

# Динамика роста мышц бройлеров кросса «Смена 9»

Андрей Борисович Дымков<sup>1</sup>, Дмитрий Николаевич Ефимов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сибирский научно-исследовательский институт птицеводства (СибНИИП) – филиал ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» («Омский АНЦ»); <sup>2</sup>ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» (ФНЦ «ВНИТИП»)

**Аннотация:** Целью исследования являлось изучение роста мышц и показателей их пищевой ценности у цыплят-бройлеров кросса «Смена 9» в раннем онтогенезе. Бройлеры кросса обладают высокой скоростью роста и хорошими мясными качествами. В 35-дневном возрасте выход грудных мышц от живой массы составил у петушков 24,57%, у курочек – 25,13%. Отношение абсолютной массы грудных мышц к мышцам бедра и голени в 35-дневном возрасте составляло 1,57-1,71:1. Определяющей выхода грудных мышц являлась масса поверхностной грудной мышцы, отношение которой к массе глубокой грудной мышцы составляло в разные периоды выращивания 3,2-4,1:1. За период 1-35 дней среднесуточный прирост белка в поверхностной и глубокой грудных мышцах составил 0,31 и 0,29 г, в мышцах бедра и голени – в 2 раза меньше. Содержание липидов в грудных мышцах, мышцах бедра и голени составило 1,60; 4,30 и 3,54% (на естественную влажность) соответственно. Установлена неравномерность развития поверхностной грудной мышцы: периоды усиленного роста сменялись некоторым замедлением. Волны роста коррелировали с изменением прироста белка и липидов в мышце.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, грудные мышцы, поверхностная грудная мышца, глубокая грудная мышца, мышцы бедра, мышцы голени, содержание белка, содержание липидов.

**Для цитирования:** Дымков, А.Б. Динамика роста мышц бройлеров кросса «Смена 9» / А.Б. Дымков, Д.Н. Ефимов // Птицеводство. – 2024. – №11. – С. 67-72.

**doi:** 10.33845/0033-3239-2024-73-11-67-72

**Введение.** Скорость роста остается приоритетом в селекции линий мясных кроссов кур, поскольку определяет экономическую эффективность их использования. Около 40% массы цыпленка-бройлера приходится на скелетные мышцы. Поэтому рост и развитие мышц представляются важнейшими составляющими производства конечной продукции – мяса птицы.

Масса мышц кур относится к признакам с полигенным наследованием и количественно определяется рядом генов. Анализом дифференциальной экспрессии генов установлено, что у самцов и самок за развитие мышц отвечают разные гены [1,2].

У цыплят-бройлеров современных кроссов на долю грудных мышц приходится более 1/5 от всей живой массы. Скорость

роста грудных мышц и организма цыпленка в целом являются сопоставимыми. Существует прямая аллометрическая зависимость между массой грудных мышц и массой тела. Вместе с тем, рост поверхностной и глубокой грудных мышц в онтогенезе протекает неравномерно: на разных временных промежутках роста организма поочередно преобладают процессы гипертрофии и гиперплазии мышц [3-6]. Хотя увеличение массы грудных мышц остается основным направлением, достаточное внимание уделяется и селекции по обмускуленности ног на ранних стадиях развития [7].

Наряду с увеличением выхода мышечной ткани, необходимо решать проблему сохранения качества мяса. Основными компонентами сырого мяса птицы являются

белки, липиды и минеральные вещества, референсные границы которых составляют 18,4-23,4; 1,3-6,0 и 0,8-1,2% соответственно. В пределах групп мышц данные показатели достаточно стабильны. Хотя под влиянием фактора кормления данные значения можно сдвинуть, но, как правило, этот сдвиг не превышает 1%. В большей степени лабильно содержание в мышцах липидов [8-11].

Как и в отношении роста массы мышц, их качественные показатели также контролируются полигенным наследованием. Оценка наследуемости признаков качества мяса бройлеров достаточно высока ( $h^2=0,35-0,81$ ), что предполагает эффективность целенаправленного отбора [12-14].

Целью исследования являлось изучение роста мышц и показате-





Таблица 1. Абсолютная и относительная (к живой массе) масса мышц бройлеров кросса «Смена 9»

Возраст, дни	Мышцы грудные						Мышцы бедра		Мышцы голени	
	в целом		поверхностная		глубокая		г	%	г	%
	г	%	г	%	г	%				
<b>Петушки</b>										
1	0,85	1,78	0,68	1,43	0,17	0,35	2,34	4,89	1,80	3,76
7	15,87	9,68	12,76	7,78	3,11	1,90	10,73	6,55	7,47	4,56
14	59,59	13,21	45,53	10,09	14,06	3,12	34,76	7,71	26,66	5,91
21	143,44	15,14	110,15	11,63	33,29	3,51	78,14	8,25	57,48	6,07
28	338,19	21,84	265,9	17,17	72,29	4,67	135,57	8,76	105,67	6,82
35	569,68	24,57	443,75	19,14	125,93	5,43	208,63	9,00	153,59	6,62
<b>Курочки</b>										
1	0,82	1,94	0,66	1,56	0,16	0,38	2,32	5,53	1,96	4,68
7	15,38	9,67	12,30	7,74	3,08	1,93	9,56	6,01	7,40	4,65
14	57,44	13,47	44,90	10,53	12,54	2,94	32,02	7,51	24,06	5,64
21	134,81	15,28	105,32	11,94	29,49	3,34	67,90	7,70	53,25	6,04
28	299,06	21,14	236,93	16,74	62,13	4,39	112,30	7,94	95,11	6,72
35	509,57	25,13	402,37	19,84	107,20	5,29	168,77	8,32	129,47	6,38

лей их пищевой ценности у цыплят-бройлеров кросса «Смена 9» в раннем онтогенезе.

**Материал и методика исследований.** Исследование выполнено в СибНИИП на бройлерах кросса «Смена 9». В суточном возрасте на выращивание было поставлено 400 голов. Нормы кормления соответствовали рекомендациям ВНИТИП. Срок выращивания – 35 дней. Убой и анатомическую разделку проводили один раз в 7 дней: с суточного до 28-дневного возраста – по 10 голов, в 35-дневном возрасте – по 5 голов петушков и курочек. Анатомическую разделку выполнили в соответствии с методикой ВНИТИП, до 28 дней пол птицы устанавливали на основании вскрытия [15]. В возрасте 1-28 дней определяли только массу мышц груди, бедер и голени, в 35-дневном возрасте, наряду с данными группами мышц, определяли массу мышц шеи, крыльев и каркаса. В мышцах определяли содержание белка и липидов. В суточном возрасте в глубокой грудной мышце, вследствие малой массы, определяли только содержание белка.

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью программного обеспечения IBM SPSS Statistics v.23.1.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Условия содержания и кормления являлись комфортными для бройлеров, о чем свидетельствуют высокие показатели живой массы в конце выращивания (петушки –  $2405 \pm 14,53$  г, курочки –  $2105 \pm 12,27$  г), сохранности (98,36%) и однородности ( $C_{v\sigma} = 8,79\%$ ,  $C_{v\varphi} = 8,15\%$ ).

Доля мышц груди, бедер и голени 35-дневных цыплят-бройлеров составила 89% от общей массы мышц ( $M_{\sigma} = 1047$  г;  $M_{\varphi} = 901$  г): мышцы груди – 52-53%, мышцы бедра – 19-21%, мышцы голени – 14-16%. На долю мышц каркаса пришлось 5%, мышц крыльев и шеи – по 3%. По литературным данным, последние три группы мышц представлены почти исключительно медленными (по скорости роста) типами волокон [16]. Поэтому, изучая мясную продуктивность и качество мяса, мы рассматривали только развитие мышц груди, бедра и голени, которые являются селекционными

признаками у птицы исходных линий кросса.

У суточных цыплят грудные мышцы имели массу <1 г, или почти 2% всей массы тела (табл. 1). Мышцы ног были достаточно развиты: их суммарная масса у петушков составила 4,14 г (8,65%) у курочек – 4,28 г (10,21%). Это можно объяснить тем, что куры относятся к выводковым видам птиц, птенцы которых сразу после вылупления способны передвигаться.

За первую неделю роста абсолютная масса грудных мышц увеличилась на 14,56-15,02 г, в том числе поверхностной – на 11,64-12,08 г, глубокой – на 2,92-2,94 г. Относительная масса данной группы мышц возросла на 7,73-7,90%, в основном, за счет поверхностной грудной мышцы (на 6,18-6,35%).

В 7- и 14-дневном возрасте абсолютная масса грудных мышц была сопоставима с суммарной массой мышц ног, а в дальнейшем превосходила ее. Данная разница возрастала по мере роста птицы: с 7,82-13,66 г в 21-дневном возрасте до 207,46-211,33 г – в 35-дневном. Если в суточном возрасте отношение массы



**Таблица 2. Химический состав мышц бройлеров кросса «Смена 9» (в 100 г мяса в натуральной влаге), г**

Возраст, дни	Мышцы грудные				Мышцы бедра		Мышцы голени	
	поверхностная		глубокая		белок	липиды	белок	липиды
	белок	липиды	белок	липиды				
1	12,06	2,91	11,68	-	13,56	5,12	13,42	4,90
7	19,17	1,42	18,74	0,95	16,54	8,49	16,29	3,26
14	20,57	0,98	20,05	1,17	17,82	7,97	17,53	4,08
21	20,84	1,45	20,57	1,36	18,32	9,78	18,10	3,53
28	21,69	0,73	21,50	1,23	18,72	5,50	18,33	3,48
35	22,76	1,60	21,68	0,90	19,15	4,30	18,36	3,54

грудных мышц к массе мышц бедра и голени составляло у петушков 0,21:1, у курочек – 0,19:1, то в 35-дневном возрасте оно достигало соответственно 1,57:1 и 1,71:1. За период 1-35 дней абсолютная масса грудных мышц увеличилась у петушков в 670 раз, у курочек – в 625 раз, в то время как масса мышц бедра – в 89 и 72 раза соответственно полу, голени – в 85 и 66 раз.

В зависимости от пола в первые две недели жизни относительная масса мышц бедра увеличилась на 1,98-2,82%, голени – на 0,96-2,15%. За этот промежуток времени относительная масса грудных мышц возросла на 11,43-11,53%, в том числе за счет поверхностной грудной мышцы – на 8,66-8,97%, глубокой – на 2,56-2,77%. В последующий период доля мышц бедра и голени возрастала очень медленно (менее чем на 1% в неделю), в то время как доля грудных мышц увеличивалась более значительно (в среднем на 3,79-3,89% в неделю).

Отношение массы поверхностной грудной мышцы к массе глубокой грудной мышцы в первые 2 недели выращивания составило 4,1:1. В дальнейшем данное отношение несколько уменьшилось, до 3,2-3,7:1. Хотя определяющей выхода грудных мышц являлась масса поверхностной грудной мышцы, необходимо отметить, что доля глубокой грудной мышцы в конце периода выращивания была

вполне сопоставима с долей мышц голени.

В первую неделю, когда наблюдался наиболее интенсивный рост мышц, отмечено наибольшее увеличение содержания в них белка. Среднесуточное увеличение белка в мышцах (в 100 г мяса в натуральной влаге) в этот период составило в поверхностной грудной 1,02 г, в глубокой грудной – 1,01 г, в мышцах бедра – 0,43 г, в мышцах голени – 0,41 г. Наибольшее увеличение содержания белка отмечено в грудных мышцах, обладавших большей скоростью роста по сравнению с мышцами ног. За вторую неделю выращивания среднесуточное увеличение содержания белка в грудных мышцах составило 0,19-0,20 г, в мышцах бедра и голени – по 0,25 г. В последующие недели выращивания наблюдалась тенденция небольшого увеличения количества белка в мышцах, более интенсивного в грудных мышцах, чем в мышцах ног. За период 1-35 дней среднесуточный прирост количества белка в поверхностной и глубокой грудных мышцах составил 0,31 и 0,29 г, в мышцах бедра и голени – соответственно 0,16 и 0,14 г. Фактически интенсивность отложения белка в грудных мышцах была в 2 раза больше по сравнению с мышцами ног (табл. 2).

Содержание липидов в мышцах достаточно лабильно. Отмечено, что в мышцах ног содержание

липидов во все периоды выращивания было больше, чем в грудных: в мышцах бедра – в 2,7-8,1 раза, в мышцах голени – в меньшей степени, в 1,3-1,9 раза. Это обусловлено тем, что селекция по скорости роста повлияла на структуру мышц и качество мяса, особенно грудных мышц, у которых произошло значительное увеличение диаметра мышечных волокон. Мышечное волокно состоит из клеток, окруженных сарколеммой, основным элементом которой, как и любой другой мембраны, являются липиды. Таким образом, у современных бройлеров на единицу площади в грудных мышцах приходится значительно меньше ткани, содержащей липиды, чем в ножных мышцах [17]. С этой же точки зрения можно предположить, что отсутствие тенденции увеличения липидов в мышцах груди, бедра и голени может свидетельствовать о том, что нарастание массы этих мышц в большей степени происходит за счет увеличения в них массы мышечных волокон, а не их количества.

В нашем исследовании выявлена неравномерность (волнообразность) развития поверхностной грудной мышцы: периоды усиленного роста сменялись некоторым замедлением (табл. 3). Увеличение относительной массы мышцы в первые две недели сопровождалось высокой скоростью



**Таблица 3. Возрастная динамика относительной массы поверхностной грудной мышцы и ее химического состава у бройлеров кросса «Смена 9»**

Показатель	Период выращивания, дни				
	1-7	8-14	15-21	22-28	29-35
Изменение относительной массы, %	6,26	2,54	1,47	5,19	1,49
Среднесуточный прирост, г:					
белка	1,02	0,20	0,04	0,12	0,15
липидов	-0,21	-0,06	0,07	-0,10	0,12

накопления белка и снижением содержания липидов. В третью неделю относительная масса мышцы изменилась значительно меньше по сравнению с предыдущими периодами. При этом в мышце наблюдалось снижение среднесуточного прироста белка и увеличение – липидов. Новый скачок интенсивности роста в четвертую неделю сопровождался изменениями среднесуточных приростов белка и липидов, соответствовавших первой и второй неделе. Изменение в пятую неделю выращивания предположительно связано с тем, что в этот период, ввиду достижения мышечными волокнами своих граничных значений, даль-

нейший рост мышцы идет за счет увеличения их количества. Данное предположение согласуется с данными других авторов [18].

Коэффициенты корреляции недельных изменений относительной массы поверхностной грудной мышцы и среднесуточных приростов белка и липидов в ней были высокими (соответственно  $r=0,741$ ,  $p=0,05$  и  $r=-0,919$ ,  $p=0,05$ ). Установлена отрицательная корреляционная зависимость между отложением белка и липидов в мышце ( $r=-0,758$ ,  $p=0,05$ ).

**Заключение.** Бройлеры кросса «Смена 9» обладают высокой скоростью роста и хорошими мясными качествами. В 35-дневном

возрасте доля мышц груди, бедра и голени составляет 40%. Выход грудных мышц составляет у пестушков 24,57% у курочек – 25,13%, отношение абсолютной массы грудных мышц к мышцам бедра и голени – 1,57-1,71:1. Определяющей выхода грудных мышц являлась масса поверхностной грудной мышцы, отношение которой к массе глубокой грудной мышцы составляла в разные периоды выращивания 3,2-4,1:1. За период 1-35 дней среднесуточный прирост белка в поверхностной и глубокой мышцах составил 0,31 и 0,29 г, в мышцах бедра и голени – в два раза меньше. Содержание липидов в грудных мышцах составило 1,60 г, в мышцах бедра – 4,30 г, в мышцах голени – 3,54 г. Установлена неравномерность развития поверхностной грудной мышцы: периоды усиленного роста сменялись некоторым замедлением. Волны роста коррелировали с изменением прироста белка и липидов в мышце.

### Литература / References

1. Ларкина, Т.А. Влияние генов на формирование скелетных мышц у кур / Т.А. Ларкина, Н.В. Дементьева // Международный научно-исследовательский журнал. - 2023. - №11. - С. 19. doi: 10.23670/IRJ.2023.137.38
2. Wu, P. Transcriptome for the breast muscle of Jinghai yellow chicken at early growth stages / P. Wu, X. Zhang, G. Zhang, F. Chen, M. He, T. Zhang, J. Wang, K. Xie, G. Dai // Peer J. - 2020. - V. 8. - P. e8950. doi: 10.7717/peerj.8950
3. Саламатин, В.В. Формирование мясной продуктивности цыплят-бройлеров при выпаивании биологически активной добавки // В.В. Саламатин, О.А. Волкова // Птицеводство. - 2024. - №3. - С. 25-28. doi:10.33845/0033-3239-2024-73-3-25-28
4. Gous, R.M. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscles of broilers / R.M. Gous, E.T. Moran Jr., H.R. Stilborn, G.D. Bradford, G.C. Emmans // Poult. Sci. - 1999. - V. 78. - No 6. - P. 812-821. doi: 10.1093/ps/78.6.812
5. Егорова, А.В. Прогресс в селекции отцовских линий породы корниш бройлерных кроссов СГЦ «Смена» / А.В. Егорова, Д.Н. Ефимов, Ж.В. Емануйлова, А.А. Комаров // Птицеводство. - 2023. - №9. - С. 6-12. doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-9-6-12
6. Панфилов, Р.Ю. Интенсивность роста и морфология грудных мышц бройлеров / Р.Ю. Панфилов // Омский научный вестник. - 2006. - №8. - С. 183-186.
7. Xue, Q. Transcriptomic profile of leg muscle during early growth in chicken / Q. Xue, G. Zhang, T. Li, J. Ling, X. Zhang, J. Wang // PLoS One. - 2017. - V. 12. - No 3. - P. e0173824. doi: 10.1371/journal.pone.0173824
8. Ленкова, Т.Н. Отечественная ксиланаза нового поколения в комбикормах для бройлеров / Т.Н. Ленкова, Т.А. Егорова, А.Н. Кияшко // Птицеводство. - 2023. - №9. - С. 41-45. doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-9-41-45



9. Егоров, И.А. L-лизин сульфат в кормлении цыплят-бройлеров / И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, Н.И. Живина, А.Г. Балановский // Птица и птицепродукты. - 2023. - №4. - С. 15-19. doi 10.30975/2073-4999-2023-25-4-15-19
10. Иванищева, А.П. Изменение элементного состава мышечной и костной ткани бройлеров на фоне скармливания им комплексной органо-минеральной добавки / А.П. Иванищева, Е.А. Сизова, А.М. Камирова, Е.А. Власов, Л.Л. Мусабаева // Птица и птицепродукты. - 2024. - №1. - С. 24-27. doi 10.30975/2073-4999-2024-26-1-24-27
11. Климова, Т.А. Изменение химического состава мышечной ткани бройлеров при скармливании им фитохимических веществ / Т.А. Климова, Ш.Г. Рахматуллин, М.Я. Курилкина, Г.К. Дускаев // Птица и птицепродукты. - 2024. - №1. - С. 65-68. doi 10.30975/2073-4999-2024-26-1-65-68
12. Jayasena, D.D. Flavour chemistry of chicken meat: a review / D.D. Jayasena, D.U. Ahn, K.C. Nam, C. Jo // Asian-Australas. J. Anim. Sci. - 2013. - V. 26. - No 5. - P. 732-742. doi: 10.5713/ajas.2012.12619
13. Mir, N.A. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review / N.A. Mir, A. Rafiq, F. Kumar, V. Singh, V. Shukla // J. Food Sci. Technol. - 2017. - V. 54. - No 10. - P. 2997-3009. doi: 10.1007/s13197-017-2789-z
14. Pampouille, E. Mapping QTL for white striping in relation to breast muscle yield and meat quality traits in broiler chickens / E. Pampouille, C. Berri, S. Boitard, C. Hennequet-Antier, S.A. Beauclercq, E. Godet, C. Praud, Y. Jégo, E. Le Bihan-Duval // BMC Genomics. - 2018. - V. 19. - No 1. - P. 202. doi: 10.1186/s12864-018-4598-9
15. Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы / В.С. Лукашенко, А.Ш. Кавтарашвили, И.П. Салеева [и др.]. - Сергиев Посад: ВНИТИП, 2015. - 103 с.
16. Noguchi, J. Complete primary structure and tissue expression of chicken pectoralis M-protein / J. Noguchi, M. Yanagisawa, M. Imamura, Y. Kasuya, T. Sakurai, T. Tanaka, T. Masaki // J. Biol. Chem. - 1992. - V. 267. - No 28. - P. 20302-20310. doi: 10.1016/S0021-9258(19)88702-1
17. Velleman, S.G. Relationship of skeletal muscle development and growth to breast muscle myopathies: a review / S.G. Velleman // Avian Dis. - 2015. - V. 59. - No 4. - P. 525-531. doi: 10.1637/11223-063015-Review.1
18. Панфилов, Р.Ю. Морфогенез грудных мышц цыплят-бройлеров в зависимости от генотипа и применения кормовой добавки из цист артемии: дис. ... канд. вет. наук: 16.00.02 / Панфилов Роман Юрьевич. - Омск, 2007. - 153 с.

#### Сведения об авторах:

**Дымков А.Б.:** кандидат сельскохозяйственных наук; dymkov53@mail.ru. **Ефимов Д.Н.:** кандидат сельскохозяйственных наук; dmi40172575@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 21.08.2024; одобрена после рецензирования 18.09.2024; принята к публикации 10.10.2024.

#### Research article

### The Age Dynamics of Muscle Growth in Smena-9 Broilers

Andrey B. Dymkov<sup>1</sup>, Dmitry N. Efimov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Siberian Research Institute of Poultry – branch of the Omsk Agrarian Scientific Center; <sup>2</sup>Federal Scientific Center “All-Russian Research and Technological Institute of Poultry”

**Abstract.** *The age dynamics of growth of muscles and alterations of their nutritive value during the early stage of the ontogenesis in broilers of Smena-9 cross were studied. It was found that broilers of the cross are characterized by high growth rate and muscle yields. The relative weight of breast muscles (to live bodyweight) at 35 days of age was 24.57% in males and 25.13% in females. Ratio of absolute weight of breast muscles to weight of leg muscles (thigh + shank) during the 35-day growth period was 1.57-1.71:1. The total weight of breast muscles was found to be determined primarily by the weight of the upper muscle (m. pectoralis major, MPMj); its ratio to the weight of the deeper muscle (m. pectoralis minor, MPMn) during 35 days of growth varied within the range of 3.2-4.1:1. Average daily gains of protein within MPMj and MPMn during 1-35 days of age were 0.31 and 0.29 g/bird/day, within the muscles of thigh and shank 2-fold lower. At 35 days lipid content in breast, thigh, and shank muscles*

was 1.60; 4.30 and 3.54%, respectively (at natural moisture content). An unevenness of the growth of MPMj was detected: periods of faster growth alternated with the periods of somewhat slower growth; these growth waves correlated with the alterations in the gains of protein and lipids within the muscle.

**Keywords:** broiler chicks, breast muscles, *m. pectoralis major*, *m. pectoralis minor*, thigh muscles, shank muscles, protein content, lipid content.

**For Citation:** Dymkov A.B., Efimov D.N. (2024) The age dynamics of muscle growth in Smena-9 broilers. *Ptitsevodstvo*, 73(11): 67-72. (in Russ.)

**doi:** 10.33845/0033-3239-2024-73-11-67-72

(For references see above)

**Authors:**

**Dymkov A.B.:** Cand. of Agric. Sci.; dymkov53@mail.ru. **Efimov D.N.:** Cand. of Agric. Sci.; dmi40172575@gmail.com.

Submitted 21.08.2024; revised 18.09.2024; accepted 10.10.2024.

© Дымков А.Б., Ефимов Д.Н., 2024

