

УДК 636.22/28.082.13:636.085.57

DOI: 10.33284/2658-3135-102-3-69

**Аминокислотный и жирнокислотный составы говядины
от кастратов калмыцкой породы разных заводских типов**

Х.А. Амерханов¹, Ф.Г. Каюмов², Н.Н. Шевлюк³, И.М. Дунин⁴, Н.П. Герасимов², Р.Ф. Третьякова²

¹ *Департамент животноводства и племенного дела Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (г. Москва)*

² *Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)*

³ *Оренбургский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Оренбург)*

⁴ *Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела (Московская область, п. Лесные поляны)*

Аннотация. Обособление в калмыцком скоте различных зональных и заводских типов сказывается на уровне продуктивности, экстерьерно-конституциональных особенностях и в уникальности генеалогической структуры стад. Однако изменчивость показателей качества мясной продукции во взаимосвязи с происхождением разных структурных элементов породы изучена недостаточно. Цель работы состояла в изучении особенностей аминокислотного и жирнокислотного составов белка и липидов мышечной ткани у кастратов калмыцкой породы разных заводских типов. Объектом исследования являлись 15-месячные кастраты калмыцкой породы: I группа – молодняк заводского типа «Айта», II группа – животные заводского типа «Вознесенский». Экологические зоны происхождения подопытных кастратов различаются по климатическим характеристикам. Максимальное содержание незаменимых аминокислот установлено у кастратов заводского типа «Айта» на 3,41 % ($P \leq 0,05$). Достоверные межгрупповые различия выявлены по синтезу лизина, гистидина и валина. Молодняк «Вознесенского» типа характеризовался большей долей насыщенных жирных кислот в составе липидов мышечной ткани. Их сверстники заводского типа «Айта» отличались повышенным соотношением ненасыщенных к насыщенным жирным кислотам на 0,09 ед. ($P \leq 0,05$). Таким образом, дифференциация калмыцкого скота на заводские типы обусловила различия в аминокислотном и жирнокислотном составе говядины.

Ключевые слова: бычки, калмыцкая порода, заводской тип «Айта», заводской тип «Вознесенский», мышечная ткань, качество говядины, аминокислотный состав, жирнокислотный состав.

UDC 636.22/28.082.13:636.085.57

Amino acid and fatty acid compositions of beef obtained from Kalmyk steers of various breeding types

KhA Amerkhanov¹, FG Kayumov², NN Shevlyuk³, IM Dunin⁴, NP Gerasimov², RF Tretyakova²

¹ *Department of Animal and Pedigree Breeding of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Moscow, Russia)*

² *Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Orenburg, Russia)*

³ *Orenburg State Medical University (Orenburg, Russia)*

⁴ *All-Russian Research Institute of Breeding Work (Moscow region, Village Forest Glades, Russia)*

Summary. Separation of various zonal and breeding types in Kalmyk cattle affects the level of productivity, exterior constitutional peculiarities and the unique genealogical structure of herds. However, the variability of meat quality indicators in conjunction with the origin of various breed structural elements is not well understood. The purpose of the work was to study the characteristics of amino acid and fatty acid compositions of protein and muscle tissue lipids in the Kalmyk steers of different breeding types. The object of the study was 15-month Kalmyk steers: group I – young animals of type «Aita», group II – factory-type animals «Voznesensky». Ecological zones of origin of experimental steers differ in climatic characteristics. The maximum content of essential amino acids was found in steers of the type «Aita» by 3.41%

($P \leq 0.05$). Significant intergroup differences were identified by the synthesis of lysine, histidine, and valine. Young animals of Voznesenovskiy type were characterized by a greater share of saturated fatty acids in the composition of muscle tissue lipids. Their peers of the breeding type «Aita» were distinguished by an increased ratio of unsaturated to saturated fatty acids by 0.09 units. ($P \leq 0.05$). Thus, the differentiation of Kalmyk cattle into factory types caused differences in the amino acid and fatty acid compositions of beef.

Key words: bulls, Kalmyk breed, «Aita» breeding type, «Voznesenovskiy» breeding type, muscle tissue, beef quality, amino acid composition, fatty acid composition.

Введение.

Особенности эколого-климатических условий разведения мясного скота, режим и технология кормления и содержания, организованные человеком, применение им метода искусственного отбора способствуют внутривидовой изменчивости, следствием которой обеспечивается дифференциация породы на отдельные структурные элементы (Gorlov IF et al., 2019). Дифференциация калмыцкого скота на зональные и заводские типы выражается в уровне продуктивности (Shevkhu-zhev AF et al., 2017) и в уникальности генеалогической структуры стад (Moiseykina LG et al., 2018). В то же время вариабельность показателей качества мясной продукции во взаимосвязи с происхождением животных изучена недостаточно. В первую очередь под качественными характеристиками подразумеваются пищевые и биологические свойства говядины, включающие мраморность, нежность, полноценность белков и липидов мяса.

Пищевая ценность белка говядины обусловлена наличием в его составе незаменимых аминокислот, которые не синтезируются человеческим организмом (Picard B et al., 2010; Rodrigues RTdS et al., 2017). С этой точки зрения мясо, получаемое при убойе молодняка специализированных мясных пород скота, выступает совершенным продуктом питания, обеспечивающего потребителей полным набором незаменимых аминокислот (Маркова И.В., 2013).

Биологические и кулинарные качества липидов мясных продуктов определяются жирнокислотным составом и его сбалансированностью (Wood JD and Enser M, 1997; Nürnberg K et al., 1998). Присутствие в составе говяжьего жира полиненасыщенных жирных кислот, которые не синтезируются человеческим организмом, позволяет отнести говядину к важным компонентам рациона. Дневная норма в рационе человека составляет 3-6 г полиненасыщенных жирных кислот.

Таким образом, качество говядины определяется большим числом параметров, вариабельность каждого из которых детерминируется взаимодействием наследственности и окружающей среды.

Цель исследования.

Изучение особенностей аминокислотного и жирнокислотного составов белка и липидов мышечной ткани у кастратов калмыцкой породы разных экологических типов.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Кастраты калмыцкой породы разных заводских типов: «Айта» и «Вознесенский».

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. Для исследования были отобраны бычки калмыцкой породы, по происхождению относящиеся к разным заводским типам: I группа – молодняк заводского типа «Айта» (селекция ООО «Агрофирма Адучи», Республика Калмыкия), II группа – сверстники «Вознесенского» типа (селекция СПК ПЗ «Дружба» Ставропольского края). Экологические зоны происхождения подопытных кастратов различаются по климатическим характеристикам. Территория Республики Калмыкия расположена в сухостепной засушливой зоне, Ставропольский край характеризуется умеренным и мягким климатом.

Контрольное выращивание кастратов проводили с рождения до 15-месячного возраста в условиях СПК ПЗ «Дружба» Ставропольского края при интенсивном кормлении. Подопытный мо-

лодняк с рождения содержался по технологии мясного скотоводства – до 7-месячного возраста на подсосе под матерями, после отъёма кастраты были разделены по секциям, на две группы. Содержание животных в помещениях лёгкого типа – беспривязное, на глубокой несменяемой подстилке, со свободным выходом на выгульно-кормовые дворы. Кастрацию подопытных бычков проводили в 6-месячном возрасте.

Контрольный убой кастратов проведён в 15-месячном возрасте на 3 головах из каждой группы на мясокомбинате в с. Дивное Апанасенского района Ставропольского края. Отбор проб длиннейшей мышцы спины проводили на уровне 9-12 ребра из охлаждённой до $+2...-4$ °С в течение 24 часов полутуши.

Аминокислотный состав белков длиннейшей мышцы спины изучали с помощью системы капиллярного электрофореза с использованием анализатора «Капель 105/105М». Жирнокислотный состав липидов мышечной ткани определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Кристалл-4000 Люкс».

Оборудование и технические средства. Исследования биосубстратов животных выполнялись на оборудовании Испытательного центра ЦКП ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015) и лаборатории Калмыцкого государственного университета имени Б.Б. Городовикова.

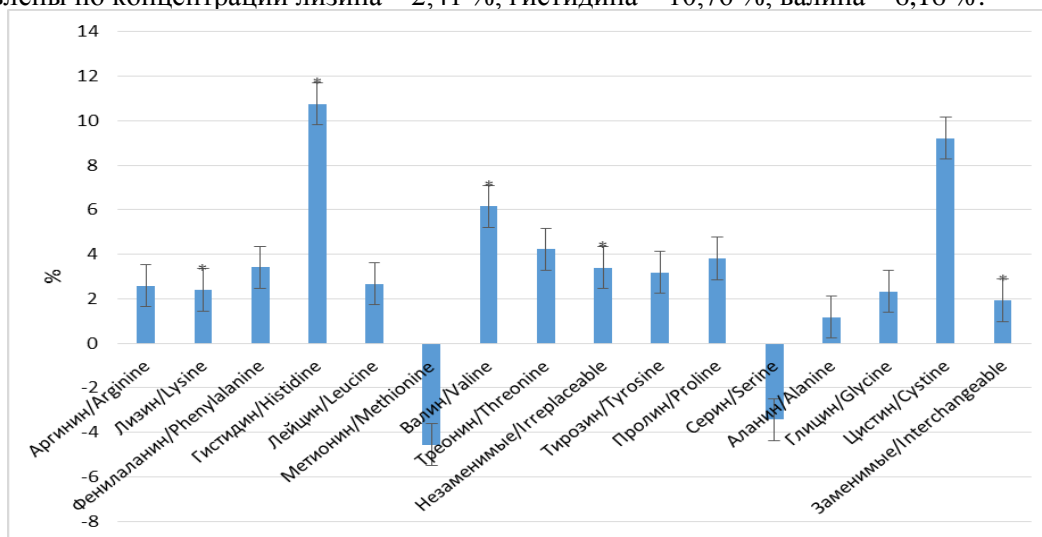
Анализатор «Капель 105/105М» (Россия), хроматограф «Кристалл-4000 Люкс» (Россия).

Статистическая обработка. Результаты экспериментов были подвергнуты вариационному анализу ANOVA с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследования.

Состав белка по содержанию различных аминокислот в мышечной ткани от кастратов калмыцкой породы разных заводских типов представлен в рисунке 1.

Анализ данных свидетельствует о некоторых межгрупповых различиях в составе белка, обусловленных происхождением молодняка. Так, доля незаменимых аминокислот в мышечной ткани кастратов заводского типа «Айта» превосходила соответствующий показатель сверстников II группы на 3,41 % ($P \leq 0,05$). Наивысшее содержание отдельных незаменимых АМК отмечалось в мясе животных I группы, за исключением метионина, доля которого на 4,56 % была ниже по сравнению с говядиной от кастратов «Вознесенского» типа. Достоверные межгрупповые различия ($P \leq 0,05$) установлены по концентрации лизина – 2,41 %, гистидина – 10,76 %, валина – 6,16 %.



Примечание: * – $P \leq 0,05$ при сравнении I и II групп

Note: * – $P \leq 0.05$ comparing I and II groups

Рис. 1 – Профиль аминокислотного состава мышечной ткани кастратов I группы относительно II группы

Figure 1 – The amino acid composition profile of muscle tissue of steers of group I relative to group II

Кроме того, мышечная ткань молодняка I группы характеризовалась относительно высоким суммарным содержанием заменимых аминокислот, превосходство по сравнению со сверстниками составляло 1,93 % ($P \leq 0,05$). Отмечаемая разница сложилась преимущественно из-за превосходства в синтезе пролина (на 3,81 %), тирозина (на 3,18 %) и цистина (на 9,22 %). Несколько меньший вклад внесли аланин (1,17 %) и глицин (2,33 %). В то же время максимальная концентрация серина (на 3,43 % больше) отмечалась в мышцах кастратов «Вознесенского» типа.

Таким образом, анализ протеина мышечной ткани по входящим в его состав аминокислотам показал, что мясное сырьё, полученное после убоя калмыцких кастратов разных заводских типов, отличается высокой биологической ценностью и качеством. Однако более предпочтительным генотипом по количеству синтезированных незаменимых аминокислот является молодняк заводского типа «Айта».

При анализе жирнокислотного состава липидов в мясе кастратов калмыцкой породы разных заводских типов установлено, что доля насыщенных жирных кислот составляла 31,15-32,03 %. При этом отмечалось достоверное ($P \leq 0,05$) превосходство на 0,88 % представителей ставропольского происхождения (табл. 1).

Таблица 1. Жирнокислотный состав липидов мышечной ткани от кастратов калмыцкой породы разных экологических типов, % ($X \pm Sx$)

Table 1. Fatty acid composition of muscle tissue lipids from Kalmyk steers of different ecological types, % ($X \pm Sx$)

Наименование жирной кислоты/ Fatty acid	Группа/Group	
	I	II
Насыщенные/Saturated	31,15±0,061	32,03±0,188*
Миристиновая (C _{14:0})/Myristine(C _{14:0})	2,62±0,101	3,00±0,190
Пальмитиновая (C _{16:0})/Palmitic (C _{16:0})	18,42±0,075	18,78±0,111
Стеариновая (C _{18:0})/Stearin(C _{18:0})	10,12±0,088	10,25±0,104
Мононенасыщенные/Monounsaturated	65,98±0,130	65,37±0,27
Миристолеиновая (C _{14:1})/Myristoleic (C _{14:1})	0,67±0,080	0,62±0,066
Пальмитолеиновая (C _{16:1})/Palmitoleic (C _{16:1})	6,08±0,101	5,92±0,169
Олеиновая (C _{18:1})/Oleic (C _{18:1})	59,23±0,064	58,83±0,186
Полиненасыщенные/Polyunsaturated	2,87±0,120	2,66±0,170
Линолевая (C _{18:2})/Linoleic (C _{18:2})	2,39±0,087*	2,12±0,044
Линоленовая (C _{18:3})/Linolenic (C _{18:3})	0,48±0,145	0,48±0,061
Отношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным/The ratio of unsaturated fatty acids to saturated	2,21±0,006*	2,12±0,018

Примечание: * – $P \leq 0,05$ при сравнении I и II групп

Note: * – $P \leq 0.05$ comparing I and II groups

Концентрация пальмитиновой кислоты во внутримышечном жире варьировала в пределах от 18,42 % у кастратов I группы до 18,78% – у сверстников «Вознесенского» типа. Значительная доля в предельных жирных кислотах также принадлежит стеариновой жирной кислоте, содержание которой в разрезе изучаемых групп колебалось в диапазоне 10,12-10,25 %. Молодняк I группы отличался минимальным её количеством. Происхождение подопытных животных также оказывало влияние на концентрацию миристиновой жирной кислоты. Превосходство по её содержанию (на 0,38 %) зафиксировано на стороне кастратов II группы.

Наиболее высокая доля во внутримышечном жире изучаемых генотипов принадлежит мононенасыщенным жирным кислотам. В результате проведённого анализа установлено, что их содержание колебалось в пределах 65,37-65,98 %. При этом максимальный уровень МНЖК выявлен

в липидах мышц кастратов I группы, превосходя сверстников на 0,61 %. Такое преимущество было обусловлено главным образом за счёт более высокого содержания олеиновой кислоты (58,83-59,23 %). Так, кастраты заводского типа «Айта» превосходили сверстников по её концентрации на 0,40 %. Кроме того, молодняк I группы имел преимущество по синтезу миристиолеиновой (на 0,05 %) и пальмитолеиновой (на 0,16 %) жирных кислот.

На долю полиненасыщенных (эссенциальных) жирных кислот приходится незначительная часть в составе внутримышечных жиров в пределах 2,66-2,87 %, при минимальном значении у животных ставропольского происхождения и максимальном – у их сверстников. Эссенциальные жирные кислоты объединены общим термином «витамин F». При анализе концентрации линолевой кислоты установлено достоверное преимущество ($P < 0,05$) кастратов I группы на 0,27 % относительно сверстников «Вознесенского» типа. По содержанию линоленовой ПНЖК существенных межгрупповых различий не установлено.

В итоге нашими исследованиями выявлены некоторые особенности в синтезе предельных и непредельных жирных кислот, которые обуславливались генотипом кастратов. Следствием этого стало достоверное превосходство ($P \leq 0,05$) молодняка I группы по соотношению ненасыщенных к насыщенным жирным кислотам, преимущество составляло 0,09 ед.

Обсуждение полученных результатов.

Биологические, кулинарные и органолептические свойства говядины определяются большим количеством показателей, вариабельность которых зависит от генетических и паратипических факторов (Мирошников С.А. и др., 2017; del Pino LM et al., 2017). Наши исследования были посвящены оценке эффекта внутривидовой дифференциации калмыцкого скота на аминокислотный и жирнокислотный составы мышечной ткани. От изменчивости этих параметров в большей степени зависит качество мясного сырья (Dimov K et al., 2012). Результаты нашей работы свидетельствуют о достоверном ($P \leq 0,05$) влиянии происхождения кастратов на синтез лизина, гистидина и валина в мышечной ткани подопытных животных. Значительное превосходство молодняка по накоплению в тканях перечисленных незаменимых аминокислот обусловило максимальное совокупное содержание эссенциальных аминокислот – 406,9 мг/г. Полученные нами данные по изменчивости аминокислотного профиля мышечной ткани в зависимости от происхождения животных согласуются с результатами исследований (Hoffman LC et al., 2005; Dyuyssembaev S et al., 2016).

Аналогичная тенденция выявлена в синтезе жирных кислот, обусловленных наследственностью кастратов калмыцкой породы. При этом в составе НЖК жировой ткани крупного рогатого скота наибольшая часть принадлежит пальмитиновой (C16:0) кислоте (De Smet S et al., 2004), что было подтверждено нашими исследованиями, содержание которой варьировало в пределах 18,42-18,78 %. Кастраты «Вознесенского» заводского типа превосходили сверстников по накоплению пальмитиновой, стеариновой и миристиновой жирных кислот в липидах мышечной ткани, что предопределило их достоверное ($P \leq 0,05$) преимущество по синтезу насыщенных ЖК в скелетной мускулатуре. Значительная доля насыщенных жирных кислот в составе жировой ткани у кастратов «Вознесенского» заводского типа закономерно привела к минимальному количеству моно- и полиненасыщенных жирных кислот. Наиболее существенная ($P \leq 0,05$) межгрупповая разница зафиксирована в содержании линолевой кислоты. Различный ранг распределения молодняка изучаемых заводских типов по синтезу насыщенных и ненасыщенных жирных кислот способствовал достоверному ($P \leq 0,05$) превосходству кастратов I группы по соотношению ненасыщенных и насыщенных жирных кислот. Влияние генотипа на изменчивость жирнокислотного профиля липидов мышечной ткани подтверждалось работами других учёных (Zembayashi M and Nishimura K, 1995; Siebert BD et al., 1996; Xie YR et al., 1996).

Выводы.

Дифференциация калмыцкого скота на заводские типы обусловила различия в аминокислотном и жирнокислотном составе говядины. Максимальное содержание незаменимых аминокислот установлено у кастратов заводского типа «Айта» на 3,41 % ($P \leq 0,05$). Они же отличались повышенным соотношением ненасыщенных к насыщенным жирным кислотам на 0,09 ед. ($P \leq 0,05$).

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2019-2021 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0012)

Литература

1. Маркова И.В. Сравнительная характеристика аминокислотного состава мышечной ткани бычков молочного и мясного направления продуктивности // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 5(43). С. 122-124. [Markova IV. Comparative description of the amino acid composition of muscular tissue in steers of dairy and beef type. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2013;5(43):122-124. (In Russ)].
2. Мирошников С.А., Харламов А.В., Маркова И.В. Качественные показатели говядины бычков различных пород и направлений продуктивности // Theory and Practice of Meat Processing. 2017. Т. 2. № 2. С. 14-22. [Miroshnikov SA, Kharlamov AV, Markova IV. Quality indicators of beef from young bulls of various dairy and beef breeds. Theory and Practice of Meat Processing. 2017;2(2):14-22. (In Russ)].
3. De Smet S, Raes K, Demeyer D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research*. 2004;53(2):81-98. doi: <https://doi.org/10.1051/animres:2004003>
4. del Pino LM, Arana A, Alfonso L, Mendizábal JA, Soret B. Adiposity and adipogenic gene expression in four different muscles in beef cattle. *PLoS ONE*. 2017;12(6):e0179604. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179604>
5. Dimov K, Kalev R, Penchev P. Effect of finishing diet with excluded silage on amino-acid, fatty-acid, and mineral composition of meat (*m. longissimus dorsi*) in calves. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2012;18(2):288-295.
6. Duysembaev S, Serikova A, Iminova D, Omargalieva N, Ibragimov N. Amino acid composition of beef near the former Semipalatinsk nuclear test site. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016;7(4):1268-1273.
7. 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). P. 217-223.
8. Hoffman LC, Kritzing B, Ferreira AV. The effects of region and gender on the fatty acid, amino acid, mineral, myoglobin and collagen contents of impala (*Aepyceros melampus*) meat. *Meat Sci*. 2005;69(3):551-558. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.10.006>
9. Moiseykina LG, Kayumov FG, Ubushiyeva AV, Boskhaiyev SL, Gerasimov NP, Kushch YD. Allele pool of different zonal types of Kalmyk cattle. *Modern Journal of Language Teaching Methods*. 2018;8(12):621-628.
10. Nürnberg K, Wegner J, Ender K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livest. Prod. Sci.* 1998;56(2):145-156. doi: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00188-2](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00188-2)
11. Picard B, Berri C, Lefaucheur L, Molette C, Sayd T, Terlouw C. Skeletal muscle proteomics in livestock production. *Briefings in Functional Genomics*. 2010;9(3):259-278. doi: <https://doi.org/10.1093/bfpg/elq005>
12. Rodrigues RTdS, Chizzotti ML, Vital CE, Baracat-Pereira MC, Barros E, Busato KC, et al. Differences in beef quality between angus (*Bos taurus taurus*) and nellore (*Bos taurus indicus*) cattle through a proteomic and phosphoproteomic approach. *PLoS ONE*. 2017;12(1):e0170294. doi: [10.1371/journal.pone.0170294](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170294)
13. Shevkhuzhev AF, Kayumov FG, Gerasimov NP, Smakuev DR. The variability of productive traits estimation in Kalmyk cattle. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2017;8(5):634-641.
14. Siebert BD, Deland MP, Pitchford WS. Breed differences in the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipid of early and late maturing, grain-finished cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 1996;47(6):943-952. doi: <https://doi.org/10.1071/AR9960943>

15. Wood JD, Enser M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Brit. J. Nutr.* 1997;78(1):49-60. doi: <https://doi.org/10.1079/BJN19970134>
16. Xie YR, Busboom JR, Gaskins CT, Johnson KA, Reeves JJ, Wright RW, Cronrath JD. Effects of breed and sire on carcass characteristics and fatty acid profiles of crossbred Wagyu and Angus steers. *Meat Sci.* 1996;43(2):167-177. doi: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)84588-8](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)84588-8)
17. Zembayashi M, Nishimura K. Genetic and nutritional effects on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of steers. *Meat Sci.* 1996;43(2):83-92. doi: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)84580-3](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)84580-3)

References

1. Markova IV. Comparative description of the amino acid composition of muscular tissue in steers of dairy and beef type. *Izvestia Orenburg State Agrarian University.* 2013;5(43):122-124.
2. Miroshnikov SA, Kharlamov AV, Markova IV. Quality indicators of beef from young bulls of various dairy and beef breeds. *Theory and Practice of Meat Processing.* 2017;2(2):14-22.
3. De Smet S, Raes K, Demeyer D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research.* 2004;53(2):81-98. doi: <https://doi.org/10.1051/animres:2004003>
4. del Pino LM, Arana A, Alfonso L, Mendizábal JA, Soret B. Adiposity and adipogenic gene expression in four different muscles in beef cattle. *PLoS ONE.* 2017;12(6):e0179604. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179604>
5. Dimov K, Kalev R, Penchev P. Effect of finishing diet with excluded silage on amino-acid, fatty-acid, and mineral composition of meat (*m. longissimus dorsi*) in calves. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2012;18(2):288-295.
6. Duysembaev S, Serikova A, Iminova D, Omargalieva N, Ibragimov N. Amino acid composition of beef near the former Semipalatinsk nuclear test site. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* 2016;7(4):1268-1273.
7. 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). P. 217-223.
8. Hoffman LC, Kritzinger B, Ferreira AV. The effects of region and gender on the fatty acid, amino acid, mineral, myoglobin and collagen contents of impala (*Aepyceros melampus*) meat. *Meat Sci.* 2005;69(3):551-558. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.10.006>
9. Moiseykina LG, Kayumov FG, Ubushiyeva AV, Boskhaiyev SL, Gerasimov NP, Kushch YD. Allele pool of different zonal types of Kalmyk cattle. *Modern Journal of Language Teaching Methods.* 2018;8(12):621-628.
10. Nürnberg K, Wegner J, Ender K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livest. Prod. Sci.* 1998;56(2):145-156. doi: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00188-2](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00188-2)
11. Picard B, Berri C, Lefaucheur L, Molette C, Sayd T, Terlouw C. Skeletal muscle proteomics in livestock production. *Briefings in Functional Genomics.* 2010;9(3):259-278. doi: <https://doi.org/10.1093/bfpg/elq005>
12. Rodrigues RTdS, Chizzotti ML, Vital CE, Baracat-Pereira MC, Barros E, Busato KC, et al. Differences in beef quality between angus (*Bos taurus taurus*) and nellore (*Bos taurus indicus*) cattle through a proteomic and phosphoproteomic approach. *PLoS ONE.* 2017;12(1):e0170294. doi: [10.1371/journal.pone.0170294](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170294)
13. Shevkhuzhev AF, Kayumov FG, Gerasimov NP, Smakuev DR. The variability of productive traits estimation in Kalmyk cattle. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* 2017;8(5):634-641.
14. Siebert BD, Deland MP, Pitchford WS. Breed differences in the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipid of early and late maturing, grain-finished cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 1996;47(6):943-952. doi: <https://doi.org/10.1071/AR9960943>

15. Wood JD, Enser M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Brit. J. Nutr.* 1997;78(1):49-60. doi: <https://doi.org/10.1079/BJN19970134>

16. Xie YR, Busboom JR, Gaskins CT, Johnson KA, Reeves JJ, Wright RW, Cronrath JD. Effects of breed and sire on carcass characteristics and fatty acid profiles of crossbred Wagyu and Angus steers. *Meat Sci.* 1996;43(2):167-177. doi: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)84588-8](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)84588-8)

17. Zembayashi M, Nishimura K. Genetic and nutritional effects on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of steers. *Meat Sci.* 1996;43(2):83-92. doi: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)84580-3](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)84580-3)

Амерханов Харон Адиевич, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор Департамента животноводства и племенного дела Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, 107139, г. Москва, Орликов переулок, 1/11, тел.: +7(499)975-52-44, e-mail: info@plem.mcx.ru

Каюмов Фоат Галимович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель научного направления, заведующий лабораторией новых пород и типов мясного скота, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел. 8(3532)43-46-76, сот.: 8-987-341-75-80, e-mail: vniims.or@mail.ru, nazkalms@mail.ru

Шевлюк Николай Николаевич, доктор биологических наук, профессор, Оренбургский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, 6, тел.: +79058433745, e-mail: nik.shevlyuk@mail.ru

Дунин Иван Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, 141212, Московская область, Пушкинский район, п. Лесные Поляны, ул. Ленина, тел.: 8(495)515-95-57, e-mail: vniiplem@mail.ru

Герасимов Николай Павлович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела разведения мясного скота, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел. 8-912-358-96-17, e-mail: nick.gerasimov@ Rambler.ru

Третьякова Рузия Фоатовна, специалист отдела разведения мясного скота, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-912-358-96-17, e-mail: vniims.or@mail.ru

Поступила в редакцию 28 августа 2019 г.; принята после решения редколлегии 16 сентября 2019 г.; опубликована 30 сентября 2019 г. / Received: 28 August 2019; Accepted: 16 September 2019; Published: 30 September 2019