

УДК 599.642 2 /571.5

doi: 10.17223/19988591/42/11

**Н.Т. Омурзакова, Г.Т. Курманбекова, С.Т. Бейшеналиева,
Э.К. Табылдиева, Б.У. Кыдыралиева**

Кыргызско-Турецкий университет «Манас», г. Бишкек, Кыргызстан

Активность тканевых ферментов у коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*), содержащихся в разных экологических условиях

*Определены степени активности аспаратаминотрансферазы (АсАТ), аланинаминотрансферазы (АлАТ), уровень общего билирубина, прямого и непрямого билирубина в сыворотке крови у коров и яков, содержащихся в разных экологических условиях. Статистическая обработка результатов проведена при помощи методов биометрического анализа. Для исследования взято по 20 голов яков (*Bos grunniens*) и коров (*Bos Taurus*) в возрасте 2–3 лет. В условиях высокогорья, в котором содержались яки (>2200м над ур. м.) в сыворотке крови выявлена повышенная активность АсАТ (124,2±6,27 ед/л) по сравнению с коровами (90,47±4,23 ед/л), содержащимися в низкогорье (760 м. над ур. м.). На протяжении эксперимента уровень АлАТ не показал статистически значимых различий между группами исследуемых животных. Отмечено повышение уровня общего билирубина и его фракций в сыворотке крови у яков. Установлено, что условие высокогорья является причиной формирования у яков адаптивных качеств и свидетельствует о наличии высокого уровня обменных процессов, который проявляется повышенным содержанием тканевых ферментов, общего билирубина и его фракций.*

Ключевые слова: *печень; аланинаминотрансфераза; аспаратаминотрансфераза; общий билирубин; прямой билирубин; непрямо́й билирубин.*

Введение

Безопасная животноводческая продукция на сегодняшний день является исключительно важной, и решение данного вопроса на примере Республики Кыргызстан представляет большой научный интерес и имеет практическое значение в обеспечении продовольственной безопасности страны.

Анализ биохимических параметров крови позволяет судить о состоянии углеводного, белкового, липидного обменов, выявить непродуктивные энергозатраты организма. Необходимое условие нормального течения обмена веществ – это постоянство внутренней среды организма, в котором лежит нормальное функционирование ферментных систем. Поэтому в составе внеклеточных жидкостей по активности ферментов можно выявить изменения, происходящие внутри клеток различных органов, таких как печень [1–3].

Печень у жвачных животных составляет около 1,3–1,6% массы тела; несмотря на это, она требует значительного количества энергии из-за множества метаболических процессов, протекающих в печеночной ткани [4–5]. Среди различных ферментов, связанных с обменом аминокислот и белков, особый интерес представляют аспаргатаминотрансфераза (АсАТ – КФ 2.6.1.2) и аланинаминотрансфераза (АлАТ – КФ 2.7.1.2). Это ферменты класса трансфераз, катализирующие в организме обратимые реакции трансаминирования. Данные реакции являются центральным звеном азотистого обмена в организме. При участии трансаминаз осуществляется перенос α -аминогруппы и водорода от одной молекулы субстрата к другой без промежуточного образования аммиака, с аминокислоты на кетокислоту с образованием новой кетокислоты и новой аминокислоты [6–8].

Домашний як (*Bos grunniens*) остается малоизученным видом среди других сельскохозяйственных животных, так как разведение его ограничено в основном высокогорными труднодоступными территориями азиатского континента, где этот вид является объектом традиционного экстенсивного животноводства [9–10].

Несмотря на вышесказанное, як изучался отечественными, российскими и иностранными учеными. Основные направления этой научной деятельности – изучение биологии яков, морфологии, иммуноморфологии, физиологии, генетики, в том числе определение экстерьерных, интерьерных, нормативных показателей, адаптации к разным регионам, возрастных, породных, физиологических и половых различий; продуктивность, качественный и количественный состав продуктов животных [2, 9, 11–14]. В то же время в доступной нам отечественной и зарубежной литературе сведений о биохимических исследованиях яков недостаточно, кроме того, в сравнительном аспекте, это полудикое и домашнее животное достаточно не изучено.

Цель нашего исследования – изучение активности тканевых ферментов и фракций билирубина у коров и яков, находящихся в разных экологических условиях.

Материалы и методики исследования

Данное исследование выполнено в лаборатории биохимии биологического отделения факультета естественных наук Кыргызско-Турецкого университета «Манас» города Бишкек, Кыргызстан. Экспериментальные яки (*Bos grunniens*) содержались в выпасе в Тонском районе Иссык-Кульской области в фермерском хозяйстве «Ороз» (>2200 м над ур. м.), а коровы имели стойлово-выгульное содержание (*Bos taurus*) в крестьянских хозяйствах Чуйской области (760 м над ур. м.).

Исследования проведены одновременно у 40 клинически здоровых обоеполых яков и коров в возрасте 2–3 лет. Кровь для исследования брали из яремной вены, расположенной над трахеей в так называемом яремном жело-

бе. Место укола очищали ватным тампоном, смоченным спиртом. При взятии крови иглу вкалывали на границе перехода верхней трети шеи в среднюю, чтобы вызвать достаточное наполнение вены и уменьшить ее подвижность, вену сдавливали пальцем. При вколе иглы кровь струйкой вытекала через отверстие и собиралась в подставленную под иглу стерильную пробирку. Пробирку сразу закрывали герметичной пробкой, а иглу извлекли, пережимая пальцем вену выше места вкола. В заключение область вкола иглы дезинфицировали настойкой йода. Кровь в течение 24 ч при температуре +2...8°C в специальных термоконтейнерах доставили в лабораторию. При проведении исследования выполняли все особые, оговоренные в описании методик [15] правила взятия, консервации и хранения проб крови у 40 клинически здоровых яков и коров. Сыворотку крови получили центрифугированием (3000 оборотов в минуту) в течение 10 мин. Для определения функционального состояния печени у яков и коров проводили биохимический анализ сыворотки крови. Из биохимических показателей сыворотки крови оценивали: активности аланинаминотрансферазы (АлАТ) и аспартатаминотрансферазы (АсАТ), уровни общего билирубина, прямого и непрямого билирубина на автоматическом биохимическом анализаторе PERFECT MINDRAY 400 (Auber Medical, Китай) колориметрическим методом. Принцип колориметрического анализа основан на взаимодействии между ферментом и субстратом для формирования и оценки колориметрически окрашенного светопоглощающего комплекса путем добавления реагента. [16]. Результаты экспериментов обрабатывали с использованием методов биометрического анализа с учетом критерия Стьюдента [17].

Результаты исследования и обсуждение

Показатели крови являются индикатором работы всего организма, они могут характеризовать уровень адаптации животных к различным экологическим факторам [18, 19]. Средние значения АлАТ и АсАТ у яков (*Bos grunniens*), содержащихся в фермерском хозяйстве «Ороз», и коров (*Bos taurus*) крестьянских хозяйств Чуйской области приведены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, биохимические показатели в сыворотке крови у яков и коров находились в основном в пределах физиологической нормы. Но в сыворотке крови яков, содержащихся в высокогорье, по сравнению с коровами, содержащимися в среднегорье, активность АсАТ повышалась с $90,47 \pm 4,23$ до $124,2 \pm 6,27$ ед/л ($p < 0,001$). А в активности фермента АлАТ не обнаружено статистически значимых изменений на протяжении всего эксперимента ($p > 0,2$). Результаты наших исследований по активности аминотрансферазы у коров соответствуют данным других исследователей [13].

Т а б л и ц а 1 [Table 1]

Средние значения АЛТ и АсАТ у яков (*Bos grunniens*) и коров (*Bos taurus*)
 [Average values of AST and ALT in yaks (*Bos grunniens*) and cows (*Bos taurus*)]

Исследуемые животные [Experimental animals]	n	АСТ ед/л [AST u/L]				АЛТ ед/л [ALT u/L]			
		X±mx	σ	Cv %	td	X±mx	σ	Cv %	td
<i>B. grunniens</i>	20	124,2±6,27	24,3	19,5	4,46***	41,3±1,72	6,7	16,1	0,47
<i>B. taurus</i>	20	90,47±4,23	16,4	18,1		39,4±3,71	14,4	36,5	

Повышенное содержание аминотрансфераз у яков говорит о высоком уровне обменных процессов, что является показателем адаптации к природной среде [10, 20]. Одним из важных факторов приспособленности яков к резко континентальному климату и вертикальной зональности обитания является биохимический состав крови. Генотип и экосистема обитания яков обуславливаются особенностью формирования адаптивных качеств, которые проявляются в биохимическом составе крови [20]. По данным М. Thrall (2007) [21], при гипоксии и шоковом состоянии ферменты через мембрану клеток проходят без повреждения клеточной функции. Также авторами отмечено повышенное содержание АЛТ в сыворотке крови, что является фактором, изменяющим проницаемость мембран гепатоцитов; это вызвано отравлением токсинами и гипоксией [14, 22].

По результатам статистического анализа у яков АсАТ с коэффициентом вариации $C_v = 19,5\%$ показал среднюю изменчивость. АЛТ также показал средний коэффициент вариации $C_v = 16,1\%$, тогда как коэффициент вариации АЛТ у коров показывает $C_v = 36,5\%$, что говорит о значительной изменчивости вариационного ряда. В свою очередь АсАТ показывает средний коэффициент вариации $C_v = 18,1\%$ (табл. 1).

Выявлена статистическая значимость различий яков и коров по заданным показателям. При числе степеней свободы $f=38$ минимальное значение, которое принимает td , равно 1,70 ($p>0,90$) и 2,70 ($p>0,999$). Статистическая значимость различий АсАТ у яков и коров показала высокую степень, тогда как в содержании АЛТ не обнаружено статистически значимых различий (табл. 2).

Данные исследователей медицинского исследовательского института Китая показали, что с увеличением высоты обитания уровни показателей АЛТ и АсАТ в сыворотке крови крупного рогатого скота постепенно увеличиваются, кроме того, в условиях высокогорья изменяются активность печени и организация структуры. Разные высоты имеют свою тяжесть гипоксии, при которой гормоны могут вызвать повреждение и окислительный стресс печени [24]. Активация тканевых ферментов в сыворотке крови яков в условиях высокогорья также может изменить активность печени, из-за чего и увеличились уровни показателей аминотрансферазы.

Общий билирубин образуется в печени и является продуктом распада гемоглобина. Прямой билирубин – это одно из составляющих общего билирубина. Прямой билирубин, как и любой вид билирубина, до некоторой степени токсичен, выводится через протоки вместе с желчью [6]. Соответственно, отклонения от нормы будут регистрироваться при нарушении антитоксической функции печени, что приводит к повреждению гепатоцитов. В связи с этим мы исследовали уровень общего, прямого и непрямого билирубина в сыворотке крови, чтобы проследить пути метаболизма билирубина. Во время исследования в сыворотки крови у яков и коров уровни общего и прямого билирубина находились в пределах физиологической нормы. В сыворотке крови яков уровень общего билирубина равен $0,63 \pm 0,05$ мг/дЛ, в это же время в сыворотке крови коров, содержащихся в Чуйской области, уровень общего билирубина составил $0,50 \pm 0,06$ мг/дЛ ($p < 0,05$). А когда исследовали фракции билирубина, получили следующие данные: у яков прямой билирубин изменялся статистически значимо по сравнению с коровами с $0,48 \pm 0,07$ до $0,20 \pm 0,05$ мг/дЛ ($p < 0,001$), а не прямой билирубин повышался в сыворотке крови у коров с $0,15 \pm 0,01$ до $0,30 \pm 0,02$ мг/дЛ ($p < 0,001$).

Данные зарубежных ученых [13] и наши исследования подтверждают биохимические параметры общего, прямого и непрямого билирубина сыворотки крови у коров. По результатам статистического анализа у яков общий билирубин с коэффициентом вариации C_v – 32,8 % изменяется значительно, а прямой билирубин показал высокий коэффициент вариации C_v – 57,8 %. Изменчивость вариационного ряда общего и прямого билирубина у коров тоже показала высокий коэффициент вариации (табл. 2).

Т а б л и ц а 2 [Table 2]

Средние значения общего, прямого и непрямого билирубина у яков и коров
[Average values of total, direct and indirect bilirubin in yaks (*Bos grunniens*) and cows (*Bos taurus*)]

Исследуемые животные [Experimental animals]	n	Общий билирубин, мг/дЛ [Total Bilirubin, mg/dL]				Прямой билирубин, мг/дЛ [Direct Bilirubin, mg/dL]				Непрямой билирубин, мг/дЛ [Indirect Bilirubin mg/dL]			
		$\bar{X} \pm m_x$	σ	C_v %	td	$\bar{X} \pm m_x$	σ	C_v %	td	$\bar{X} \pm m_x$	σ	C_v %	td
<i>B. grunniens</i>	20	$0,63 \pm 0,05$	0,20	32,8	1,62	$0,48 \pm 0,07$	0,3	57,8	3,10**	$0,15 \pm 0,01$	0,1	25,0	6,7***
<i>B. taurus</i>	20	$0,50 \pm 0,06$	0,25	49,07		$0,20 \pm 0,05$	0,21	56,5		$0,30 \pm 0,02$	0,04	7,48	

Статистической значимости различий общего билирубина у яков и коров не установлено ($p > 0,90$), значимость различий прямого билирубина выразилась в средней степени ($p > 0,95$), тогда как содержание непрямого билирубина статистически значимо ($p > 0,999$) (см. табл. 2).

Заключение

Таким образом, разные экологические условия приводят к изменениям биохимических показателей у экспериментальных животных. Показано, что не отмечается существенных изменений активности фермента АлАТ в сыворотке крови экспериментальных животных на протяжении всего эксперимента. Установлено, что у яков в сыворотке крови активность фермента АсАТ более высокая, чем у коров, а уровни общего и прямого билирубина в сыворотке крови у яков выше, чем у коров. Эти данные свидетельствуют о высоком уровне обменных процессов у яков, а также являются показателями адаптации к природной среде.

Литература

1. Абатчиков М.Г., Костеша. Н.Я. Физиологические механизмы адаптации при холодном методе выращивания телят // Вестник ТГПУ. 2010. № 3 (93). С. 44–49.
2. Бусловская Л.К. Энергетический обмен и кислотно-щелочной баланс у сельскохозяйственных животных при адаптации к стрессорам. Монография. Белгород : Изд. БелГУ, 2003. 188 с.
3. Мейер Д., Харви Д. Руководство по клинической ветеринарной медицине: Ветеринарная лабораторная медицина. Интерпретация и диагностика. Перевод с англ. Л.А. Певницкий; под ред. Ю.М. Кеда.. М. : Софион, 2007. 630 с.
4. Кветковская А.В., Фетько М.М., Шанбанович М.А. Взаимосвязь биохимических показателей крови коров с физиологическим состоянием их организма и типом кормления // Актуальные проблемы интенсификации производства продукции животноводства. Минск. 1999. С. 198–200.
5. Kalita H.C., Kalita P.C. Comparative histological studies on the vomero-nasal organ in mithun (*Bos frontaus*), yak (*Bos grunniens*) and zebu (*Bos indicus*) // Indian Journal Animal Research. 2004. 38 (2). PP. 102–106.
6. Племяшов К.В. Стекольников А.А., Племяшов К.В. Обмен веществ и его коррекция в воспроизводстве КРС // Практик. 2010. № 1. С. 36–41.
7. Baldwin R.L. Modeling ruminant degistation and metabolism. London; New York : Chapman and Hall; 1995. 578 p.
8. Chamberlin W.G., Middleton J.R. Spain J.N., Johnson G.C., Eilersieck., Pithua P. Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows // American Dairy Science Association. 2013. PP. 7002–7011.
9. Войнова О.А. Содержание резервной щелочности в крови коров в зависимости от кормового фактора и физиологического состояния // Повышение продуктивности жвачных животных. М., 1985. 82 с.
10. Liu F.Y., Hu L., Li Y.X., Liu S.M., Tang Y.P., Qi S.G., Yang L., Wu T.Y. Effect of altitude chronic hypoxia on liver enzymes and its correlation with ACE/ACE₂ in yak and migrated cattle // Chin Journal Applied Physiology. 2015. № 31 (3). PP. 272–275.
11. Итэсь Ю.В., Храмцов В.В., Магер С.Н., Паршина О.Н. Биохимический статус крупного рогатого скота разного возраста // Проблемы ветеринарной экологии в Якутии. 2002. С. 42–46.
12. Топурия Г.М., Аникина К.А., Трушина Л.Н., Топурия Л.Ю. Ферментативный спектр сыворотки крови крупного рогатого скота в условиях техногенеза // Актуальные

- проблемы ветеринарной медицины : материалы VIII сибирской ветеринарной конференции. Новосибирск, 2008. URL: <http://vetport.ru/pages/2008/bovis/Topurija.htm> (дата обращения: 12.09.2017).
13. Meyer D.J., Harvey J.W. Evaluation of hepatobiliary system and skeletal muscle and lipid disorders. In: Veterinary Laboratory Medicine. Interpretation and Diagnosis. 2nd ed. Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo : W.B. Saunders company, 1998. PP. 157–187.
 14. Zheng-Chao Tu, Huai Qiu, Ya-Ping Zhang. Polymorphism in Mitochondrial DNA (mtDNA) of Yak (Bosgrunniens) // Biochemical Genetics. 2002. № 40 (5-6). PP. 187–193.
 15. Скрипниченко Г.Г. Содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови айрширского скота в зависимости от пола, сезона года, физиологического состояния и генотипа коров // Современные методы селекции в промышленном животноводстве. М., 1985. С. 27–31.
 16. Huang X.J., Choi Y.K., Im H.S., Yarimaga O., Yoon E., Kim H.S. Aspartate aminotransferase (AST/GOT) and alanine aminotransferase (ALT/GPT) detection techniques // Sensors. 2006. № 6. PP. 756–782.
 17. Гланц С.А. Медико-биологическая статистика / пер. с англ. Ю.А. Данилов, под ред. Н.Е. Бузикашвили, Д.В. Самойловой. М. : Практика, 459 р.
 18. Горизонтов П.Д. Стресс и система крови. М. : Медицина, 1983. 240 с.
 19. Гусев Б.Н., Жунушов А.Т., Алеева А.Ж. Результаты исследования сыворотки крови для биотехнологии // Наука и новые технологии. Бишкек. 2003 № 3. С. 53–55.
 20. Тайшин В.А., Анганов В.В. Биохимический состав крови у самок селекционной группы породы яка окинская // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 2-2. 260 с.
 21. Hematology and Veterinary Clinical Biochemistry. 1st ed. / ed. Thrall M. Roca. Sao Paulo, 2007. PP. 335–354.
 22. Васильев К.А. Морфофункциональная характеристика онтогенеза яка периодам развития. Улан-Уде : Бурят. кн. изд., 1991. 218 с.

*Поступила в редакцию 05.10.2017 г.; повторно 17.01.2018 г.;
принята 27.02.2018 г.; опубликована 15.06.2018 г.*

Авторский коллектив:

Омурзакова Нуржамал Тайчиевна – ассистент отделения биологии, факультет естественных наук Кыргызско-Турецкого университета «Манас» (Кыргызстан, 720038, г. Бишкек, пр. Мира, 56).

E-mail: nurjamalomurzakova@gmail.com

Курманбекова Гульбубу Токтосуновна – д-р. биол. наук, профессор, зав. отделения биологии, факультет естественных наук Кыргызско-Турецкого университета «Манас» (Кыргызстан, 720038, г. Бишкек, пр. Мира, 56).

E-mail: kurmanbekova59@gmail.com

Бейшеналиева Салкын Турсуналиевна – канд. биол. наук, доцент отделения биологии, факультет естественных наук Кыргызско-Турецкого университета «Манас» (Кыргызстан, 720038, г. Бишкек, пр. Мира, 56).

E-mail: salkun-beishenaliева@mail.ru

Табылдиева Эльмира Кушбосуновна – ассистент отделения биологии, факультет естественных наук Кыргызско-Турецкого университета «Манас» (Кыргызстан, 720038, г. Бишкек, пр. Мира, 56).

E-mail: elya0913@mail.ru

Кыдырalieва Бермет Улановна – научный сотрудник отделения биологии, факультет естественных наук Кыргызско-Турецкого университета «Манас» (Кыргызстан, 720038, г. Бишкек, пр. Мира, 56).

E-mail: bermet.kydyralieva@mail.ru

For citation: Omurzakova NT, Kurmanbekova GT, Beyshenalieva ST, Tabyldieva EK, Kydyralieva BU. Activity of tissue enzymes in cows (*Bos taurus*) and yaks (*Bos grunniens*) kept under different environmental conditions. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2017;42:207-217. doi: 10.17223/19988591/42/11 In Russian, English Summary

**Nurzhamal T. Omurzakova, Gulbubu T. Kurmanbekova,
Salkyn T. Beyshenalieva, Elmira K. Tabyldieva, Bermet U. Kydyralieva**

Kyrgyzstan-Turkey Manas University, Bishkek, Republic of Kyrgyzstan

Activity of tissue enzymes in cows (*Bos taurus*) and yaks (*Bos grunniens*) kept under different environmental conditions

This paper is devoted to a comparative study of the transferase system, total bilirubin and its fractions in cows (*Bos taurus*) and yaks (*Bos grunniens*). The yak, as a half-wild animal inhabiting exclusively high-altitude areas and, at the same time, not requiring special care, has been attracting the attention of researchers for a long time. When analyzing the literature data, it becomes clear that many questions concerning these half-wild animals remain rather unexplored, which requires a detailed research.

To determine the functional state of the liver, experimental yaks and cows were subjected to a biochemical analysis of blood serum. We studied simultaneously 40 clinically healthy yaks and cows of both sexes aged 2-3 years old. The experimental yaks were kept grazing in the Oroz farm, Ton district, Issyk-Kul region (>2200 m above sea level), and the cows had stall-walking keeping in peasant farms in Chui region (760 m above sea level). Examining the blood serum biochemical parameters, we evaluated the activity of alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST), the levels of total bilirubin, direct and indirect bilirubin using an automatic biochemical analyzer «PERFECT MINDRAY 400». The results of the experiments were statistically processed by biometric analysis methods considering the Student's *t*-test (td). The work was carried out in the biochemical laboratory of the Department of Biology, Faculty of Science, Kyrgyz-Turkey Manas University in Bishkek, Kyrgyzstan.

Blood parameters are an indicator of the work of the whole organism, they can characterize the level of adaptation of animals to various environmental factors. Biochemical parameters in the blood serum of yaks and cows were mainly within the physiological norm. But in the serum of yaks kept in the highlands, the activity of AST increased from 90.47 ± 4.23 u/L to 124.2 ± 6.27 u/L ($p < 0.001$), compared to the cows in the middle mountains. During the activity of the ALT enzyme, no significant changes were observed throughout the experiment ($p > 0.2$). According to the results of statistical analysis in yaks, the coefficient of AST Cv variation - 19.5% showed an average variability. ALT also showed an average coefficient of Cv variation - 16.1%, whereas the coefficient of variation of ALT in cows showed Cv - 36.5%, which indicates a significant variability in the variational series. In its turn, AST showed an average coefficient of Cv variation - 18.1%. When carrying out statistical processing of the obtained data, we determined the statistical significance of the differences between yaks and cows from the given indices. With the number of degrees of freedom $f=38$, the minimum value that td takes is 1.70 ($p > 0.90$) and 2.70 ($p > 0.999$). The statistical significance of the differences between AST in yaks and cows showed a high degree, whereas ALT did not show any significant differences. Activation of tissue enzymes in the blood serum of yaks under high mountain conditions can alter the liver activity, that is why aminotransferase levels increased. During the study of the blood serum in yaks and cows, the level of total and direct bilirubin was within the physiological norm. In

the blood serum of yaks, total bilirubin level was 0.63 ± 0.05 mg/dL, at the same time in the blood serum of cows from Chui oblast, total bilirubin level was 0.50 ± 0.06 mg/dL ($p < 0.05$). When we examined bilirubin fractions, the following data were obtained: in yaks, direct bilirubin changed significantly, compared with cows, from 0.48 ± 0.07 mg/dL to 0.20 ± 0.05 mg/dL ($p < 0.001$), and indirect bilirubin increased in the blood serum of cows from 0.15 ± 0.01 mg/dL to 0.30 ± 0.02 mg/dL ($p < 0.001$). According to the results of statistical analysis in yaks, total bilirubin with a coefficient of Cv variation - 32.8% varied significantly, whereas direct bilirubin in yaks showed a high coefficient of Cv variation - 57.8%. Variability of the variational series of total and direct bilirubin in cows also showed a high coefficient of variation. The statistical significance of differences in total bilirubin in yaks and cows showed an unreliable quantity ($p > 0.90$), and the significance of the differences in direct bilirubin was expressed in an average degree ($p > 0.95$), whereas indirect bilirubin was highly reliable ($p > 0.999$).

Thus, different environmental conditions lead to changes in biochemical parameters in experimental animals. We showed that there were no significant changes in the activity of the ALT enzyme in the serum in experimental animals throughout the experiment. We established that the activity of the enzyme AST was higher in the serum of yaks than in cows. The levels of total and direct bilirubin in the blood serum of yaks were higher than those of cows. These data indicate a high level of metabolic processes in yaks, as well as adaptation to the natural environment.

The paper contains 2 Tables and 22 References.

Key words: liver; alanine aminotransferase; aspartate aminotransferase; total bilirubin; direct bilirubin; indirect bilirubin.

References

1. Abatchikov MG, Kostasheva NJ. Physiological mechanisms of adaptation at the cold method of cultivation calves. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Tomsk State Pedagogical University Bulletin*. 2010;3(93):44-49. In Russian
2. Buslovskaya LK. Energeticheskiy obmen i kislotno-shchelochnoy balans u sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh pri adaptatsii k stressoram [Energy metabolism and acid-base balance in farm animals when adapting to stressors. Monograph]. Belgorod: Belgorod State University Publ.; 2003. 188 p. In Russian
3. Meyer DH, Harvey JW. Veterinary Laboratory Medicine: Interpretation & Diagnosis. Pevnickiy LM, translated from English; Keda YM. editor. Moscow: Sofion Publ.; 2007. 630 p. In Russian
4. Kvetkovskaya AV, Fet'ko MM, Shanbanovich MA. Vzaimosvyaz' biokhimicheskikh pokazateley krovi korov s fiziologicheskimi sostoyaniem ikh organizma i tipom kormleniya [Interrelation of blood biochemical parameters of cows with the physiological state of their organism and feeding type]. In: *Aktual'nye problemy intensivatsii proizvodstva produktsii zhivotnovodstva. Materialy nauch. konf.* [Current problems of intensification of livestock production. Proc. Sci. Conf. (Zhodino, Republic of Belarus, 12-13 October 2000).] Zhodino: Institute of Animal Husbandry of the National Academy of Sciences of Belarus; 1999. pp. 198-200. In Russian
5. Kalita HC, Kalita PC. Comparative histological studies on the vomero-nasal organ in mithun (*Bos frontaus*), yak (*Bos grunniens*) and zebu (*Bos indicus*). *Indian Journal of Animals Research*. 2004;38(2):102-106.
6. Stekol'nikov AA, Plemyashov KV. Obmen veshchestv i ego korrektsiya v vosproizvodstve KRS [Metabolism and its correction in cattle reproduction]. *Praktik*. 2010;1:36-41 p. In Russian

7. Baldwin RL. Modeling ruminant degistation and metabolism. London; New York: Chapman & Hall Publ.; 1995. 578 p.
8. Chamberlin WG, Middleton JR, Spain JN, Johnson GC, Pithua P. Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2013;96(11):7001-7013. doi: [10.3168/jds.2013-6901](https://doi.org/10.3168/jds.2013-6901)
9. Voynova OA. Soderzhanie rezervnoy shchelochnosti v krovi korov v zavisimosti ot kormovogo faktora i fiziologicheskogo sostoyaniya [The content of reserve alkalinity in the blood of cows depending on the food factor and physiological state]. In: *Povyshenie produktivnosti zhvachnykh zhivotnykh* [Increasing the productivity of ruminants]. Moscow: 1985. 82 p. In Russian
10. Liu FY, Hu L, Li YX, Liu SM, Tang YP, Qi SG, Yang L, Wu TY. Effect of altitude chronic hypoxia on liver enzymes and its correlation with ACE/ACE₂ in yak and migrated cattle. *Zhongguo Ying Yong Sheng li xue za zhi = Zhongguo Yingyong Shenglixue Zazhi = Chinese Journal of Applied Physiology*. 2015;31(3):272-275.
11. Ites' YuV, Khramtsov VV, Mager SN, Parshina ON. Biokhimicheskiy status krupnogo rogatogo skota raznogo vozrasta [Biochemical status of cattle of different age]. In: *Problemy veterinarnoy ekologii v Yakutii* [Problems of veterinary ecology in Yakutia]. Yakut. 2002. 42 p. In Russian
12. Topuriya GM, Anikina KA, Trushina LN, Topuriya LJ. Fermentativnyy spektr syvorotki krovi krupnogo rogatogo skota v usloviyakh tekhnogeneza [Fermental spectrum of whey of blood of large horned livestock in conditions of a technogenesis]. In: *Aktyal'nie voprosi veterinarnoy meditsiny*. Materialy VII Sibirskoy veterinarnoy konf. [Topical problems in veterinary medicine. The international scientific conference (Novosibirsk, Russia, 14-15 February, 2008)]. [Electronic resource]. Available at: <http://vetport.ru/pages/2008/bovis/Topuriya.htm> (access 12.09.2017).
13. Meyer DJ, Harvey JW. Evaluation of hepatobiliary system and skeletal muscle and lipid disorders. In: *Veterinary Laboratory Medicine*. Interpretation and Diagnosis. 2nd ed., Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo: W.B. Saunders company. 1998. pp. 157-187.
14. Tu ZC, Qiu H, Zhang YP. Polymorphism in mitochondrial DNA (mtDNA) of yak (*Bos grunniens*). *Biochemical Genetics*. 2002;40(5-6):187-193. doi: [10.1023/A:1015836209577](https://doi.org/10.1023/A:1015836209577)
15. Skripnichenko GG. Soderzhanie obshchego belka i ego fraktsiy v syvorotke krovi ayrshirskogo skota v zavisimosti ot pola, sezona goda, fiziologicheskogo sostoyaniya i genotipa korov [The content of total protein and its fraction in the blood serum of Ayrshire cattle depending on the sex, season, physiological state and genotype of cows]. In: *Sovremennye metody seleksii v promyshlennom zhivotnovodstve* [Modern breeding techniques in livestock industry]. Moscow: 1985. pp. 27-31. In Russian
16. Huang XJ, Choi YK, Im HS, Yarimaga O, Yoon E, Kim HS. Aspartate aminotransferase (AST/GOT) and alanine aminotransferase (ALT/GPT) detection techniques. *Sensors*. 2006;6:756-782. doi: [10.3390/s6070756](https://doi.org/10.3390/s6070756)
17. Glantz SA. Primer of Biostatistics. 4th ed. McGraw-Hill, Inc. 1998. Danilov YA Translated from English; Buzikashvili NE and Smoilova DV, editors. Moscow: Praktica Publ.; 459 p. In Russian
18. Gorizontov PD. Stress i sistema krovi [Stress and Blood System]. Moscow: Meditsina Publ.; 1983. 240 p. In Russian
19. Gusev BN, Zhunushov AT, Aleeva AZh. Rezul'taty issledovaniya syvorotki krovi dlya biotekhnologii [Results of blood serum test for biotechnology]. In: *Nauka i novye tekhnologii* [Science and New Technologies]. Bishkek: 2003. Vol. 3. 53 p. In Russian
20. Tayshin VA, Anganov VV. Biokhimicheskiy sostav krovi u samok selektsionnoy gruppy porody yaka okinskaya [Biochemical composition of blood in females of the breeding group

- of the Okinskaya yak breed]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2015;2-2:260-261. In Russian
21. *Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária* [Veterinary Hematology and Clinical Biochemistry]. 1st ed. Thrall MA, editor. Roca: Sao Paulo; 2007. 335 p.
 22. Vasil'ev KA. Morfofunktsional'naya kharakteristika ontogeneza yaka periodam razvitiya [Morphofunctional characteristics of *Bos grunniens* ontogenesis according to the periods of development]. Ulan-Ude: Buryatskoe knizhnoe izdatel'stvo Publ.; 1991. 222 p. In Russian

*Received 05 October 2017; Revised 17 January 2018;
Accepted 27 February 2018; Published 15 June 2018*

Author info:

Omurzakova Nurzhamal T, Academic Specialist, Department of Biology, Faculty of Science, Kyrgyzstan-Turkey Manas University, 56 Mira Ave., Bishkek 720044, Republic of Kyrgyzstan.

E-mail: nurjamalomurzakova@gmail.com

Kurmanbekova Gulbubu T, Dr.Sci. (Biol.), Professor, Department of Biology, Faculty of Science, Kyrgyzstan-Turkey Manas University, 56 Mira Ave., Bishkek 720044, Republic of Kyrgyzstan.

E-mail: kurmanbekova59@gmail.com

Beyshealieva Salkyn T, Cand.Sci. (Biol.), Department of Biology, Faculty of Science, Kyrgyzstan-Turkey Manas University, 56 Mira Ave., Bishkek 720044, Republic of Kyrgyzstan.

E-mail: salkun-beishealieva@mail.ru

Tabyldieva Elmira K, Academic Specialist, Department of Biology, Faculty of Science, Kyrgyzstan-Turkey Manas University, 56 Mira Ave., Bishkek 720044, Republic of Kyrgyzstan.

E-mail: elya0913@mail.ru

Kydyralieva Bermet U, Research Assistant, Department of Biology, Faculty of Science, Kyrgyzstan-Turkey Manas University, 56 Mira Ave., Bishkek 720044, Republic of Kyrgyzstan.

E-mail: bermet.kydyralieva@mail.ru