

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ МУСКУЛАТУРЫ БЫЧКОВ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ И ЕЕ ПОМЕСЕЙ С МЯСНОЙ СИММЕНТАЛЬСКОЙ И ШАРОЛЕЗСКОЙ

И.П. ПРОХОРОВ<sup>1</sup>, М.М. ЭРТУЕВ<sup>2</sup>, А.Н. ПИКУЛЬ<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, <sup>2</sup>Сочинский национальный парк,  
<sup>3</sup>Тульский НИИСХ – филиал ФИЦ «Немчиновка»)

*Работа посвящена изучению характера возрастных изменений морфологического состава туши, а также характера и интенсивности роста мускулатуры туши у симментальских и помесных бычков, полученных от скрещивания симментальских коров с быками мясной симментальской и шаролезской пород. В статье приводятся данные по характеру и интенсивности роста и развития мускулатуры анатомических отделов полутуши подопытных бычков в разные периоды роста и развития в одинаковых условиях кормления и содержания. Установлено, что высокий уровень кормления способствовал наиболее полной реализации биологических особенностей шаролезских помесей, а именно способности интенсивно наращивать мышечную ткань в течение длительного времени. Шаролезские помеси существенно превосходили сверстников материнской породы по массе наиболее значимых анатомических отделов. Наибольшие различия установлены в абсолютной массе мышечного компонента области бедра (21,7%), позвоночного отдела (29,4%) и общей связывающей мускулатуры (39,1%). Наименьшие межгрупповые различия (2,75%) установлены по массе мускулатуры предплечья. Различия в относительной массе мышечного компонента анатомических отделов туши бычков сравниваемых групп были незначительны и находились в пределах от 0,1 до 1,29%. Показано, что наибольшая интенсивность роста характерна для мышечного компонента брюшного отдела, общей связывающей мускулатуры, а наименьшая – для периферических отделов туши. Отмечено, что интенсивность роста мускулатуры, расположенной в проксимальных отделах конечностей значительно выше таковой дистальных отделов.*

**Ключевые слова:** симментальская, мясная симментальская и шаролезская породы, мускулатура анатомических отделов, коэффициенты роста мышечной массы.

### Введение

В системе мероприятий, направленных на повышение производства говядины и улучшения ее качества, важное значение имеет использование в скрещивании коров молочного и комбинированного направления продуктивности с быками мясных пород. При проведении промышленного скрещивания ставится задача совместить у помесного молодняка такие качества, как интенсивный рост мускулатуры, степень развитости которой во многом определяет мясную продуктивность животных, а также отложение жира в раннем возрасте и равномерное его распределение в мясе.

Однако исследования характера и интенсивности роста и развития мускулатуры у помесных животных единичны, хотя за последние десятилетия значительно повысился интерес к разведению животных мясных пород и использование их в межпородном скрещивании для повышения производства говядины и улучшения ее качества.

Результатами многих исследований установлено, что на рост соматической мускулатуры молодняка крупного рогатого скота влияют фактор кормления [3, 13], генотип животных [2, 4, 7], половые гормоны [6, 9, 10, 11, 14, 16, 15, 17], функциональные нагрузки на мускулатуру [8, 11].

Целью работы является изучение характера распределения соматической мускулатуры по анатомическим областям и интенсивности ее роста у симментальских и помесных бычков.

Основная задача – изучить возрастные изменения морфологического состава туш, а также характер и интенсивность роста мускулатуры туш.

### **Материал и методы исследований**

Научно-хозяйственный опыт проведен в Тульском НИИСХ. Для проведения опытов были отобраны и сформированы 3 группы бычков по 15 голов в каждой. Формирование групп проводили методом пар-аналогов с учетом происхождения, возраста и массы при рождении. В первую (контрольную) группу были включены бычки симментальской (С) породы, во вторую и третью (опытные) группы – соответственно бычки 1/2 кровности по немецкой симментальской мясной (С×СМ) и шаролезской (С×Ш) породам от скрещивания коров симментальской породы с быками указанных мясных пород. Опыты проводили от рождения до 18 месячного возраста. Животные всех групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Телят от рождения до отъема в 7-месячном возрасте выращивали по технологии мясного скотоводства. Содержание телят до второй половины мая было стойловое. В дальнейшем до октября коровы с телятами находились на пастбище. После отъема уровень кормления подопытного молодняка был интенсивным и рассчитывался по нормам ВИЖ для получения среднесуточных приростов 1000–1100 г и достижения живой массы в возрасте 18 месяцев 550–600 кг. Учет потребленного корма проводили ежедекадно путем взвешивания заданных кормов и их остатков. Прирост живой массы бычков контролировали путем ежемесячного взвешивания. Контрольные убои были проведены на Тульском мясокомбинате. При рождении было убито по 1 бычку из каждой группы, в возрасте 6, 12 месяцев – по 3 головы, в 15 месяцев – по 5. После проведения контрольных убоев в 15 месячном возрасте был продолжен откорм оставшихся бычков (по 3 головы в каждой группе).

Для определения закономерностей возрастных изменений массы мускулатуры производили послойное препарирование и определение массы (с точностью до 1 г) каждого мускула левой полутуши. На основе абсолютных данных о массе мускулов была высчитана их средняя для каждой группы, а также относительная масса мускулов (масса, выраженная в процентах ко всей массе исследованной мускулатуры). Общую массу мускулатуры анатомических областей определяли суммированием массы каждой мышцы, входящей в эту группу.

### **Результаты исследований**

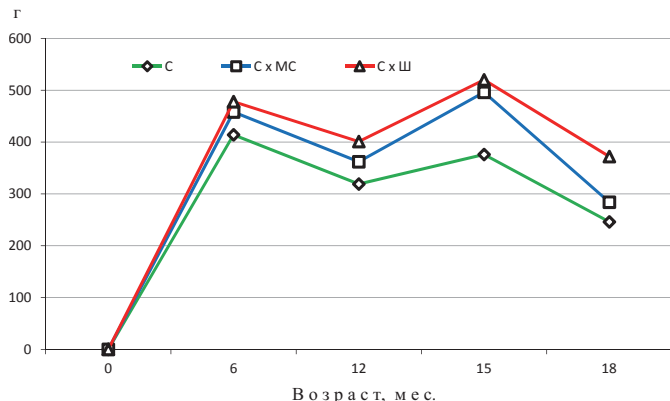
Интенсивное выращивание животных в подсосный период по технологии мясного скотоводства и высокий уровень кормления их в последующие возрастные периоды обеспечили высокую интенсивность роста бычков всех групп. Шаролезские помеси обладали повышенной энергией роста и в возрасте 12, 15 и 18 месяцев живая масса их достигла соответственно  $431,9 \pm 6,1$ ;  $523,4 \pm 6,4$  и  $620,6 \pm 12,4$  кг, что на 7,8; 7,5 и 10,2% больше, чем у сверстников материнской породы. Различия по величине этого показателя между бычками 1 и 2 групп во все возрастные периоды были незначительны.

При проведении контрольных убоев установлено, что масса парных туш шаролезских помесей в 12, 15 и 18 – месячном возрасте составила 240,0; 303,6 и 355,4 кг соответственно, что на 24,9 кг; 39,2 и 50,8 кг больше, чем у сверстников материнской породы ( $P < 0,01$  –  $P < 0,001$ ). Помесные бычки 2 группы по величине массы парной туши занимали промежуточное положение.

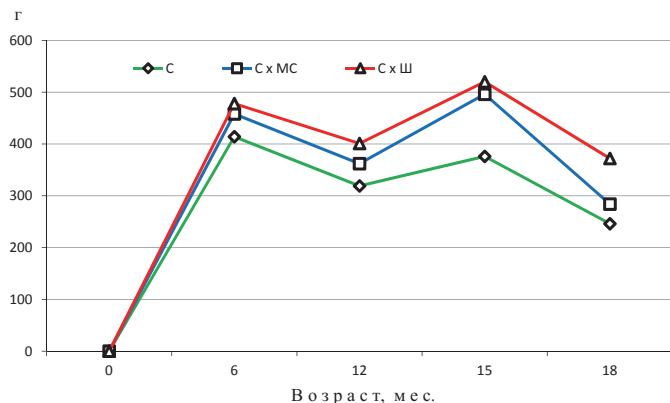
Генотип животных оказал существенное влияние на рост мышечной массы туш (рис. 1). Высокий уровень кормления способствовал наиболее полной реализации биологической особенности шаролезских помесей – интенсивно наращивать мышечную ткань в течение длительного времени. Так, при практически одинаковой массе мускулатуры туш новорожденных бычков сравниваемых групп (14080–16580 г) величина этого показателя у шаролезских помесей в возрасте 12, 15 и 18 месяцев составила  $176,49 \pm 2,4$ ;  $228,76 \pm 2,7$  и  $262,61 \pm 2,6$  кг соответственно, что на 19,6; 25,9 и 28,6% больше, чем у сверстников материнской породы ( $P < 0,01$  –  $P < 0,001$ ).

Разница в абсолютной массе мускулатуры туш между бычками 1 и 2 групп в указанные возрастные периоды составила соответственно 10,6; 14,7 и 14,8% в пользу последних. При определении среднесуточных приростов мускулатуры туш (рис. 2) было установлено, что величина указанного показателя у бычков до 6-ти месячного возраста была относительно высокой (414–478 г). Однако в последующем было отмечено значительное снижение интенсивности роста соматической мускулатуры. Так, абсолютная скорость роста мускулатуры туш в возрастной период от 6 до 12 месяцев составила в 1 группе 319 г, а во 2 и 3 группах – 362 и 401 г соответственно.

Априори ожидалось получение наибольших среднесуточных приростов мышечного компонента туш в возрастной период 7–12 месяцев, поскольку к этому периоду завершается становление рубцового пищеварения и устанавливается наи-



**Рис. 1.** Динамика массы мускулатуры туш подопытных бычков



**Рис. 2.** Динамика среднесуточных приростов мускулатуры туш подопытных бычков

более оптимальный уровень андрогенов для стимуляции соматотропной функции гипофиза. Однако в экспериментальной работе этот возрастной период совпал с отъемом бычков от матерей, что привело к значительному снижению абсолютной скорости роста. Так, если уровень среднесуточных приростов бычков за месяц до отъема был достаточно высоким (950–1202 г), то за первый месяц после их отъема он снизился в группах до 236, 173 и 40 г соответственно. Потери в живой массе за месяц после отъема в 1 группе составили 20,9 кг, а во 2 и 3 группах – 24,7 и 32,8 кг соответственно.

Значительное снижение интенсивности роста и потери в живой массе бычков после отъема, по-видимому, надо рассматривать как последствия влияния комплекса стресс-факторов:

- психический стресс, вызванный отлучением бычков

от матерей, требует значительных энергетических затрат и участия всех защитных систем организма; известно, что сила воздействия этого стресса намного превосходит действие температурных, травматических и других стресс-факторов;

- смена рациона и, как следствие, длительная перестройка не только пищеварительной системы животных с переходом с молочно-травяного кормления в пастбищный период на концентратно-силосно-сенной тип кормления в стойловый период, но и сообщества микроорганизмов желудочно-кишечного тракта; известно, что у жвачных животных 60–70% переваримого органического вещества корма усваивается за счет микробиальной деятельности;

- технологический стресс-фактор, связанный с переводом животных с круглосуточного пастбищного содержания на привязную систему с ограничением движения, что влечет за собой гиподинамию.

Общий паттерн развития стресс-реакции, вследствие действия которой снизились среднесуточные приросты бычков, что привело к потере живой массы, можно представить следующим образом. При воздействии каждого из вышеупомянутых стресс-факторов, и в особенности психического, гипоталамус посылает сигналы надпочечникам, и они выбрасывают в кровь адреналин, под воздействием которого расширяются кровеносные сосуды сердца, мозга, легких. При этом одновременно сужаются сосуды кожи и внутренних органов, особенно, пищеварительных. Под действием адреналина усиливается питание мозга, учащается дыхание, резко увеличивается частота пульса и способность сердца усваивать кислород. Для обеспечения этой деятельности под воздействием основных стресс-реализующих гормонов (катехоламинов, глюкокортикоидов) мобилизуются энергетические и структурные ресурсы организма, о чем свидетельствует существенное повышение содержания в крови глюкозы, аминокислот, жирных кислот, пептидов. Организм посредством избирательного расширения сосудов направляет мобилизованные резервы в функциональную систему, ответственную за адаптацию. Чрезмерно сильное и длительное воздействие стресс-фактора может привести к потере мобилизованных энергетических и структурных ресурсов организма и истощению.

Из приведенных на рисунке 2 данных видно, что после значительного снижения абсолютной скорости роста мускулатуры туш к годовалому возрасту установлено повышение ее при убое 15-ти месячных бычков. Однако в последующем вновь отмечено снижение уровня среднесуточных приростов мускулатуры у бычков 1 и 2 групп, что по-видимому, связано с переориентацией синтетических процессов в сторону усиления отложения жира в их теле.

Интенсивность роста мышечного компонента туш шаролезских помесей сохранилась на высоком уровне до конца опытного периода. Выше было отмечено, что бычки этой группы наследовали биологические особенности отцовской породы – интенсивно наращивать активные ткани длительный период.

В связи с тем, что каждый анатомический отдел состоит из комплекса мышц разной интенсивности роста, внутреннего строения и питательной ценности, важно иметь представление о характере и интенсивности роста мышечного компонента анатомических областей.

Результаты изучения возрастной динамики массы отдельных мускулов и их комплексов позволили установить существенные различия в массе мышечного компонента различных анатомических отделов туш вследствие различной интенсивности роста мускулатуры в них. Поскольку характер возрастных изменений мускулатуры анатомических отделов туш бычков сравниваемых групп сходный, приведены данные по шаролезским помесям, отличавшихся наиболее интенсивным ростом мускулатуры (табл. 1).

**Возрастная динамика абсолютной массы мускулатуры  
анатомических отделов туш шаролезских помесей, г.**

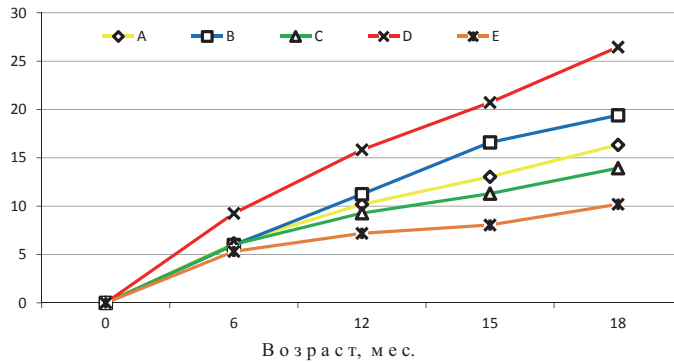
Мускулатура	Возраст, мес.				
	При рождении	6	12	15	18
Общая связывающая	2764	16782	32482	45614	51946
Позвоночного столба	2578	16960	30398	40514	46190
Грудной клетки	744	4348	7890	11186	13832
Брюшной стенки	802	7526	13276	17592	20552
Грудного пояса	982	5736	10310	13406	14726
Области плеча	968	5414	9480	12398	14122
Предплечья	732	3406	4748	5238	5932
Тазового пояса	1200	8198	13222	15556	18478
Области бедра	4430	27052	42968	52980	59820
Области голени	1168	6294	8774	9950	11550
Подкожный	212	1798	2948	4324	5460
Общая, всего	16580	103538	176496	228758	262608

При сравнительном изучении интенсивности роста мускулатуры бычков сравниваемых групп было установлено, что шаролезские помеси по массе наиболее значимых анатомических отделов существенно превосходили сверстников материнской породы. Так, различия в массе мышечного компонента области бедра, позвоночного отдела и общей связывающей мускулатуры между шаролезскими помесями и бычками 1 группы в конце опытного периода составили соответственно 21,7; 29,45 и 39,1% в пользу первых. Наименьшие межгрупповые различия (2,75%) установлены по массе мускулатуры предплечья.

Как в нашей стране, так и за рубежом, проводятся исследования с целью установления межпородных различий по выходу естественно-анатомических частей, наиболее ценных отрубов, по характеру распределения мускулатуры по анатомическим областям. Результаты этих исследований свидетельствуют о том, что мясные породы, в отличие от скота молочного и комбинированного направления продуктивности, характеризуются лучшим развитием анатомических областей, от которых получают ценные в коммерческом отношении отруба. Однако не меньше работ свидетельствующих о сходстве в распределении мускулатуры по анатомическим областям туш животных различных пород и типов телосложения [5].

Выше было показано, что шаролезские помеси по абсолютной массе мускулатуры, связывающей грудную конечность с туловищем, а также позвоночного столба превосходили сверстников материнской породы соответственно на 39,1 и 29,4%. В то же время определение относительной массы мышечного компонента различных

анатомических отделов показало, что межгрупповые различия в характере распределения мускулатуры туш незначительны. Так, различия в относительной массе мышечного компонента различных анатомических отделов туш бычков сравниваемых групп находились в пределах от 0,1 до 1,29%.



**Рис. 3.** Градиенты роста мускулатуры анатомических отделов туш шаролезских помесей: А – общей массы мускулатуры; В – общей связывающей; С – области бедра; D – области голени; E – брюшной стенки

Интенсивность роста мышечного компонента анатомических отделов туш определяли методом расчета коэффициентов роста, как отношение массы мускулатуры в определенные возрастные периоды к таковой новорожденных бычков. Для сравнительного анализа интенсивности роста мышечной массы анатомических отделов туш в качестве средней была принята интенсивность роста общей массы мышечного компонента туш. По отклонениям коэффициентов роста мускулатуры анатомических отделов в большую или меньшую сторону относительно таковых общей массы мускулатуры туш судили об интенсивности роста той или иной мышечной группы.

Определение градиентов роста мускулатуры анатомических отделов показало, что наибольшая интенсивность роста характерна для мышечной массы брюшного отдела. Кратность увеличения мышечной массы этого анатомического отдела в возрасте 6, 12, 15 и 18 месяцев составила соответственно 9,4; 16,5; 20,7 и 25,6% против 6,2; 10,6; 13,8 и 15,8 мышечного компонента туш.

Из приведенных данных видно, что интенсивность роста мускулатуры брюшного отдела значительно выше таковой общей мышечной массы туш. В связи с этим следует отметить, что основным фактором, определяющим более интенсивный рост мышечной массы брюшного отдела, является функциональная нагрузка, оказываемая на нее со стороны внутренних органов и пищеварительной системы. Напомним, что мускулатура брюшного отдела относится к поздне развивающейся мышечной системе, поскольку телята в период утробного развития и сразу после рождения не испытывают достаточно сильного давления внутренних органов и пищеварительного тракта, так как они имеют незначительный объем и массу. Однако с ростом животных и становлением рубцового пищеварения в постнатальный период объем и масса внутренних органов, особенно преджелудков, значительно увеличиваются, следовательно, повышается и нагрузка на мышцы брюшной стенки. Известно, что только за первые 5 месяцев жизни телят объем рубца увеличивается в 89 раз. Увеличивающееся с возрастом животных давление объема и массы внутренних органов и преджелудков на брюшные мышцы неминуемо ведет к нарушению установившегося равновесия между уровнем развития брюшных мышц



и давлением, оказываемым на них внутренними органами и преджелудками. Для адаптации к возросшей гравитационной нагрузке нейроэндокринная система способствует росту и усилению мощности мускулатуры брюшной стенки посредством расширения кровеносных сосудов и поступления пластических и энергетических субстратов в достаточном количестве.

О значительном влиянии функциональной нагрузки на рост мускулатуры брюшной стенки свидетельствуют результаты опытов, в которых телятам одной группы скармливали рацион, включающий только молоко, рационы телят другой группы содержали грубые корма. Независимо от уровня кормления рационы из грубых кормов способствовали более интенсивному росту мышц брюшной стенки [2].

В отличие от мышечной системы брюшной стенки развитие мускулатуры конечностей, особенно их дистальных отделов, в пренатальный период онтогенеза должно быть завершено в такой степени, чтобы сразу после рождения они были способны выполнять свойственные им функции движения для выживания новорожденных телят. Достаточно развитая мускулатура конечностей позволяет телятам бегать за матерью, принимать устойчивое положение для сосания. Для мышечной системы дистальных отделов конечностей в постнатальный период характерна незначительная интенсивность роста. Так, например, если коэффициенты роста мускулатуры отделов плеча и бедра в конце опытного периода составили соответственно 14,58 и 13,50, то предплечья и голени – 8,10 и 9,88. Из приведенных данных видно, что интенсивность роста мускулатуры конечностей значительно ниже таковой других анатомических отделов туш.

Интенсивность роста мышечного компонента, связывающего туловище с передней конечностью и позвоночного столба, доля которых в общей массе мускулатуры 18-месячных бычков составила соответственно 18,53–19,79 и 17,48–17,57% и в значительной степени определила уровень мясной продуктивности животных, была достаточно высока. Коэффициенты роста мышечного компонента этих анатомических отделов шаролезских помесей при проведении убоя в конце опытного периода составили 18,79 и 17,92 соответственно.

Анализ данных градиентов роста мускулатуры различных частей тела животных показал, что интенсивность ее роста обусловлена топографическим расположением анатомических отделов туш.

В связи с этим возникает закономерный вопрос: какие факторы определяют неравномерность развития мышечной ткани различных анатомических отделов туш в ходе онтогенеза?

В биологии для анализа и описания роста, развития и старения организмов нередко используется критерий эволюции термодинамики линейных необратимых процессов, основанный на теории Prigogine I, Wiame J.M. [12]. Суть этой теории заключается в том, что в стационарном состоянии организма продукция энтропии (бесполезной, рассеивающейся в пространстве энергии) внутри открытой термодинамической системы при постоянстве внешних параметров является минимальной и константной. Если живая система под воздействием различных факторов (голодание, стресс и др.) отклоняется от своего стационарного состояния, то она будет стремиться к константе до тех пор, пока продукция энтропии не будет вновь минимальной. Из этого следует, что при различных возрастных изменениях организма живая система будет стремиться к конечному стандартному состоянию, что предполагает непрерывное ее старение.

Известно, что интенсивность дыхания и гликолитические процессы в организме животных определяют уровень теплопродукции. Из этого следует, что в живых открытых системах скорость продукции энтропии с некоторым допущением можно

приравнять к интенсивности теплопродукции (основного обмена). В таком случае суть указанной теории сводится к тому, что в процессе роста и развития животных происходит снижение интенсивности основного обмена и, как следствие этого, падение абсолютной скорости роста активных тканей и усиление отложения жира. На основе термодинамической теории разработаны методы определения продолжительности жизни человека и млекопитающих [1].

В соответствии с термодинамической теорией масса организма животного, как биологическая константа любой живой открытой системы, в процессе роста и развития всегда стремится к конечному стационарному состоянию, что предполагает непрерывное снижение интенсивности основного обмена и, как следствие этого, спад скорости роста активных тканей и усиление отложения жира. При этом чем дальше масса организма и составляющих его тканей по времени и степени зрелости отстоят от конечного стационарного состояния, тем интенсивнее их рост. Это позволяет предположить, что интенсивность роста отдельных мускулов и их комплексов в недостаточной степени развитых у новорожденных бычков в последующие возрастные периоды будет выше, чем таковая мышечной ткани с более высокой скоростью роста в эмбриональный период онтогенеза.

Для изучения характера и интенсивности роста мускулатуры анатомических отделов туш определяли степень их удаленности от таковых дефинитивных животных сопоставлением массы мышечного компонента этих отделов новорожденных бычков с таковыми 18-ти месячных. Так, например, масса мускулатуры предплечья, области бедра, общей связывающей мускулатуры и брюшной стенки у шаролезских помесей при рождении составила от таковых в возрасте 18 месяцев соответственно 12,34; 7,40; 5,32 и 3,90%.

Ниже приведены в скобках данные, показывающие массу мускулатуры анатомических отделов туш новорожденных телят относительно таковых 18-ти месячных бычков и степень удаленности их от таковых дефинитивных животных. Эти данные были распределены в убывающем порядке: отделы предплечья (12,34), голени (10,11), бедра (7,40), плеча (6,85), грудного пояса (6,67), тазового пояса (6,49), позвоночного столба (5,58), грудной клетки (5,39), общей связывающей мускулатуры (5,32) и брюшной стенки (3,90).

Из приведенных выше данных видно, что мускулатура брюшной стенки туш новорожденных бычков, по сравнению с мышечным компонентом других анатомических отделов, имеет незначительную относительную массу, а, следовательно, по времени и степени развития она дальше отстоит от конечного стационарного состояния, свойственного дефинитивным животным. Это позволяет предположить, что в постнатальном онтогенезе интенсивность роста мышечной ткани брюшной стенки будет значительно выше таковой других анатомических отделов. Это предположение было подтверждено при определении интенсивности роста мускулатуры методом расчета коэффициентов роста. Так, мускулатура анатомических отделов туш по интенсивности роста (величине коэффициентов роста) была распределена в следующем возрастающем порядке: отделы предплечья (8,10), голени (9,8920), бедра (13,50), плеча (14,59), грудного пояса (14,99), тазового пояса (15,39), позвоночного столба (17,92), грудной клетки (18,59), общей связывающей мускулатуры (18,79) и брюшной стенки (25,62).

Таким образом, наибольшая интенсивность роста характерна для мышечного компонента брюшного отдела, общей связывающей мускулатуры, а наименьшая – для периферических отделов туш. Следует при этом отметить, что интенсивность роста мускулатуры, расположенной в проксимальных отделах конечностей значительно выше таковой дистальных отделов.



## Выводы

1. Высокий уровень кормления способствовал наиболее полной реализации биологических особенностей шаролезских помесей, а именно способности интенсивно наращивать мышечную ткань в течение длительного времени.

2. Шаролезские помеси по массе наиболее значимых анатомических отделов существенно превосходили сверстников материнской породы. Наибольшие различия установлены в абсолютной массе мышечного компонента области бедра (21,7%), позвоночного отдела (29,4%) и общей связывающей мускулатуры (39,1%). Наименьшие межгрупповые различия (2,75%) установлены по массе мускулатуры предплечья. Различия в относительной массе мышечного компонента анатомических отделов туш бычков сравнимых групп были незначительны и находились в пределах от 0,1 до 1,29%.

3. Показано, что наибольшая интенсивность роста характерна для мышечного компонента брюшного отдела, общей связывающей мускулатуры, а наименьшая – для периферических отделов туш. Отмечено, что интенсивность роста мускулатуры, расположенной в проксимальных отделах конечностей значительно выше таковой дистальных отделов.

## Библиографический список

1. Использование уравнений роста для определения максимальной продолжительности млекопитающих и человека / Зотин А.И., Зотина Р.С., Прокофьев Е.А. и др. // Известия АН СССР. – 1978. – № 1. – С. 87–96.

2. Косилов В.И. Генотипические особенности динамики абсолютной и относительной массы отдельных групп мышц молодняка чёрно-пёстрой породы в оптимальных условиях выращивания / В.И. Косилов А.А. Салихов Т.А. Иргашев // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук, 2017. – № 1 (51). – С. 37–43.

3. Лукьянов В.Н. Влияние генотипических и паратипических факторов на особенности формирования мясной продуктивности откармливаемых бычков В.Н. Лукьянов А.Н. Пикуль // Главный зоотехник. – 2016. – № 2. – С. 7–15.

4. Лукьянов В.Н. Рост мускулатуры помесных бычков и факторы, его обуславливающие / В.Н. Лукьянов И.П. Прохоров А.Н. Пикуль // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1. – С. 56–68.

5. Прохоров И.П. Динамика роста мускулатуры чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота / И.П. Прохоров В.Н. Лукьянов О.А. Калмыкова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 2. – С. 40–42.

6. Розен В.Б. Основы эндокринологии / В.Б. Розен. – М.: Высшая школа, 1984. – 336 с.

7. Сонькин В.Д. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе / В.Д. Сонькин Р.В. Тамбовцева – М.: Книжный дом «Либроком», 2011. – 368 с.

8. Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной ткани в онтогенезе / Р.В. Тамбовцева // Новые исследования. – 2010. – № 2. – С. 81–94.

9. Эртуев М.М. Мясная продуктивность и морфологические особенности туш бычков при различных вариантах промышленного скрещивания комбинированных пород с мясными / М.М. Эртуев В.С. Сысоев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 1980. – № 1. – С. 126–135.

10. Boisseau N. Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents / N. Boisseau P. Delamarche // Sports Med. – 2000. – 30 (6). – P. 405–422

11. Hinriksson L.K. Distribution of fibre sizes in human skeletal muscle. An enzyme Histochemical study in m. tibial anterior / L.K. Hinriksson J. Frieden // Acta Physiologica Scand. – 1985. – v.123. – P. 171–177.

12. Prigogine I. Biologie et thermodynamique des phenomenes irreversibles / I. Prigogine J.M. Wiame // *Experientia*. – 1946. – v. 2. – P. 451–453.

13. Prokhorov I.P. Characteristics of growth and development of calves' carcasse muscles of black-motley breed and its hybrids with aberdeen-angus and charolais / I.P. Prokhorov A.N. Pikul // *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. – 2017. – T. 69. – № 9. – P. 294–301.

14. Schroeder E.T. Androgen therapy improves muscle mass and strength but not muscle quality: results from two studies / E.T. Schroeder M. Terk F.R. Sattler // *American Journal of Physiology*. – 2003. – vol. 285. – P. 16–24.

15. Dose-dependent effects of testosterone on regional adipose tissue distribution in healthy young men / Woodhouse L.J., Gupta H-, Bhasin M. et al. // *Journal Clin. Endocrinol. Metabol.* – 2004. – vol. 89. – P. 718–726.

16. Testosterone-induced increase in muscle size in healthy young men is associated with muscle fiber hypertrophy / Sinha-Hikim I., Artaza J., Woodhouse L. et al. // *American Journal of Physiology*. – 2002. – vol.283. – P. 154–164.

17. Testosterone dose-response relationships in healthy young men / S. Bhasin L. Woodhouse R. Casaburi et al. // *American Journal of Physiology*. – 2001. – vol. 281. – P. 1172–1181.

PECULIARITIES OF GROWTH AND DEVELOPMENT  
OF THE MUSCULATURE OF THE SIMMENTAL BREED BULL-CALVES  
AND CROSS-BREEDS  
WITH THE SIMMENTAL MEAT AND CHAROLEZA BREEDS

M.M. ERTUYEV<sup>1</sup>, I.P. PROKHOROV<sup>2</sup>, A.N. PIKUL<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> Sochi National Park, the Center for Breeding and Rehabilitation of the Persian Leopard;

<sup>2</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

<sup>3</sup> Tula Research Institute of Agriculture – Branch of FRC “Nemchinovka”)

*The work is devoted to the study of age-related changes of the morphological composition of carcasses, as well as of the musculature growth character and intensity of carcasses of Simmental and cross-breeding bull-calves obtained by crossing of Simmental cows with bulls of Simmental Meat and Charolaise breeds. The paper contains data on the musculature growth and development character and intensity by the anatomical divisions of half-carcasses of experimental bull-calves at different growth and development periods kept under the same feeding and maintenance conditions. It was found that a high level of feeding contributed to the most complete implementation of biological characteristics of the Charolaise hybrids, namely, an ability to intensively increase muscle tissue for a long time. The Charolaise cross-breeds significantly exceeded the peers of the parent breed by weight of the most important anatomic body parts. The greatest differences were found in the absolute mass of the muscular component of the femur region (21.7%), the vertebral column (29.4%) and the general connective musculature (39.1%). The smallest intergroup differences (2.75%) were determined in the mass of the forearm musculature. Differences in the relative mass of the muscular component of anatomical sections of bull calves' carcasses from the compared groups were insignificant and ranged from 0.1 to 1.29%. It is shown that the greatest growth intensity is characteristic for the muscular component of the abdominal part, general binding musculature, and the smallest for the peripheral parts of carcasses. It is noted that the growth intensity of the musculature located in the proximal parts of extremities is much higher than that of the distal sections.*

**Key words:** *Simmental, Simmental Meat and Charolaise breeds, musculature of anatomic body parts, coefficient of muscular weight growth.*

## References

1. Ispol'zovaniye uravneniy rosta dlya opredeleniya maksimal'noy prodolzhitel'nosti mlekoopitayushchikh i cheloveka [Use of growth equations to determine the maximum life expectancy of mammals and humans] / Zotin A.I., Zotina R.S., Prokof'yev Ye.A. et al. // *Izvestiya AN SSSR*. 1978. No. 1. Pp. 87–96. (In Russian)
2. *Kosilov V.I.* Genotipicheskiye osobennosti dinamiki absolyutnoy i otnositel'noy massy otdel'nykh grupp myshits molodnyaka chorno-postroy porodny v optimal'nykh usloviyakh vyrashchivaniya [Genotypic features of the dynamics of absolute and relative mass of individual muscle groups of young black-and-white breed in optimal growing conditions] / V.I. Kosilov A.A. Salikhov T.A. Irgashev // *Doklady Tadzhikskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*, 2017. No. 1 (51). Pp. 37–43. (In Russian)
3. *Luk'yanov V.N.* Vliyaniye genotipicheskikh i paratipicheskikh faktorov na osobennosti formirovaniya myasnoy produktivnosti otkarmlivayemykh bychkov [Influence of genotypic and paratypical factors on meat productivity formation features of fattened bulls] V.N. Luk'yanov A.N. Pikul' // *Glavnyy zootekhnik*. 2016. No. 2. Pp. 7–15. (In Russian)
4. *Luk'yanov V.N.* Rost muskulatury pomesnykh bychkov i faktory, yego obuslavlivayushchiye [Growth of the muscles of crossbred bulls and its causes] / V.N. Luk'yanov I.P. Prokhorov A.N. Pikul' // *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2015. No. 1. Pp. 56–68. (In Russian)
5. *Prokhorov I.P.* Dinamika rosta muskulatury chistoporodnogo i pomesnogo molodnyaka krupnogo rogatogo skota [Dynamics of growth in muscles of purebred and crossbred young cattle] / I.P. Prokhorov V.N. Luk'yanov O.A. Kalmykova // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No. 2. Pp. 40–42. (In Russian)
6. *Rozen V.B.* Osnovy endokrinologii [Basics of endocrinology] / V.B. Rozen. – M.: Vysshaya shkola, 1984. 336 p. (In Russian)
7. *Son'kin V.D.* Razvitiye myshechnoy energetiki i rabotosposobnosti v ontogeneze [Development of muscle energy and performance in ontogenesis] / V.D. Son'kin R.V. Tambovtseva – M.: Knizhnyy dom "Librokom", 2011. 368 p. (In Russian)
8. *Tambovtseva R.V.* Razvitiye myshechnoy tkani v ontogeneze [Development of muscle tissue in ontogenesis] / R.V. Tambovtseva // *Novyye issledovaniya*. 2010. No. 2. Pp. 81–94. (In Russian)
9. *Ertuyev M.M.* Myasnaya produktivnost' i morfologicheskkiye osobennosti tush bychkov pri razlichnykh variantakh promyshlennogo skreshchivaniya kombinirovannykh porod s myasnymi [Meat productivity and morphological characteristics of steers' carcasses under different variants of industrial crossing of combined and meat breeds] / M.M. Ertuyev V.S. Sysoyev // *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. – 1980. No. 1. Pp. 126–135. (In Russian)
10. *Boisseau N.* Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents / N. Boisseau P. Delamarche // *Sports Med*. 2000. 30 (6). Pp. 405–422. (In English)
11. *Hinriksson L.K.* Distribution of fibre sizes in human skeletal muscle. An enzyme Histochemical study in m. tibial anterior / L.K. Hinriksson J. Frieden // *Acta Physiol Scand*. 1985. Vol. 123. Pp. 171–177. (In English)
12. *Prigogine I.* Biologie et thermodynamique des phenomenes irreversibles / I. Prigogine J.M. Wiame // *Experientia*. 1946. Vol. 2. Pp. 451–453. (In French)
13. *Prokhorov I.P.* Characteristics of growth and development of calves' carcasse muscles of black-motley breed and its hybrids with aberdeen-angus and charolais / I.P. Prokhorov A.N. Pikul' // *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2017. Vol. 69. No. 9. Pp. 294–301. (In English)

14. *Schroeder E.T.* Androgen therapy improves muscle mass and strength but not muscle quality: results from two studies / E.T. Schroeder M. Terk F.R. Sattler // *American Journal of Physiology*. 2003. Vol. 285. Pp. 16–24. (In English)

15. Dose-dependent effects of testosterone on regional adipose tissue distribution in healthy young men / Woodhouse L.J., Gupta H-, Bhasin M. et al. // *Journal Clin. Endocrinol. Metabol.* 2004. Vol. 89. Pp. 718–726. (In English)

16. Testosterone-induced increase in muscle size in healthy young men is associated with muscle fiber hypertrophy / Sinha-Hikim I., Artaza J., Woodhouse L. et al. // *American Journal of Physiology*. 2002. Vol. 283. Pp. 154–164. (In English)

17. Testosterone dose-response relationships in healthy young men / S. Bhasin L. Woodhouse R. Casaburi et al. // *American Journal of Physiology*. 2001. Vol. 281. Pp. 1172–1181. (In English)

**Прохоров Иван Петрович** – доктор с.-х. наук, профессор кафедры мясного и молочного скотоводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязева, 49; тел.: (499) 976-18-19; E-mail: iprohorov@rgau-msha.ru).

**Эртуев Махар Магомедович** – доктор с.-х. наук, научный сотрудник Сочинского национального парка, Центра разведения и реабилитации переднеазиатского леопарда (354000, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Московская, д. 21).

**Пикуль Анжела Николаевна** – кандидат с.-х. наук, зав. отделом животноводства Тульского НИИСХ – филиала ФИЦ «Немчиновка» (301493, Тульская обл., Плавский р-н, п. Молочные Дворы, ул. Садовая, 7; E-mail: anzpikul@mail.ru).

**Ivan P. Prokhorov** – DSc (Ag), Professor, the Department of Meat and Dairy Cattle Breeding, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: (499) 976-18-19; E-mail: iprohorov@rgau-msha.ru).

**Makhar M. Ertuyev** – DSc (Ag), Researcher, the Sochi National Park, the Center for Breeding and Rehabilitation of the Persian Leopard (354000, Krasnodar region, Sochi, Moscow Str., 21).

**Anzhela N. Pikul** – PhD (Ag), Head of the Department of Animal Husbandry, the Tula Research Institute of Agriculture – Branch of Federal Research Center “Nemchinovka”, (301493, Tula region, Plavsk District, Molochnye Dvory village, Sadovaya Str., 7; E-mail: anzpikul@mail.ru).

## СОДЕРЖАНИЕ

## АГРОХИМИЯ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ

- Новиков Н.Н., Соловьева Н.Е. Влияние режима питания и фиторегуляторов (новосил, эпин) на качество зерна и состав белков пивоваренного ячменя при выращивании на дерново-подзолистой почве ..... 5

## ГЕНЕТИКА, БИОТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

- Сыксин С.В., Блинова С.А., Яшкин А.С., Кулаков В.Г., Кулакова Ю.Ю., Аладина О.Н., Соловьев А.А. Применение ISSR-анализа для идентификации видов рода колючещетинник *Cenchrus* ..... 19

## ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Благовещенский Г.В., Конончук В.В., Соболев С.В. Современное кормопроизводство в европейском сельском хозяйстве ..... 33
- Бурлуцкий В.А., Пэлий А.Ф., Диоп А., Беленков А.И., Бородина Е.С. Применение опрыскивателей Amazone нового поколения в прецизионных технологиях возделывания ярового рапса..... 48
- Синицына Е.В., Проценко В.Е., Карпун Н.Н., Митюшев И.М., Лобур А.Ю., Тодоров Н.Г. Первые полевые испытания феромонных препаратов российского производства для мониторинга и борьбы с коричнево-мраморным клопом *Halyomorpha halys* Stål..... 60

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКРОБИОЛОГИЯ

- Кривобок А.С., Бибикова Т.Н. Регуляция роста и пространственной ориентации боковых корней *Arabidopsis thaliana* L..... 80

## ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

- Панов В.П., Никитченко В.Е., Никитченко Д.В., Черепанова Н.Г., Сноз Г.В. Рост и соотношение морфофункциональных типов мышц у баранов романовской породы ..... 95
- Пронина Г.И., Корягина Н.Ю., Иванов А.А., Ревякин А.О., Степанова О.И. Ксенотрансплантация стволовых клеток мышей-доноров пойкилотермным гидробионтам как метод коррекции патологий и повышения репродуктивной активности..... 110
- Шувариков А.С., Пастух О.Н., Жукова Е.В., Жижин Н.А. Оценка молочной продуктивности и качества молока коз в зависимости от породы и генотипа по гену BLG (бета-лактоглобулина) ..... 130

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- Федорова Е.Ю., Максимов В.И., Смоленкова О.В., Овчинников А.В. АТФ-азные ферментные системы крови и молока овец пород «Тексель» и «Куйбышевская»..... 149
- Прохоров И.П., Эртуев М.М., Пикуль А.Н. Особенности роста и развития мускулатуры бычков симментальской породы и ее помесей с мясной симментальской и шаролезской..... 158

## CONTENTS

*AGROCHEMISTRY, SOIL SCIENCE AND ECOLOGY*

- Novikov N.N., Solovyeva N.Ye.* Influence of nutrition mode and phyto regulators (novosil, epin) on grain quality and proteins composition of brewing barley grown on sod-podzolic soil ..... 5

*GENETICS, BIOTECHNOLOGY, SELECTION AND SEED BREEDING*

- Syksin S.V., Blinov S.A., Yashkin A.S., Kulakov V.G., Kulakov Yu.Yu., Aladina O.N., Soloviev A.A.* Application of ISSR-analysis to identify species of the *Cenchrus* genus ..... 19

*AGRONOMY, CROP PRODUCTION, PLANT PROTECTION*

- Blagoveshchensky G.V., Kononchuk V.V., Sobolev S.V.* Modern forage production in European agriculture ..... 33
- Burlutskiy V.A., Peliy A.F., Diop A., Belenkov A.I., Borodina Ye.S.* Use of Amazone sprayers of a new generation in precision technologies of spring rapeseed cultivation ..... 48
- Sinitsyna E.V., Protsenko V.E., Karpun N.N., Mityushev I.M., Lobur A.Yu., Todorov N.G.* First field trials of russian-produced pheromone preparations for monitoring and control of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* Stål ..... 60

*PLANT PHYSIOLOGY, MICROBIOLOGY*

- Krivobok A.S., Bibikova T.N.* Regulating growth and spatial orientation of lateral roots of *Arabidopsis thaliana* L ..... 80

*LIVESTOCK BREEDING, BIOLOGY AND VETERINARY MEDICINE*

- Panov V.P., Nikitchenko V.Ye., Nikitchenko D.V., Cherepanova N.G., Snoz G.V.* Growth and ratio of morphofunctional muscle types in the romanov breed rams ..... 95
- Pronina G.I., Koryagina N.Yu., Ivanov A.A., Revyakin A.O., Stepanova O.I.* Xenotransplantation of mice-donors' stem cells to poikilothermic aquatic organisms as a method of correcting pathologies and improving reproductive activity ..... 110
- Shuvarikov A.S., Pastukh O.N., Zhukova Ye.V., Zhizhin N.A.* Evaluation of milk productivity and quality of goat milk depending on breed and genotype by BLG gene (beta-lactoglobulin) ... 130

*BRIEF MESSAGES*

- Fedorova Ye.Yu., Maksimov V.I., Smolenkova O.V., Ovchinnikov A.V.* ATPase enzyme systems of blood and milk of the Teksel and Kuibyshevskaya sheep breed ..... 149
- Ertuyev M.M., Prokhorov I.P., Pikul A.N.* Peculiarities of growth and development of the musculature of the simmental breed bull-calves and cross-breeds with the Simmental Meat and Charoleza breeds ..... 158



**Журнал «ИЗВЕСТИЯ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ»**

e-mail: [izvtsha@rgau-msha.ru](mailto:izvtsha@rgau-msha.ru)

тел.: (499) 976-07-48

---

Подписано в печать 24.06.2019 г. Формат 70×100/16 Бумага офсетная  
Гарнитура шрифта «Times New Roman» Печать офсетная. 10,75 печ. л.  
Тираж 500 экз.

---

Отпечатано в ООО «ЭйПиСиПублишинг»  
127550, г. Москва, Дмитровское ш., д. 45, корп. 1, оф. 8  
Тел.: (499) 976-51-84