

© Коллектив авторов, 2016
УДК 611.73.019:636.2

Н.Н.Шевлюк¹, Ф.Г.Каюмов², Л.Г.Сурундаева³, К.Н. Джуламанов⁴, С. Д.Тюлебаев⁵

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ БЫЧКОВ КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

¹ Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии (зав. — проф. А.А.Стадников), Оренбургский государственный медицинский университет; ² лаборатория новых пород и типов мясного скота (зав. — проф. Ф.Г.Каюмов), ³ лаборатория генетической экспертизы и книг племенных животных (зав. — канд. с.-х. наук Л.Г.Сурундаева); ⁴ отдел научно-технической информации и пропаганды (зав. — проф. К.Н.Джуламанов); ⁵ отдел разведения мясного скота (зав. — проф. С.Д.Тюлебаев), Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства РАСХН, г. Оренбург

С использованием обзорных гистологических, гистохимических, иммуноцитохимических и морфометрических методов дана морфофункциональная характеристика двух мышц (длиннейшая мышца спины и двуглавая мышца бедра) у 15-месячных бычков нового породного типа «Айта» (n=6) и бычков этого же возраста базового типа (n=6) калмыцкой породы крупного рогатого скота. Результаты исследования показали, что мышцы животных нового породного типа характеризуются меньшим диаметром мышечных волокон и несколько большей толщиной эндомизия. В мышцах у животных двух типов отсутствовали различия объемов ядер и содержания гликогена в мышечных волокнах, а также доли рыхлой волокнистой соединительной ткани и клеточного состава эндомизия. Полученные результаты отражают диапазон внутривидовой изменчивости мышечной ткани крупного рогатого скота, а также указывают на высокие качественные показатели мясной продукции, полученной от этих животных.

Ключевые слова: двуглавая мышца бедра, длиннейшая мышца спины, мышечные волокна, эндомизий, породные типы крупного рогатого скота

Исследованию мышечной ткани млекопитающих, в том числе и домашних животных, посвящены большое число работ [2, 4, 5, 8–11]. При учете мясной продуктивности сельскохозяйственных животных ведущее значение имеют свойства их мышечной ткани. Среди мясных пород крупного рогатого скота в России широкое распространение получил скот калмыцкой породы, созданной в России в XVII в. на основе скота, который принадлежал калмыцким племенам, перекочевавшим из Западной Монголии [3]. В результате селекционной работы недавно был создан новый породный тип калмыцкой породы — «Айта». Его особенностями являются более быстрый рост, высокая мясная продуктивность и высокие адаптационные качества. Однако гистологические особенности скелетной мышечной ткани калмыцкой породы крупного рогатого скота изучены недостаточно.

Цель настоящего исследования — сравнительное изучение скелетной мускулатуры бычков двух породных типов — базового типа (БТ) и

нового типа «Айта» (НТА) калмыцкой породы крупного рогатого скота.

Материал и методы. Объектом исследования служили длиннейшая мышца спины и двуглавая мышца бедра бычков двух породных типов калмыцкой породы крупного рогатого скота, выращенных в ООО «Агробизнес» Целинного района Калмыкии в период 2012–2013 гг. В ходе выращивания молодняка определяли массу животных у новорожденных в возрасте 3, 8, 12 и 15 мес. Гистологическое строение обеих мышц было изучено у 6 15-месячных бычков НТА и 6 бычков этого же возраста БТ. Возраст 15 мес является одним из ключевых сроков оценки породных качеств [7]. Материал для исследования получен после убоя животных на мясокомбинате в г. Элисте, в ходе которого руководствовались требованиями, содержащимися в ст. 11 и 15 Федерального Закона Российской Федерации «О защите животных от жестокого обращения» (принят Государственной Думой 1 декабря 1999 г.) и в «Методических рекомендациях по изучению мясной продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота» (утвержденными Всесоюзным научно-исследовательским институтом животноводства в 1977 г.).

Для гистологических исследований фрагменты мышц фиксировали в 12% водном растворе формалина, обезживали в

Сведения об авторах:

Шевлюк Николай Николаевич (e-mail: k_histology@orgma.ru), кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии, Оренбургская государственная медицинская академия, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, 6;

Каюмов Фозат Галимович (e-mail: vniims.or@mail.ru), лаборатория новых пород и типов мясного скота,

Сурундаева Любовь Геннадьевна (e-mail: vniims.or@mail.ru), лаборатория генетической экспертизы и книг племенных животных,

Джуламанов Кинеспай Мурзагулович (e-mail: kinespai.d@yandex.ru), отдел научно-технической информации и пропаганды,

Тюлебаев Саясат Джакелькович (e-mail: tuleb@vniims.ru), отдел разведения мясного скота, Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства, 460000, г. Оренбург, ул. 9 января, 29

этаноле возрастающей концентрации и заливали в парафин, срезы толщиной 5–7 мкм изготавливали на ротационном микротоме, окрашивали гематоксилином Майера — эозином, по методу Ван-Гизона и ставили гистохимическую ШИК-реакцию по Мак-Манусу с контролем амилазой [6]. О содержании гликогена судили на основании визуальной оценки интенсивности гистохимической реакции. С использованием иммуногистохимических реакций на парафиновых срезах мышц выявляли коллаген I типа. Для этой цели использовали поликлональные антитела к коллагену I типа (АВБИОТЕС, США, титр 1:150, инкубация 45 мин при комнатной температуре) и систему визуализации (BioGenex, США).

На поперечных срезах определяли толщину мышечных волокон, на продольных срезах — размеры их ядер [1]. При этом ядра миоцеллюлитов исключали из подсчёта (к ядрам миоцеллюлитов относили ядра, расположенные маргинально и имеющие узкую вытянутую форму с преобладанием гетерохроматина). На условной единице площади поперечных срезов мышц (3600 мкм²) определяли содержание мышечной и соединительной тканей. На этой же площади продольных срезов подсчитывали клеточные элементы соединительной ткани. В прослойках соединительной ткани на поперечных срезах подсчитывали сосуды микроциркуляторного русла.

Полученные цифровые показатели обрабатывали на компьютере с использованием программ Statistica 6.0 (StatSoft, Inc.) с учётом вариабельности первичных измеряемых объектов и индивидуальной изменчивости [1]. Различия измеряемых величин оценивали по t-критерию Стьюдента и считали значимыми при $P < 0,05$.

Результаты исследования. Анализ динамики роста животных показал, что живая масса бычков НТА превышала таковую бычков БТ во все сроки исследования. Так, в 15 мес средняя масса животных была 384 ± 6 и 366 ± 5 кг соответственно.

Результаты гистологического исследования показали, что в морфофункциональной характеристике мышц особей различного генотипа имеются ряд различий. Структурная гетероморф-

ность мышечной ткани проявлялась, прежде всего, размерами мышечных волокон и толщиной эндомизия.

Сравнительный анализ морфометрических показателей выявил, что у особей НТА средняя толщина (диаметр) мышечных волокон длиннейшей мышцы спины ($23,9 \pm 1,2$ мкм) была меньше, чем у бычков БТ — ($27,8 \pm 1,1$ мкм). Распределение мышечных волокон по размеру в этой мышце у бычков БТ и НТА представлено в *табл. 1*.

Морфометрический анализ показал, что у особей НТА средняя толщина (средний диаметр) мышечных волокон двуглавой мышцы бедра была $25,8 \pm 1,4$, а у БТ — $29,6 \pm 2,1$ мкм. Характер распределения мышечных волокон по размерам в этой мышце тот же, что и в длиннейшей мышце спины (см. *табл. 1*).

Таким образом, диаметр мышечных волокон в двуглавой мышце бедра и длиннейшей мышце спины значительно различается у животных двух типов породы.

У бычков НТА толщина эндомизия превышала таковую у бычков БТ только в двуглавой мышце бедра (*табл. 2*).

Клеточный состав эндомизия принципиально не различался в исследованных мышцах у особей двух породных типов. В эндомизии (без учёта сосудов) преобладали клеточные элементы фибробластического дифферона, а с учётом сосудов — эндотелиоциты (*табл. 3*), затем клетки фибробластического дифферона. На прочие клетки приходились только несколько процентов. У животных НТА в более крупных прослойках соединительной ткани (перимизий, эпимизий) в мышцах наблюдалось незначительное возраста-

Таблица 1

Доля мышечных волокон различной толщины в длиннейшей мышце спины и двуглавой мышце бедра у 15-месячных бычков типа «Айта» и у животных базового типа этого же возраста калмыцкой породы крупного рогатого скота ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, %)

Исследованная мышца	Диаметр волокон, мкм	Бычки типа «Айта»	Бычки базового типа
Длиннейшая мышца спины	До 20	$17,6 \pm 1,3^*$	$11,3 \pm 1,3$
	21–30	62 ± 4	60 ± 4
	31–40	$14,7 \pm 2,1^*$	$20,0 \pm 1,8$
	Свыше 40	$7,2 \pm 1,2$	$8,3 \pm 0,8$
Двуглавая мышца бедра	До 20	$12,0 \pm 1,1^*$	$9,3 \pm 1,0$
	21–30	60 ± 4	54 ± 4
	31–40	$17,7 \pm 2,0^*$	$25,0 \pm 2,1$
	Свыше 40	$10,8 \pm 1,0$	$11,7 \pm 1,3$

* Здесь и в *табл. 2*: различия значимы по сравнению с показателем у бычков базового типа при $P < 0,05$.

Таблица 2

Толщина эндомизия и объем ядер мышечных волокон в двуглавой мышце бедра и длиннейшей мышце спины у 15-месячных бычков типа «Айта» и у животных базового типа этого же возраста калмыцкой породы крупного рогатого скота ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)

Исследованный показатель	Породный тип	Двуглавая мышца бедра	Длиннейшая мышца спины
Толщина эндомизия, мкм	Бычки типа «Айта»	7,6±0,7*	6,7±0,8
	Бычки базового типа	6,0±0,7	5,2±0,7
Объем ядер мышечных волокон, мкм ²	Бычки типа «Айта»	125±7	118±7
	Бычки базового типа	127±7	121±7

Таблица 3

Доля клеток в эндомизии (с учётом клеточных элементов стенки кровеносных капилляров) ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, %)

Клетки	Длиннейшая мышца спины		Двуглавая мышца бедра	
	Бычки типа «Айта»	Бычки базового типа	Бычки типа «Айта»	Бычки базового типа
Фибробласты	17±3	18±3	19,8±1,6	18,1±1,6
Эндотелиоциты	80±4	79±4	79±4	81±4
Прочие	2,30±0,20	2,7±0,3	1,2±0,3	1,2±0,3

ние доли жировых клеток по сравнению с аналогичными структурами у животных БТ.

У особей НТА доля рыхлой соединительной ткани (включая кровеносные сосуды) в длиннейшей мышце спины и двуглавой мышце бедра составила 17,9±2,1 и 21,7±2,5% соответственно. Аналогичный показатель в мышцах у животных БТ был равен 15,2±1,9 и 18,0±2,1% соответственно, т. е. доля соединительной ткани в исследованных мышцах у животных НТА и животных БТ значимо не различалась.

Объёмы ядер мышечных волокон в двуглавой мышце бедра и длиннейшей мышце спины значимо не различались как в разных мышцах одного породного типа, так и в одинаковых мышцах двух породных типов.

Содержание гликогена в мышечных волокнах длиннейшей мышцы спины и двуглавой мышцы бедра у животных НТА не отличалось от такового в этих же мышцах животных БТ.

Площадь сосудов микроциркуляторного русла значимо не различалась в исследованных мышцах у бычков обоих породных типов.

Использование иммуноцитохимических методов показало, что по содержанию коллагена I типа, образующего толстые коллагеновые волокна, двуглавая мышца бедра и длиннейшая мышца спины бычков двух исследованных породных типов не различаются, отсутствуют различия и между мышцами у животных БТ и НТА.

Обсуждение полученных данных. Сравнительный анализ морфофункциональных характеристик мышц у двух типов калмыцкой породы крупного рогатого скота показал, что

у них имеются различия в толщине мышечных волокон. У животных НТА она уменьшена, что обусловлено, вероятно, наследственными особенностями этого породного типа.

Некоторое увеличение содержания более тонких мышечных волокон у бычков НТА косвенно может указывать на несколько большую долю медленных (красных) мышечных волокон в мышцах этих животных [2].

Качество мяса, как известно, определяется рядом показателей. Так, лучшими вкусовыми качествами обладает мясо, отличающееся более высоким содержанием тонких (нежных) мышечных волокон [3, 4, 8].

То, что бычки НТА по содержанию тонких мышечных волокон в исследованных мышцах превосходят животных базового типа, а в их мышцах не возрастает доля толстых коллагеновых волокон, также косвенно указывает на хорошие вкусовые качества мяса этих животных.

Полученные факты отражают диапазон внутрипородной изменчивости мышечной ткани крупного рогатого скота, а также свидетельствуют о высоких качественных показателях мясной продукции, полученной от животных НТА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия: Руководство. М.: Медицина, 1990.
2. Гурфинкель В.С., Левик Ю.С. Скелетная мышца: структура и функция. М.: Наука, 1985.
3. Ерёмченко В.К., Каюмов Ф.Г. Калмыцкий скот и методы его совершенствования. М.: Вестн. РАСХН, 2005.
4. Ложкин Э.Ф., Фириченков В.В., Фириченков И.В. О некоторых особенностях морфологии мышечной ткани пород

- крупного рогатого скота различного направления // Труды Кубанского гос. аграрного ун-та. Серия Ветеринарные науки. № 1, ч. 2. Краснодар, 2009. С. 48–49.
5. Недава В.Е., Гудзик Н.В. Гистологическое строение мышечной ткани и некоторых желез внутренней секреции у крупного рогатого скота в зависимости от породы // Докл. ВАСХНИЛ. 1978. № 2. С. 20–21.
 6. Пирс Э. Гистохимия теоретическая и прикладная. М.: Иностран. лит-ра, 1962.
 7. Порядок и условия оценки быков производителей мясных пород по собственной продуктивности и качеству потомства. М.: Минсельхоз РФ, ГНУ ВНИИМС, 2013.
 8. Фириченков И.В., Фириченков В.В. Возрастные морфологические изменения мышечной ткани крупного рогатого скота костромской породы // Аграрный вестн. Урала. 2009. № 9 (63). С. 80–82.
 9. Geir K.T., Harald K. Distribution patterns of muscle fibre types in major muscles of the bull (*Bos taurus*) // Anat. Embryol. 1991. Vol. 184, № 5. P. 441–450.
 10. Gomariz F.M., Gill F., Vasquez J.M. et al. Skeletal muscle fibre types in bull fight (*Bos taurus ibericus*) // Rev. Med. Veterin. 2003. Vol. 154, № 8–9. P. 531–536.
 11. Rowe R.W. Morphology of perimycial and endomycial connective tissue in skeletal muscle // Tissue Cell. 1981. Vol. 13, № 4. P. 681–690.

Поступила в редакцию 16.12.2015

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF SKELETAL MUSCLES OF CALVES OF THE KALMYK BREED OF CATTLE

N.N. Shevlyuk¹, F.G. Kayumov², L.G. Surundayeva³, K.N. Dzhalamanov⁴, S.D. Tyulebayev⁵

Using general histological, histochemical, immunocytochemical and morphometric methods, two muscles (*longissimus dorsi* and *biceps femoris*) were characterized morphologically and functionally in 15-month-old calves of the new «Aita» breed type (n=6) and in calves of the same age from the base type Kalmyk breed of cattle (n=6). The results of the study showed that the muscles of animals of a new breed type had smaller diameter of the muscle fibers and slightly greater thickness of the endomysium. In the muscles of animals of two types no differences were found between the volumes of nuclei and glycogen in the muscle fibers, as well as between the fractions occupied by loose fibrous connective tissue and the cellular composition of the endomysium. The data obtained reflect the range of variability of the muscle tissue within the breeds of cattle, they are also indicative of high quality characteristics of meat products obtained from these animals.

Key words: *biceps femoris muscle, longissimus dorsi muscle, muscle fiber, endomysium, breed types of cattle*

¹ Department of Histology, Cytology and Embryology, Orenburg State Medical University; ² Laboratory of New Breeds and Types of Beef Cattle, ³ Laboratory of Genetic Examination and the Books of Pedigree Animals, ⁴ Department of Scientific Technical Information; ⁵ Department of Beef Cattle Breeding, RAAS All-Russian Research Institute of Meat Cattle Breeding, Orenburg