

УДК 636.085:577.17

DOI: 10.33284/2658-3135-103-2-82

**Сравнительный анализ липидного и аминокислотного обмена
у бычков калмыцкой и монгольской пород**

И.Ф. Горлов^{1,2}, М.И. Сложеникина^{1,2}, Е.В. Карпенко¹, Цицигэ¹, Г.В. Федотова^{1,2}

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции (г. Волгоград, Россия)

²Волгоградский государственный технический университет (г. Волгоград, Россия)

Аннотация. В статье приводятся исследования сравнительного анализа липидного и аминокислотного обменов в организме бычков калмыцкой и монгольской пород, позволяющие судить о процессах метаболизма в процессе их роста и развития. Подопытных животных выращивали в разных географических, климатических и агроэкологических условиях – во Внутренней Монголии (Китай) и Республике Калмыкия, в один и тот же временной период. Образцы крови отбирались от клинически здоровых животных. Анализ полученных исследований показал, что содержание гормончувствительной липазы у бычков калмыцкой породы было выше, чем у сверстников монгольской, а содержание триглицеридов и синтез жирных кислот было значительно ниже, что позволяет судить о том, что скорость разложения жира у калмыцкой породы выше, чем скорость его синтеза, что свидетельствует о снижении уровня триглицеридов в крови животных. Жирные кислоты у скота обеих пород в основном представлены насыщенными жирными кислотами. Содержание и соотношение полиненасыщенных жирных кислот, жирных кислот серии n-6, n-3 и доля незаменимых аминокислот у калмыцкого скота были выше, чем у монгольского. При изучении аминокислотного состава белков крови бычков сравниваемых пород было установлено, что уровень содержания аминокислот: лизина, лейцина, аланина, гистидина, тирозина, треонина, фенилаланина, аспарагиновой кислоты, серина у бычков калмыцкой породы был выше на 4,5-14,5 %, чем у сверстников монгольской породы. По всей видимости, выявленные различия в жирнокислотном и аминокислотном составе крови у подопытных бычков связаны с различными условиями среды обитания животных.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, калмыцкая порода, монгольская порода, кровь, липиды, аминокислоты.

UDC 636.085:577.17

**Comparative analysis of lipid and amino acid metabolism
in calves of the Kalmyk and Mongolian breeds**

Ivan F Gorlov^{1,2}, Marina I Slogenkina^{1,2}, Ekaterina V Karpenko¹, Tsitsige¹, Gilyan V Fedotova^{1,2}

¹Povolzhsky Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products (Volgograd, Russia)

²Volgograd State Technical University (Volgograd, Russia)

Summary. The article presents studies of a comparative analysis of lipid and amino acid exchanges in body of calves of the Kalmyk and Mongolian breeds, it allows us to judge the metabolic processes in the process of their growth and development. Experimental animals were bred in different geographical, climatic and agroecological conditions - in Inner Mongolia (China) and the Republic of Kalmykia, at the same time. Blood samples were taken from clinically healthy animals. The analysis of studies showed that the content of hormone-sensitive lipase in calves of the Kalmyk breed was higher than that in the animals of the Mongolian breed, and the content of triglycerides and the synthesis of fatty acids were significantly lower. It suggests that the rate of decomposition of fat in the Kalmyk breed is higher than its rate synthesis, which indicates a decrease in the level of triglycerides in the blood of animals. The fatty acids in live-

stock of both breeds are mainly represented by saturated fatty acids. The content and ratio of polyunsaturated fatty acids, fatty acids of the n-6, n-3 series and the proportion of essential amino acids in Kalmyk cattle were higher than in Mongolian. When studying the amino acid composition of blood proteins of bulls of compared breeds, it was found that the level of amino acids: lysine, leucine, alanine, histidine, tyrosine, threonine, phenylalanine, aspartic acid, serine in bulls of Kalmyk breed was 4.5-14.5% higher than peers of the Mongolian breed. Apparently, the revealed differences in the fatty acid and amino acid composition of blood in experimental bulls are associated with different environmental conditions of animals.

Key words: cattle, Kalmyk breed, Mongolian breed, blood, lipids, amino acids.

Введение.

Как известно, важнейшим условием для увеличения объёмов производства говядины служит развитие специализированного мясного скотоводства. Его эффективность во многом зависит от правильного подбора животных определённой породной принадлежности, хорошо приспособленных к конкретным технологиям введения отрасли (Приступа В.Н. и др., 2017; Gorlov IF et al., 2019). Калмыцкая порода крупного рогатого скота – одна из древнейших в мире, а среди специализированного мясного скота в России – одна из лучших отечественных пород (Калашников Н.А. и др., 2016; Shevkhezhev AF et al., 2018). Порода создавалась более трёх столетий назад в условиях горных и степных пастбищ северо-западного Китая (Джунгария), Западной Монголии и Южного Алтая (Моисеева И.Г. и др., 2006; Argoyo JM et al., 2017). На юго-востоке России калмыцкий скот появился в первой четверти XVII в., когда из Джунгарии в низовье Волги перекочевали калмыцкие племена. Калмыцкая порода скота входит в группу турано-монгольских аборигенных пород, в эту же группу входит монгольская порода скота (Рузина М.Н. и др., 2010), разводимого в Монголии и северной, северо-западной частях Китая. Калмыцкий и монгольский скот неприхотлив к кормам и условиям содержания, стойко сохраняет упитанность во время летних засух и длительных зимовок, не требует большого ухода, животные – крепкой конституции, гармоничного сложения, устойчивы к заболеваниям, полученная говядина обладает высокими вкусовыми качествами (Kashani A et al., 2015).

Процесс роста животных является неотъемлемой частью характеристики их индивидуального развития и представляет собой цепь сложных морфологических, биохимических и функциональных преобразований, происходящих в организме от начала его зарождения и до конца жизни. При этом липидный и аминокислотный метаболизм (Feng YJ et al., 2014; The UniProt Consortium, 2017) в организме мясного скота играет важнейшую роль в формировании их продуктивных качеств (Gorlov IF et al., 2019). Обмен жиров в организме животных обеспечивает их энергетические потребности (Levakhin VI et al., 2017) за счёт вовлечения большого количества материалов для поддержания необходимых биосинтетических процессов. На интенсивность течения метаболизма липидов (Vijayakumar A et al., 2010) оказывают влияние возраст и пол животных, порода, содержание жира в корме, структура рациона, отношение белка к углеводам и небелковым азотистым веществам (Blom EJ et al., 2017; Blasco M et al., 2019). Также важнейшими показателями организма являются состав и уровень содержания аминокислот, которые влияют на формирование качественных характеристик сырья животного происхождения (Choughuley AS, 1975; Leibholz I, 1997; Richards JS and Midgley AR, 1976; Жыльгелдиева А.А. и др., 2018).

Цель исследования.

Изучение в сравнительном аспекте характеристики липидного и аминокислотного обменов в организме родственных пород калмыцкого и монгольского скота, выращиваемого в разных географических, климатических и агроэкологических условиях.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки монгольской и калмыцкой пород, которые выращивали в течение всего опыта в разных условиях – Внутренней Монголии (Китай) и Республике Калмыкия.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Экспериментальная часть работы выполнялась в 2019 г. на территории СПС «Плодовитое» Республики Калмыкия, по монгольской породе скота – на территории частного фермерского хозяйства в Китае. Были выбраны бычки монгольской и калмыцкой пород по 20 голов в возрасте 10 месяцев.

Для эксперимента отбирали натошак по 20 мл крови из яремной вены у всех подопытных животных, после центрифугирования сыворотку отделяли в качестве тестируемого образца и хранили замороженной при -20°C .

Оборудование и технические средства. Исследования крови проводились в лаборатории Поволжского научно-исследовательского института производства и переработки мясомолочной продукции и Центре коллективного пользования «Физико-химические методы анализа» Волгоградского государственного технического университета.

Измерение показателей липопротеинов и метаболизма жиров проводилось согласно метода в соответствии с инструкциями для наборов (Shanghai Baoman Biotechnology Co., Ltd., Китай) с использованием спектрофотометра видимого света модели 722S (Shanghai Precision Scientific Instrument Co., Ltd., Китай), вихревого смесителя QL-901 (Haimen Qilin Bell Instrument Manufacturing Co., Ltd, Китай). Определение жирных кислот проводилось на метеорологическом хроматографе 450-GC (Agilent Corporation, США) с применением хроматографической колонки SP2560 (100 мм×0,25 мм×0,2 нм) и детектора FID. Аминокислотный состав определяли на аминокислотном анализаторе «Atacus» (PMA GmbH, Германия).

Статистическая обработка. Экспериментальные данные, полученные в результате эксперимента, были статистически проанализированы с помощью программы «Statistica 10» («Stat Soft Inc», США). Для статистического анализа были применены t-критерий Стьюдента и критерий Уилкоксона. Экспериментальные результаты были выражены как среднее \pm стандартное отклонение, а $P \leq 0,05$ – в качестве стандарта для оценки разницы.

Результаты исследований.

Исследования показали, что содержание общего холестерина, триглицеридов и ферментасинтаз жирных кислот в крови животных калмыцкой породы было ниже на 11,03 ($P \geq 0,05$), 12,50 ($P \geq 0,05$) и 6,23 % ($P \leq 0,05$), чем у монгольской породы, а соотношение холестерина липопротеинов высокой плотности и общего холестерина, фермента-гормон чувствительной липазы – выше на 20,15 ($P \leq 0,05$) и 8,82 % ($P \leq 0,05$) соответственно.

При исследовании крови изучаемых групп животных было обнаружено 37 жирных кислот (Kulikovskii AV et al., 2019), в том числе 31 – длинноцепочечная жирная кислота, из которых 11 – насыщенных, 9 – мононенасыщенных и 11 – полиненасыщенных соответственно. Все 31 длинноцепочечных жирных кислот включены в статистическую обработку данных. Ниже нами приведены числовые значения содержания в крови основных длинноцепочечных жирных кислот (табл. 1).

Из данных таблицы 2 видно, что наибольшее содержание насыщенных жирных кислот в крови у животных монгольской и калмыцкой пород составляет пальмитиновая кислота, соответственно 20,21 и 19,01 % ($P \leq 0,05$), а наибольшее содержание мононенасыщенных жирных кислот – олеиновая кислота 30,16 и 32,03 % ($P \geq 0,05$) соответственно. Самое высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот представлено линолевой кислотой – 3,44 и 3,76 % ($P \geq 0,05$) соответственно, содержание α -линоленовой, арахидоновой и докозагексаеновой кислот в крови калмыцкой породы было значительно выше, чем у сверстников монгольской на 0,36 ($P \leq 0,05$), 0,18 ($P \leq 0,05$) и 0,07 % ($P \leq 0,05$), а содержание миристиновой и пальмитиновой кислот было значительно ниже на 0,11 ($P \leq 0,05$) и 1,20 % ($P \leq 0,05$) соответственно. Кроме того, содержание стеариновой кислоты в крови бычков калмыцкой породы было ниже, чем у сородичей монгольской породы, однако разница незначительная ($P \geq 0,05$).

Таблица 1. Показатели липопротеинов крови и жирового обмена у подопытных животных
Table 1. Indicators of blood lipoproteins and fat metabolism in experimental animals

Показатели / Indicators	Порода / Breed	
	монгольская / Mongolian	калмыцкая / Kalmyk
Гормон роста, нг/мл / <i>HGH, ng/ml</i>	8,99±0,96 ^a	9,19±1,11 ^a
Триглицериды, ммоль/л / <i>Triglycerides, mmol/l</i>	0,18±0,09 ^a	0,16±0,08 ^a
Общий холестерин, ммоль/л / <i>Total cholesterol, mmol/l</i>	4,53±0,76 ^a	4,03±0,59 ^a
Холестерин липопротеинов низкой плотности, ммоль/л / <i>Low density lipoprotein cholesterol, mmol/l</i>	1,13±0,24 ^a	0,99±0,18 ^b
Холестерин липопротеинов высокой плотности, ммоль/л / <i>High density lipoprotein cholesterol, mmol/l</i>	2,54±0,62 ^a	2,83±0,84 ^a
Синтез жирных кислот, ед./л / <i>Fatty acid synthase, units/l</i>	899,24±83,19 ^b	843,22±72,87 ^a
Гормончувствительная липаза, ед./мл / <i>Hormone sensitive lipase, units/ml</i>	844,63±80,11 ^a	926,36±92,63 ^b
Холестерин липопротеинов низкой плотности/Общий холестерин, % / <i>Low density lipoprotein cholesterol/total cholesterol, %</i>	24,94±2,28 ^a	24,56±2,69 ^a
Холестерин липопротеинов высокой плотности/Общий холестерин, % / <i>High density lipoprotein cholesterol/total cholesterol, %</i>	56,07±2,47 ^a	70,22±3,88 ^b

Примечание: в одной и тоже строке разные строчные буквы а и б указывают на значительные различия ($P \leq 0,05$), одинаковые строчные буквы указывают на отсутствие значимых различий ($P \geq 0,05$).

Note: in the same line, different lower case letters a and b indicate significant differences ($P \leq 0.05$), and identical lower case letters indicate the absence of significant differences ($P \geq 0.05$).

Таблица 2. Жирнокислотный состав крови подопытных животных (%)
Table 2. The fatty acid composition of blood of experimental animals (%)

Жирная кислота / Fatty acid	Липидная формула / Lipid formula	Порода / Breed	
		монгольская / Mongolian	калмыцкая / Kalmyk
Миристиновая кислота / <i>Myristic acid</i>	C14: 0	1,69±0,32 ^b	1,58±0,29 ^a
Пальмитиновая кислота / <i>Palmitic acid</i>	C16: 0	20,21±1,91 ^b	19,01±1,44 ^a
Стеариновая кислота / <i>Stearic acid</i>	C18: 0	19,25±1,23 ^a	18,09±1,19 ^a
Олеиновая кислота / <i>Oleic acid</i>	C18: 1	3,43±0,50 ^a	3,60±0,61 ^a
Элаидиновая кислота / <i>Elaidic acid</i>	C18: 1n9c	30,16±1,98 ^a	32,03±2,03 ^a
Линолевая кислота / <i>Linolenic acid</i>	C18: 2	3,44±0,46 ^a	3,76±0,51 ^a
γ-линоленовая кислота / <i>γ-linolenic acid</i>	C18: 3n6	0,35±0,03 ^a	0,39±0,03 ^a
α-линоленовая кислота / <i>α-linolenic acid</i>	C18: 3n3	0,52±0,04 ^a	0,88±0,06 ^b
Арахидовая кислота / <i>Arachidic acid</i>	C20: 0	1,33±0,21 ^a	1,21±0,19 ^a
Цис-8,11,14-эйкозатриеновая кислота / <i>Cis-11,14,17-eicosatrienic acid</i>	C20: 3n6	0,31 ±0,04 ^a	0,25±0,03 ^a
Цис-11,14,17-эйкозатриеновая кислота / <i>Cis-11,14,17-eicosatrienic acid</i>	C20: 3n3	0,13±0,02 ^a	0,08±0,01 ^a
Арахидоновая кислота / <i>Arachidonic acid</i>	C20: 4	0,59±0,06 ^a	0,77±0,08 ^b
Эйкозопентаеновая кислота / <i>Eicosapentaenoic acid</i>	C20: 5n3	0,16±0,03 ^a	0,11±0,02 ^a
Докозагексаеновая кислота / <i>Docosahexaenoic acid</i>	C 22:6n3	0,26±0,04 ^a	0,33±0,06 ^b

Из таблицы 3 видно, что жирные кислоты в крови животных калмыцкой и монгольской пород представляют собой в основном насыщенные жирные кислоты с содержанием 44,52 и 40,22 % соответственно, а затем – мононенасыщенные жирные кислоты с содержанием 38,16 и 39,88 %, при

этом содержание полиненасыщенных жирных кислот отмечено самое низкое – 6,96 и 7,66 % соответственно. Установлено, что насыщенных жирных кислот в крови животных калмыцкой породы было ниже на 4,30 %, чем у сверстников монгольской породы ($P \leq 0,05$). Содержание полиненасыщенных, незаменимых, n-3 и n-6 жирных кислот и соотношение полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот было несколько выше, чем у бычков монгольской породы.

Таблица 3. Соотношение структур жирных кислот в крови подопытных животных (%)
Table 3. The ratio of the structures of fatty acids in the blood of experimental animals (%)

Показатели / Indicators	Порода / Breed	
	монгольская / Mongolian	калмыцкая / Kalmyk
Насыщенные жирные кислоты / Saturated fatty acids	44,52±2,01 ^b	40,22±1,98 ^a
Мононенасыщенные жирные кислоты / Monounsaturated fatty acids	38,16±2,31 ^a	39,88±2,55 ^a
Полиненасыщенные жирные кислоты / Polyunsaturated fatty acids	6,96±0,57 ^a	7,66±0,64 ^b
Незаменимые жирные кислоты* / Essential fatty acids *	5,45±0,49 ^a	6,41±0,53 ^b
Жирные кислоты серии n-3** / Fatty acids series n-3**	1,12±0,28 ^a	1,24±0,33 ^b
Жирные кислоты серии n-6*** / Fatty acids series n-6***	5,01±0,33 ^a	5,43±0,46 ^b
n-6/n-3 / n-6/n-3	4,47±0,31 ^a	4,38±0,29 ^a
Полиненасыщенные жирные кислоты / Насыщенные жирные кислоты / Polyunsaturated fatty acids / Saturated fatty acids	0,15±0,03 ^a	0,19±0,04 ^b

Примечание: * – включая C18: 2n6t; C18: 2n6c; C18: 3n6; C8: 3n3; C20: 4n6; C20: 5n3; C22: 6n3.

** – включая C18: 3n3; C20: 3n3; C20: 5n3; C22: 6n3.

*** – включая C18: 2n6t; C8: 2n6e; C18: 3n6; C20: 3n6; C20: 4n6.

Note: * – Including C18: 2n6t; C18: 2n6c; C18: 3n6; C8: 3n3; C20: 4n6; C20: 5n3; C22: 6n3.

** – Including C18: 3n3; C20: 3n3; C20: 5n3; C22: 6n3.

*** – Including C18: 2n6t; C8: 2n6e; C18: 3n6; C20: 3n6; C20: 4n6.

В результате проведенных исследований выявлены определённые различия в аминокислотном составе крови. В процессе изысканий было учтено 17 свободных аминокислот, в том числе 9 незаменимых и 8 заменимых аминокислот. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4. Содержание аминокислот в крови подопытных животных (мг / 100 мл)
Table 4. The amino acid content in blood of experimental animals (mg / 100 ml)

Наименование аминокислоты / Name of amino acid	Порода / Breed	
	монгольская / Mongolian	калмыцкая / Kalmyk
Аргинин / Arginine	363,52±31,44 ^a	302,11±28,02 ^b
Гистидин / Histidine	230,18±17,23 ^a	252,01±20,04 ^b
Изолейцин / Isoleucine	179,85±12,12 ^a	165,53±10,23 ^a
Лейцин / Leucine	528,20±48,65 ^a	594,33±57,26 ^a
Лизин / Lysine	601,33±59,02 ^a	688,64±65,23 ^b
Метионин / Methionine	93,56±9,56 ^a	80,31±8,99 ^a
Фенилаланин / Phenylalanine	377,74±31,65 ^a	400,55±40,14 ^a
Треонин / Threonine	390,23±32,45 ^a	422,23±36,09 ^b
Валин / Valine	419,54±33,55 ^b	386,61±30,16 ^a
Цистин / Cystine	320,33±20,63 ^a	287,14±19,11 ^b
Аланин / Alanine	344,23±22,46 ^a	379,12±29,09 ^b
Аспарагиновая кислота / Aspartic acid	701,66±57,21 ^a	744,18±51,73 ^a
Глутаминовая кислота / Glutamic acid	1078,01±72,61 ^a	1112,06±82,44 ^b
Пролин / Proline	240,11±19,13 ^a	219,14±16,13 ^a
Серин / Serine	412,01±33,01 ^a	430,66±34,90 ^a
Тирозин / Tyrosine	323,10±20,44 ^a	352,32±21,08 ^b
Глицин / Glycine	223,18±11,28 ^a	199,36±15,22 ^a
Сумма всех аминокислот / The sum of all amino acids	6826,78±104,25 ^a	7016,30±111,10 ^b

Так, в крови подопытных животных, выращиваемых в разных географических условиях, из незаменимых аминокислот в крови оказалось самое высокое содержание лизина у бычков калмыцкой породы – 688,64 мг/100 мл, что на 14,5 % больше, чем у сверстников монгольской породы. Из заменимых аминокислот у первых выявлено самое высокое содержание глутаминовой кислоты – 1112,06 мг/100 мл или на 3,16 % больше, чем у сородичей монгольской породы. В целом содержание лизина, лейцина, аланина, гистидина, тирозина, треонина, фенилаланина, аспарагиновой кислоты, серина у бычков калмыцкой породы было выше на 4,5-14,5 %, чем у сверстников монгольской породы.

В соответствии с правилами ФАО/ВОЗ, в идеальном белково-аминокислотном составе соотношение незаменимых аминокислот к общему содержанию аминокислот должно быть выше 40 %, а соотношение незаменимых аминокислот к заменимым аминокислотам должно быть выше 60 %.

В нашем исследовании установлено (рис. 1), что соотношение незаменимых аминокислот к общему содержанию аминокислот в крови у животных монгольской породы составило 46,80 %, что на 0,12 % ниже, чем калмыцкой и соотношение незаменимых аминокислот к заменимым аминокислотам также было ниже – на 0,44 %.

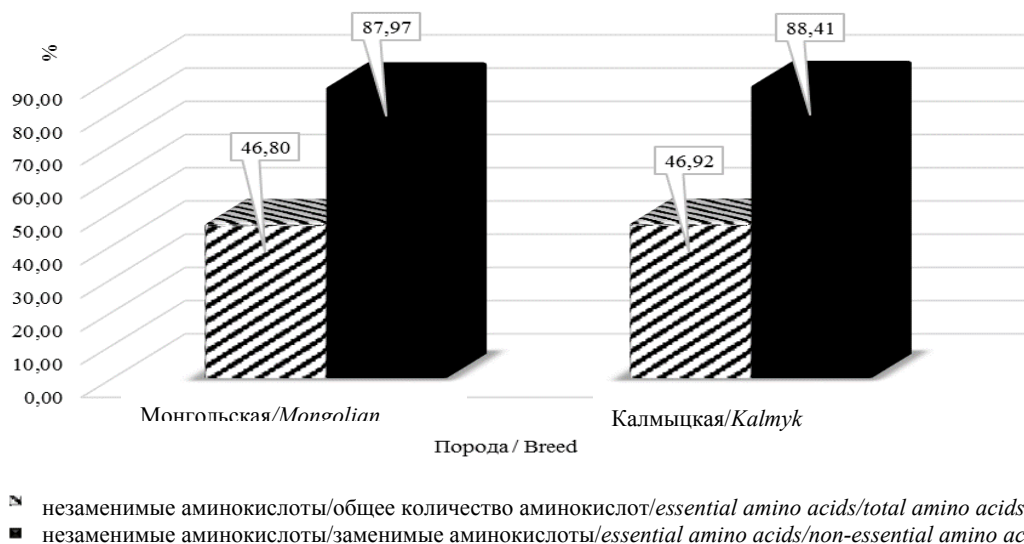


Рис. 1 – Структурное соотношение свободных аминокислот в крови подопытных животных, %
Figure 1 – Structural ratio of free amino acids in blood of experimental animals, %

Обсуждение полученных результатов.

Липиды у животных в основном включают жиры и липиды (Chilliard Y, 1993), среди которых основной составляющей жира являются триглицериды, а наиболее изученными липидами – холестерин. Для синтеза и разложения жира ключевыми ферментами являются гормон чувствительные липазы и синтазы жирных кислот, участвующие в создании жирных кислот из ацетила-коэнзима А и никотинамид аденин динуклеотид фосфата (Aларсон Р et al., 2018).

В результате исследований установлено, что концентрации синтеза жирных кислот и гормон чувствительной липазы у животных калмыцкой и монгольской пород различаются, то есть интенсивность синтеза жирных кислот у скота калмыцкой породы ниже, чем у крупного рогатого скота монгольской породы. В то же время содержание уровня гормона роста в крови калмыцкого скота выше, чем у монгольских особей, что указывает на то, что скорость разложения жира у бычков калмыцкой породы выше, чем скорость его синтеза, что приводит к снижению уровня триглицеридов в крови. Важное значение имеет ускоренное разложение жира у животных, при этом процесс активизирует биохимический обмен жирных кислот в организме и влияет на качественные показатели мясного сырья (D'Occhio MJ et al., 2019).

Известно, что холестерин в основном существует в свободном состоянии и в форме эфира холестерина в организме. Эфиры холестерина содержат холестерин липопротеинов низкой плотности и холестерин липопротеинов высокой плотности (Wood JD et al., 2008). Полиненасыщенные жирные кислоты серии n-3 могут снижать скорость синтеза холестерина в печени и в то же время способствовать превращению синтезированного печенью холестерина в кровь в холестерин липопротеины высокой плотности, тем самым увеличивая его соотношение (Harris WS, 1997). В нашем исследовании содержание общего холестерина в крови калмыцкого скота было ниже, чем у монгольского, а соотношение холестерина липопротеинов высокой плотности к общему холестерину выше, что указывает на то, что содержание и соотношение холестерина и липопротеинов в организме бычков более оптимальное, чем у монгольского скота.

Важным компонентом синтеза липидов является жирная кислота. Жир не только обеспечивает энергию для нормального роста и развития сельскохозяйственных животных, но также является важной составляющей качества продуктов, полученных от этих животных (Kulikovskii AV et al., 2016). В зависимости от степени насыщения углеродной цепи жирных кислот последние в организме делятся на насыщенные, мононенасыщенные и полиненасыщенные. Содержание и пропорция трёх жирных кислот играют очень важную роль в метаболизме, иммунитете, росте и размножении животных. Количество насыщенных жирных кислот у животных, как утверждают Legrand P и Rioux V (2010), обычно составляет от 30 до 45 % от общего количества жирных кислот, в том числе от 15 до 25 % пальмитиновой кислоты, от 10 до 20 % – стеариновой кислоты, что согласуется с типом и содержанием насыщенных жирных кислот в крови монгольского и калмыцкого скота в нашем исследовании и указывает на то, что их количество у подопытных животных может удовлетворить потребности для нормального роста и развития организма.

Содержание незаменимых жирных кислот в крови бычков калмыцкой породы составило 6,41 %, что достоверно выше, чем у животных монгольской породы. Это можно объяснить тем, что подопытные животные сравниваемых пород содержались в разных географических, климатических и кормовых условиях. Естественно, при этом коэффициент использования кормов был разный. Исследованиями установлено, что у животных калмыцкой породы он оказался выше, чем у сверстников монгольской породы.

В своих исследованиях мы проанализировали в крови состав аминокислот, которые являются важным источником синтеза белка в организме, и их состав и соотношение напрямую влияют на интенсивность обмена белка, от чего зависит рост и развитие животных, состояние здоровья, уровень естественной резистентности, продуктивная способность, качественные характеристики сырья. Являясь важным фактором, влияющим на метаболизм белка в организме, аминокислоты у животных должны в оптимальном соотношении (Li XM et al., 2015).

При изучении аминокислотного состава белков крови бычков сравниваемых пород были выявлены определённые различия. Было установлено, что содержание лизина, лейцина, аланина, гистидина, тирозина, треонина, фенилаланина, аспарагиновой кислоты, серина у бычков калмыцкой породы было выше на 4,5-14,5 %, чем у сверстников монгольской породы. При этом существенные различия отмечались к концу наблюдаемого периода. По всей видимости, выявленные различия в аминокислотном составе крови у подопытных бычков также связаны с различными агроэкологическими условиями среды обитания животных. Исследованиями установлено, что доля аминокислот в крови животных монгольской и калмыцкой пород превышала идеальное значение, рекомендованное правилами ФАО/ВОЗ, что свидетельствует о том, что изучаемые породы и получаемое мясное сырьё могут использоваться в качестве идеального источника белка.

Выводы.

Проведённые исследования подтверждают, что биохимические механизмы липидного и аминокислотного обменов у молодняка крупного рогатого скота зависят от породной принадлежности, факторов кормления и содержания, агроэкологических особенностей ареала обитания. Сравнительное изучение биохимических показателей у бычков монгольской и калмыцкой пород,

имеющих родственное происхождение, но выращиваемых в разных условиях, позволяет углубить знания по процессам метаболизма у продуктивных животных и целенаправленно управлять формированием качественных показателей получаемой говядины.

Литература

1. Влияние гипофизарной цитотоксической сыворотки на динамику аминокислотного состава сыворотки крови телят / А.А. Жыльгелдиева, Н.А. Заманбеков, Н.К. Кобдикова, Г.К. Тулепова // *Global Science and Innovations 2018: materials of the International Scientific Conference*. (Eger, Hungary, February 28, 2018). Астана: Евразийский центр инновационного развития DARA. 2018. С. 315-318. [Zhyl'geldieva AA, Zamanbekov NA, Kobdikova NK, Tulepova GK. Influence of the hypophysical cytotoxic serum on the dynamics of the amino acid composition of the serum of calves. (Conference proceedings). *Global Science and Innovations 2018: materials of the International Scientific Conference*. (Eger, Hungary, February 28, 2018). Astana: Evrazijskij centr innovacionnogo razvitija DARA; 2018:315-318. (*In Russ*)].
2. Генофонды сельскохозяйственных животных: генетические ресурсы животноводства России: монография / И.Г. Моисеева, С.В. Уханов, Ю.А. Столповский, Г.Е. Сулимова, С.Н. Каштанов. М: Наука, 2006. 462 с [Moiseeva IG, Ukhanov SV, Stolpovsky YuA, Sulimova GE, Kashtanov SN. Gene pools of farm animals: genetic resources of animal husbandry in Russia: monograph. Moscow: Nauka; 2006:462 p. (*In Russ*)].
3. Калашников Н.А., Половинко Л.М., Каюмов Ф.Г. Экстерьерные показатели и мясная продуктивность бычков калмыцкой породы разных генотипов // *Зоотехния*. 2016. № 1. С. 17-18. [Kalashnikov NA, Polovinko LM, Kayumov FG. Exterior indices and meat productivity of Kalmyk breed bulls of various genotypes. *Zootekniya*. 2016;1:17-18. (*In Russ*)].
4. Мясная продуктивность и качество мясного сырья животных калмыцкой породы новых заводских линий / В.Н. Приступа, А.Ю. Колосов, Д.В. Торосян, Ю.А. Колосов, О.Н. Орлова, Л.С. Дмитриева, В.И. Ерошенко, Л.В. Скрыпник // *Theory and Practice of Meat Processing*. 2017. Т. 2. № 2. С. 69-79. [Pristupa VN, Kolosov Ayu, Torosayn DV, Kolosov YuA, Orlova ON, Dmitrieva LS, Eroshenko VI, Skripnik LV. Meat productivity the quality of raw meat of animals of kalmyk breed new factory lines. *Theory and Practice of Meat Processing*. 2017;2(2):69-79. (*In Russ*)]. doi: <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2017-2-2-69-79>
5. Полиморфизм гена BoLA-DRB3 у крупного рогатого скота монгольской, калмыцкой и якутской пород / М.Н. Рузина, Т.А. Штыфурко, М.Р. Мохаммад Абади, О.Б. Генджијева, Цэндсүрен Цедев, Г.Е. Сулимова // *Генетика*. 2010. Т. 46. № 4. С. 517-525. [Ruzina MN, Shtyfurko TA, Mohammadabadi MR, Gendzhieva OB, Tsedev T, Sulimova GE. Polymorphism of the BoLA-DRB3 gene in the mongolian, kalmyk, and yakut cattle breeds. *Russian Journal of Genetics*. 2010;46(4):456-463. (*In Russ*)].
6. Alarcon P, Manosalva C, Carretta MD et al. Fatty and hydroxycarboxylic acid receptors: The missing link of immune response and metabolism in cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2018; 201:77-87. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.05.009>
7. Arroyo JM, Hosseini A, Zhou Z, Alharthi A, Trevisi E, Osorio JS, Loor JJ. Reticulo-rumen mass, epithelium gene expression, and systemic biomarkers of metabolism and inflammation in Holstein dairy cows fed a high-energy diet. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(11):9352-9360. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12866>
8. Blasco M, Campo MM, Balado J, Sañudo C. Effect of texel crossbreeding on productive traits, carcass and meat quality of seguraña lambs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019;99(7):3335-3342. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9549>
9. Blom EJ, Anderson DE, Brake DW. 583 Effects of lipid intake and degree of saturation on nutrient digestion and nitrogen balance in steers consuming corn-based diets. *Journal of animal science*. 2017;95(4):285. doi: <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.583>

10. Chilliard Y. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: a review. *Journal of Dairy Science*. 1993;76(12):3897-3931. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77730-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77730-9)
11. Choughuley AS, Subbaramon AS, Kazi ZA, Chadha MS. Transformation of some hydroxyl amino acids to other amino acids. *Orig Life*. 1975;6(4):527-535. doi: <https://doi.org/10.1007/BF00928900>
12. D'Occhio MJ, Baruselli PS, Campanile G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: a review. *Theriogenology*. 2019;125:277-284. doi: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.11.010>
13. Feng YJ, Yang PG, Hao Y, Yang CH, Gu XH. Correlativity analysis of plasma cortisol concentrations and meat quality and carcass traits of commercial pigs. *Acta Ecologica Animalis Domastici*. 2014;35(1):25-29.
14. Gorlov IF, Fedotova GV, Slozhenkina MI, Zlobina EYu, Mosolova DA. Nutritional value of beef from steers grown on natural pastures of arid territories. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2019;9(1):4545-4549. doi: 10.35940/ijitee.A4758.119119
15. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Randelin AV, Mosolov AA, Bolaev BK, Belyaev AI, Zlobina EY, Mosolova DA. The relationship between different body types of kalmyk steers and their raw meat production and quality. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2019;9(2):217-223.
16. Harris WS. n-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies. *Am J Clin Nutr*. 1997;65(5):1645S-1654S. doi: <https://doi.org/10.1093/ajcn/65.5.1645S>
17. Kashani A, Behrens Holman BW, Nichols PD, Malau-Aduli AEO. Effect of level of Spirulina supplementation on the fatty acid compositions of adipose, muscle, heart, kidney and liver tissues in Australian dual-purpose lambs. *Ann Anim Sci*. 2015;15(4):945-960. doi: <https://doi.org/10.1515/aoas-2015-0037>
18. Kulikovskii AV, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Vostrikova NL, Ivankin AN, Kuznetsova OA. Determination of nitrofurans metabolites in muscular tissue by high-performance liquid chromatography with mass spectrometric detection. *Journal of Analytical Chemistry*. 2019;74(9):906-912. doi: <https://doi.org/10.1134/S106193481907013X>
19. Kulikovskii AV, Lisitsyn AB, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Savchuk SA. Determination of growth hormones (β -agonists) in muscle tissue by HPLC with mass spectrometric detection. *Journal of Analytical Chemistry*. 2016;71(10):1052-1056. doi: <https://doi.org/10.1134/S1061934816100075>
20. Leibholz J. The effect of age and dietary protein source on free amino acids, ammonia, and urea in the blood plasma of the calf. *Austral J Agr Res*. 1966:237-246. doi: <https://doi.org/10.1071/AR9660237>
21. Levakhin VI, Gorlov IF, Azhmuldinov EA, Levakhin YI, Duskaev GK, Zlobina EY, Karpenko EV. Change in physiological parameters of calves of various breeds under the transport and pre-slaughter stress. *Bioscience*. 2017;9:1.
22. Li XM, Li QF, Cao YF, Yu CQ, Wang XL, Du LL. Influence of dietary energy and protein levels on meat quality of holstein bulls. *Chinese Journal of Animal Science*. 2015;51(19):38-43.
23. Richards JS, Midgley AR. Protein hormone action: A key to understanding ovarian follicular and luteal cell development. *Biol. Reprod*. 1976;14(1):82-94. doi: <https://doi.org/10.1095/biolreprod14.1.82>
24. Shevkhuzhev AF, Kayumov FG, Gerasimov NP, Smakuev DR. The variability of productive traits estimation in kalmyk cattle. *Ecology, Environment and Conservation*. 2018;24(2):614-620.
25. The UniProt Consortium. UniProt: the universal protein knowledgebase. *Nucleic Acids Research*. 2017;45(D1):D158-D169. doi: <https://doi.org/10.1093/nar/gky092>
26. Vijayakumar A, Novosyadlyy R, Wu Y, Yakar S, LeRoith D. Biological effects of growth hormone on carbohydrate and lipid metabolism. *Growth Hormone and IGF Research*. 2010; 20(1):1-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ghir.2009.09.002>
27. Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*. 2008;78(4):343-358. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>

References

1. Zhylgeldieva AA, Zamanbekov NA, Kobdikova NK, Tulepova GK. Influence of the hypophysical cytotoxic serum on the dynamics of the amino acid composition of the serum of calves of calves (Conference proceedings) Global Science and Innovations 2018: materials of the International Scientific Conference. (Eger, Hungary, February 28, 2018). Astana: Eurasian Innovation Development Center DARA;2018:315-318 p.
2. Moiseeva IG, Ukhanov SV, Stolpovsky YuA, Sulimova GE, Kashtanov SN. Gene pools of farm animals: genetic resources of animal husbandry in Russia: monograph. Moscow: Nauka; 2006: 462 p.
3. Kalashnikov NA, Polovinko LM, Kayumov FG. Exterior indices and meat productivity of Kalmyk breed bulls of various genotypes. *Zootechniya*. 2016;1:17-18.
4. Pristupa VN, Kolosov Ayu, Torosayn DV, Kolosov YuA, Orlova ON, Dmitrieva LS, Eroshenko VI, Skripnik LV. Meat productivity the quality of raw meat of animals of kalmyk breed new factory lines. *Theory and Practice of Meat Processing*. 2017;2(2):69-79. doi: <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2017-2-2-69-79>
5. Ruzina MN, Shtyfurko TA, Mohammadabadi MR, Gendzhieva OB, Tsedev T, Sulimova GE. Polymorphism of the BoLA-DRB3 gene in the mongolian, kalmyk, and yakut cattle breeds. *Russian Journal of Genetics*. 2010;46(4):456-463.
6. Alarcon P, Manosalva C, Carretta MD et al. Fatty and hydroxycarboxylic acid receptors: The missing link of immune response and metabolism in cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2018; 201:77-87. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.05.009>
7. Arroyo JM, Hosseini A, Zhou Z, Alharthi A, Trevisi E, Osorio JS, Looor JJ. Reticulo-rumen mass, epithelium gene expression, and systemic biomarkers of metabolism and inflammation in Holstein dairy cows fed a high-energy diet. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(11):9352-9360. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12866>
8. Blasco M, Campo MM, Balado J, Sañudo C. Effect of texel crossbreeding on productive traits, carcass and meat quality of segureña lambs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019;99(7):3335-3342. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9549>
9. Blom EJ, Anderson DE, Brake DW. 583 Effects of lipid intake and degree of saturation on nutrient digestion and nitrogen balance in steers consuming corn-based diets. *Journal of animal science*. 2017;95(4):285. doi: <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.583>
10. Chilliard Y. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: a review. *Journal of Dairy Science*. 1993;76(12):3897-3931. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77730-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77730-9)
11. Choughuley AS, Subbaramon AS, Kazi ZA, Chadha MS. Transformation of some hydroxyl amino acids to other amino acids. *Orig Life*. 1975;6(4):527-535. doi: <https://doi.org/10.1007/BF00928900>
12. D'Occhio MJ, Baruselli PS, Campanile G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: a review. *Theriogenology*. 2019;125:277-284. doi: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.11.010>
13. Feng YJ, Yang PG, Hao Y, Yang CH, Gu XH. Correlativity analysis of plasma cortisol concentrations and meat quality and carcass traits of commercial pigs. *Acta Ecologiae Animalis Domastici*. 2014;35(1):25-29.
14. Gorlov IF, Fedotova GV, Slozhenkina MI, Zlobina EYu, Mosolova DA. Nutritional value of beef from steers grown on natural pastures of arid territories. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2019;9(1):4545-4549. doi: 10.35940/ijitee.A4758.119119
15. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Randelin AV, Mosolov AA, Bolaev BK, Belyaev AI, Zlobina EY, Mosolova DA. The relationship between different body types of kalmyk steers and their raw meat production and quality. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2019;9(2):217-223.
16. Harris WS. n-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies. *Am J Clin Nutr*. 1997;65(5):1645S-1654S. doi: <https://doi.org/10.1093/ajcn/65.5.1645S>
17. Kashani A, Behrens Holman BW, Nichols PD, Malau-Aduli AEO. Effect of level of Spirulina supplementation on the fatty acid compositions of adipose, muscle, heart, kidney and liver tissues in Australian dual-purpose lambs. *Ann Anim Sci*. 2015;15(4):945-960. doi: <https://doi.org/10.1515/aoas-2015-0037>

18. Kulikovskii AV, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Vostrikova NL, Ivankin AN, Kuznetsova OA. Determination of nitrofurans metabolites in muscular tissue by high-performance liquid chromatography with mass spectrometric detection. *Journal of Analytical Chemistry*. 2019;74(9):906-912. doi: <https://doi.org/10.1134/S106193481907013X>
19. Kulikovskii AV, Lisitsyn AB, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Savchuk SA. Determination of growth hormones (β -agonists) in muscle tissue by HPLC with mass spectrometric detection. *Journal of Analytical Chemistry*. 2016;71(10):1052-1056. doi: <https://doi.org/10.1134/S1061934816100075>
20. Leibholz J. The effect of age and dietary protein source on free amino acids, ammonia, and urea in the blood plasma of the calf. *Austral J Agr Res*. 1966:237-246. doi: <https://doi.org/10.1071/AR9660237>
21. Levakhin VI, Gorlov IF, Azhmuldinov EA, Levakhin YI, Duskaev GK, Zlobina EY, Karpenko EV. Change in physiological parameters of calves of various breeds under the transport and pre-slaughter stress. *Bioscience*. 2017;9:1.
22. Li XM, Li QF, Cao YF, Yu CQ, Wang XL, Du LL. Influence of dietary energy and protein levels on meat quality of holstein bulls. *Chinese Journal of Animal Science*. 2015;51(19):38-43.
23. Richards JS, Midgley AR. Protein hormone action: A key to understanding ovarian follicular and luteal cell development. *Biol. Reprod*. 1976;14(1):82-94. doi: <https://doi.org/10.1095/biolreprod14.1.82>
24. Shevkhuzhev AF, Kayumov FG, Gerasimov NP, Smakuev DR. The variability of productive traits estimation in kalmyk cattle. *Ecology, Environment and Conservation*. 2018;24(2):614-620.
25. The UniProt Consortium. UniProt: the universal protein knowledgebase. *Nucleic Acids Research*. 2017;45(D1):D158-D169. doi: <https://doi.org/10.1093/nar/gky092>
26. Vijayakumar A, Novosyadlyy R, Wu Y, Yakar S, LeRoith D. Biological effects of growth hormone on carbohydrate and lipid metabolism. *Growth Hormone and IGF Research*. 2010; 20(1):1-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ghir.2009.09.002>
27. Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*. 2008;78(4):343-358. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>

Горлов Иван Фёдорович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, научный руководитель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, тел.: 7(8442)39-10-48, 400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6, e-mail: niimmp@mail.ru; заведующий кафедрой «Технология пищевых производств», Волгоградский государственный технический университет, тел.: 7(8442)24-84-47, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28

Слозhenкина Марина Ивановна, доктор биологических наук, профессор, директор, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, тел. 7(8442)39-10-48, 400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6, e-mail: niimmp@mail.ru; профессор кафедры «Технология пищевых производств», Волгоградский государственный технический университет, тел.: 7(8442)24-84-47, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28

Карпенко Екатерина Владимировна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, тел.: 7(8442)39-10-48, 400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6, e-mail: ekatkarpenko@yandex.ru

Цицигэ, соискатель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, тел.: 400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6

Федотова Гилян Васильевна, доктор экономических наук, доцент, учёный секретарь, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, тел.: 7(8442)39-10-48, 400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6; профессор кафедры «Менеджмент, финансы производственных систем и технологического предпринимательства», Волгоградский государственный технический университет, тел.: 7(8442)24-84-47, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28

Поступила в редакцию 11 июня 2020 г.; принята после решения редколлегии 15 июня 2020 г.; опубликована 8 июля 2020 г./ Received: 11 June 2020; Accepted: 15 June 2020; Published: 8 July 2020