УДК 636.222/.27(477).033.082.2

# ПОКАЗАТЕЛИ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ АБЕРДИН-АНГУС Х ЧЕРНО-ПЕСТРЫХ БЫКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕНОТИПОВ ПО ГЕНАМ ТИРЕОГЛОБУЛИНА (TG5), КАЛЬПАИНА (CAPN1) И МИОСТАТИНА (MSTN)

**Н. А. Сонич, О. А. Епишко, Л. А. Танана, В. В. Пешко, О. В. Вертинская**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь
(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:*** *полиморфизм, ген, ПЦР, MSTN, TG5, CAPN1.*

***Аннотация.*** *В качестве позиционных и функциональных генов-кандидатов, связанных с качеством мяса, в статье рассмотрены гены MSTN, TG5, CAPN1 у мясных пород крупного рогатого скота Беларуси. Изучен полиморфизм генов, который выявил различия в соотношении предпочтительных генотипов у животных абердин-ангусской породы. Изучены убойные показатели помесных быков (абердин-ангусская х черно-пестрая) в зависимости от генотипов по генам тиреоглобулина (TG5), кальпаина CAPN1 и миостатина (MSTN).*

# INDICATORS OF MEAT EFFICIENCY ABERDEEN – ANGUS X BLACK AND MOTLEY BULLS DEPENDING ON GENOTYPES ON TIREOGLOBULIN (TG5) OF KALPAIN (CAPN1) AND MIOSTATIN'S (MSTN) GENES

**N. A. Sonich, O. A. Epishko, L. A. Tanana, V. V. Peshko, O. V. Vertinskaya**

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus
(Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

***Key words****: polymorphism, gene, PCR, MSTN, TG5, CAPN1.*

***Summary.*** *Polymorphism of genes, which revealed distinctions in the ratio of preferable genotypes at animals Aberdeen – Angus breed, is studied. Study lethal indicators Aberdeen Angus x black and motley bulls depending on genotypes of genes of a tireoglobulin (TG5), kalpain (CAPN1) and a miostatin (MSTN).*

*(Поступила в редакцию 03.06.2019 г.)*



РЕПОЗИТОРИЙ ГГАУ

**Введение.** В настоящее время разведением мясного скота в Республике Беларусь занимаются 263 сельскохозяйственные организации, в 231 скот содержится на отдельных фермах.

Ускоренное развитие мясного скотоводства сегодня следует рассматривать как проблему государственного значения, решение которой позволит в интересах всего населения в перспективе удовлетворить платежеспособный спрос на говядину за счет отечественного производства. Объемы реализации крупного рогатого скота на убой сокращаются, и перспектив их роста в ближайшее время без применения кардинальных мер не ожидается. Основным источником поступления говядины в стране остается молочное животноводство [1], поэтому сегодня в стране ведется большая работа по наращиванию мясного поголовья. Однако развитие мясного скотоводства предусматривает не только увеличение объемов производства мяса, но и улучшение его качества.

На эффективность производства продукции животноводства оказывают влияние множество факторов, одним из наиболее значительных является генетический потенциал животных, используемых в племенной работе [2, 3], и определенные условия кормления. Генетическое усовершенствование существующих пород животных – длительный и трудоемкий процесс, т. к. большинство экономически значимых показателей имеют полигенную природу, то есть определяются многими генами. Маркерная селекция в качестве дополнительного метода может стать мощным инструментом селекционного отбора животных, характеризующихся желательными показателями продуктивности. Применение маркерной селекции возможно с целью сокращения временного интервала на выявление животных-носителей желательных аллелей по контролируемым или улучшаемым признакам. Использование информативных ДНК-маркеров позволяет вести отбор в раннем возрасте по признакам, сцепленным с полом или проявляющимся в зрелом возрасте, а также характеризующимся полигенной природой наследования [4].

Миостатин – белок, подавляющий избыточный рост мышечной ткани, он образуется в мышцах животных, затем выделяется в кровь, оказывая свое действие на мышцы за счет связывания с рецепторами ACVR2B (activin type II receptor). Миостатин активен в мышцах, используемых для движения (скелетные мышцы) до и после рождения. Это обычно ограничивает рост мышц, гарантируя, что мышцы не становятся слишком большими.

Известна мутация гена миостатина (MSTN) — nt821(del11), которая приводит к усиленному формированию мышечной массы (феномен



РЕПОЗИТОРИЙ ГГАУ

«двойной мускулатуры»). Мутации, которые уменьшают производство миостатина, приводят к чрезмерно быстрому росту мышечной ткани (фенотип двойной мускулатуры). Однако развитие двойной мускулатуры связано с такими негативными последствиями, как снижение рождаемости и затруднениями при отеле.

В качестве позиционного и функционального гена-кандидата, связанного с качеством мяса, рассматривается ген тиреоглобулина (TG5), находящийся в области центромеры хромосомы 14 крупного рогатого скота. TG5 – гликопротеин и предшественник тиреоидных гормонов трийодтиронина и тетрайодтеранина, которые участвуют в образовании жировых клеток и мраморности. Точный механизм влияния полиморфизма гена TG5 на формирование качественных признаков мясной продуктивности еще неизвестен, но установлена связь его вариантов с мраморностью, в частности, содержанием внутримышечного жира в длиннейшей мышце спины [5]. Исследования, проведенные на группах скота ангусской породы, в коммерческих линиях скота, а также в группах скота породы Вагю, показали, что скот, гомозиготный или гетерозиготный по аллелю Т (генотипы ТТ или СТ), отличается более высокой мраморностью по сравнению с животными, несущими генотип гомозиготный по аллелю С (генотип СС). В группах скота породы Вагю различия в степени мраморности между гомозиготными генотипами достигала 14-20% [1, 6].

Еще одним потенциальным геном мясной продуктивности рассматривают ген кальпастатин (CAPN1) – белок-ингибитор активности кальпаина, который участвует в процессе регуляции протеолиза при созревании мяса, специфично угнетая протеолитическую активность кальпаинов. Кальпастатин не только ингибирует активность кальпаина и его связываемость с мембранами. Мутация гена кальпаина, картированного на 29 хромосоме крупного рогатого скота, представлена полиморфизмом 2 нуклеотидов, обуславливающим аминокислотную замену (глицин/аланин) и приводящим к более высокой нежности мяса по сравнению с глициновым аллелем (>30%) [7].

Использование генов-маркеров позволяет изучать, контролировать и прогнозировать важные параметры у животных. Установлено влияние генотипов генов MSTN, TG5, CAPN1 на физико-химические показатели нежности мяса при созревании. Отмечается, что гены миостатина, кальпаина и тиреоглобулина ответственны за формирование нежности мяса.

**Цель работы** – изучить влияние генов MSTN, TG5, CAPN1 на показатели мясной продуктивности абердин-ангусс х черно-пестрых быков.



РЕПОЗИТОРИЙ ГГАУ

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились на базе отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий» УО «Гродненский государственный аграрный университет». В качестве объекта исследований использовали абердин-ангус х черно-пестрых быков (n=74), содержащихся в РСУП «Олекшицы» Берестовицкого района Гродненской области.

Для изучения полиморфизма генов MSTN, TG5, CAPN1 провели генотипирование животных по разработанной методике ПЦР-ПДРФ-анализа с некоторыми модификациями температурных и временных режимов.

В качестве биопроб для проведения ДНК-тестирования использовали биологический материал в виде ткани (ушной выщип). В процессе взятия каждую пробу подписывали индивидуальным номером. С целью длительного хранения и использования для ряда анализов, ДНК выделяли перхлоратным методом.

Для диагностики точечной мутации MSTN использовали праймеры:

MSTN – 1: 5' GGG GGG GAG AGA TTT TGG GCT TGA TTG TGA – 3'

MSTN – 2: 5' GGG GGG GTG CAA TAA TCC AAT CCC ATC CAA-3'.

Для диагностики точечной мутации TG5 использовали праймеры:

TG5 – 1: 5' GGG GAT GAC TAC GAG TAT GAC TG – 3'

TG5 – 2: 5' GTG AAA ATC TTG TGG AGG CTG TA- 3'.

Для диагностики точечной мутации CAPN1 использовали праймеры:

CAPN1 – 1: 5' TCT TCT CAG AGA AGA GCG-CAG – 3'

CAPN1 – 2: 5' CTG-CGC-CAT-TAC-TAT-AGA-TC- 3'.

ПЦР-анализ выполняли согласно протоколу, представленному в таблице 1.

Таблица 1 – Компоненты и концентрации реакционных смесей генов MSTN, TG5 и CAPN1

| Реагенты | Концентрация на 1 пробу | | |
|---|---|---|---|
| | MSTN | TG5 | CAPN1 |
| $dH_2O$ | До 20 мкл | До 25 мкл | До 10 мкл |
| dNTP | 2,0 мМ | 2,0 мМ | 0,8 мкл |
| $MgCl_2$ | 1.5 мМ | 1.25 мМ | 1 мкл |
| Буфер | 1х | 1х | 1х |
| Taq полимераза | 1 е. а. | 1 е. а. | 1 е. а. |
| MSTN – 1 | 15-25 пМ | 15-25 пМ | 15-25 пМ |
| MSTN – 2 | 15-25 пМ | 15-25 пМ | 15-25 пМ |
| Проба ДНК | 100-200 нг | 100-200 нг | 100-200 нг |



РЕПОЗИТОРИЙ ГГАУ

Режим амплификации гена MSTN:
x1: $94^0$C – 4 мин;
x40: $94^0$C – 30 с, $68^0$C – 30 с, $72^0$C – 30 с;
x1: $72^0$C – 5 мин.
ПЦР-продукт:
Генотип АА =119 bp,
Генотип ВВ = 108 bp,
Генотип АВ = 119/108 bp (рисунок 1).

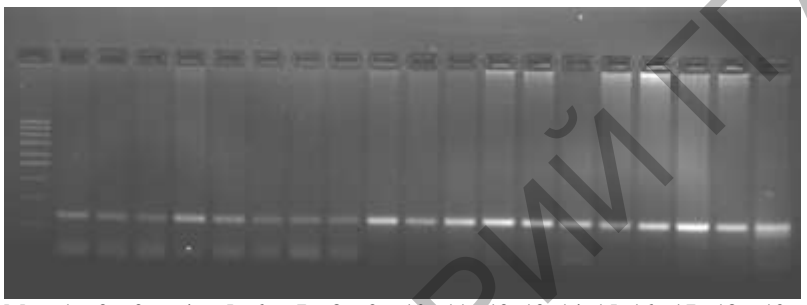



Рисунок 1 – Электрофореграмма технического результата предложенного способа идентификации мутации гена MSTN, ассоциированного с мясной продуктивностью крупного рогатого скота, на основе ПЦР-анализа

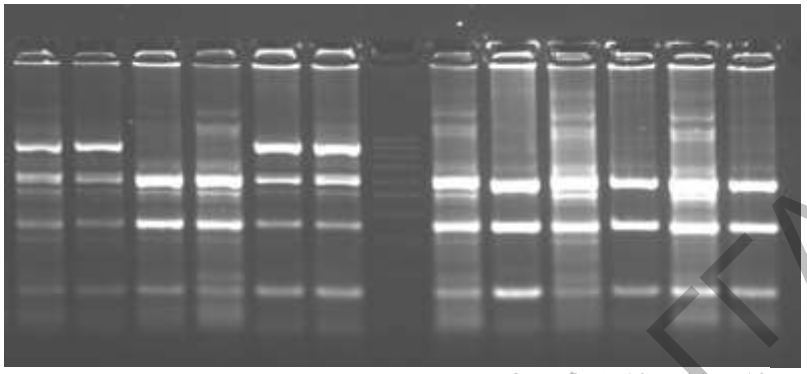
*Примечание – М – ДНК-маркер 50bp (ОДО «Праймтех», Беларусь); 1-18 – генотип АА; 19 – генотип АВ*

Детекцию результатов ПЦР-анализа MSTN осуществляли методом горизонтального электрофореза в 3% агарозном геле в ТВЕ буфере при УФ-свете с использованием бромистого этидия.

Режим амплификации гена TG:
x1: $94^0$C – 4 мин;
x31: $94^0$C – 1 мин, $57^0$C – 1 мин, $72^0$C – 1 мин;
x1: $72^0$C – 4 мин.

На этапе ПДРФ применялась эндонуклеаза рестрикции – PsuI, с генерацией генотип специфических фрагментов: ТТ (норма) =473/75 bp; СС (способствует накоплению внутримышечного жира) =295/178/75 bp; СТ (предрасположен к накоплению внутримышечного жира) = 473/295/178/75 bp (рисунок 2).

РЕПОЗИТОРИЙ ГГАУ



1 2 3 4 5 6 M 7 8 9 10 11 12

Рисунок 2 – Электрофореграмма технического результата предложенного способа определения гена тиреоглобулина (TG5) у крупного рогатого скота мясного направления продуктивности

*Примечание – М – ДНК-маркер 50bp (ОДО «Праймтех», Беларусь); 1, 2, 5, 6 – генотип СТ; 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12 – генотип СС*

Режим амплификации CAPN1:

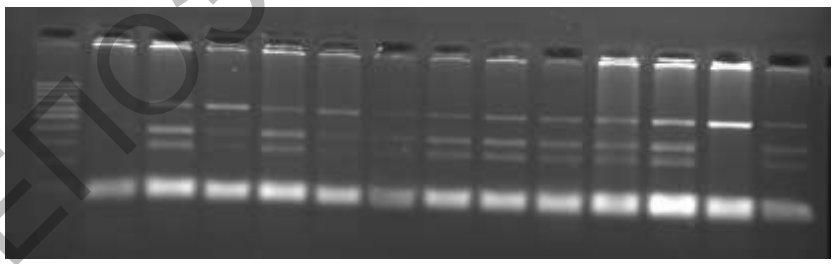
x1:$93^0$C – 5 мин, $93^0$C – 1 мин, $59^0$C – 1 мин;

x1:$72^0$C – 1 мин;

x35, $72^0$C – 5 мин;

$12^0$C – удержание.

На этапе ПДРФ применялась эндонуклеаза рестрикции – Psy I (Tth1111) с генерацией генотип специфических фрагментов: АА – 341 bp, GA – 341/195/146 bp, GG – 195/146 bp (рисунок 3).



M 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Рисунок 3 – Электрофореграмма технического результата предложенного способа идентификации мутации гена CAPN1, ассоциированного с мясной продуктивностью крупного рогатого скота, на основе ПЦР-анализа

РЕПОЗИТОРИЙ ГГАУ

*Примечание – М – ДНК-маркер 50bp (ОДО «Праймтех», Беларусь); 2, 3, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13 – генотип GA; 12 – генотип AA*

При проведении контрольного убоя быков 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 ($0^0$-$4^0$С). Каждую полутушу расчленяли 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.

Основной цифровой материал был обработан методом биометрической статистики по П. Ф. Рокицкому [5]. Из статистических показателей рассчитывали среднее значение (М), ошибку средней арифметической (m), уровень значимости (Р). В работе приняты следующие обозначения уровня значимости: *– P<0,05; **– P<0,01; ***– P<0,001.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В результате проведенных исследований выявлен полиморфизм по всем изучаемым генам: миостатину (MSTN), тиреоглобулину (TG) и кальпаину (CAPN1). В изучаемой популяции быков частота генотипов гена $MSTN^{BB}$ составила 18%, генотипа $MSTN^{AB}$ – 36% и генотипа $MSTN^{AA}$ – 46%.

Анализ абердин-ангус х черно-пестрых быков по гену CAPN1 выявил наличие генотипов: $CAPN1^{AA}$ – 20%, $CAPN1^{GA}$ – 65%; $CAPN1^{GG}$ – 15%. Среди исследованных животных по гену TG распределение генотипов было следующим: $TG^{CC}$ – 44,5%, $TG^{CT}$ – 52,8% и всего 2,7% животных были с генотипом $TG^{TT}$.

После проведения генотипирования и изучения генетической структуры популяции для оценки убойных показателей были сформированы 3 группы животных по 6 голов в каждой с комплексными генотипами по генам MSTN, CAPN1 и TG. В первую группу вошли животные с генотипом $MSTN^{AA}$ $CAPN1^{AA}$ $TG^{CC}$, во вторую – $MSTN^{AB}$ $CAPN1^{GA}$ $TG^{CT}$, в третью – $MSTN^{BB}$ $CAPN1^{GG}$ $TG^{TT}$.

Изучение мясной продуктивности было произведено зависимости от генотипов по генам MSTN, CAPN1 и TG по результатам контрольного убоя подопытных быков в возрасте 16 на ОАО «Волковысский мясокомбинат» по методике ВНИИМС. Данные контрольного убоя представлены в таблице 2.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГАУ

Таблица 2 – Убойные показатели абердин-ангус х черно-пестрых быков, разводимых в РСУП «Олекшицы» Берестовицкого района Гродненской области (M±m)

| Показатель | генотип $MSTN^{AA}$ $CAPN1^{AA}$ $TG^{CC}$ (n=6) | $MSTN^{AB}$ $CAPN1^{GA}$ $TG^{CT}$ (n=6) | $MSTN^{BB}$ $CAPN1^{GG}$ $TG^{TT}$ (n=6) |
|---|---|---|---|
| Предубойная масса, кг | 528,7±5,73 | 581,7±7,49*** | 611,7±10,46*** |
| Масса парной туши, кг | 305,6±8,43 | 344,0±4,75** | 362,2±5,73*** |
| Выход туши, % | 57,8±1,45 | 59,1±0,23 | 59,5±0,13 |
| Масса внутреннего жира, кг | 12,4±0,85 | 12,2±0,58 | 12,3±0,75 |
| Выход внутреннего жира, % | 2,4±0,18 | 2,1±0,08 | 2,0±0,11 |
| Убойная масса, кг | 317,9±8,48 | 356,2±5,25** | 376,7±6,21*** |
| Убойный выход, % | 60,2±1,50 | 61,2±0,26 | 61,6±0,29 |

Из данных таблицы 2 видно, что быки с генотипом $MSTN^{BB}$ $CAPN1^{GG}TG^{TT}$ превосходили по убойным показателям животных с альтернативными генотипами. Так, преимущество по предубойной массе у быков с генотипом $MSTN^{BB}$ $CAPN1^{GG}TG^{TT}$, по сравнению с животными первой группы, составило 83 кг, или 15,7% (P<0,001), по массе парной туши – 56 кг, или 18,5% (P<0,001), по выходу туши –1,7 п. п. (P<0,05), по убойной массе – 58,8 кг, или 18,5% (P<0,001), по убойному выходу – 1,4 п. п.

Быки с генотипом $MSTN^{AB}$ $CAPN1^{GA}$ $TG^{CT}$ также превосходили животных с генотипами $MSTN^{AA}$ $CAPN1^{AA}TG^{CC}$: по предубойной массе на 53 кг, или 10,0% (P<0,001), массе парной туши на 38,45 кг, или 12,6% (P<0,01), по выходу туши на 1,3 п. п., по убойной массе на 38,3 кг, или 12,0% (P<0,001), по убойному выходу на 1,0 п. п. Разница по убойным показателям между животными третьей и второй групп составила по предубойной живой массе 30 кг, или 5,2% (P<0,05), по убойной массе 20,5 кг, или 5,8%, по убойному выходу 0,36 п. п.

По выходу внутреннего жира различия между группами были незначительными и составили 0,3-0,4 п. п.

Морфологический состав является важным качественным показателем мясной продуктивности. Содержание наиболее ценных в пищевом отношении тканей (мышцы и жир) определяют ценность мяса как продукта питания. Нами также был изучен морфологический состав полутуш подопытных быков с разными генотипами генов MSTN, CAPN1 и TG, результаты которого представлены в таблице 3.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГАУ

Таблица 3 – Морфологический состав полутуш подопытных быков разных генотипов (M±m)

| Показатель | генотип | | |
|---|---|---|---|
| | $MSTN^{AA}$ $CAPN1^{AA}$ $TG^{CC,}$ (n = 6) | $MSTN^{AB}$ $CAPN1^{GA}$ $TG^{CT}$ (n = 6) | $MSTN^{BB}$ $CAPN1^{GG}$ $TG^{TT}$ (n = 6) |
| Масса охлажденной полутуши, кг | 149,3±2,91 | 164,5±2,23*** | 174,7±1,60*** |
| в т. ч. мякоти, кг | 125,3±2,78 | 138,5 ±0,87*** | 147,8±1,35*** |
| костей и сухожилий, кг | 24,0±0,52 | 26,0±0,45* | 26,9±0,54** |
| Содержалось в полутуше, %: | | | |
| мякоти | 83,9 | 84,2 | 84,6 |
| костей и сухожилий | 16,1 | 15,8 | 15,4 |
| Коэффициент мясности | 5,2 | 5,33 | 5,50 |

Анализ морфологического состава полутуш подопытных животных показал, что при убое в 16-месячном возрасте от быков с генотипом $MSTN^{BB}$ $CAPN1^{GG}$ $TG^{TT}$ получены туши с более высоким выходом мяса по сравнению со сверстниками первой и второй групп. Так, в полутушах быков с генотипом $MSTN^{BB}$ $CAPN1^{GG}$ $TG^{TT}$ содержание мяса было больше на 22,5 кг, или 18,0% ($P<0,001$), в полутушах животных с генотипом генов $MSTN^{AB}$ $CAPN1^{GA}$ $TG^{CT}$ – на 13,2 кг, или 10,5% ($P>0,05$), чем у сверстников первой группы.

По коэффициенту мясности быки с генотипом $MSTN^{BB}$ $CAPN1^{GG}$ $TG^{TT}$ превосходили своих сверстников с генотипом $MSTN^{AA}$ $CAPN1^{AA}$ $TG^{CC}$ и $MSTN^{AB}$ $CAPN1^{AG}$ $TG^{CT}$ на 5,8 и 3,2% соответственно.

Известно, что питательная ценность, вкусовые качества и кулинарные свойства отдельных анатомических частей туши неодинаковы. Наиболее ценными считаются поясничная и тазобедренная части. Результаты изучения соотношения естественно-анатомических частей в полутушах подопытных быков представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Соотношение естественно-анатомических частей в полутушах подопытных бычков (M±m)

| Анатомические части | $MSTN^{AA}$ $CAPN1^{AA}$ $TG^{CC}$ (n = 6) | | $MSTN^{AB}$ $CAPN1^{GA}$ $TG^{CT}$ (n = 6) | | $MSTN^{BB}$ $CAPN1^{GG}$ $TG^{TT}$ (n = 6) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | кг | % | кг | % | кг | % |
| полутуша | 149,3±2,9 | 100 | 164,47± 2,23*** | 100 | 174,7± 1,6*** | 100 |
| шейная | 14,9±1,0 | 10,0 | 16,1±0,93 | 9,8 | 17,3±0,24 | 9,9 |
| плечелопаточная | 25,4±0,96 | 17,0 | 26,5±0,26 | 16,1 | 27,8±0,74* | 15,9 |
| спинореберная | 43,4±1,62 | 29,1 | 45,9±0,3 | 27,9 | 47,0±0,9* | 26,9 |
| поясничная | 14,6±0,53 | 9,8 | 16,5±0,54* | 10,0 | 17,6± 0,54** | 10,1 |
| тазобедренная | 51,0±0,72 | 34,1 | 59,5±1,11*** | 36,2 | 65,0±0,79*** | 37,2 |

РЕПОЗИТОРИЙ ГГАУ

Анализ полученных данных свидетельствует о различиях между животными изучаемых генотипов по абсолютной массе естественно-анатомических частей их полутуш. По выходу поясничного и тазобедренного отрубов преимущество было у быков с генотипами $MSTN^{BB}$ $CAPN1^{GG}$ $TG^{TT}$. Они превосходили по данному показателю сверстников с генотипом $MSTN^{AA}$ $CAPN1^{AA}TG^{CC}$ на 0,3 и 3,1 п. п. соответственно. Разница по выходу поясничного и тазобедренного отрубов между животными с генотипами $MSTN^{BB}$ $CAPN1^{GG}$ $TG^{TT}$ и $MSTN^{AB}$ $CAPN1^{GA}TG^{CT}$ составила 0,1 и 1,0 п. п. соответственно.

**Заключение.** Изучение показателей мясной продуктивности абердин-ангус х черно-пестрых быков в 16-месячном возрасте свидетельствует о том, что быки с генотипами $MSTN^{BB}$ $CAPN1^{GG}TG^{TT}$ превосходили животных с генотипами $MSTN^{AA}$ $CAPN1^{AA}TG^{CC}$ по предубойной массе на 83 кг, или 15,7% ($P<0,001$), по массе парной туши – 56 кг, или 18,5% ($P<0,001$), по выходу туши – 1,7 п. п. ($P<0,05$), по убойной массе на 58,8 кг или 18,5% ($P < 0,001$), по убойному выходу на 1,4 п. п. Изучение морфологического состава и естественно анатомических частей абердин-ангус х черно-пестрых быков показало, что более мясные туши были получены от животных с генотипами $MSTN^{BB}CAPN1^{GG}TG^{TT}$: в их полутушах содержание мякоти было также больше, чем у сверстников с альтернативными генотипами.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Амерханов, Х. Производство говядины и пути его увеличения в России / Х. Амерханов // Молоч. и мясн. скотоводство, 2003. – № 6. – С. 3-10.
2. Зелепухин, А. Племенные ресурсы мясного скотоводства России / А. Зелепухин, Ф. Каюмов // Молоч. и мясн. скотоводство, 2003. – № 6. – С. 24-35.
3. Эрнст, Л. К. Перспективы селекции сельскохозяйственных животных / Л. К. Эрнст // Науч. тр. ВИЖа. – 2005. – В. 63. – Т. 1. – С. 41.
4. Prediction of empty body composition of double-muscled beef cows / L. O. Fiems [et. al.] // Livest. Prod. Sci., 2005. – 92. – P. 249-259.
5. Spelman, R. J. Genetic and economic responses for within-family markers-assisted selection in dairy cattle breeding schemes / R. J. Spelman, D. J. Garrick // J. Dairy Sci. 1998. – Vol. 81. – P. 2942-2950.
6. Primer-directed enzymanic amplification of with a thermostable DNA polymerase / R. K. Saici [et. al.] // Science. – 1988. – P. 487-491.
7. Wiesner, I. Insertion of a reamplification round into the ISSR-PCR protocol gives new flax fingerprinting patterns / I. Wiesner, D. Wiesnerova // Cell Mol. Biol. Letters. – 2003. – Vol. 8. – P. 743-748.


РЕПОЗИТОРИЙ ГГАУ