланинаминотрансфераза (АЛТ)	
		160 МЕ/л	130 МЕ/л	60 МЕ/л	40 МЕ/л
1	1-й период сухостоя	3	6	1	1
2	2-й период сухостоя	2	2	1	9
3	0–30 дн. лактации	7	22	7	15
4	30 – 100 дн. лактации	0	8	13	31
5	от 100 дн. лактации	3	12	8	28
6	Телята 0–10 дн.	0	0	2	14
7	Телята 1–6 мес.	1	9	7	22
Всего, гол. / %		16/2,29	59/8,43	39/5,57	120/17,14

По данным представленной таблицы хорошо заметно, что при максимальных верхних границах нормы количество выявленных условно больных животных минимально, но следует отметить, что диагностическая ценность активности АЛТ в 2,4 раза превышает таковую для АСТ. При снижении верхней границы референтного интервала на 30МЕ/л для АСТ и на 20МЕ/л для АЛТ, суммарное количество условно больных особей возрастает в 3,7 и 3,1 раза, соответственно. При этом, наиболее

значимо активность АСТ превышает верхние границы нормы у коров от 0 до 30 дней лактации, в то время как у телят первых 10 дней жизни условно больных животных, по этому показателю, не выявлено совсем. В отличие от активности АСТ, максимальные ее проявления у АЛТ характерны для дойных коров от 30 до 100 дней лактации и выше. Минимальные же значения имеют место у сухостойных животных, что вероятнее всего связано с особенностями этого физиологического периода.

Заключение

Таким образом, проведенное нами исследование продемонстрировало, что в закономерностях распределения уровня сывороточных трансаминаз среди крупного рогатого скота разных физиологических и возрастных групп имеют место, как общие тенденции, так и различия. В частности, применительно к обоим ферментам, наиболее низкая их активность выявлена у телят первых 10 дней жизни. Наиболее же высокая средняя активность для АСТ проявилась у дойных коров. Аналогичный показатель для АЛТ также свойственен дойным коровам, за исключением первых 30 дней лактации. В целом, диагностическая ценность активности АЛТ значительно превышает таковую АСТ. На это указывает, как более высокий коэффициент вариации, так и количество условно больных животных, у которых показатели активности выходят за верхние пределы референтных интервалов, которые, по имеющимся литературным данным, сильно разнятся. Поскольку снижение верхних границ нормы приводит к возрастанию количества условно больных животных в несколько раз, необходима разработка новых подходов к интерпретации полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джексон, М. Ветеринарная клиническая патология. Введение в курс. / М. Джексон. – М., 2009. – 384 с.
2. Лабораторная диагностика: справочник / Е. Н. Бурмистров, М. Д. Кикладзе, И. Н. Белоусова, Е. Е. Суворова [и др.]. – Москва: ООО «Независимая ветеринарная лаборатория Шанс Био», 2021.
3. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник / И. П. Кондрахин, А. В. Архипов, В. И. Левченко, Г. А. Таланов [и др.]. – Москва: Колос, 2004. – 520 с.
4. Мейер, Д. Ветеринарная лабораторная медицина. Интерпретация и диагностика. / Д. Мейер, Дж. Харви. – М., 2007. – 456 с.
5. Нормативные требования к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований крови / С. В. Петровский, А. А. Белко, А. П. Курдеко, В. П. Баран [и др.] – Витебск: ВГАВМ, 2019. – 68 с.
6. Попова, Т. М. Медицинская энзимология: учебное пособие / Т. М. Попова, Т. И. Рахманова, С. С. Попов. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. – 64 с.
7. Ревякин, И. М. Анализ активности сывороточных трансаминаз у клеточной американской норки / И. М. Ревякин, И. Н. Дубина // Ученые записки учреждения образования Витебская государственная академия ветеринарной медицины: научно-практический журнал. – Витебск: УО ВГАВМ, 2016. – Т. 52, вып. 2. – С. 71–74.
8. Ревякин, И. М. Сравнительный анализ биохимических показателей крови свиней промышленного разведения при различной интенсивности прироста / И. М. Ревякин, Л. В. Кошнерова // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2025. – № 1(22). – С. 69–71.
9. Ткачук, В. А. Клиническая биохимия: учебное пособие / Под ред. В. А. Ткачука. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 264 с.
10. Физиологические показатели животных: справочник / сост.: Н. С. Мотузко [и др.]; редкол.: Е. Кудрявцева [и др.]. – Витебск: Витебская областная типография, 2014. – 104 с.
11. Холод, В. М. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных: в 2-х частях / В. М. Холод, А. П. Курдеко. – Витебск: УО ВГАВМ, 2003. – Ч.2. – 167 с.