

Ферментный состав крови и его взаимосвязь с живой массой у молодняка абердин-ангусской породы

*А.Э. Ли, аспирантка, М.А. Дерхо, д.б.н., профессор,
ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ*

Для повышения эффективности скотоводства и совершенствования генетического потенциала местного скота в последние годы в Россию и Республику Казахстан завезено из Голландии, США, Дании и Германии большое количество чистопород-

ных животных, в том числе абердин-ангусской породы, отличающихся неприхотливостью к кормам и условиям содержания, скороспелостью, хорошим иммунитетом, высокими воспроизводительными качествами [1]. В то же время чистопородный скот в новых климатогеографических условиях тяжело приспособляется к условиям содержания и кормления, что отражается на уровне здоровья, продук-

тивности, сохранности, репродуктивных способностях [2, 3]. Это актуализирует исследования в области экологической физиологии, позволяющие выявить биологические особенности организма в определённых природно-климатических условиях.

Известно, что о процессах жизнедеятельности организма животных можно судить по химическому составу крови, которая обеспечивает поддержание гомеостатического равновесия в клетках органов и тканей благодаря способности циркулировать по кровеносным сосудам, транспортировать питательные вещества и продукты обмена веществ. Хотя биохимический состав крови относительно стабилен, он постоянно изменяется в пределах границ физиологической нормы, отражая уровень воздействия эндо- и экзогенных факторов на активность и направленность обменных и окислительно-восстановительных процессов, что в совокупности определяет функциональное состояние организма в конкретных условиях существования [4–6]. Поэтому по вариабельности параметров крови можно судить о состоянии процессов жизнедеятельности в организме животных.

В последние годы широко изучается биохимический состав крови во взаимосвязи с конституциональными и продуктивными качествами сельскохозяйственных животных. Это даёт возможность определить закономерности становления внутренней структуры организма в ходе постнатального онтогенеза, а также установить соответствие между развитием различных органов, тканей и систем и биохимическим составом биологических жидкостей в зависимости от вида, породы, пола и направления продуктивности. Несмотря на то, что для многих мясных пород крупного рогатого скота метаболические особенности организма достаточно хорошо изучены [7–10], возрастная изменчивость физиолого-биохимического статуса организма животных абердин-ангусской породы во взаимосвязи с показателями роста до сих пор мало отражена в работах исследователей. Это и определило актуальность темы настоящего исследования.

Цель исследования – оценка возрастной изменчивости ферментного состава крови чистопородного молодняка абердин-ангусской породы в подсосный период во взаимосвязи с приростом живой массы.

Материал и методы исследования. Экспериментальная часть работы выполнена в 2017–2018 гг. на базе животноводческого комплекса крестьянского хозяйства «Сейдахметов» (Костанайская обл., Республика Казахстан). Объектом исследования служили тёлочки и бычки абердин-ангусской породы, из которых по принципу аналогов были сформированы две опытные группы ($n=20$). В I гр. вошли бычки, во II – тёлочки. Животных выращивали по технологии мясного скотоводства, они находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

Материалом исследования служила кровь, которую брали из подвостовой вены вакуумным методом в возрасте 1, 3, 6 и 8 мес. В крови определяли каталитическую активность аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ), щелочной фосфатазы (ЩФ), креатинкиназы (КК) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ) с помощью биохимического анализатора Sysmex XS-500i фирмы Sysmex Corporation (Япония) в лаборатории И.В. Смолина (Республика Казахстан, г. Костанай).

Скорость роста животных оценивали по динамике живой массы, которую определяли путём ежемесячного индивидуального взвешивания.

Статистическую обработку данных проводили методом вариационной статистики на ПК с помощью табличного процессора «Microsoft Excel» и пакета прикладной программы «Биометрия» и «Versia».

Результаты исследования. Живая масса бычков и тёлочек опытных групп планомерно изменялась в ходе подсосного периода по мере роста и развития животных. К концу подсосного периода, т.е. в 8-месячном возрасте, она превышала стандарт 1-го класса породы. При этом живая масса тёлочек составляла $204,00 \pm 7,35$ кг, бычков – $221,90 \pm 6,44$ кг, отражая соответствие условий содержания и кормления генетическим и биологическим возможностям организма.

Скорость роста организма и, как следствие, формирования клеточной массы генетически детерминирована. При этом интенсивность процесса сопряжена с активностью и направленностью обменных процессов, которая напрямую зависит от биологической активности каталитических белков, т.е. ферментов.

Важную роль в обеспечении метаболического статуса организма животных играют аминотрансферазы (АлАТ, АсАТ). Данные ферменты катализируют реакции переаминирования, посредством которых взаимосвязаны между собой обмен белков, углеводов и липидов. Активность трансфераз в крови молодняка зависит как от пола животных, так и возраста (табл. 1). Возрастная динамика аминотрансфераз и в группе бычков и тёлочек имела однотипную направленность. На ранних этапах постнатального периода онтогенеза она планомерно увеличивалась, достигая максимума в крови 6-месячных животных (прирост концентрации АлАТ составил 3,97–4,39 раза, а АсАТ – 1,19–1,32 раза), а затем снова снижалась к концу подсосного периода, свидетельствуя о зависимости обмена свободных аминокислот от возраста молодняка. При этом бычки достоверно превосходили тёлочек по уровню ферментативной активности, за исключением 6-месячного возраста, отражая влияние пола на метаболизм аминокислот.

Независимо от возраста активность АсАТ в сыворотке крови животных превосходила уровень АлАТ, о чём свидетельствует значение коэффи-

циента де Ритиса (табл. 1). Наиболее значимы данные различия были в организме 1-месячных животных, а наименее выражены – у 6-месячных. Значит, процессы роста животных абердин-ангусской породы сопряжены с преимущественным использованием углеродных остатков свободных аминокислот в покрытии энергозатрат организма за счёт их окисления в цикле Кребса. Хотелось бы отметить, что начиная с 1-месячного возраста, или в условиях становления функциональной активности желудочно-кишечного тракта и увеличения доли грубых кормов в рационе питания, возрастает значимость анаболической АлАТ в процессах жизнедеятельности организма молодняка. Каталитическое действие фермента позволяет организму дополнительно покрывать свои потребности в глюкозе за счёт её синтеза из аминокислотных остатков, так как процессы роста сопряжены не только с энергозатратами, но и синтезом новых веществ, а глюкоза является не только источником энергии, но и NADPH⁺. Следовательно, возраст и пол животных определяют степень использования углеродных остатков аминокислот как в синтезе энергии (посредством АсАТ), так и глюкозы (посредством АлАТ).

Следующим ферментом, играющим важную роль в процессах энергообеспечения процессов жизнедеятельности организма животных, является щелочная фосфатаза. Фермент обеспечивает образование энергии за счёт транспорта фосфатов через плазматические мембраны. Поэтому его активность характеризует интенсивность обмена фосфорорганических соединений, включая и обмен макроэргов.

В крови молодняка опытных групп с возрастом уменьшалась каталитическая активность щелочной фосфатазы. Убыль ферментативной активности в конце подсосного периода у бычков составляла 20,18%, тёлочек – 49,66% (табл. 1). При этом концентрация ЩФ в крови бычков достоверно была выше, чем у тёлочек, независимо от их возраста.

Таким образом, в условиях возрастания роли аминотрансфераз в поддержании энергетического гомеостаза в организме молодняка закономерно снижается роль щелочной фосфатазы, что отражается на динамике каталитической активности фермента в крови.

Об эффективности энергетического обмена можно судить и по активности фермента лактатдегидрогеназы, играющей важную роль в поддержании уровня глюкозы в крови через регуляцию концентрации лактата и пирувата. При этом пируват в организме молодняка, как и всех жвачных животных, является метаболитом, который используется как для окисления и синтеза энергии, так и глюконеогенеза, трансаминирования и липогенеза.

Активность ЛДГ в крови молодняка планомерно возрастала в ходе подсосного периода. Возрастной прирост концентрации фермента составил 19,59–25,52% (табл. 1). При этом тёлочки достоверно превосходили бычков по уровню фермента в крови на 9,69–16,27%.

Молодняк абердин-ангусской породы отличается достаточно высоким уровнем анаэробного гликолиза в клетках организма. Это определяло не только концентрацию ЛДГ в крови, но и обеспечивало синтез пирувата из лактата, устанавливая уровень синтеза глюкозы из пировиноградной кислоты. В ходе развития организма постоянно чередуются процессы роста и дифференциации, что отражается на скорости гликолитических процессов и реакций цикла Кребса [11, 12].

Основываясь на возрастной динамике активности ЛДГ с учётом высокой скорости роста организма молодняка, можно утверждать, что пировиноградная кислота, синтезированная из лактата с участием фермента, использовалась как на глюконеогенез, так и синтез энергии в цикле Кребса. Данные процессы в организме тёлочек имели более высокую интенсивность, чем бычков.

Креатинкиназа – это фермент, катализирующий в мышечных клетках распад креатинфосфата, что

1. Ферментный состав сыворотки крови молодняка абердин-ангусской породы (n=20; X±Sx)

Показатель	Группа	Возраст, мес.			
		1	3	6	8
АлАТ, Е/л	бычки (I)	18,53±0,19	42,00±0,33	73,66±0,32	23,00±0,21
	тёлочки (II)	16,86±0,16*	40,00±0,55*	74,00±0,33	43,00±0,29*
АсАТ, Е/л	бычки (I)	79,61±1,18	82,32±1,33	94,73±0,52	82,00±0,45
	тёлочки (II)	71,79±1,74*	74,97±0,39*	95,00±0,21	86,99±0,39*
Коэф. де Ритиса, усл. ед.	бычки (I)	4,29±0,15	1,96±0,13	1,29±0,02	3,56±0,19
	тёлочки (II)	4,26±0,11	1,87±0,16	1,28±0,04	2,02±0,11*
ЩФ, Е/л	бычки (I)	515,01±1,05	481,90±1,71	429,96±2,68	411,07±1,80
	тёлочки (II)	600,00±4,21*	510,00±1,64*	424,88±1,13	302,00±3,27*
КК, Е/л	бычки (I)	106,2±1,85	169,87±2,14	189,99±3,49	189,60±6,05
	тёлочки (II)	145,00±2,12*	194,93±1,70*	224,50±3,88*	234,30±3,48*
ЛДГ, Е/л	бычки (I)	1008,57±5,88	1084,98±15,91	1100,05±16,12	1206,12±14,95
	тёлочки (II)	1111,30±27,35*	1190,50±32,76*	1279,00±39,38*	1394,93±15,11*

Примечание: *P<0,05 по отношению к группе бычков

сопровождается высвобождением энергии, используемой для синтеза мышечных белков и мышечного сокращения.

Каталитическая активность КК в крови молодняка планомерно увеличивалась с возрастом. Прирост концентрации фермента у бычков составлял 78,53%, у тёлочек – 61,58%, как результат увеличения мышечной массы в ходе роста животных в подсосный период. При этом тёлочки превосходили бычков по уровню КК в крови на 14,75–36,53% (табл. 1), отражая половые различия в способности извлекать энергию за счёт распада креатинфосфата.

Это свидетельствует о том, что ферментный состав крови молодняка абердин-ангусской породы зависит в подсосный период от возраста и пола животных.

В последние годы интерьерные показатели широко используются для определения потенциальных возможностей и оценки продуктивных качеств животных, так как величина данных показателей является следствием активности и направленности обмена веществ, составляющего основу роста и развития организма. С этой целью мы определили взаимосвязь концентрации ферментов с живой массой животных, рассчитав соответствующие коэффициенты корреляции по Пирсону.

При этом мы исходили из того, что рост и развитие организма животных – это результат наличия связей между метаболическими потоками, входящими в состав единой взаимосвязанной системы обменных процессов.

Анализ изменчивости значений коэффициентов корреляции между живой массой и активностью ферментов в крови молодняка опытных групп показал, что:

1. Корреляционные связи между изучаемыми признаками как в группе бычков, так и тёлочек, на 75,0% были положительными. Следовательно, живая масса влияет на активность ферментов в крови. Основной причиной является тот факт, что источником ферментов в организме животных служат клетки, в ходе физиологической регенерации

которых каталитические белки поступают в кровь. Возрастной прирост живой массы сопровождается увеличением клеточной массы и прямо отражается на концентрации ферментов как в клетках органов и тканей, так и в составе крови (табл. 2).

2. Сила связи между живой массой и активностью ферментов менее всего была выражена в организме 1-месячных бычков и тёлочек. Это является результатом становления как функций физиологических систем организма, так и обмена веществ.

3. Живая масса в организме бычков и тёлочек, начиная с 6-месячного возраста, достоверно коррелировала с активностью креатинкиназы, что отражало влияние параметра и на количество мышечных клеток, и на их метаболический статус.

4. В группе бычков средние и сильные корреляции составляли 50,0 и 30,0%; в группе тёлочек – 60,0 и 20,0% соответственно. Значит, прирост живой массы и активность ферментов в организме молодняка были взаимосвязаны, определяя направленность изменений признаков в ходе подсосного периода.

Выводы. В организме молодняка абердин-ангусской породы активность ферментов в сыворотке крови зависит от возраста животных, пола, длительности подсосного периода и скорости прироста живой массы. Концентрация ферментов переаминирования в сыворотке крови животных увеличивается до достижения возраста 6 мес. При этом активность АлАТ и АсАТ в крови тёлочек возрастает в 4,38 и 1,32 раза, бычков – в 3,97 и 1,18 раза на фоне преобладания АсАТ над АлАТ, определяя пути использования углеродных остатков аминокислот в организме животных. На фоне планомерного прироста живой массы в ходе подсосного периода происходит увеличение в крови молодняка концентрации креатинкиназы и лактатдегидрогеназы. К концу подсосного периода уровень ферментов в сыворотке крови бычков возрастает в 1,78 и 1,19 раза, у тёлочек – в 1,61 и 1,26 раза, отражая метаболическую активность и количество миоцитов, а также пути использования пирувата.

2. Коэффициенты корреляции активности ферментов сыворотки крови с живой массой (n=20; X±Sx)

Показатель, Е/л	Группа	Возраст, мес.			
		1	3	6	8
АлАТ	бычки	0,35±0,33	0,77±0,23*	0,56±0,29	0,61±0,28
	тёлочки	0,37±0,33	0,71±0,24*	0,59±0,28	0,77±0,22*
АсАТ	бычки	-0,49 ±0,31	0,53±0,29	0,67±0,26*	0,56±0,29
	тёлочки	-0,21±0,35	0,82±0,20*	0,62±0,28	0,56±0,29
ЩФ	бычки	-0,22±0,34	0,67±0,26	0,70±0,25	0,75±0,23*
	тёлочки	-0,39±0,32	0,42±0,34	0,42±0,32	0,51±0,30
КК	бычки	-0,25±0,34	0,62±0,28	0,72±0,24*	0,81±0,20*
	тёлочки	-0,21±0,35	0,51±0,30	0,78±0,11*	0,75±0,23*
ЛДГ	бычки	0,20±0,35	0,52±0,30	-0,67±0,25*	-0,44±0,32
	тёлочки	0,15±0,35	0,13±0,35	-0,19±0,35	-0,54±0,30

Примечание: *P<0,05

В ходе роста животных снижается каталитическая активность щелочной фосфатазы (у бычков – на 20,18%, тёлочек – на 49,67%), определяя востребованность фосфорорганических соединений в процессах обмена веществ. Живая масса и активность ферментов коррелируют в слабой степени в организме 1-месячных животных как результат формирования функций физиологических систем и их внутриорганизменных взаимосвязей. Однако начиная с 6-месячного возраста, живая масса коррелирует с активностью креатинкиназы (у бычков – $r = 0,72-0,81$, у тёлочек – $r = 0,75-0,78$), отражая влияние признака на прирост мышечной массы и метаболический статус клеток.

Литература

1. Тарасов В.М., Габидулин В.М., Шмаков В.Ю. Абердин-ангусская порода мясного скота в России // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып. 63. Т. 3. С. 71–77.
2. Кажғалиев Н., Матакбаев Д. Адаптация завезённых пород мясного скота в условиях северного региона Казахстана // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 1(93). С. 27–33.
3. Косилов В.И. Клинические и гематологические показатели чёрно-пёстрого скота разных генотипов и яков в горных условиях Таджикистане / В.И. Косилов, Т.А. Играшев, Б.К. Шабунова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 2(51). С. 112–115.
4. Дерхо М.А., Серёда Т.И., Крайнова Н.В. Биохимический статус коров при лютеиновых кистах яичников // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3(65). С. 106–108.
5. Балтабекова А.Ж., Дерхо М.А. Метаболические эффекты тиреоидных гормонов в организме ремонтных бычков казахской белоголовой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1(63). С. 100–103.
6. Рахимов И.Х., Дерхо М.А. Влияние технологии содержания на формирование тиреоидного и метаболического статуса у бычков симментальской и чёрно-пёстрой пород // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2013. Т. 214. С. 336–341.
7. Карсакбаев А.Б., Тюлебаев С.Д., Кадышева М.Д. Влияние возраста и сезона года на гематологические показатели тёлочек // Вестник мясного скотоводства. 2009. № 6(62). С. 131–133.
8. Нурбекова А.А., Фомина Н.В., Дерхо М.А. Зависимость мясной продуктивности молодняка герефордской породы от уровня обменных процессов в организме // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2009. № 11. С. 61–67.
9. Лукьянов В.Н., Прохоров И.П. Гормональный статус бычков симментальской породы и её помесей с герефордской и шаролеизской // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 77–86.
10. Нурбекова А.А., Фомина Н.В., Дерхо М.А. Биохимические показатели крови как прогнозирующий фактор продуктивности молодняка герефордской породы // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2008. Т. 192. С. 352–355.
11. Агафонова А.В. Направленность метаболизма пировиноградной кислоты, азотистый обмен и продуктивность бычков, выращиваемых на мясо при различных условиях питания: дис. ... канд. биол. Боровск: ГНУ ВНИИФБиПСХЖ, 2014.
12. Бозымов К.К. Технология производства продуктов животноводства / К.К. Бозымов, Е.Г. Насамбаев, В.И. Косилов [и др.]. Уральск: Западно-Казахстанский аграрно-технический университет, 2016. Т. 2. 530 с.