

УДК 591.4:636.2(571.61)

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-4-127-136

Морфометрические показатели ткани некоторых мышц бедра бычков породы герефорд в возрасте 18 и 24 месяцев в условиях Амурской области

Мария Салиховна Мансурова¹, Марина Евгеньевна Остякова²

^{1,2} Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, Амурская область, Благовещенск, Россия

¹dalznivilabbiohim@mail.ru, ²most-68@bk.ru

Аннотация. Опыт выполнен в племенном репродукторе «Колхоз Томичевский» Белогорского района Амурской области. Объектом исследования являлись бычки породы герефорд. Для опыта сформирована группа бычков из десяти голов в возрасте шести месяцев. Животных в теплое время года содержали на естественных пастбищах, в холодное время года – в загонах на ферме. По достижении возраста 18 и 24 месяцев произведено взвешивание и забой трёх бычков из группы на гистологическое исследование мышечной ткани мышц бедра. Установлено, что у 18-месячных бычков мышечная ткань находится в процессе активного роста и дифференцирования, имеет плотное расположение мышечных волокон в пучках первичного и вторичного порядков при отсутствии выраженного развития жировой клетчатки в соединительнотканых прослойках. К 24-месячному возрасту количество мышечных волокон на площади 0,8 мм² поперечного среза ткани мышц бедра уменьшается: в двуглавой и полусухожильной мышцах на 16,7–18,8 %, в полуперепончатой, приводящей и стройной мышцах в 1,6–1,9 раза. Уменьшение числа мышечных волокон в полуперепончатой, полусухожильной и приводящей мышцах бедра наблюдается за счет роста диаметра мышечных волокон на 7,2–31,5 %, при одновременном уменьшении толщины перемизия в 1,8–4,0 раза, что свидетельствует о росте и развитии данных мышц в толщину и высокой нежности мяса. Наоборот, в двуглавой мышце бедра у герефордов 24-месячного возраста отсутствовало увеличение диаметра мышечных волокон, а увеличение толщины эндомизия на 34,9 % и перемизия на 19,8 % способствовали повышению жёсткости мяса, содержащего данную мышцу. В стройной мышце бедра площадь поперечного среза мышечных волокон уменьшилась на 17,0 %, толщина эндомизия на 13,1 % и перемизия на 42,9 %, при отсутствии развития жировой клетчатки в этих прослойках, что также указывало на снижение показателей пищевой ценности мяса, содержавшего данную мышцу у герефордов в конце зимне-стойлового периода содержания.

Ключевые слова: герефорды, гистологическое исследование, мышцы бедра, мышечные волокна, соединительные оболочки мышечных волокон

Для цитирования: Мансурова М. С., Остякова М. Е. Морфометрические показатели ткани некоторых мышц бедра бычков породы герефорд в возрасте 18 и 24 месяцев в условиях Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 4 (60). С. 127–136. doi: 10.24412/1999-6837-2021-4-127-136.

The morphometric tissue parameters of some thigh muscles of Hereford calf bulls at the age of 18 and 24 months in the conditions of the Amur region

Mariya S. Mansurova¹, Marina E. Ostyakova²

^{1,2} Far Eastern Zonal Scientific Research Veterinary Institute, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹dalznivilabbiohim@mail.ru, ²most-68@bk.ru

Abstract. The experiment was carried out in the Tribal reproducer «Kolhoz Tomichevsky» in Belogorsk district of the Amur region. The object of the study was the Hereford calf bulls. For the experiment, a group of 10 bull heads at the age of 6 months was formed. In the warm season, the

animals were kept on natural pastures, in the cold season – in pens on the farm. At the age of 18 and 24 months, 3 bulls from the group were weighed and slaughtered for histological examination of the muscle tissue of the thigh muscles. It was found that, muscle tissue of 18-month-old calf bulls was in the process of active growth and differentiation, had a dense arrangement of muscle fibers in bundles of primary and secondary orders in the absence of pronounced development of adipose tissue in the connective tissue layers. By the age of 24 months, the number of muscle fibers in an area of 0,8 mm² of the cross section of the thigh muscle tissue decreased: in the biceps and semitendinosus muscles – by 16,7–18,8 %, in the semimembranosus, adductor and gracilis muscles by 1,6–1,9 times. A decrease in the number of muscle fibers in the semimembranosus, semitendinosus and adductor muscles of the thigh was observed due to an increase in the diameter of muscle fibers by 7,2–31,5 %, while reducing the perimysium thickness by 1,8–4,0 % times, which indicated the increase and development of these muscles in the thickness and high tenderness of the meat. On the contrary, in the biceps thigh muscle of 24-month-old Herefords, there was no increase in muscle fiber diameter, and an increase in thickness of endomysium by 34,9 % and a perimysium by 19,8 % contributed to an increase in the rigidity of meat containing this muscle. In the gracilis muscle of the thigh, the cross-sectional area of muscle fibers decreased by 17,0 %, the thickness of the endomysium – by 13,1 % and the thickness of perimysium – by 42,9 %, in the absence of the development of adipose tissue in these layers, which also indicated a decrease in the nutritional value of meat containing this muscle in Herefords at the end of the winter-stall detention period.

Keywords: herefords, histological examination, thigh muscles, muscle fibers, connective membranes of muscle fibers

For citation: Mansurova M. S., Ostyakova M. E. The morphometric tissue parameters of some thigh muscles of Hereford calf bulls at the age of 18 and 24 months in the conditions of the Amur region. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 4 (60): 127–136. (In Russ.). doi: 10.24412/1999-6837-2021-4-127-136.

Введение. Говядина, полученная при разведении герефордского скота, отличается высокой пищевой ценностью и отличными вкусовыми качествами, поэтому пользуется большим спросом на потребительском рынке [9]. Она характеризуется высоким содержанием незаменимых аминокислот, их сбалансированностью, имеет высокую переваримость. Мясо молодых герефордских бычков может использоваться в диетическом питании. Мясо взрослого герефордского скота содержит много экстрактивных веществ, поэтому отличается более выраженными вкусовыми качествами, имеет «мраморность», то есть наличие жировой ткани между мышечными волокнами, что является особенностью мяса герефордов. Чрезмерная жирность мяса, как и мяса, полученного от животных низкой упитанности, прямо влияют на его покупательскую способность.

По результатам органолептической оценки, в говядине такого качества изменяется содержание сухого вещества, состав полноценных белков, удельный вес соединительной и жировой ткани, снижаются вкусовые качества и усвояемость [6, 7]. Получение говядины высокого ка-

чества во многом обусловлено контролем степени развития мускулатуры животного, зависящей от возрастных особенностей роста и развития мышечной ткани, скорости отложения внутримышечного жира [16, 17].

Интенсивное наращивание мышечной массы у бычков герефордской породы, в основном, приходится на возраст 12–15 месяцев, затем наблюдается активизация процесса отложения межтканевого жира. Применение наиболее эффективных технологических приемов содержания способствует более активному росту и развитию мышечной массы у бычков [4, 7, 12]. Существенную роль в этом играют как экономические, так и природно-климатические условия содержания герефордского скота [8].

Огромное влияние на качественные показатели мяса оказывает гистологическая структура мышечной ткани скота [13]. Гистологический микроструктурный анализ позволяет выявить существующую взаимосвязь между структурными особенностями мышечной ткани, физико-химическими и технологическими свойствами мяса. Нежность и вкус мяса скота мясных пород разного пола и возраста зависят от

комплекса морфометрических показателей мышечной ткани, степени развития мышечных волокон различных мышц: диаметра мышечных волокон, величины их пучков, ширины соединительнотканного прослоек, выраженности структурных проявлений созревания мышечной ткани [10, 15]. В процессе роста и развития мясного скота гистологическая картина мышечной ткани меняется. В особенности качественные и количественные изменения в гистоструктуре ткани мышц животных могут наблюдаться после перемещения поголовья из одних зон разведения в другие, при разительном отличии зональных природно-климатических характеристик [12, 14, 19].

Актуальность темы. Ряд исследователей подчеркивают важность знания закономерностей возрастного изменения гистологической структуры мышечной ткани скота, разводимого в различных природно-климатических зонах, для оценки мясной продуктивности животных разных пород, пола и возраста, дальнейшего прогнозирования продуктивности [3, 15, 16, 18].

Цель исследования состояла в изучении особенностей гистологической структуры ткани мышц бедра 18- и 24-месячных бычков герефордской породы, являющихся прямыми потомками австралийских коров, ввезенных в Амурскую область в 2012 году.

Материалы и методы исследования. Опыт проводился с 2015 по 2018 гг. в племенном репродукторе «Колхоз Томичевский» Белогорского района Амурской области. Объектом исследования выступали герефордские бычки в возрасте 18 и 24 месяцев.

Они были получены в племенном репродукторе «Колхоз Томичевский» при использовании австралийских герефордских коров, завезенных в хозяйство в 2012 г., и герефордского быка-производителя, приобретенного в 2014 г. в Красноярском крае. Живая масса коров и быка-производителя на момент случки в 2015 г. соответствовала минимальным требованиям для первого класса и составляла у коров в возрасте пяти лет $520,0 \pm 20,00$ кг, у быка-производителя в возрасте 18 месяцев – 550 кг.

В конце осени 2016 г. была сформирована группа бычков, полученных от

австралийских коров, в количестве десяти голов в возрасте 6 месяцев. Для формирования группы использован метод пар-аналогов. Живая масса животных находилась в пределах 180–210 кг. Все бычки были клинически здоровыми, активными. В период опыта их содержали совместно. Условия кормления и содержания бычков значительно не различались: в теплое время года (с мая по октябрь) животные находились на естественных пастбищах, в холодное время года (с ноября по май) – в загонах на ферме. В зимне-стойловый период бычки получали разнотравное сено, соевую солому, кукурузный сенаж, размол зерновых, минеральные добавки.

По достижении бычками 18-месячного возраста в ноябре 2017 г. был произведен забой трёх животных из группы на гистологическое исследование мышечной ткани мышц бедра. Ещё три бычка забито после окончания зимне-стойлового периода в мае 2018 г. по достижении животными возраста 24 месяца.

Перед забоем у бычков определялась живая масса с использованием платформенных весов (ВПС-2). Оценка результатов взвешивания скота производилась в соответствии со стандартом породы герефорд, с учётом Порядка и условий проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности, утверждённого приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 02.08.2010 № 270.

После обескровливания туши бедренную часть разделявали на поперечные отрубы. Для анатомического исследования использовали отруб из средней части бедра. На поперечном разрезе отруба визуализировали наличие жировых прослоек, находящихся между пучками мышечных волокон. Методом препарирования из отрубков выделяли двуглавую, полуперепончатую, полусухожильную, приводящую, стройную мышцы бедра. Из толщи каждой мышцы вырезали кусочки размером один кубический сантиметр.

Образцы мышц погружали в 10-процентный раствор нейтрального формалина. В последующем кусочки проводили через спирты. Используя заливку в парафин, получали по три блока с каждой мышцы. С каждого блока на санном микротоме МС-2 изготавливали по три сре-

за толщиной 5–6 микрометров, с ориентацией срезов в поперечном направлении относительно расположения скелетных мышечных волокон в мышце. Полученные срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Изготавливали микропрепараты с применением канадского бальзама [2].

Морфометрические измерения ткани мышц бедра проводили на микроскопе *Carl Zeiss*, с применением измерительной шкалы винтового окуляр-микрометра *МОВ-1-15х*. Увеличение объектива составляло 40. Пользуясь квадратно-сетчатой окулярной вставкой в десяти полях зрения подсчитывали количество мышечных волокон на площади 0,8 мм².

Расчет числа мышечных волокон производили по методу Джеффриса, с использованием формулы (1):

$$x = z + 0,5 \cdot w + 0,25 \cdot u \quad (1)$$

где x – среднее число контуров микрообъекта, приходящееся на единицу площади среза;

z – число структур, полностью находящихся внутри тест-системы;

w – число структур, пересеченных линиями контура;

u – число ультраструктур, на площади среза которых попали узловые точки тест-системы.

При помощи линейки винтового окуляр-микрометра измеряли короткий и длинный диаметры поперечного среза мышечных волокон, толщину перимизия, эндомизия. Площадь поперечного среза мышечных волокон в квадратных микрометрах рассчитывали по формуле (2) [1]:

$$S = \pi (a \cdot b) \quad (2)$$

где a и b – длинный и короткий диаметры поперечного среза мышечных волокон, соответственно, мкм.

Экспериментальные данные подвергали математической обработке при помощи табличного процессора *Microsoft Excel*, с установлением средней арифметической (M) и ошибки (m).

Достоверность различий полученных результатов выявляли с помощью статистического критерия Стьюдента (t -критерий). Разницу показателей считали достоверной при $p < 0,05$ [2].

Результаты и обсуждение. Исходя из результатов предубойного взвешивания 18-месячных бычков, содержащихся в теплое время года на пастбище, их живая масса составляла $425,0 \pm 5,0$ кг и была близкой к первому бонитировочному классу по стандарту породы (435,0 кг для первого класса). По данным анатомического исследования на поперечном разрезе бедра бычков наличия жировых прослоек, находящихся между пучками мышечной ткани, не установлено. Отсутствие «мраморности» мяса у бычков 18-месячного возраста свидетельствовало об особенностях их метаболических процессов, направленных на интенсивные ростовые и дифференцировочные процессы, идущие в мышечной ткани [18]. Оказало влияние пастбищное содержание, стимулирующее проявление высокой двигательной активности у молодых бычков.

Предубойная масса бычков, достигших 24-месячного возраста, после их содержания в холодное время года в загонках находилась на уровне $490,0 \pm 10,0$ кг и относилась ко второму классу. Исходя из данных источников, у герефордского скота старшего возраста усиливаются процессы депонирования жира в тканях [18]. Однако в нашем опыте, у бычков в 24-месячном возрасте, как и у более молодых, внутримышечная жировая ткань на поперечном отрубе средней части бедра не была представлена.

Низкая живая масса бычков, отсутствие «мраморности» мяса в бедренной части свидетельствовали о замедлении процессов роста и развития животных в холодное время года, когда межтканевой жир активно используется как энергетический субстрат для обменных процессов. Полученные результаты объясняются тем, что во время зимне-стойлового периода содержания бычки имели несбалансированный рацион кормления при наблюдавшемся общем недостаточном уровне кормления, были ограничены в движении, подвергались действию низких температур и низкому уровню солнечной инсоляции [11].

При микроскопии поперечных срезов ткани мышц бедра 18- и 24-месячных бычков мышечные волокна визуализировались как оптически плотные образования, собранные в различной фор-

мы компактные пучки первого и второго порядков.

У 18-месячных животных в полуперепончатой, полусухожильной и приводящей мышцах бедра на поперечном срезе мышечные волокна довольно плотно прилегали друг к другу, границы между отдельными волокнами с трудом просматривались. В двуглавой и стройной мышцах бедра расположение мышечных волокон менее плотное, границы каждого волокна четко дифференцируются. Поперечный срез мышечных волокон разных мышц имеет различную форму, в основном призматическую и четырехугольную в двуглавой мышце бедра, треугольную и прямоугольную в полуперепончатой, пятиугольную и прямоугольную в стройной, полигональную и пятиугольную в полусухожильной, четырехугольную и прямоугольную в приводящей мышцах бедра. Отмечалось наличие волокон, имеющих на поперечном срезе трапециевидную, округлую либо неправильную форму. Соеди-

нительнотканые оболочки, эндомизий, окружающий каждое мышечное волокно, и перимизий, связывающий отдельные группы мышечных волокон в более крупные пучки, хорошо просматривались.

У более взрослых 24-месячных бычков в поперечных срезах всех исследованных мышц расположение мышечных волокон в пучках первого порядка неплотное, часто с довольно большими оптически пустыми пространствами вокруг каждого волокна. Форма мышечных волокон в мышцах четырехугольная, прямоугольная, пятиугольная, часто встречаются округлая или овальная. Эндомизий и перимизий четко дифференцируются. Перимизий в десяти полях зрения встречается значительно реже, чем в срезах мышц более молодых животных.

Результаты количественного подсчета мышечных волокон в заднебедренной и медиальной группах мышц бедра бычков разного возраста значительно различаются (табл. 1).

Таблица 1 – Количество мышечных волокон на площади 0,8 мм² поперечного среза ткани мышц бедра герефордских бычков, М±m (n=3)

Название мышцы	Возраст бычков, месяцев	
	18	24
Двуглавая	25,74±0,02	21,45±0,11**
Полуперепончатая	28,14±1,04	17,88±3,49*
Полусухожильная	25,01±1,45	20,30±0,65*
Приводящая	27,87±0,31	14,43±0,05**
Стройная	25,24±4,84	15,61±1,19

* p < 0,05; ** p < 0,001.

Таблица 2 – Морфометрические показатели мышечных волокон в срезах ткани мышц бедра герефордских бычков, М±m (n=3)

В микрометрах

Название мышцы	Возраст бычков, месяцев	
	18	24
Двуглавая		
Длинный диаметр	43,85±2,57	43,02±0,62
Короткий диаметр	34,64±2,41	34,58±0,70
Площадь поперечного среза мышечного волокна	1 202,01±155,5	1 168,48±40,66

Продолжение таблицы 2

Название мышцы	Возраст бычков, месяцев	
	18	24
Полуперепончатая		
Длинный диаметр	41,36±1,06	43,65±1,27
Короткий диаметр	31,73±1,10	32,25±0,54
Площадь поперечного среза мышечного волокна	1 031,94±61,57	1 106,13±50,73
Полусухожильная		
Длинный диаметр	41,16±1,99	50,89±5,18
Короткий диаметр	31,61±2,72	34,97±0,84
Площадь поперечного среза мышечного волокна	1 029,42±133,48	1 353,64±134,07
Приводящая		
Длинный диаметр	46,03±1,96	49,00±0,36
Короткий диаметр	36,71±1,89	38,88±0,18
Площадь поперечного среза мышечного волокна	1 374,63±133,20	1 495,96±17,82
Стройная		
Длинный диаметр	51,82±1,92	46,61±0,37
Короткий диаметр	39,05±0,10	36,02±0,64*
Площадь поперечного среза мышечного волокна	1 588,19±55,14	1 317,70±12,81*
* p < 0,01		

У 24-месячных бычков, в сравнении с 18-месячными, наблюдалось уменьшение числа мышечных волокон на площади 0,8 мм² поперечного среза ткани всех исследованных мышц бедра.

Количество мышечных волокон в поперечнополосатой мышечной ткани, согласно авторам, в течение жизни животного остаётся стабильным [15]. Поэтому, уменьшение числа мышечных волокон на рассчитываемой площади у бычков более старшего возраста происходило за счет роста диаметра самих мышечных волокон.

Тенденция увеличения длинного и короткого диаметров мышечных волокон обнаружена при исследовании микропрепаратов полуперепончатой, полусухожильной и приводящей мышц бедра (табл. 2).

В срезах двуглавой и стройной мышцах бедра увеличения диаметра мышечных волокон не наблюдалось, что косвенно свидетельствовало об отсутствии абсолютного прироста мышечной массы в данных мышцах у бычков 24-месячного возраста.

Изменение числа мышечных волокон на исследуемой площади поперечного среза ткани мышц могло произойти под влиянием возрастных особенностей в развитии соединительнотканых оболочек мышечных волокон (табл. 3).

У 24-месячных бычков, в сравнении с 18-месячными, в срезах ткани двуглавой мышцы бедра соединительнотканые прослойки визуальнее более плотные, с большим содержанием коллагеновых волокон. Определено увеличение толщины эндомизия и перимизия, что способство-

Таблица 3 – Толщина соединительнотканых оболочек в мышечной ткани мышц бедра герефордских бычков, $M \pm m$ (n=3)

В микрометрах

Название мышцы	Возраст бычков, месяцев	
	18	24
Двуглавая		
Перемизий	20,47±5,09	24,53±5,26
Эндомизий	1,89±0,07	2,55±0,13*
Полуперепончатая		
Перемизий	41,64±3,10	10,36±0,51**
Эндомизий	2,45±0,38	2,88±0,05
Полусухожильная		
Перемизий	34,96±5,73	11,25±2,76*
Эндомизий	3,16±0,86	2,42±0,09
Приводящая		
Перемизий	27,88±0,68	11,69±1,06
Эндомизий	2,40±0,24	2,46±0,06
Стройная		
Перемизий	43,61±10,76	24,88±1,29
Эндомизий	2,68±0,44	2,33±0,36
* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$.		

вало уменьшению количества мышечных волокон на единицу площади. Такие возрастные изменения внутренней структуры двуглавой мышцы бедра, относящейся к статодинамическому типу, связаны с ее функциональными особенностями, то есть способностью мышцы нести большую статическую нагрузку при стоянии животного. При отсутствии роста диаметра мышечных волокон и наблюдавшемся увеличении толщины соединительнотканых прослоек консистенция мяса, содержащего данную мышцу, у животных более старшего возраста, менялась в сторону повышения жесткости [18].

В микропрепаратах остальных исследованных мышц, относящихся к динамическому типу, у 24-месячных бычков на фоне установленного увеличения диаметра мышечных волокон толщина эндомизия имела незначительные колебания в большую или меньшую сторону. Однако толщина перимизия значительно уменьшилась. При микроскопии перимизий визуализировался в виде нежного слоя соединительной ткани с менее плотным расположением в нём пучков коллагено-

вых волокон и фибробластов. Обнаруживались артериальные и венозные сосуды разного калибра, в состоянии умеренного кровенаполнения [15].

Жировая клетчатка в перимизии 24-месячных бычков, как и 18-месячных, не выражена, в соединительнотканых прослойках наблюдалась в единичных случаях в виде небольших по площади участков, содержащих некрупные жировые вакуоли (оптические пустоты).

Заключение. Таким образом, в условиях Амурской области забой бычков герефордской породы, имеющих возраст около 18 месяцев, целесообразно осуществлять в конце пастбищного периода для получения из бедренного отруба тонковолокнистого постного мяса нежной консистенции.

Забой бычков после зимне-стойлового периода, имеющих возраст около двух лет, следует осуществлять после проведения откорма, в связи с недостаточным развитием мышечных волокон в заднебедренной и медиальной группах мышц бедра и низким содержанием в них внутримышечного жира.

Список источников

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. Руководство. М. : Медицина, 1990. 384 с.
2. Биометрия в MS Excel / Е. Я. Лебедев [и др.]. СПб : Лань, 2018. 172 с.
3. Возрастная динамика массы групп и отдельных мышц молодняка овец основных пород Южного Урала / В. И. Косилов [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. 2016. № 2. С. 41–46.
4. Возрастные изменения абсолютной массы мышц молодняка крупного рогатого скота симментальской породы / А. А. Салихов [и др.] // Вестник российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 2 (201). С. 63–65.
5. Волкова О. В., Елецкий Ю. К. Основы гистологии с гистологической техникой. М. : Медицина, 1982. 304 с.
6. Гармаев Б. Д. Хозяйственно полезные признаки бычков калмыцкой породы разных селекций // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В. Р. Филиппова. 2018. № 3 (52). С. 60–65.
7. Гришагина Т. В. Оценка мясной продуктивности герефордского скота в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 42. С. 104–108.
8. Дунин И. М., Шаркаев, В. И., Шаркаева, Г. А. Развитие мясного скотоводства в Российской Федерации // Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. М. : Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела. 2016. С. 1–10.
9. Косилов В. И., Андриенко Д. А., Никонова Е. А. Динамика весового роста мускулатуры основных отделов скелета у молодняка красной степной породы в постнатальном периоде онтогенеза // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (57). С. 180–184.
10. Малышева Е. С. Влияние возраста на технологические и микроструктурные характеристики говядины на примере крупного рогатого скота черно-пестрой породы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 7 (105). С. 97–100.
11. Мансурова М. С. Анализ морфо-биохимических показателей крови герефордского скота и микроструктуры мышечных волокон в условиях Амурской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 6. С. 79–86.
12. Молчанов А. В. Микроструктурная характеристика четырехглавой мышцы бедра баранчиков в породном, возрастном и видовых аспектах // Известия Нижневолжского аграрного университетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 3 (23). С. 111–116.
13. Морфологический состав туш специализированных мясных пород крупного рогатого скота / С. А. Грикшас [и др.] // Международная научно-практическая конференция, посвящённая памяти В. М. Горбатова. 2015. № 1. С. 545–549.
14. Морфология роста и развития пере- и эндомизия, диаметра мышечных волокон подвздошно-большеберцовой мышцы кур кросса «Родонит-2» в постнатальном онтогенезе / В. В. Гречко [и др.] // Омский научный вестник. 2015. № 1 (138). С. 154–156.
15. Овчинникова Е. Г., Дмитрик И. И. Возрастные изменения гистологии мышечной ткани овец Ставропольской породы // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2017. № 1 (10). С. 229–236.
16. Плахтюкова В. Р., Дмитрик И. И. Мясная продуктивность и методы ее определения // Вестник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2017. № 10. С. 246–252.
17. Прохоров И. П., Никитченко Д. В. Особенности роста мышечной, жировой и костной тканей туш чистопородных и помесных бычков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2017. № 3 (12). С. 261–271.
18. Седых Т. А. Возрастные изменения отдельных естественно-анатомических частей туш бычков герефордской породы // Успехи современного естествознания. 2015. № 9. С. 336–338.
19. Тамбовцева Р. В. Биохимические особенности онтогенетического развития энергообеспечения мышечной деятельности // Новые исследования. 2014. № 1 (38). С. 68–75.
20. Фириченков И. В., Фириченков В. В. Возрастные морфологические изменения мышечной ткани крупного рогатого скота костромской породы // Аграрный вестник Урала. 2009. № 9. С. 80–81.

References

1. Avtandilov G. G. *Medicinskaya morfometriya. Rukovodstvo [Medical morphometry. Management]*, Moskva, Medicina, 1990, 384 p. (in Russ.).
2. Lebedko E. Ya., Hohlov A. M., Baranovskij D. I., Getmanets O. M. *Biometriya v MS Excel [Biometrics in MS Excel]*, Sankt-Peterburg, Lan', 2018, 172 p. (in Russ.).
3. Kosilov V. I., Shkilyov P. N., Andrienko D. A., Nikonova E. A. *Vozrastnaya dinamika massy grupp i otdel'nyh myshc molodnyaka ovets osnovnyh porod Yuzhnogo Urala [Age dynamics of the mass of groups and individual muscles of young sheep of the main breeds of the Southern Urals]. Ovttsy, kozy, sherstyanoe delo. – Sheep, goats, wool business*, 2016; 2: 41–46 (in Russ.).
4. Salihov A. A., Kosilov V. I., Buravov A. F., Nikonova E. A. *Vozrastnye izmeneniya absolyutnoj massy myshts molodnyaka krupnogo rogatogo skota simmental'skoj porody [Age-related changes in the absolute muscle mass of young cattle of the Simmental breed]. Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. – Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, 2013; 2 (201): 63–65 (in Russ.).
4. Volkova O. V., Eleckij Yu. K. *Osnovy gistologii s gistologicheskoy tekhnikoj [Basics of Histology with Histological Technique]*, Moskva, Medicina, 1982, 304 p. (in Russ.).
5. Garmaev B. D. *Hozyajstvenno poleznye priznaki bychkov kalmyckoj porody raznyh selekcij [Economically useful traits of Kalmyk bulls of different breeds]. Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii imeni V. R. Filippova. – Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov*, 2018; 3 (52): 60–65 (in Russ.).
6. Grishagina T. V. *Ocenka myasnoj produktivnosti gerefordskogo skota v usloviyah Leningradskoj oblasti [Evaluation of the meat productivity of Hereford cattle in the conditions of the Leningrad region]. Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University*, 2016; 42: 104–108 (in Russ.).
7. Dunin I. M., Sharkaev V. I., Sharkaeva G. A. *Razvitie myasnogo skotovodstva v Rossijskoj Federacii [Development of beef cattle breeding in the Russian Federation]. Ezhegodnik po plemennoj rabote v myasnom skotovodstve v hozyajstvah Rossijskoj Federacii. – Yearbook on breeding work in beef cattle breeding in the farms of the Russian Federation*, 2016: 1–10 (in Russ.).
9. Kosilov V. I., Andrienko D. A., Nikonova E. A. *Dinamika vesovogo rosta muskulatury osnovnyh otdelov skeleta u molodnyaka krasnoj stepnoj porody v postnatal'nom periode ontogeneza [Dynamics of weight growth of the muscles of the main sections of the skeleton in young red steppe breed in the postnatal period of ontogenesis]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 2016; 1 (57): 180–184 (in Russ.).
10. Malysheva E. S. *Vliyanie vozrasta na tekhnologicheskie i mikrostrukturnye harakteristiki govyadiny na primere krupnogo rogatogo skota cherno-pestroj porody [The influence of age on the technological and microstructural characteristics of beef on the example of black-and-white cattle]. Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2013; 7 (105): 97–100 (in Russ.).
11. Mansurova M. S. *Analiz morfo-biohimicheskikh pokazatelej krovi gerefordskogo skota i mikrostrukturny myshechnykh volokon v usloviyah Amurskoj oblasti [Analysis of the morfo-biochemical parameters of the blood of Hereford cattle and the microstructure of muscle fibers in the conditions of the Amur region]. Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 2019; 6: 79–86 (in Russ.).
12. Molchanov A. V. *Mikrostrukturnaya harakteristika chetyrekhglavoj myshcy bedra baranchikov v porodnom, vozrastnom i vidovyh aspektah [Microstructural characteristics of the quadriceps thigh muscle of rams in the breed, age and species aspects]. Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrarnogo universitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrarian University Complex: science and higher professional education*, 2011; 3 (23): 111–116 (in Russ.).
13. Griksas S. A., Shamidova M. M., Donetskikh A. G., Pcholkina V. A. *Morfologicheskij sostav tush specializirovannyh myasnyh porod krupnogo rogatogo skota [Morphological composition of carcasses of specialized meat breeds of cattle]. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashchyonnaya pamyati V. M. Gorbatova. – International Scientific and Practical conference dedicated to the memory of V. M. Gorbatov*, 2015; 1: 545–549 (in Russ.).
14. Grechko V. V., Kulnich E. N., Avdeev D. B., Ovchinnikov D. K. *Morfologiya rosta i razvitiya pere- i endomiziya, diametra myshechnykh volokon podvzdoshno-bol'shebercovoj myshcy kur krossa «Rodonit-2» v postnatal'nom ontogeneze [The morphology of growth and development of peri- and endomysium, the diameter of the muscle fibers of the iliotibial muscle, the course of the cross «Rhodonite-2»*

in postnatal ontogenesis]. *Omskij nauchnyj vestnik. – Omsk Scientific Bulletin*, 2015; 1 (138): 154–156 (in Russ.).

15. Ovchinnikova E. G., Dmitrik I. I. Vozrastnye izmeneniya gistologii myshechnoj tkani ovets Stavropol'skoj porody [Age-related changes in the histology of muscle tissue of sheep of the Stavropol breed]. *Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva. – Collection of scientific papers of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding*, 2017; 1 (10): 229–236 (in Russ.).

16. Plahtyukova V. R., Dmitrik I. I. Myasnaya produktivnost' i metody ee opredeleniya [Meat productivity and methods of its determination]. *Vestnik nauchnyh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva. – Bulletin of scientific works of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding*, 2017; 10: 246–252 (in Russ.).

17. Prohorov I. P., Nikitchenko D. V. Osobennosti rosta myshechnoj, zhirovoj i kostnoj tkanej tush chistopородnyh i помесnyh bychkov [Features of the growth of muscle, adipose and bone tissue of purebred and crossbred bull carcasses]. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. – Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and Animal Husbandry*, 2017; 3 (12): 261–271 (in Russ.).

18. Sedyh T. A. Vozrastnye izmeneniya otdel'nyh estestvenno-anatomicheskikh chastej tush bychkov gerefordskoj porody [Age-related changes in individual natural-anatomical parts of the carcasses of Hereford bulls]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – Successes of modern natural science*, 2015; 9: 336–338 (in Russ.).

19. Tambovceva R. V. Biohimicheskie osobennosti ontogeneticheskogo razvitiya energoobespecheniya myshechnoj deyatel'nosti [Biochemical features of ontogenetic development of energy supply of muscle activity]. *Novye issledovaniya. – New research*, 2014; 1 (38): 68–75 (in Russ.).

20. Firichenkov I. V., Firichenkov V. V. Vozrastnye morfologicheskie izmeneniya myshechnoj tkani krupnogo rogatogo skota kostromskoj porody [Age-related morphological changes in the muscle tissue of cattle of the Kostroma breed]. *Agrarnyj vestnik Urala. – Agrarian Bulletin of the Urals*, 2009; 9: 80–81 (in Russ.).

© Мансурова М. С., Остякова М. Е., 2021

Статья поступила в редакцию 01.09.2021; одобрена после рецензирования 11.10.2021; принята к публикации 11.11.2021.

The article was submitted 01.09.2021; approved after reviewing 11.10.2021; accepted for publication 11.11.2021.

Информация об авторах

Мансурова Мария Салиховна, научный сотрудник, Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, dalznivilabbiohim@mail.ru;

Остякова Марина Евгеньевна, главный научный сотрудник, доктор биологических наук, Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, most-68@bk.ru

Information about authors

Mariya S. Mansurova, Researcher of the Department of animal husbandry and poultry farming, Far Eastern Zonal Scientific Research Veterinary Institute, dalznivilabbiohim@mail.ru;

Marina E. Ostyakova, Chief Researcher of the Department of innovative methods of diagnostics and therapy, morphology and pathology, Doctor of Biological Sciences, Far Eastern Zonal Scientific Research Veterinary Institute, most-68@bk.ru