

Библиографический список

1. Большой Всероссийский приз / сост. М.М. Улитин. – М.: «Марс», 2001. – 480 стр.
2. Брэдли, Д. Современные линии жеребцов стандартбредной породы / Джон Брэдли. – Пермь: Изд-во «Книжный мир», 2011. – 456 стр.
3. Правила испытаний лошадей рысистых пород на ипподромах ОАО «Российские ипподромы». – М.: ЦМИ, 2015. – 40 стр.

УДК 636.033

СВЯЗЬ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ ЛЕПТИНА И КАЛЬПАИНА С ЭНЕРГИЕЙ РОСТА У МОЛОДНЯКА АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ

Коновалова Елена Николаевна, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста,

Романенкова Ольга Сергеевна, научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста

Евстафьева Лилия Валерьевна, аспирант ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Аннотация: Исследован полиморфизм генов лептина, кальпаина, его связь с энергией роста у молодняка абердин-ангусской породы стада ООО «КФХ «Хэпти Фарм». В гене LEP наиболее часто выявлялся генотип TC: среди бычков 42,19%, телок – 45,68%. В гене CAPN1_316 таковым оказался генотип GG, который выявлялся у 51,56% бычков и 69,14% телочек. Особи с генотипом TT LEP демонстрировали наибольшую живую массу, среднесуточный привес которой в период от рождения до 8 месяцев составил 830 граммов и был достоверно выше по сравнению с животными CT-генотипа. В гене CAPN1_316 наибольшие среднесуточные привесы были у животных с генотипом CC – 770 г, тогда как у особей генотипов GC и GG соответственно 720 г и 730 г.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, абердин-ангусская порода, маркеры продуктивности, лептин, кальпаин I.

Наращивание объемов производства говядины от специализированного мясного скота является одной из приоритетных задач отечественного мясного скотоводства. Всесторонняя, целенаправленная государственная поддержка данного направления выразилась в динамичном росте мясного скота в России в последнее десятилетие [1]. Наряду с количественным ростом поголовья, важно его качественное улучшение. В настоящее время в селекции животных широко

применяются молекулярно-генетические маркеры, ассоциированные с мясной продуктивностью [2, 3].

Одной из перспективных для разведения в условиях средней полосы России является абердин-ангусская порода. Она получила распространение не только в крупных агрохолдингах, но и в небольших фермерских хозяйствах [1]. ООО «КФХ «Хэппи Фарм» – одно из таких хозяйств в Калужской области. Специалисты хозяйства проводят генетическое типирование по ряду генов, таких как лептин (*LEP*) и кальпаин 1 (*CAPN1*).

Аллель Т в гене связан с повышенной экспрессией мРНК гормона лептина и обуславливает большее потребление корма и получение туш с высоким содержанием жира [4]. В тоже время аллель С связан с меньшим отложением жира в туше, благодаря чему от животных-носителей данного генотипа получают туши с более постным мясом [5].

С нежностью мяса после убоя ассоциирован ген кальпаина 1 (*CAPN1*). Однонуклеотидная замена в позиции с.947G>C обуславливает ослабление связей между мышечными волокнами и создает условия для равномерного распределения внутримышечного жира, что и обеспечивает большую «мраморность», нежность и сочность мяса [6].

Вышеизложенное определило актуальность настоящего исследования, цель которого заключалась в исследовании стада ООО «КФХ «Хэппи Фарм» по генам *LEP*, *CAPN1* и выявлении связи различных аллельных вариантов с откормочными качествами животных абердин-ангусской породы.

Методика. Исследования проводились на базе ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в период 2021-2022 гг. в рамках научного сотрудничества с РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева. Объектом исследования явилась популяция молодняка крупного рогатого скота абердин-ангусской породы ООО «КФХ «Хэппи Фарм» (n=145), представленная группами бычков (n=64) и телок (n=81). От животных были отобраны образцы крови, из которых выделена ДНК при использовании набора ДНК-Экстран 1 (ЗАО «Синтол», Россия) в соответствии с протоколом производителя.

Для амплификации областей мутации исследуемых генов при помощи программного обеспечения Primer3Plus (<https://www.primer3plus.com/>) были подобраны олигонуклеотидные праймеры: LPN_F: tgatagccatggcagacagc; LPN_R: cctccctaccgtgtgtgaga; *CAPN1_316*; CAPN316_F: tgaactaccagggccagatg; CAPN316_R: acaggggtggttccagttg; и рестрикции соответственно *HpyCH4V* (TG↓CA), *BstDSI* (C↓CRYGG).

Температурные режимы ПЦР были следующими: денатурация при 95°C, элонгация – 72°C, отжига – 61°C. Временные условия представляли следующие этапы: начальная денатурация – 3 мин, последующие 35 повторяющихся циклов денатурации (30 с), отжига (40 с), элонгации (30 с) и финальная элонгация – 4 мин. ПЦР-амплификацию проводили на термоциклере Biorad T100 (BioRad, Сингапур) в Центре коллективного пользования ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Анализ продуктов ПЦР-ПДРФ проводили при помощи метода гель

электрофореза в агарозном геле с содержанием агарозы 2% при напряженности электрического поля 125 В в течение 30 минут.

Статистический анализ полученных результатов проводили по стандартным методикам (24, 25) и при помощи программного пакета Excel 2013. Достоверность различий оценивали при помощи t-теста Стьюдента. Разница считалась статистически значимой при $p < 0,05$.

Результаты. Генотипирование молодняка ООО «КФХ «Хэппи Фарм» позволило установить, что все исследованные гены были полиморфны, однако, частота гомозиготных и гетерозиготных генотипов среди бычков и телочек варьировала в широких пределах (табл. 1).

По полиморфизму *Arg4Cys LEP* установлены три возможных генотипа, при этом генотипы СС и ТС в обеих группах выявлялись с близкой частотой – 21,88 и 25,93%%; 42,19 и 45,68%% соответственно. Носители генотипа ТТ среди бычков выявлялись чаще – в 35,93% случаев, среди телочек значительно реже – 28,39%.

По полиморфизму *CAPN1_316* также выявлено все три возможных генотипа, но частоты встречаемости желательного с точки зрения селекции генотипа ТТ среди бычков и телок были относительно невысокими и составили 7,81 и 8,64%% соответственно. Большинство животных – 51,59% среди бычков и 69,14% среди телок, были гомозиготными по аллелю G. Доля гетерозигот среди бычков составила 40,63%, тогда как среди телок почти в два раза ниже – 22,22%.

Таблица 1

Результаты генотипирования КРС ООО «КФХ «Хэппи Фарм» по полиморфизмам *F94L MSTN*, *Arg4Cys LEP* и *CAPN1_316*

Полиморфизм	Генотип	Частота встречаемости, %	
		Бычки (n=64)	Телки (n=81)
<i>Arg4Cys LEP</i>	ТТ	35,93	28,39
	ТС	42,19	45,68
	СС*	21,88	25,93
	Т	0,51	0,49
	С	0,49	0,51
<i>CAPN1_316</i>	GG	51,56	69,14
	GC	40,63	22,22
	СС*	7,81	8,64
	G	0,80	0,72
	С*	0,20	0,28

* желательные для селекции аллель и генотип

Анализ динамики живой массы молодняка в ООО КФХ «Хэппи-Фарм» позволил сделать заключение, что исследуемые животные являются высокопродуктивными и превосходят минимальные требования по породе, предъявляемым к животным класса элита-рекорд в восемь месяцев [7]. Так, средняя живая масса при рождении составляла $23,73 \pm 0,51$ кг у бычков и $22,18 \pm 0,38$ кг у телок; в возрасте 6 месяцев бычки достигали $181,18 \pm 1,98$ кг, телки – $168,38 \pm 1,47$ кг; в восемь месяцев бычки и телки весили в среднем $219,69 \pm 2,85$ и $201,14 \pm 1,89$ кг, соответственно. Среднесуточные привесы составили в среднем за период от рождения

до восьми месяцев $0,803 \pm 0,01$ кг в группе бычков и $0,733 \pm 0,01$ кг в группе телок. Проведенный анализ уровня продуктивности молодняка в ООО КФХ «Хэппи-Фарм» свидетельствует о том, что в хозяйстве созданы условия для реализации потенциала продуктивности и возможности получения репрезентативных данных при сопоставлении показателей животных разных генотипов по генам *LEP* и *CAPN1*.

Результаты поиска связи между определенными генотипами по изучаемым SNPs с показателями динамики живой массы, представлены в таблице 2.

Анализ данных показывает, что животные с генотипом ТТ по полиморфизму *Arg4Cys LEP* при меньшем весе при рождении в возрасте шесть и восемь месяцев имели большую живую массу, по сравнению с животными с генотипами ТС и СС. Так, в указанные периоды средняя масса бычков с генотипом ТТ составила 22,7; 184,3 и 225,8 кг, соответственно. В то время как средняя масса при рождении бычков с генотипом ТС была 24,6 кг, в возрасте шести и восьми месяцев – 179,1 и 214,5 кг, соответственно. Бычки с генотипом СС, имевшие максимальный по сравнению с другими генотипами вес при рождении – 23,7 кг, в возрасте шести месяцев весили 179,9 кг, восьми месяцев – 219,8 кг.

Таким образом, за период от рождения до восьми месяцев прирост живой массы в ряду генотипов ТТ-ТС-СС составил 203,1-189,9-196,1 кг, соответственно. Приведенные данные свидетельствуют о том, что наименьшая разница оказалась у бычков с гетерозиготным генотипом. В группе телок наблюдалась аналогичная закономерность – наименьший привес живой массы от рождения до восьми месячного возраста демонстрировали животные с генотипом СС, которые весили 199,1 кг и уступали ТТ и ТС генотипам на 6,5 кг ($p < 0,05$) и 0,6 кг, соответственно.

Таблица 2

Динамика живой массы животных ООО «КФХ «Хэппи Фарм»

SNP	Генотип	Живая масса, М±m, кг					
		При рождении		6 мес.		8 мес.	
		бычки	телочки	бычки	телочки	бычки	телочки
<i>Arg4Cys LEP</i>	ТТ	22,7±0,69	21,0±0,44	184,3±3,26	171,6±2,19	225,8±4,77	205,6±2,68
	ТС	24,6±0,86	22,1±0,54	179,1±2,85	167,4±2,02	214,5±3,80	199,7±2,49
	СС	23,7±1,13	23,5±0,90	179,9±4,86	166,9±3,62	219,8±7,2	199,1±4,86
<i>CAPN1_316</i>	GG	23,8±0,71	22,3±0,46	179,7±2,64	168,6±1,75	218,1±3,97	201,5±2,25
	GC	23,7±0,79	22,7±0,78	184,7±3,27	165,2±3,39	224,0±4,57	198,3±4,34
	CC	23,4±2,27	19,7±0,47	173,0±5,69	175,4±1,89	207,9±7,63	206,3±4,79

Влияние полиморфизма гена кальпаина 1 *CAPN1_316* было иным и различалось между бычками и телочками. Наибольший прирост живой массы от рождения до восьми месяцев наблюдался у гетерозиготных GC-бычков и составил 200,3 кг, тогда как у особей с генотипами GG и СС он равнялся 194,3 кг и 184,5

кг, соответственно. Среди телочек быстрее набирали живую массу носители СС генотипа: разность между рождением и в восьмимесячном возрасте была 186,6 кг, что было выше по сравнению с генотипами GG и GC на 4,8 и 6,4% соответственно, однако превосходство не носило достоверного характера и указывало лишь на тенденцию.

В локусе *Arg4Cys LEP* наиболее выраженное влияние оказывал аллель Т в гомозиготном состоянии среди бычков: особи с генотипом ТТ прибавляли ежедневно на 30 и 50 г больше, чем сверстники с генотипами СС и ТС, при этом разность между ТТ и ТС особями была достоверной.

В локусе *CAPNI_316* более заметно влияние аллеля С среди телок также в гомозиготном состоянии: СС-особи имели превосходство по среднесуточным привесам над GG- и GC-сверстницами на 40 и 50 г соответственно.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать заключение с целью увеличения живой массы молодняка целесообразен отбор животных с генотипом ТТ *Arg4Cys LEP*.

Библиографический список

1. Дунин, И.М. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации: реалии и перспективы / И.М. Дунин, С.Е.Тяпугин, Р.К.Мещеров, В.П.Ходыков, В.К. Аджигбеков, Е.Е. Тяпугин, А.В. Дюльдина // Молочное и мясное скотоводство. – 2020 – № 2. – С. 2-7. DOI: 10.33943/MMS.2020.40.30.001.
2. Mrode, R. Genomic selection and use of molecular tools in breeding programs for indigenous and crossbred cattle in developing countries: current status and future prospects (review article). R. Mrode, J.M.K. Ojango, A.M. Okeyo, J.M. Mwacharo // Frontiers Genetics Section Livestock Genomics. – 2019. DOI: 10.3389/fgene.2018.00694.
3. Moravčíková, N. Analysis of selection signatures in the beef cattle genome / N. Moravčíková, R. Kasarda, L.Vostrý, Z.Krupová, E.Krupa, K.Lehocká, B.Olšanská, A.Trakovická, R.Nádaský, R.Židek, L.Belej, J.Golian // Czech Journal of Animal Science. – 2019. – №64 (12). – С. 491–503. DOI: 10.17221/226/2019-CJAS.
4. Mota, L.F.M. Circulating leptin and its muscle gene expression in Nellore cattle with divergent feed efficiency / L.F.M. Mota, C.M. Bonafé, P.A. Alexandre, M.H. F.J. Santana, E.Toriyama, A.V. Pires, S. L. Silva, P.R. Leme, J.B.S. Ferraz, H. Fukumasu // Journal of Animal Science and Biotechnology. – 2017. – №8. – С. 71. DOI 10.1186/s40104-017-0203-3.
5. Buchanan, F.C. Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels / F.C. Buchanan, C.J. Fitzsimmons, A.G. Van Kessel, T.D.Thue, D.C.Winkelman-Sim, S.M. Schmutz // Genetics, Selection, Evolution. – 2002. – №34. – С. 105-116. DOI: 10.1186/1297-9686-34-1-105.
6. Casas, E. Effects of calpastatin and micro-calpain markers in beef cattle on tenderness traits / E.Casas, S. N. White, T. L.Wheeler, S. D.Shackelford, M.Koohmaraie, D. G. Riley, C. C.Chase, D. D.Johnson, T. P. Smith // Journal of Animal Science. – 2006. – №84. – С. 520-5255. DOI: 10.2527/2006.843520x.

7. Методические рекомендации по порядку и условиям проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности. Под ред. Дудина И.М. / Лесные Поляны. 2020. <https://files.stroy-inf.ru/Data2/1/4293721/4293721853.pdf>.

УДК 636.033

РОСТ И РАЗВИТИЕ БЫЧКОВ КАВКАЗСКОЙ БУРОЙ ПОРОДЫ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ В ГОРНОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

Мурадян Арам Мишаевич, к.с.-х.н., доцент, докторант кафедры молочного и мясного скотоводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Крестьянинова Екатерина Игоревна, к.с.-х.н., ассистент кафедры молочного и мясного скотоводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аксенова Ольга Николаевна, к.в.н., ген. директор ООО «ЮжУрал племактив»,

Читчян Тигран Жирайович, к.с.-х.н. доцент, зав. каф. животноводства Национального аграрного университета Армении.

***Аннотация:** В статье приводятся результаты изучения среднесуточного прироста бычков кавказской бурой породы и её помесей с голштинской и джерсейской породами. Исследование проведено в неблагоприятных климатических условиях горной зоны республики Армении. Особенности роста и развития бычков изучены общепринятыми методами: взвешиванием, определением абсолютного, относительного прироста и коэффициента увеличения живой массы с возрастом.*

***Ключевые слова:** кавказская бурая порода, голштинская порода, джерсейская порода, помеси, бычки, живая масса, коэффициент роста, горная зона*

Введение. Горная зона республики Армении располагает большими массивами сенокосов и пастбищ, которые могут быть использованы для получения экологически чистой молочной и мясной продукции скотоводства. Несмотря на неблагоприятные природно-климатические условия: пониженное атмосферное давление, недостаток кислорода, сложный рельеф и т. д., скот кавказской бурой породы прекрасно адаптирован к этим условиям и дает неплохую продуктивность [1,8]. Основным направлением развития скотоводства является молочно-мясное. В нашей республике для увеличения продуктивности и её конкурентоспособности ведётся работа по скрещиванию коров кавказской бурой породы с быками мировых генофондов. Ведётся большая научно-исследовательская работа по эффективности проведения скрещивания, без снижения адаптивных возможностей местного скота и увеличения продуктивных качеств помесного