

О. А. Епишко¹, Н. А. Сонич¹, Т. И. Кузьмина², Л. А. Танана¹, О. В. Вертинская¹

Убойные показатели герефорд х черно-пестрых быков в зависимости от генотипов гена миостатина (*MSTN*)

Аннотация. На эффективность производства продукции животноводства оказывают влияние множество факторов, одним из наиболее значительных является генетический потенциал животных, используемых в племенной работе. Большинство экономически значимых показателей, таких как мясная продуктивность, имеют полигенную природу и могут определяться многими генами. Одним из генов, влияющих на мясную продуктивность, является ген миостатина (*MSTN*). В наших исследованиях изучены убойные показатели герефорд х черно-пестрых быков в зависимости от генотипов гена миостатина (*MSTN*). У быков с генотипом *MSTN^{BB}* все убойные показатели были выше по сравнению с животными генотипов *MSTN^{AA}*. Они превосходили животных с альтернативными генотипами по массе парной туши на 26,1 кг или 9,4% ($P < 0,01$), по выходу туши — на 3,6% ($P < 0,05$), по убойной массе — на 23,2 кг или 7,6% ($P < 0,05$), по убойному выходу — на 3% ($P < 0,05$). Быки с генотипом *MSTN^{AB}* также превосходили животных с генотипами *MSTN^{AA}*: по массе парной туши — на 19,5 кг или 7% ($P < 0,05$), по выходу туши — на 2,9% ($P > 0,05$), по убойной массе — на 17,5 кг или 5,7% ($P < 0,05$), по убойному выходу — на 2,4% ($P > 0,05$). Анализ морфологического состава полутуш подопытных животных показал, что при убое в 16-ти месячном возрасте от быков с генотипом *MSTN^{BB}* получены туши с более высоким выходом мяса по сравнению со сверстниками первой и второй групп. Так, в полутушах быков с генотипом генов *MSTN^{BB}* содержание мяса было больше на 12,7 кг или 11,1% ($P < 0,001$), в полутушах животных с генотипом генов *MSTN^{AB}* — на 8,1 кг или 7,1% ($P > 0,05$), чем у сверстников первой группы. По коэффициенту мясности быки с генотипом генов *MSTN^{BB}* на 9,8% и 4,8% соответственно превосходили своих сверстников с альтернативными генотипами.

Ключевые слова: генотипы генов миостатина, оценка убойных показателей

Авторы:

Епишко Ольга Александровна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий научно-исследовательской лабораторией ДНК-технологий; e-mail: labgen@mail.ru;

Сонич Наталия Александровна — аспирант кафедры генетики и разведения сельскохозяйственных животных; e-mail: labgen@mail.ru;

Кузьмина Татьяна Ивановна — доктор биологических наук, профессор; e-mail: prof.kouzmina@mail.ru;

Танана Людмила Александровна — профессор кафедры генетики и разведения сельскохозяйственных животных; e-mail: labgen@mail.ru;

Вертинская Ольга Викторовна — доцент кафедры кормления сельскохозяйственных животных; e-mail: labgen@mail.ru.

¹ УО «Гродненский государственный аграрный университет», 230023, Республика Беларусь, г. Гродно, ул. Академическая, 10;

² Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»; 196601, Россия, г. Санкт-Петербург, п. Тярлево, Московское ш. 55а.

Введение. Разведением мясного скота в Республике Беларусь занимаются 263 сельскохозяйственные организации, в 231 — скот содержится на отдельных фермах. Ускоренное развитие мясного скотоводства следует рассматривать как проблему государственного значения, решение которой позволит научно обоснованно и в интересах всего населения в перспективе удовлетворить платёже-

способный спрос на говядину за счёт отечественного производства. Объёмы реализации крупного рогатого скота на убой сокращаются и перспектив их роста в ближайшее время без применения кардинальных мер не ожидается. Источником поступления говядины в стране остаётся молочное животноводство. Процесс интенсификации и концентрации производства молока, который отме-

чается в последние годы, ведёт к наращиванию поголовья молочных пород коров. Однако, высококачественную говядину можно получить лишь от узкоспециализированных пород. Животные мясных пород более скороспелы и в молодом возрасте сочетают высокую энергию роста с хорошими откормочными качествами. Они интенсивнее наращивают мясо, лучше оплачивают корм природными, чем скот молочного типа. У скота мясного типа сильнее развита мускулатура на тех частях тела, которые дают мясо высоких сортов. Говядина от скота мясных пород по вкусовым качествам и биологической полноценности как продукт питания превосходит мясо животных молочного направления продуктивности. Мясной скот дает высокий убойный выход. Он обладает повышенной способностью к накоплению в теле резервных питательных веществ, особенно жира, причем 75–80% жира откладывается в туше в виде полива, между мышцами и внутри мышц, создавая «мраморность» мяса [1, 2].

Большое количество межмышечного и внутримышечного жира делает мясо питательнее, калорийнее и повышает вкусовые качества. У мясного скота лучшее соотношение между съедобными и несъедобными частями в туше, повышен выход отрубов, содержащих наиболее ценные сорта, мясо характеризуется богатым белковым комплексом [2, 3]. Селекция, основанная на отборе только по ДНК-маркерам, менее эффективна, необходимо учитывать всю доступную генетическую информацию, а также условия содержания и кормления, что позволит снизить затраты на проведение дорогостоящей оценки ряда признаков продуктивности животных [1, 4]. Использование информативных ДНК-маркеров позволяет вести отбор в раннем возрасте по признакам, сцепленным с полом или проявляющихся в зрелом возрасте, а также характеризующихся полигенной природой наследования (мясные качества, резистентность к заболеваниям) [5]. В настоящее время, с развитием молекулярно-генетических методов, появилась возможность идентификации генов, напрямую или косвенно связанных с мясной продуктивностью и качеством мяса. Выявление предпочтительных с точки зрения селекции вариантов таких генов позволит дополнительно к традиционному отбору животных проводить селекцию на основе ДНК-технологий, т.е. по генотипу. К их числу можно отнести ген миостатина (*MSTN*), отвечающий за показатели мясной продуктивности крупного рогатого скота [6].

Цель настоящего исследования — изучение убойных показателей герефорд × черно-пестрых быков в зависимости от генотипов гена *MSTN*.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования проводились на базе отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий» УО «Гродненский государственный аграрный университет» и СПК им. Деньщикова. Генотипирование быков герефорд × черно-пестрых помесей по гену *MSTN* проводили с помощью ПЦР–ПДРФ анализа (n=60).

Произведена апробация следующих олигонуклеотидов для выделения фрагмента гена миостатина (*MSTN*):

MSTN 1: 5' — TCT AGG AGA GAT TTT GGG CTT — 3'

MSTN 2: 5' — TGG GTA TGA GGA TAC TTT TGC — 3'.

Для успешного проведения реакции подобран оптимальный состав реакционной смеси, а также внесены некоторые изменения температурных и временных профилей реакции, что обеспечило оптимальную амплификацию участков гена. Реакционная смесь включала объем 20 мкл, содержащей в составе: 0,5 мкл выделенной ДНК, 13 мкл — H₂O; 1,5 мкл — Mg²⁺; 2 мкл — dNTP; 1,5 мкл — буфер; по 0,5 мкл каждого праймера; 0,5 мкл — Taq-полимеразы. Программа режима ПЦР: горячий старт — 94°C — 2 мин; денатурация — 94°C — 30 сек; отжиг — 60°C — 30 сек; синтез — 72°C — 1 мин (33 цикла); элонгация — 72°C — 5 мин. Генотипы идентифицировали без проведения рестрикции, непосредственно по результатам амплификации: наличие одной полосы размером 196 п.о. соответствует генотипу AA — (норма), 185 п.о. BB — (мутация), AB — 196 п.о., 185 п.о., M — маркер молекулярного веса 50 бр. (рис. 1).

Полиморфизм определяет потенциальное разнообразие морфологических и физиологических свойств организмов внутри определенных таксономических групп (популяция, порода, вид и т.д.) и индивидуальную норму реакции организма на внешнее воздействие.

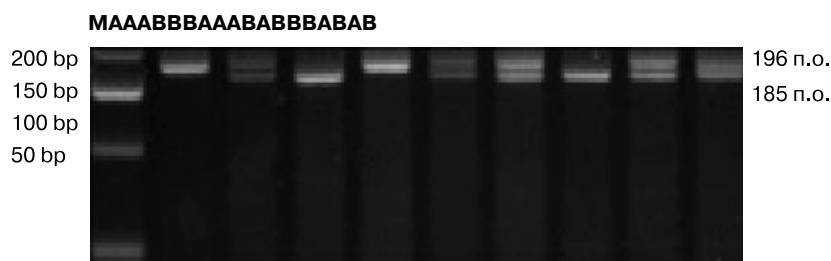


Рис. 1. Визуализация результатов амплификации гена миостатина (*MSTN*) с помощью системы гель-документирования GelDokRX (BIORAD)

Тем самым совокупность и взаимодействие аллельных вариантов полиморфных систем играют решающую роль в формировании генотипа в конкретных условиях окружающей среды.

Анализ и обсуждение результатов. Анализ генетической структуры популяции, ее сохранение и преобразование позволяет судить о протекающих в популяции адаптационных и селекционных процессах и помогает прогнозировать ее результаты. Нами был изучен генетический полиморфизм у быков герефорд × черно-пестрых помесей по гену *MSTN*, разводимых в СПК им. Деньщикова, и проанализировано генное равновесие. В результате молекулярно-генетического тестирования быков герефорд × черно-пестрых помесей по гену *MSTN* был выявлен полиморфизм гена *MSTN*.

Анализ полиморфизма 60 быков по гену *MSTN* показал, что в стаде большинство быков — 59% являются носителями генотипа *MSTN^{AA}*, 28% — *MSTN^{AB}* и только 13% — *MSTN^{BB}*. Частота встречаемости аллелей *MSTN^A* и *MSTN^B* составила 0,725 и 0,275 соответственно. При этом в популяции выявлено нарушение генетического равновесия ($P < 0,05$) в сторону преобладания гомозиготных *MSTN^{AA}* особей, что связано с проведением преимущественной селекции данной породы на увеличение мясной продуктивности.

После проведения генотипирования и изучения генетической структуры популяции для оценки убойных показателей были сформированы 3 группы животных по 7 голов в каждой с генотипами гена *MSTN*. В первую группу вошли животные с генотипом генов *MSTN^{AA}*, во вторую — *MSTN^{AB}*, в третью — *MSTN^{BB}*. Контрольный убой проводили на ОАО «Гродненский мясокомбинат». Для убоя отобраны по 6 голов из каждой группы, характерные для данной группы по живой массе и упитанности. При проведении контрольных убоев бычков учитывали: предубойную живую массу, кг; массу парной и охлажденной туши, кг; убойный

выход и выход туши, %; массу внутреннего жира, кг; морфологический состав туш — путем проведения обвалки левых полутуш после 24-часового охлаждения (0° – 4° C). Каждую полутушу расчленили на 5 естественно-анатомических частей: шейную — по последнему шейному позвонку, плечелопаточную — по контуру лопатки, спинно-реберную — по последнему грудному позвонку, поясничную с пашиной — по последнему поясничному позвонку и тазобедренную с последующим взвешиванием костей, сухожилий и мякоти. Данные контрольного убоя представлены в таблице 1.

У быков с генотипом *MSTN^{BB}* все убойные показатели были выше по сравнению с животными генотипов *MSTN^{AA}*. Они превосходили животных с альтернативными генотипами по массе парной туши на 26,1 кг или 9,4% ($P < 0,01$), по выходу туши — на 3,6% ($P < 0,05$), по убойной массе — на 23,2 кг или 7,6% ($P < 0,05$), по убойному выходу — на 3% ($P < 0,05$).

Быки с генотипом *MSTN^{AB}* также превосходили животных с генотипами *MSTN^{AA}*: по массе парной туши — на 19,5 кг или 7% ($P < 0,05$), по выходу туши — на 2,9% ($P > 0,05$), по убойной массе — на 17,5 кг или 5,7% ($P < 0,05$), по убойному выходу — на 2,4% ($P > 0,05$). По выходу внутреннего сала различия между группами были незначительными и составили 0,78 — 0,39% ($P > 0,05$).

Важным показателем мясной продуктивности является морфологический состав полутуш, показывающий соотношение в туше мякоти и костей. Чем больше в туше мышечной и жировой и меньше соединительной и костной тканей, тем выше пищевая ценность говядины. Нами был изучен морфологический состав полутуш подопытных быков с разными генотипами гена *MSTN*.

Содержание наиболее ценных в пищевом отношении тканей (мышцы и жир) и определяет ценность мяса как продукта питания. Анализ морфо-

Таблица 1. Убойные показатели подопытных бычков ($M \pm m$)

Показатели	Генотип		
	<i>MSTN^{AA}</i> (n=6)	<i>MSTN^{AB}</i> (n=6)	<i>MSTN^{BB}</i> (n=6)
Предубойная масса, кг	527,0±5,41 ^a	536,7±3,71 ^j	541,7±3,61 ^q
Масса парной туши, кг	275,6±3,31 ^b	295,1±2,92 ^k	301,7±2,53 ^r
Выход туши, %	52,2±0,94 ^c	55,1±1,12 ^l	55,8±1,10 ^s
Масса внутреннего сала, кг	29,3±0,35 ^d	27,8±1,15 ^m	25,8±1,63 ^t
Выход внутреннего сала, %	5,55±0,21 ⁱ	5,16±0,60 ⁿ	4,77±0,33 ^u
Убойная масса, кг	304,9±7,20 ^f	322,4±3,99 ^o	328,1±4,91 ^v
Убойный выход, %	57,8±0,81 ^g	60,2±1,18 ^p	60,7±0,98 ^w

Достоверность различия сравниваемых значений (t-критерий Стьюдента):

b,r; p < 0,01, a,q; b,k; c,l; f,o; f,v; g,w; p < 0,05

логического состава полутуш подопытных животных показал, что при убое в 16-ти месячном возрасте от быков с генотипом $MSTN^{BB}$ получены туши с более высоким выходом мяса по сравнению со сверстниками первой и второй групп. Так, в полутушах быков с генотипом генов $MSTN^{BB}$ содержание мяса было больше на 12,7 кг или 11,1% ($P < 0,001$), в полутушах животных с генотипом генов $MSTN^{AB}$ — на 8,1 кг или 7,1% ($P > 0,05$), чем у сверстников первой группы. По коэффициенту мясности быки с генотипом генов $MSTN^{BB}$ превосходили своих сверстников с генотипами $MSTN^{AA}$ и $MSTN^{AB}$ на 9,8% и 4,8% соответственно.

Выводы. В ходе данной работы были изучены убойные показатели герефорд × черно-пестрых быков в зависимости от генотипов гена миостатина ($MSTN$).

У быков с генотипом $MSTN^{BB}$ все убойные показатели были выше по сравнению с животными генотипов $MSTN^{AA}$. Анализ морфологического состава полутуш подопытных животных показал, что при убое в 16-ти месячном возрасте от быков с генотипом $MSTN^{BB}$ получены туши с более высоким выходом мяса по сравнению со сверстниками первой и второй групп.

Литература

1. Брем Г. Экспериментальная генетика в животноводстве / Брем Г., Кройслих Х., Штранцингер Г., пер. и ред. Зиновьевой Н.А.; М.: тип-я Россельхозакадемии, 1996. — 328 с.
2. Жарова Т. В. Биохимия мяса и молока: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Жарова Т. В. — М.: — 2005. — 283 с.
3. Зиновьева Н. А. Методы исследований в биотехнологии сельскохозяйственных животных :шк.-практикум. Вып. 3 / Н.А. Зиновьева, Е.А. Гладырь; под ред. Н.А. Зиновьевой. — Дубровицы: ВИЖ, 2004. — 60. — с. 24.
4. Ларионова П. В. Генетический полиморфизм генов-кандидатов мраморности мяса и липидного метаболизма крупного рогатого скота / Ларионова П. В., Гутчер М., Зиновьева Н. А., Брем Г. // Современные технологические и селекционные аспекты развития животноводства России. — Дубровицы. — 2005. — Вып. 63. — Т. 2. — С. 164–166.
5. McPherron A. C. Suppression of body fat accumulation in myostatin-deficient mice / A. C. McPherron, S. J. Lee // J. Clin. Invest. — 2002. — № 109. — 595–601.
6. Villanueva B. Marker assisted selection with optimised contributions of candidates for selection / B. Villanueva, R. Pong-Wong, J. A. Woolliams // Genetics Selection Evolution. — 2002. — Vol. 34. — P. 679–703.

Epishko O.¹, Sonich N.¹, Kuzmina T.², Tanana L.¹, Vertinskaya O.¹

Slaughter indicators of the Hereford × Black-and-white bulls depending on genotypes of miostatin genes ($MSTN$)

Abstract. Many factors influence the efficiency of livestock production, one of the most significant is the genetic potential of animals used in breeding. Most economically significant indicators such as meat production are polygenic and can be determined by many genes, one of the them is the myostatin gene ($MSTN$) influencing the meat production. In our research we studied the slaughter indexes of Hereford x black-and-white bulls depending on the genotypes of the myostatin gene ($MSTN$). Bulls with the $MSTN^{BB}$ genotype had the higher the slaughter indexes than those of the $MSTN^{AA}$ genotypes. They excelled animals with alternative genotypes by the mass of paired carcass on 26.1 kg or 9.4% ($P < 0.01$), by carcass yield — on 3.6%. ($P < 0.05$), by slaughter weight — on 23.2 kg or 7.6% ($P < 0.05$), by slaughter yield — on 3% ($P < 0.05$). Bulls with $MSTN^{AA}$ genotype excelled animals

with *MSTN^{AA}* genotypes: by the mass of paired carcass on 19.5 kg or 7% ($P < 0.05$), by carcass yield on 2.9% ($P > 0.05$), by slaughter weight on 17.5 kg or 5.7% ($P < 0.05$), by slaughter yield on 2.4%. ($P > 0.05$). Analysis of the morphological composition of half-carcasses of experimental animals showed that carcasses with a higher yield of meat were received from the bulls with a genotype *MSTN^{BB}* at the age of 16 months in comparison with the peers of the other experimental groups. Thus, in meat half-carcasses of the bulls with genotype of *MSTN^{BB}* genes, the content of the meat was higher by 12.7 kg or 11.1% ($P < 0.001$), in half-carcasses of animals with genotype of *MSTN^{AB}* genes — by 8.1 kg or 7.1% ($P > 0.05$) than in peers of the first group. Bulls with genotype of *MSTN^{BB}* genes exceeded their peers with alternative genotypes by the coefficient of meat on 9.8% and 4.8% respectively.

Key words: genotypes of myostatin genes, estimation of slaughter indicators.

Authors:

O. Epishko — PhD (Agr. Sci.), associate Professor, head of research laboratory of DNA technology; e-mail: labgen@mail.ru;

N. Sonich — Graduate student; e-mail: labgen@mail.ru;

T. Kuzmina — Doctor Habil. (Biol. Sci.), Head of Laboratory of Developmental Biology; e-mail: prof.kouzmina@mail.ru;

L. Tanana — Doctor Habil. (Agr. Sci.), Professor; e-mail: labgen@mail.ru;

O. Vertinskaya — PhD (Agr. Sci.), associate Professor; e-mail: labgen@mail.ru.

¹ «Grodno state agrarian University», 230023, Republic of Belarus, Grodno, Belarus, Akademicheskaya, 10;

² Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L. K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry. 196601, Russia, St. Petersburg, Moscow highway, 55a.

References

1. Brem G. Experimental'naya genetika v zhivotnovodstve / Brem G., Krojsli H., SHtrancinger G., per. i red. Zinov'evoy N.A.; M.: tip-ya Ros-sel'hozakademii, 1996. — 328 p.
2. Zharova T. V. Biohimiya myasa i moloka: uchebnoe posobie dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenij / ZHarova T. V. — M.: — 2005. — 283 p.
3. Zinov'eva N. A. Metody issledovaniy v biotekhnologii sel'sko-hozyajstvennykh zhivotnykh: shk. — praktikum. Vyp. 3 / N.A. Zinov'eva, E.A. Gla-dyr'; pod red. N.A. Zinov'evoy. — Dubrovicy: VIZH, 2004. — 60. — p. 24.
4. Larionova P. V. Geneticheskij polimorfizm genov-kandidatov mramornosti myasa i lipidnogo metabolizma krupnogo rogatogo skota / La-rionova P. V., Gutcher M., Zinov'eva N. A., Brem G. // Sovremennye tekhnologicheskie i selekcionnye aspekty razvitiya zhivotnovodstva Rossii. — Dubro-vicy. — 2005. — Vyp. 63. — T. 2. — P. 164–166.
5. McPherron A. C. Suppression of body fat accumulation in myostatin-deficient mice / A. C. McPherron, S. J. Lee // J. Clin. Invest. — 2002. — № 109. — P. 595–601.
6. Villanueva B. Marker assisted selection with optimised contributions of candidates for selection / V. Villanueva, R. Pong-Wong, J. A. Woolliams // Genetics Selection Evolution. — 2002. — Vol. 34. — P. 679–703.