Полиморфизм гена CAST и ассоциация его генотипов с показателями мясной продуктивности овец**Екатерина Дмитриевна Карпова, Евгения Семеновна Суржикова, Закир Камилович Гаджиев, Ирина Ивановна Дмитрик, Галина Викторовна Завгородняя**

ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», Ставропольский край, г. Михайловск, Россия, gadzhiev70@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены исследования, цель которых заключалась в сравнительной оценке мясной продуктивности и качества мяса молодняка (ярки) овец ставропольской породы разных генотипов ($CAST^{NN}$ и $CAST^{MM}$), выявленных методом ПЦР – ПДРФ и исследованиями химических и гистологических параметров. По результатам контрольного убоя установлено превосходство генотипа $CAST^{NN}$ над аналогом $CAST^{MM}$ генотипа по величине предубойной массы на 9,1 %, массе парной туши и ее выходу на 12,3 и 3,4 %. Показатели морфологического состава туш генотипа $CAST^{NN}$ соответствуют требованиям ГОСТ I категории. Морфометрический анализ свидетельствует о меньшем количестве мышечных, соединительнотканых волокон, но о большем диаметре мышечных волокон в мясе ярков генотипа $CAST^{NN}$, чем в мясе $CAST^{MM}$, что обеспечило ему более высокую балльную оценку «мраморности»: 32,41 против 27,17. Для выявления особо ценных животных и широкого применения их в селекционном процессе целесообразно использовать метод ПЦР анализа в совокупности с морфо-гистологическими исследованиями.

Ключевые слова: полиморфизм; $CAST$; генотип; мясная продуктивность; качество мяса; овцы.

Для цитирования: Карпова Е. Д., Суржикова Е. С., Гаджиев З. К., Дмитрик И. И., Завгородняя Г. В. Полиморфизм гена $CAST$ и ассоциация его генотипов с показателями мясной продуктивности овец // Аграрный научный журнал. 2022. № 1. С. 60–63. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i1pp60-63>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

Polymorphism of the CAST gene and association of its genotypes with indicators of sheep meat productivity**Ekaterina D. Karpova, Evgeniya S. Surzhikova, Zakir K. Gadzhiev, Irina I. Dmitrik, Galina V. Zavgorodnyaya**

North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center, Stavropol Territory, Mikhailovsk, Russia, gadzhiev70@yandex.ru

Abstract. The article presents studies aimed at a comparative assessment of the meat productivity and quality of meat of young sheep of the Stavropol breed of different genotypes ($CAST^{NN}$ and $CAST^{MM}$) identified by PCR – PDRF and studies of chemical and histological parameters. According to the results of the control slaughter, the superiority of the $CAST^{NN}$ genotype over the $CAST^{MM}$ genotype analogue in terms of the pre-slaughter mass by 9.1%, the mass of the paired carcass and its yield by 12.3 and 3.4% was revealed. Indicators of the morphological composition of $CAST^{NN}$ genotype carcasses meet the requirements of GOST I category. Morphometric analysis indicates a smaller number of muscle, connective-woven fibers, but a larger diameter of muscle fibers in the meat of the $CAST^{NN}$ genotype than in the $CAST^{MM}$ meat, which provided it with a higher score of "marbling": 32.41 vs. 27.17. To identify particularly valuable animals and their wide application in the breeding process, it is advisable to use the PCR analysis method in conjunction with morpho-histological studies.

Keywords: polymorphism; $CAST$; genotypes; meat productivity; meat quality; sheep.

For citation: Karpova E. D., Surzhikova E. S., Gadzhiev Z. K., Dmitrik I. I., Zavgorodnyaya G. V. Polymorphism of the $CAST$ gene and association of its genotypes with indicators of sheep meat productivity. Agrarny nauchny zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(1):60–63. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i1pp60-63>.

Введение. Мясное овцеводство набирает популярность, что обеспечивает ему важную, востребованную нишу мирового мясного рынка [8]. Российская Федерация не является исключением: ситуация складывается так, что происходит смещение акцентов со свинины и качественной говядины в сторону более дорогой, но высококачественной баранины. По данным Росстата, в течение 2014–2020 гг. объем потребления баранины рос в среднем на 5,7 % в год. По этому показателю Россия находится на 26-м месте в мире [13]. В настоящее время из всего объема потребления мяса на баранину приходится 3 %, или 1,14 кг/чел. [14]. Согласно последним утвержденным рекомендациям Министерства здравоохранения и социального развития, нормы потребления баранины увеличены с 1 до 3 кг в год [13].

Для оценки пищевой ценности продукта, кроме показателей, характеризующих его внешний вид и оказывающих первое впечатление на потребителя, необходимо более глубокое изучение химического состава, который обусловлен целым рядом факторов [4]. Качественные характеристики мясного продукта во многом определяются химическим составом мышечной ткани [5]. В нее входит множество лабильных веществ, количество и свойства которых могут существенно меняться в зависимости от многих факторов [6]. Биологическая ценность баранины определяется аминокислотным составом белка, жирнокислотным профилем его липидов [2, 7]. Также качество баранины зависит от морфологического состава туши, калорийности, органолептических, физико-химических и ряда других показателей, влияние на которые оказывают прижизненные как факторы, так и генетические характеристики [3, 15].

В настоящее время особо актуальной и перспективной задачей является оценка мясной продуктивности сельскохозяйственных животных, в том числе и овец, по генетическим маркерам [10]. Среди генов, контролирующих мясную продуктивность, значительная роль отводится гену кальпастанину – $CAST$ [11].

Цель нашей работы состояла в сравнительной оценке мясной продуктивности и качества мяса молодняка (ярки) овец ставропольской породы разных генотипов ($CAST^{NN}$ и $CAST^{MM}$), выявленных методом ПЦР – ПДРФ и исследова-

ниями химических и гистологических параметров.

Методика исследований. Эксперимент был заложен в СПК «Русь» Изобильненского района Ставропольского края на ярках ставропольской породы в возрасте 8 месяцев. Анализ по генетическому тестированию молодняка овец по гену *CAST* проводили в аккредитованной лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий ВНИИОК – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» методом полимиразно-цепной реакции – полиморфизм длин рестрикционных фрагментов (ПЦР – ПДРФ) на четырехканальном программируемом термоциклере «Терцик» фирмы «ДНК-технология» (Россия) с использованием набора специфических праймеров, синтезированных в научно-производственной лаборатории «СИНТОЛ» (Москва) [12].

Мясную продуктивность изучали по результатам контрольного убоя в 8-месячном возрасте, по показателям предубойной живой массы, массы парной туши, убойной массы, убойного выхода. Предубойную живую массу определяли путем взвешивания животных после 24-часовой голодной диеты с точностью до 0,1 кг. Массу парной туши определяли путем ее взвешивания с почками и околопочечным жиром; убойную массу – путем взвешивания туши и внутреннего жира, учитывая раздельно. Убойный выход вычислили как процентное отношение убойной массы к предубойной живой массе. Сортовой и морфологический состав туш определяли по ГОСТ Р 52843-2007. Результаты измерений и взвешиваний обрабатывали методами вариационной статистики [1].

Результаты исследований. По результатам генотипирования опытных групп молодняка установлено, что полиморфизм гена *CAST* представлен двумя аллелями *CAST^M* и *CAST^N* с разной чистотой встречаемости: низкой – аллель *CAST^N* (0,18), высокой – *CAST^M* (0,82), табл. 1.

Выявленная закономерность нашла отражение в частоте встречаемости гомозиготных *CAST^{MM}*, *CAST^{NN}* и гетерозиготных *CAST^{MN}*: 0,70; 0,06; 0,23 соответственно. На основании результатов генотипирования был проведен контрольный убой 8-месячных ярок генотипов *CAST^{NN}* и *CAST^{MM}*, по 3 головы. Сравнительный анализ результатов контрольного убоя показал превосходство ярок генотипа *CAST^{NN}* над аналогом *CAST^{MM}* по величине предубойной живой массы, составившей 3 кг, или 9,1 % ($p<0,01$), табл. 2. При этом масса после голодной выдержки ягнят генотипа *CAST^{NN}* была выше на 10,6 %, чем у сверстников генотипа *CAST^{MM}*. Что нашло отражение на массе парной туши и ее выходе. Так, масса парной туши ягнят генотипа *CAST^{NN}* составила 14,7 кг, что обеспечило 44,4 % ее выхода, против 2,9 кг и 42,9 % у сверстниц генотипа *CAST^{MM}*. ($p<0,01$). Величина одного из важнейших показателей – убойного выхода была достоверно выше на 3,2 % у ярок генотипа *CAST^{NN}* по сравнению с генотипом *CAST^{MM}* ($p<0,01$).

Анализ морфологического состава туш молодняка исследуемых генотипов овец свидетельствует о превосходстве показателей туш ягнят генотипа *CAST^{NN}* по сравнению с тушками носителей генотипа *CAST^{MM}*. Это дает основание, согласно требованиям ГОСТ, отнести мясную продукцию ягнят генотипа *CAST^{NN}* к I категории качества.

Морфологический состав туш ярок генотипа *CAST^{NN}* позволяет отнести полученную от них мясную продукцию к I категории качества. Согласно требованиям, выход мяса с жиром для этой категории продукции – не менее 73,5 %. Выход мяса-мякоти ярок генотипа *CAST^{NN}* составил 74,8 %, у ярок генотипа *CAST^{MM}* показатель оказался ниже. Коэффициент мясности был выше у ярок генотипа *CAST^{NN}* – 2,97, а у животных с генотипом *CAST^{MM}* – 2,67. Таким образом, морфологический состав туш подопытных животных выявил преимущество ярок с генотипом *CAST^{NN}* по всем показателям (табл. 3).

Качество мяса, калорийность характеризует его химический состав (табл. 4). Сравнительный анализ химического состава длиннейшей мышцы спины исследуемых генотипов свидетельствует о более высоком количестве влаги и протеина, но более низком содержании жира в тушах молодняка генотипа *CAST^{NN}* по сравнению с *CAST^{MM}*, с разницей соответственно на 0,9; 0,5 %, 1,2 абс.% ($p<0,05$). Что отразилось на калорийности мяса. У ярок генотипа *CAST^{NN}* она оказалась меньше, чем у генотипа *CAST^{MM}*, с разницей на 3,9 % ($p<0,01$).

Таблица 1

Аллельный спектр гена *CAST* овец ставропольской породы

Ген	Частота встречаемости				
	генотип			аллель	
CAST	MM	NN	MN	M	N
	0,70	0,06	0,23	0,82	0,18

Таблица 2

Результаты контрольного убоя ярок разных генотипов ($n = 6$)

Показатель	<i>CAST^{NN}</i>	<i>CAST^{MM}</i>
Предубойная живая масса, кг	33,1±0,31**	30,1±0,25
Масса после голодной выдержки, кг	32,8±0,15***	29,3±0,27
Масса парной туши, кг	14,7±0,12***	12,9±0,14
Выход туши, %	44,4	42,9
Масса внутреннего жира, кг	0,62±0,01*	0,58±0,03
Убойная масса, кг	15,32±0,12***	13,48±0,14
Убойный выход, %	46,3	44,8

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$ (здесь и далее).

Таблица 3

Морфологический состав туш ярок разных генотипов ($n = 6$)

Показатель	<i>CAST^{NN}</i>	<i>CAST^{MM}</i>
Масса остывшей туши, кг	13,91±0,11**	12,20±0,13
Масса мяса-мякоти, кг	10,41±0,15***	8,87±0,16
Выход мяса-мякоти, %	74,8	72,7
Коэффициент мясности	2,97	2,67

Поскольку о пищевой ценности, нежности, сочности мяса судят по количеству в нем мышечных волокон, содержанию соединительной ткани, а также по общей оценке «мраморности», то был проведен сравнительный анализ изучаемых показателей длиннейшей мышцы спины молодняка генотипов $CAST^{NN}$ и $CAST^{MM}$ (табл. 5).

Анализ результатов морфометрических исследований показал, что в мышечной ткани ярок генотипа $CAST^{NN}$ по сравнению с $CAST^{MM}$ было достоверно меньше мышечных волокон – на 9,8 %, соединительной ткани – на 6,18 абс.%, но диаметр мышечных волокон больше на 9,7 %. При общей балльной оценке «мраморности» мяса показатель оказался выше на 16,2 % у генотипа $CAST^{NN}$, 32,41 балла против 27,17 балла (см. рисунок).

Расчет экономической эффективности реализации на мясо ягнят разных генотипов, находящихся в одинаковых условиях кормления и содержания, проводили на основании суммарных затрат на производство, данных приростов живой массы и выручки от реализации продукции в течение опытного периода по ценам, сложившимся на год исследований (табл. 6).

При стоимости 1 кг в среднем 290 руб. выручка от реализации мяса ярок генотипа $CAST^{NN}$ составила 4442,8 руб., превосходя по этому показателю своих сверстниц, носителей генотипа $CAST^{MM}$, на 533,6 руб., или 13,6 %. Это обеспечило более высокий уровень рентабельности – 15,4 %.

Заключение. Комплексная оценка племенных животных на основе ДНК-маркеров и традиционных зоотехнических методов и приемов позволяет дать объективную характеристику животных и выявить особо ценных в раннем возрасте для интенсивного использования в селекционных программах по повышению эффективности мясной продуктивности в овцеводческой отрасли.

Таблица 4

Химический состав туш ярок разных генотипов ($n = 6$)

Показатель	$CAST^{NN}$	$CAST^{MM}$
Влага, %	62,8±1,15	61,9±1,35
Жир, %	17,2±0,95	18,4±1,10
Белок, %	19,3±1,86	18,8±1,18
Зола, %	0,7±0,02	0,9±0,03
Сухое вещество, %	37,2	38,1
Калорийность, ккал/мДж	2390,9	2481,2
	9,8	10,2

Таблица 5

Результаты морфометрических исследований длиннейшей мышцы спины ярок разных генотипов

Показатель	$CAST^{NN}$	$CAST^{MM}$
Количество мышечных волокон на 1мм ²	245,77±5,4	269,77±4,8*
Диаметр мышечных волокон, мкм	37,66±1,5*	34,0±0,5
Общая оценка «мраморности», балл	32,41±1,0**	27,17±1,0
Содержание соединительной ткани, %	10,92	17,10

Гистологические срезы (поперечные/продольные) *L. Dorsi* овец ставропольской породы разных генотипов: а – $CAST^{NN}$; б – $CAST^{MM}$:
1 – мышечные волокна; 2 – жировая ткань; 3 – соединительная ткань
(окраска: гематоксилин Каррарчи и судан III, увел. 10×40)

Эффективность реализации на мясо ягнят разных генотипов (8 месяцев)

Показатели	CAST ^{NN}	CAST ^{MM}
Затраты на выращивание, руб.	3850	3850
Убойная масса, кг	15,32	13,48
Стоимость 1 кг мяса, руб.	290	290
Выручка от реализации мяса, руб.	4442,8	3909,2
Прибыль, руб.	592,8	59,2
Рентабельность, % (±)	15,4	1,5

Список литературы

1. Дегтярь А. С., Колосов А. Ю., Романец Т. С. Мясная продуктивность помесного молодняка овец [Электронный ресурс] // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 105. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/myasnaya-produktivnost-pomesnogo-molodnyaka-ovets> (дата обращения: 27.09.2021).
2. Дмитрик И. И., Завгородняя Г. В., Павлова М. И. Способ гистологической оценки качества кожи овец. Ставрополь, 2013. 32 с.
3. Дмитрик И. И., Овчинникова Е. Г. Оценка мясных качеств овец ставропольской породы по комплексу свойств // Ветеринарная патология. 2013. С. 74–78.
4. Ефимова Н. И., Завгородняя Г. В., Шумаенко С. Н., Штельмах А. И. Качественная оценка мясной продуктивности молодняка овец разного происхождения // Овцы, козы, шерстяное дело. 2012. № 2. С. 45.
5. Квитко Ю. Д., Скокова А. В., Силкина С. Ф. Мясная продуктивность и качество мяса молодняка овец разного происхождения // Овцы, козы, шерстяное дело. 2012. № 2. С. 39–40.
6. Малышева Е. С., Бессонова Н. М. Оценка качественных характеристик баранины // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 4. С. 124–127.
7. Селионова М. И., Дмитрик И. И., Завгородняя Г. В. Микроструктурная оценка качества мяса овец разного направления продуктивности // Зоотехния. 2014. № 11. С. 26–27.
8. Селионова М. И., Бобрышова Г. Т. Овцеводство Ставропольского края, настоящее и будущее // Овцы, козы, шерстяное дело. 2016. № 1. С. 4–7.
9. Селионова М. И., Багиров В. А. О некоторых итогах научного обеспечения овцеводства и козоводства Российской Федерации // Овцы, козы, шерстяное дело. 2014. № 1. С. 2–3.
10. Чижова Л. Н., Шарко Г. Н., Михайленко А. К. Генетические маркеры в мясном скотоводстве // Сборник науч. тр. Всерос. науч.-исслед. ин-та овцеводства и козоводства. 2016. Т. 2. № 9. С. 258–264.
11. Чижова Л. Н., Абонеев В. В., Шумаенко С. Н., Ефимова Н. И. Генетические маркеры в селекции овец // Овцы, козы, шерстяное дело. 2014. № 2. С. 11–12.
12. Чижова Л. Н., Суржиков Е. С., Михайленко Т. В. Оценка генетического потенциала молодняка молочного скота по маркерным генам CSN3, GH, PIT-1, PRL // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 6. С. 40–46.
13. URL: <http://ikar.ru> (дата обращения 02.08.2021 г.).
14. URL: <https://belgorod.meatinfo.ru> (дата обращения 02.08.2021 г.).
15. URL: <https://www.timacad.ru> (дата обращения 02.08.2021 г.).

References

1. Degtyarev A. S., Kolosov A. Yu., Romanets T. S. Meat productivity of young crossbred sheep. *Scientific journal of Kubsau*. 2015. No. 105. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/myasnaya-produktivnost-pomesnogo-molodnyaka-ovets> (date accessed: 27.09.2021). (In Russ.).
2. Dmitrik I. I., Zavgorodnyaya G. V., Pavlova M. I. Method of histological assessment of quality sheep skin. Stavropol; 2013. 32 p. (In Russ.).
3. Dmitrik I. I., Ovchinnikova E. G. Evaluation of meat qualities of sheep of the Stavropol breed according to the complex of properties // *Veterinary pathology*. 2013; P. 74–78. (In Russ.).
4. Efimova N. I., Zavgorodnyaya G. V., Shumenko S. N., Stellmach A. I. Qualitative assessment of meat productivity of young sheep of a different origin. *Sheep, goats, wool business*. 2012;(2):45. (In Russ.).
5. Kvitko Y. D., Skokova A. V., Silkin S. F. Meat productivity and meat quality of young sheep of a different origin. *Sheep, goats, wool business*. 2012;(2):39–40. (In Russ.).
6. Malysheva E. S., Bessonova N. M. Evaluation of the qualitative characteristics of mutton. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2016;(4):124–127. (In Russ.).
7. Selionova M. I., Dmitrik I. I., Zavgorodnyaya G. V. Microstructural assessment of the quality of sheep meat in different directions of productivity. *Zootekhnika*, 2014;(11):26–27. (In Russ.).
8. Selionova M. I., Bobryshova G. T. Sheep breeding of the Stavropol Territory, present and future. *Sheep, goats, wool business*. 2016;(1):4–7. (In Russ.).
9. Selionova M. I., Bagirov V. A. some Of the results of scientific support for sheep breeding and goat breeding in the Russian Federation. *Sheep, goats, wool business*. 2014;(1). 2–3. (In Russ.).
10. Chizhova L. N., Charcot G. N., Mikhailenko A. K. Genetic markers in beef cattle. *Collection of scientific works of the all-Russian research Institute of sheep and goat breeding*. 2016;(29):258–264. (In Russ.).
11. Chizhova L. N., Aboneyev V. V., Shumenko S. N., Efimova N. I. Genetic markers in breeding sheep. *Sheep, goats, wool business*. 2014;(2):11–12. (In Russ.).
12. Chizhova L. N., Surzhikov E. S., Mikhailenko T. V. Evaluation of genetic potential of young dairy cattle by marker genes CSN3, GH, PET-1, PRL. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2020;(6):40–46. (In Russ.).
13. URL: <http://ikar.ru> (Accessed 02.08.2021).
14. URL: <https://belgorod.meatinfo.ru> (Accessed 02.08.2021).
15. URL: <https://www.timacad.ru> (Accessed 02.08.2021).

Статья поступила в редакцию 28.09.2021; одобрена после рецензирования 29.09.2021; принята к публикации 10.10.2021.

The article was submitted 28.09.2021; approved after reviewing 29.09.2021; accepted for publication 10.10.2021.