

УДК 636.082.11 (470.6)

DOI: 10.33284/2658-3135-103-4-85

Особенности селекции скота герефордской породы внутривидового типа Дмитриевский Северо-Кавказской популяции с учётом полиморфизма GH (L127V) и LEP/A80V

М.П. Дубовскова

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)

Аннотация. Особенности селекционного процесса при совершенствовании внутривидового типа Дмитриевский герефордской породы Северо-Кавказской популяции заключаются в сочетании традиционных методов отбора и подбора с молекулярно-генетическими, определяющими взаимодействие функциональной изменчивости с желательными аллелями генов. Цель исследования – изучение продуктивных и племенных качеств генеалогической группы животных внутривидового типа Дмитриевский, полиморфизма ген-маркеров продуктивности и его генетической структуры в динамике поколений. Подопытными животными являлись быки-производители в возрасте 2 лет, коровы-первотёлки, бычки в 15 мес., тёлки в 18 мес. Дмитриевского типа и их аналоги базового варианта селекции. Характеристику генетической структуры популяции устанавливали определением частоты эритроцитарных антигенных факторов по трём системам групп крови (EAA, EAB, EAC). Изучали полиморфизм и частоту желательных генотипов генов гормона роста – GH (L127V) и лептина – LEP/A80V у быков-производителей, продолжателей генеалогических линий и родственных групп. Представители Дмитриевского типа всех половозрастных групп отличались массивностью, лучшим развитием линейных промеров, молочностью по сравнению со сверстниками стада. Генетическое разнообразие Северо-Кавказской популяции герефордов с первого по третье поколение снижалось. Установлено снижение частоты антигена A₂ на 33,0 %, I₁ – на 37 %, W – на 14,0 %. Отмечено привнесение на 13,0 % антигенного эритроцитарного фактора E₃ (локус EAB). При изучении полиморфизма генов гормона роста (L127V) и лептина (A80V) установлена различная частота встречаемости отдельных генотипов. Гетерогенность популяции ассоциировалась с различиями по весовому росту в группе быков. При этом живая масса носителей генотипов VV и AA по генам GH и LEP превосходила класс элита на 5,62 % и на 2,9 %, носители генотипов LV и LL гена гормона роста – на 1-1,68 %, а генотипа AV лептина – на 0,78 %. Анализ показателей живой массы, молочности, промеров, статей экстерьера и выраженности типа телосложения показал преимущество Дмитриевского типа. Генотипирование быков-производителей свидетельствует о наличии тенденции взаимосвязи аллелей V и A в гомозиготной форме генов гормона роста и лептина с тяжеловесностью животных.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, герефордская порода, Дмитриевский тип, генетическая структура, живая масса, конституция и экстерьер, линейные промеры, частота антигенных факторов, однонуклеотидный полиморфизм GH L127V, LEP/A80V.

UDC 636.082.11 (470.6)

Breeding peculiarities of Hereford cattle of the intra-breed type Dmitrievsky, North Caucasian population, taking into account polymorphism GH (L127V) and LEP/A80V

Marina P Dubovskova

Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Orenburg, Russia)

Summary. The peculiarities of the breeding process during the improvement of the intrabreed type of the Dmitrievsky Hereford breed of the North Caucasian population consist in a combination of traditional methods of selection and selection with molecular genetic ones, which determine the interaction of functional variability with the desired alleles of genes. The aim of the research is to study the productive and

breeding qualities of the genealogical group of animals of the intra-breed type Dmitrievsky, the polymorphism of productivity markers and its genetic structure in the dynamics of generations. The experimental animals were 24-month sires, fresh cows, 15-month bulls, 18-month heifers of Dmitrievsky type and their analogs of the basic selection. The characteristics of the genetic structure of the population were established by determining the frequency of erythrocyte antigenic factors according to three blood group systems (EAA, EAB, EAC). We studied the polymorphism and frequency of the desired genotypes of the growth hormone - GH (L127V) and leptin - LEP/A80V genes in sire bulls, successors of genealogical lines and related groups. Representatives of Dmitrievsky type of all age and sex groups were distinguished by their massiveness, better-developed linear measurements, milk yield compared to their peers of the herd. The genetic diversity of the North Caucasian population of Herefords from the first to the third generation decreased. A decrease in the frequency of antigen A2 by 33.0%, I1 - by 37%, W - by 14.0% was established. The introduction of antigenic erythrocyte factor E'3 (locus EAB) by 13.0% was noted. Studying the polymorphism of the genes of growth hormone (L127V) and leptin (A80V), different frequencies of occurrence of individual genotypes were established. Population heterogeneity was associated with differences in weight growth in the group of bulls. At the same time, the live weight of carriers of genotypes VV and AA in genes GH and LEP exceeded the elite class by 5.62% and 2.9%, carriers of LV and LL genotypes of the growth hormone gene - by 1-1.68%, and the genotype AV leptin - by 0.78%. Analysis of the indicators of live weight, milk yield, measurements, conformation and the severity of the body type showed the advantage of the Dmitrievsky type. Genotyping of breeding bulls indicates the presence of a tendency for the relationship between the V and A alleles in the homozygous form of the growth hormone and leptin genes with the heavy weight of animals.

Key words: cattle, Hereford breed, Dmitrievsky type, genetic structure, live weight, constitution and conformation, linear measurements, frequency of antigenic factors, single nucleotide polymorphism GH L127V, LEP/A80V.

Введение.

В рамках утверждённой «Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы» была принята подпрограмма «Развитие мясного скотоводства в Российской Федерации». Предусмотренные меры поддержки должны способствовать устойчивому росту поголовья животных и его продуктивности. Дальнейшее развитие мясного скотоводства предполагает использование новых высокоэффективных генотипов с целью производства говядины высокого качества (Амерханов Х.А. и др., 2007; Алеулов З.Н. и др., 2007; Мирошников С.А. и Тарасов М.В., 2013; Дунин И.М. и др., 2020).

Для создания внутривидовых типов герефордской породы в России активно используется высокопродуктивное чистопородное поголовье канадской и отечественной селекций (Джуламанов К.М. и Дубовскова М.П., 2012; Дубовскова М.П., 2015). Их взаимодействие позволило сочетать у племенных животных Дмитриевского типа Северо-Кавказской популяции высокую мясную продуктивность с хорошей приспособленностью к пастбищному содержанию в условиях умеренно континентального климата. Дальнейшая селекционно-племенная работа по его совершенствованию основана на использовании ген-маркерной информации мясной продуктивности.

Особенности селекционного процесса при совершенствовании популяций чистопородных животных заключаются в сочетании традиционных методов отбора и подбора с молекулярно-генетическими, определяющими взаимодействие функциональной изменчивости с желательными аллелями генов. Эти методы основываются на изучении разнообразия генотипа и элиминируют влияние паратипических факторов на величину хозяйственно-полезных признаков. Одним из факторов, характеризующим генетическую структуру популяции, является генетический полиморфизм систем крови, под которым понимают одновременное присутствие в популяции нескольких аллелей одного и того же локуса, находящегося в равновесии в течение ряда генераций (Чижова Л.Н. и др., 2008, Селионова М.И. и др., 2012; Селионова М.И. и др., 2015). Определение желательного соот-

ношения генотипов в последующих поколениях основывается на изучении частоты генотипов и концентрации генов, то есть на анализе генетической структуры популяции.

В последнее время особенно актуальны исследования однонуклеотидного полиморфизма ДНК-маркеров мясной продуктивности (Косян Д.Б. и др., 2012). Одним из таких наследственных факторов является ген гормона роста GH (соматотропин), у которого выявлена взаимосвязь мутации со скоростью роста, следовательно, с приростом живой массы (Lee J-H et al., 2013). Лептин (LEP) – пептидный гормон, регулирующий энергетический обмен и массу тела (Lusk JL, 2007). Определение полиморфизма этих генов позволяет выявить их желательные аллели и частоту их встречаемости для использования в селекции.

Цель исследования.

Изучить продуктивные и племенные качества генеалогической группы животных внутрипородного типа «Дмитриевский», полиморфизм ген-маркеров продуктивности и его генетическую структуру в динамике поколений.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Животные герефордской породы Дмитриевского типа и базовой категории (сверстники стада) Северо-Кавказской популяции.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) и «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты меры, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Исследования проводили в СПК колхоз (племенной завод) «Родина» и ООО (племенной завод) «Белокопанское» Ставропольского края.

Были сформированы восемь групп животных двух категорий – Дмитриевского типа и базовой (сверстники стада): быки-производители в возрасте 2-х лет (по 20 голов в каждой), коровы-первотёлки (по 50 голов в каждой), бычки в возрасте 15 мес. (по 50 голов в каждой), тёлки в возрасте 18 мес. (по 50 голов в каждой). Определяли: живую массу, молочность, промеры, оценивали стати экстерьера и выраженность типа телосложения.

Селекционный процесс проводили по принципу: «живая масса элита, элита-рекорд+высота в крестце+косая длина туловища». Параметры отбора: быки в возрасте 5 лет и старше должны иметь живую массу 900 кг и выше, коровы – не менее 540 кг, 15-месячные бычки – на уровне класса элита (405 кг и выше), 18-месячные тёлки – не менее 370 кг. Молочность коров – 212 кг и более. Для половозрелых быков-производителей высота в крестце определена не менее 138 см, коров – 130 см, бычков в возрасте 15 мес. – 119 см, тёлочек – 114 см. У быков 5 лет и старше косая длина туловища должна быть не менее 170 см, у коров – 146 см и более. При этом оценка экстерьера составляет не менее 90 и 85 баллов соответственно.

Класс животных определяли по результатам комплексной оценки селекционных признаков (Амерханов и др., 2012).

Анализ антигенного спектра, частоты эритроцитарных антигенных факторов проводили по трём системам групп крови (ЕАА, ЕАВ, ЕАС). Для характеристики аллелофонда племенного поголовья по группам крови отбиралась цельная кровь из ярёмной вены. Цельную кровь вносили в пробирки с 600 мкл этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) до получения объёма 10 мл.

Полиморфизм генов гормона роста – GH (L127V) и лептина – LEP/A80V изучали у быков-производителей, продолжателей генеалогических линий и родственных групп.

Оборудования и технические средства. Исследования выполнялись на оборудовании Лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий ВНИИОК – филиал ФГБНУ Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (свидетельство ПЖ-77 № 008326 от 18.04.2018 г). Серологические тесты проводились в присутствии стандартных реагентов (база реагентов=51 ед.).

ДНК выделяли из крови животных с использованием набора реагентов «DIAtom™DNAPrep» (IsoGeneLab, г. Москва, Россия). Выход ДНК составил 3-5мкг/100мкл с OD 260/280 от 1,6 до 2,0.

Для проведения ПЦР применяли наборы «GenePakPCRCore», (IsoGeneLab, г. Москва, Россия). Для оценки полиморфизма генов гормона роста (GH) и лептина (LEP) проводили генотипирование методом ПЦР-ПДРФ на программируемом термоциклере «Терцик» (ДНК-технология, Россия) с использованием праймеров, синтезированных в НПФ «Литех»: GH- (F: 5'-gct-gct-cct-gag-cct-tcg-3' и R: 5'-gcg-gcg-gca-ctt-cat-gac-cct-3'), LEP- (F: 5'-tgt-ctt-acg-tgg-agg-ctg-tgc-cca-gct-3' и R: 5'-agg-gtt-ttc-gtg-tca-tcc-tgg-acc-ttt-cg-3').

Для взятия промеров животных применяли инструменты: циркуль Вилькенса, палку Лидтина и мерную ленту (цена деления 1 см), для взвешивания животных – весы «ВСП4-Ж» (Россия), цена деления – 1 кг.

Статистическая обработка. Статистический анализ результатов проводился при помощи пакета статистических программ «Statistica 10.0» («StatSoft Inc.», США). Влияние полиморфизма генов GH L127V и LEP A80V определяли однофакторным дисперсионным анализом (ANOVA), используя формулу:

$$\eta^2 = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2} \times 100\%$$

где η^2 – показатель влияния, %; σ_x^2 – факториальная (межгрупповая) дисперсия; σ_y^2 – общая дисперсия признака.

Объем тела (m^3) рассчитывали по формуле:

$$V = \frac{\text{ширина груди} + \text{ширина в маклоках}}{2} \times \text{косая длина туловища} \times \text{глубина груди} \times 10^{-6}$$

Сравнение результатов проводилось с использованием критерия Тьюки для неравных групп и критерия Фишера. За предел достоверности применялся параметр $P \leq 0,05$.

Частоту встречаемости определяли по формуле:

$$p = n/N,$$

где p – частота генотипа, n – количество особей, имеющих определённый генотип, N – число особей.

Результаты исследований.

Целенаправленный отбор по заданным параметрам и лимитирующим факторам способствовали формированию тяжеловесных животных крупного телосложения. Анализ живой массы у скота разных категорий в сравнительном аспекте позволил определить преимущество новой генерации. Так, быки-производители Дмитриевского типа по этому показателю превосходили сверстников стада на 54,9 кг (9,3 %; $P \leq 0,01$), класс элита-рекорд – на 35,5 кг (5,8 %), в то время как сверстники стада класс элита – на 10,6 кг (1,8 %) (табл. 1).

Быки-производители – высокорослые, растянутые животные с хорошо развитыми мясными формами. Оценка экстерьера – 92-98 баллов, выраженность типа телосложения (с учётом высоты в крестце) – 8-10 баллов. По росту они превосходили сверстников базового варианта на 10,6 см (8,8 %; $P \leq 0,01$). Обхват груди и косая длина туловища у них были больше на 10,3 см (5,2 %; $P \leq 0,001$) и на 9,5 см (6,0 %; $P \leq 0,01$).

Отличимость созданного типа характеризует установленная достоверная межгрупповая разница со сверстниками стада, в то время как однородность и стабильность определяет изменчивость оцениваемых признаков – коэффициент вариации новой популяции не превышал показатель сверстников стада на величину в 1,4 раза. Коэффициент изменчивости живой массы быков составил 8,19 % и был больше, чем у животных базовой категории на 0,87 %. Этот показатель у коров равнялся 8,07 %, что на 0,85 % меньше сверстниц стада.

Таблица 1. Оценка отличимости, однородности и стабильности Дмитриевского типа по основным селекционным признакам
Table 1. Assessment of distinguishability, homogeneity and stability of Dmitrievsky type according to main breeding characteristics

Признак / Feature	Категория/Category			
	Дмитриевский тип/ Dmitrievsky type		сверстники стада/ herd peers	
	быки-производители (n=20)/ sires (n=20)	коровы (n=50) / cows (n=50)	быки-производители (n=20)/ sires (n=20)	коровы (n=50) / cows (n=50)
Живая масса, кг/Live weight, kg	645,5±11,82	504,3±5,75	590,6±9,68**	460,5±5,80***
Молочность, кг/Milking ability, kg	-	213,3±1,29	-	192,6±1,54***
Рост, см/Growth, cm	131,1±0,87	130,0±3,83	120,5±1,05**	125,5±5,16*
Обхват груди, см/Chest girth, cm	208,6±2,41	187,6±4,49	198,3±2,69***	179,4±5,07**
Косая длина туловища, см/ Oblique body length	167,7±2,19	150,8±1,17	158,2±1,78**	145,6±1,25**
Полуобхват зада, см/ Half-girth of the rear, cm	115,3±1,26	103,8±0,82	110,0±1,24**	94,6±0,60***

Примечание: достоверность межгрупповой разницы Дмитриевского типа и сверстников стада

* – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$

Note: the reliability of the intergroup difference between the Dmitrievsky type and herd peers

* – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$

Коровы нового внутрипородного типа по живой массе превосходили класс элита-рекорд на 29,3 кг (6,2 %), а сверстников стада – на 43,8 кг (9,5 %; $P \leq 0,001$). При этом они характеризовались хорошей воспроизводительной способностью: первое осеменение проводили в 14-16 мес. с живой массой 360-400 кг, отёл прошёл в возрасте 24-26 мес. Телята рождались жизнеспособными, получено к отъёму 98 телят на 100 коров. Молочность коров превышала класс элита на 3,3 кг (1,4 %), а сверстников стада – на 20,7 кг (10,7 %; $P \leq 0,001$).

В то же время молодой новый внутрипородного типа имел значительное преимущество над сверстниками базовой категории по селекционным признакам. Так, бычки в возрасте 15 мес. превосходили класс элита-рекорд на 43,0 кг (10,0 %), разница в их пользу по сравнению со сверстниками стада составила 30,0 кг (6,8 %; $P \leq 0,001$). Тёлки Дмитриевского типа в возрасте 18 мес. по сравнению с аналогами имели преимущество 48,0 кг (11,9 %; $P \leq 0,001$).

Располагая резервом изменчивости, генетическая структура новой популяции не только благоприятствует приспособлению особей к условиям внешней среды, но и в сочетании с отбором способствует проявлению селекционного эффекта. Фактором, позволяющим изучить характер изменений, происходящих в стаде, является генетический полиморфизм групп крови. Этапы создания Дмитриевского типа Северо-Кавказской популяции герефордов включают четыре поколения. Сравнительный анализ динамики частоты встречаемости эритроцитарных антигенных факторов в первом и третьем поколениях свидетельствует о давлении отбора на генетическую структуру популяции (табл. 2).

Иммуногенетическая аттестация быков-производителей показала, что генетическое разнообразие в последующих поколениях снижалось. Так, в третьем поколении животных установлено довольно значимое снижение частоты антигена A_2 (локус A) – на 33,0 %, I_1 (локус B) – на 37 %, W (локус C) – на 14,0 %. Между тем отмечено привнесение на 13,0 % антигенного эритроцитарного фактора E_3 (локус B).

Таблица 2. Динамика частоты антигенов в системах ЕАА, ЕАВ и ЕАС у быков-производителей Дмитриевского типа
Table 2. Dynamics of the frequency of antigens in EAA, EAB and EAC systems in breeding bulls of the Dmitrievsky type

Локус/Locus	Антиген/Antigen	Поколение/Generation		Всего (n=119)/ Total (n=119)
		F ₁ (n=78)	F ₃ (n=41)	
A	A ₂	0,769	0,439	0,655
B	Y ₂	0,577	0,341	0,495
	I ₁	0,436	0,073	0,311
	E' ₃	0,449	0,585	0,496
	I'	0,000	0,146	0,146
	O'	0,077	0,000	0,077
	O ₄	0,282	0,000	0,282
C	C ₂	0,692	0,658	0,681
	W	0,526	0,390	0,479

Различная интенсивность селекции продолжателей генеалогических линий за три поколения оказала влияние на распределение частоты характерных для герефордского скота антигенов. При этом, O' и O₄ выявлены только у животных F₁, в то время как в F₃ эти факторы крови не встречаются. Между тем антиген I' обнаружен в третьем поколении.

Снижение изменчивости генетической структуры объясняется использованием в воспроизводстве в основном быков-производителей продолжателей генеалогических линий Дмитриевского типа.

Селекция в популяции проводится с учётом полиморфизма ген-маркеров продуктивности. Частота встречаемости желательных гомозигот VV гена GH L127V была меньше на 20,8 % и на 29,2 %, чем генотипов LV и LL (табл. 3).

Таблица 3. Полиморфизм генов гормона роста (GH L127V), лептина (LEP/A80V) и селекционные признаки линейных быков-производителей
Table 3. Polymorphism of growth hormone genes (GH L127V), leptin (LEP / A80V) and breeding traits of linear sires

Показатель/Indicator	Ген/Gene				
	GH L127V			LEP/A80V	
	VV	LV	LL	AA	AV
Частота, % /Frequency, % n, голов/n, heads	20,8 5	29,2 7	50,0 12	83,3 20	16,7 4
Живая масса, ±%, к классу элита/Live weight, ±%, to elite class	+5,62	+1,68	+1,0	+2,91	+0,78
Объём туловища, м ³ / Body volume, m ³	0,75±0,017	0,61±0,027	0,65±0,031	0,62±0,027	0,60±0,016
Конституция и экстерьер, балл/ Constitu- tion and exterior, score	93,8±0,70	92,3±0,60	93,9±0,51	92,9±0,55	96,0±0,37

Частота гомозиготы AA гена лептина (A80V) больше на 66,6 %, чем гетерозиготы AV. Живая масса быков-производителей с генотипами VV и AA по генам GH (L127V) и LEP (A80V) превосходила класс элита на 5,62 % и на 2,9 %, в то время как носители генотипов LV и LL гена гормона роста – на 1,0-1,68 %, а генотипа AV лептина – на 0,78 %. Объём туловища у носителей аллеля VV гена гормона роста был больше, чем у животных других генотипов на 0,10-0,14 м³. Оценка

конституции и экстерьера была высокой у всех исследуемых животных, однако большая её величина была характерна у носителей гетерозигот AV лептина – на 3,1 балл (3,3 %; $P \leq 0,001$). Между тем оценка конституции и экстерьера проводится визуально и является субъективным фактором. Анализ полученных данных свидетельствует о наличии тенденции взаимосвязи аллелей V и A в гомозиготной форме генов гормона роста и лептина с тяжеловесностью животных.

Обсуждение полученных результатов.

Решение проблемы увеличения производства высококачественной говядины определяет необходимость рационального использования племенных ресурсов, создание внутривидовых типов и мясных стад с высоким генетически обусловленным потенциалом продуктивности. В связи с этим племенная работа с мясными породами скота ориентирована на создание новых высокопродуктивных и экономически эффективных типов животных для дальнейшей стабилизации развития мясного скотоводства и увеличения производства говядины высокого качества. Так, внутривидовая дифференциация на заводские типы в калмыцкой породе способствует проявлению генетически обусловленной изменчивости по потенциалу весового роста молодняка. Тёлки заводского типа Вознесенский превосходили потомство от родителей генотипа Айта по величине среднесуточного прироста на 3,89 %, сообщают Третьякова Р.Ф. с коллегами (2017). В наших исследованиях повышенная скорость роста тёлочек Дмитриевского типа обеспечила первое осеменение в 14-16 мес. с живой массой 360-400 кг, при этом отёл прошёл в возрасте 24-26 мес. Преимущество по живой массе по сравнению с аналогами в возрасте 18 мес. составило 48,0 кг (11,9 %; $P \leq 0,001$). По данным С.Д. Тюлебаева с соавторами (2020), при создании симменталов мясного типа бычки генотипа $\frac{1}{2}$ симментал немецкой селекции $\times \frac{1}{2}$ симментал отечественной селекции по живой массе в возрасте 15 мес. превосходили класс элита-рекорд на 5,0-30,0 кг. В этом возрасте бычки Дмитриевского типа герефордской породы превосходили высший бонитировочный класс на 43,0 кг (10,0 %). Это свидетельствует о наличии высокого продуктивного потенциала внутривидовых генотипов.

Между тем применение традиционных методов селекции, основанных на всесторонней оценке животного, не всегда даёт желаемый результат, так как на определённом уровне темпы повышения продуктивности снижаются. Следовательно, использование в селекционном процессе сочетания селекционно-племенных методов и молекулярно-генетических обозначит качественно новый этап преобразований скота мясных пород (Tait RG Jr et al., 2014; Sedykh TA et al., 2016).

Генетическая структура групп крови формируется под влиянием используемых генотипов быков-производителей и имеет популяционный характер (Джуламанов К.М. и др., 2014). Поэтому иммуногенетический анализ позволяет установить маркеры линий и их ветвей, следить за сохранением и обменом генетическим материалом. Н.П. Девятков (1993), Samarineanu M. (1985) свидетельствуют, что анализ антигенных факторов групп крови даёт возможность разделить породу на родственные группы со стабильными генотипами. По сообщению Шукюрова Е.Б. (2006), в Дальневосточной популяции герефордов наиболее распространены антигены Y_2 , D' , I' , C_1 , C_2 , редко встречаются Z , B_2 , G_3 , I_1 .

Нашими исследованиями установлено, что генетическое разнообразие быков-производителей Дмитриевского типа в последующих поколениях снижалось. Так, в третьем поколении животных по сравнению с первым установлено довольно значимое снижение частоты антигена A_2 (локус A) на 33,0 %, I_1 (локус B) – на 37 %, W (локус C) – на 14,0 %. Между тем отмечено увеличение частоты антигенного эритроцитарного фактора E'_3 (локус B) на 13,0 %.

Изучение однонуклеотидного полиморфизма генов мясной продуктивности позволяет внести определённые корректировки в селекционный процесс. По данным Габидулина В.М. с коллегами (2019), у тёлочек абердин-ангусской породы частота желательного генотипа CC гена bGH составила 60 %, GG – 14 % и гетерозиготного генотипа CG – 26 %, у бычков – 58 %, 10 % и 32 % соответственно. Полученные нами данные свидетельствуют, что частота желательного гомозиготного генотипа VV гена гормона роста (GH L127V) составила 20,8 % и была меньше, чем встречаемость генотипа LV и LL на 20,8 % и на 29,2 %. При этом живая масса быков-производителей с ге-

нотипами VV по гену GH (L127V) превосходила класс элита на 5,62 %. Следовательно, использование в мясном скотоводстве ген-маркерной селекции является актуальным как для науки, так и для практической селекции.

Выводы.

В результате селекции по показателям продуктивности и молекулярно-генетическим методам получено преимущество внутривидового типа герефордской породы Дмитриевского типа Северо-Кавказской популяции над сверстниками стада по основным селекционным признакам. Иммуногенетическая аттестация быков-производителей показала, что генетическое разнообразие с первого по третье поколение снижалось. Живая масса быков-производителей с генотипами VV и AA по генам GH (L127V) и LEP (A80V) превосходила класс элита на 5,62 % и на 2,9 %. Объём туловища у носителей аллеля VV гена гормона роста был больше, чем у животных других генотипов на 0,10-0,14 м³. Анализ полученных данных свидетельствует о наличии тенденции взаимосвязи аллелей V и A в гомозиготной форме генов гормона роста и лептина с тяжеловесностью животных.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2019-2021 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0012)

Литература

1. Анализ весового роста тёлочек разных заводских типов калмыцкой породы скота / Р.Ф. Третьякова, Ф.Г. Каюмов, Н.П. Герасимов, Е.Д. Куш // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 3(71). С. 214-216. [Tretyakova RF, Kayumov FG, Gerasimov NP, Kushch YD. Analysis of weight growth of kalmyk heifers of different breeding types. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;3(71):214-216. (*In Russ*)].
2. Девятков П.Н. Генетические маркеры групп крови в селекции скота // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 1993. № 3. С. 53. [Devyatov PN. Geneticheskie markery grupp krovi v selektsii skota. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*. 1993;3:53. (*In Russ*)].
3. Джуламанов К.М., Герасимов Н.П., Ворожейкин А.М. Иммуногенетическая характеристика скота герефордской породы уральской популяции по группам крови // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 4(87). С. 13-16. [Dzhulamanov KM, Gerasimov NP, Vorozheikin AM. Immunogenetic characteristic of Hereford in Urals population by blood groups. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2014;4(87):13-16. (*In Russ*)].
4. Джуламанов К.М., Дубовскова М.П. Племенные ресурсы герефордского скота // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 3(77). С. 21-25. [Dzulamanov KM, Dubovskova MP. Breeding resources of the Hereford cattle. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2012;3(77):21-25. (*In Russ*)].
5. Дубовскова М.П. Продуктивные качества герефордов разных генотипов // Вестник Курганской ГСХА. 2015. № 1(13). С. 47-49. [Dubovskova MP. Productive qualities of herefords of different genotypes. *Vestnik Kurganskoi GSKhA*. 2015;1(13):47-49. (*In Russ*)].
6. Использование метода ПЦР для генотипирования крупного рогатого скота по гену CAPN 1 с использованием генетических маркеров / Д.Б. Косян, Е.А. Русакова, О.В. Кван, Л.Г. Сурундаева, Л.А. Маевская // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 6(142). С. 26-30. [Kosyan DB, Surundaeva LG, Mayevskaya LA, Rusakova EA, Kvan OV. Using pcr for genotyping cattle CAPN1 the gene using genetic markers. *Vestnik Orenburg State University*. 2012;6(142):26-30. (*In Russ*)].
7. Крупный рогатый скот «Уральский герефорд»: пат. 3880 Рос. Федерация / З.Н. Алеулов, Х.А. Амерханов, П.Н. Васин, Н.П. Герасимов, Е.В. Гребенщикова, К.М. Джуламанов, М.П. Дубовскова и др. Заявл. 23.10.2007; опубл. 13.05.2008. [Aleulov ZN, Amerkhanov KhA, Vasin PN, Gerasimov NP, Grebenshchikova EV, Dzhulamanov KM, Dubovskova MP, et al. *Krupnyi rogotyi skot «Ural'skii gereford»*: pat. 3880 Ros. Federatsiya. Zayavl. 23.10.07; opubl. 13.05.08. (*In Russ*)].

8. Методические рекомендации комплексной оценки крупного рогатого скота мясных пород по фенотипу и генотипу: метод. рекомендации / Л.Н. Чиждова и др. Ставрополь: ГНУ СНИИЖК Россельхозакадемии, 2008. 52 с. [Chizhova LN et al. Metodicheskie rekomendatsii kompleksnoi otsenki krupnogo rogatogo skota myasnykh porod po fenotipu i genotipu: metod. Rekomendatsii. Stavropol': GNU SNIIZhK Rossel'khozakademii; 2008:52 p. (*In Russ*)].

9. Мирошников С.А., Тарасов М.В. Анализ современного состояния и перспектив отечественного производства говядины // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 2(80). С. 7-10. [Miroshnikov SA, Tarasov MV. Analysis of modern condition and prospects for Russian beef production. Herald of Beef Cattle Breeding. 2013;2(80):7-10. (*In Russ*)].

10. Молекулярно-генетические маркеры в селекционной работе с разными видами сельскохозяйственных животных / М.И. Селионова, Е.А. Гладырь, Т.И. Антоненко, С.С. Бурьлова // Вестник АПК Ставрополя. 2012. № 2(6). С. 30-35. [Selionova MI, Gladyr EA, Antonenko TI, Burylova SS. Using of molecular genetic markers in selective work with different kinds of farm animals. Agricultural Bulletin of Stavropol Region. 2012;2(6):30-35. (*In Russ*)].

11. Показатели продуктивности у генотипированного молодняка абердин-ангусской породы по гену VGН / В.М. Габидулин, С.А. Алимova, А.Н. Фролов, А.А. Салихов // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2019. № 4. С. 24. [Gabidulin VM, Alimova SA, Frolov AN, Salikhov AA. Pokazateli produktivnosti u genotipirovannogo molodnyaka aberdin-angusskoi porody po genu VGН. Byulleten' Orenburgskogo nauchnogo tsentra UrO Ran. 2019;4:24. (*In Russ*)]. doi: 10.24411/2304-9081-2019-14029

12. Порядок и условия проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности / Х.А. Амерханов, И.М. Дунин, В.И. Шаркаев и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 37 с. [Amerhanov KhA, Dunin IM, Sharkaev VI, et al. Poryadok i usloviya provedeniya bonitirovki plemennogo krupnogo rogatogo skota myasnogo napravleniya produktivnosti. Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh»; 2012:37 p. (*In Russ*)].

13. Приоритетные направления производства говядины и развития мясного скотоводства в России / Х. Амерханов, В. Шапочкин, Г. Легошин и др. // Молочное и мясное скотоводство. 2007. № 3. С. 2-6. [Amerkhanov Kh, Shapochkin V, Legoshin G, et al. Prioritetnye napravleniya proizvodstva govyadiny i razvitiya myasnogo skotovodstva v Rossii. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2007;3:2-6. (*In Russ*)].

14. Селионова М.И., Чиждова Л.Н., Дубовскова М.П. Группы крови в селекции мясного скота // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1(89). С. 14-17. [Selionova MI, Chizhova LN, Dubovskova MP. Blood groups in beef cattle selection. Herald of Beef Cattle Breeding. 2015;1(89):14-17. (*In Russ*)].

15. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации: реалии и перспективы / И.М. Дунин, С.Е. Тяпугин, Р.К. Мещеров и др. // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 2. С. 2-7. [Dunin IM, Tyapugin SE, Meshcherov RK, et al. Condition of meat cattle breeding in the russian federation: realities and prospects. Dairy and Beef Cattle Breeding. 2020;2:2-7. (*In Russ*)]. doi: 10.33943/MMS.2020.40.30.001

16. Шукюрова Е.Б. Генетическая характеристика герефордского крупного рогатого скота, разводимого на Дальнем Востоке // Зоотехния. 2006. № 5. С. 6-7. [Shukyurova EB. Genetical characteristic of Hereford cattle in far east. Zootechniya. 2006;5:6-7. (*In Russ*)].

17. Эффективность использования симменталов разных генотипов для производства говядины: монография / С.Д. Тюлебаев, Т.С. Кубатбеков, В.И. Косилов, Ю.А. Юлдашбаев, С.Ш. Мамаев, А.А. Салихов. Бишкек: Алтын принт, 2020. 194 с. [Tyulebaev SD, Kubatbekov TS, Kosilov VI, Yuldashbaev YuA, Mamaev SSh, Salikhov AA. Effektivnost' ispol'zovaniya simmentalov raznykh genotipov dlya proizvodstva govyadiny: monografiya. Bishkek: Altyn print; 2020:194 p. (*In Russ*)].

18. Lee J-H, Lee Y-M, Lee J-Y, Oh D-Y, Jeong D-J, Ki J-J. Identification of single nucleotide polymorphisms (SNPs) of the bovine growth hormone (bGH) gene associated with growth and car-

cass traits in hanwoo. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2013;26(10):1359-1364. doi: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2013.13248>

19. Lusk JL. Association of single nucleotide polymorphism in the leptin gene with body weight and backfat growth curve parameters for beef cattle. *Journal of Animal Science.* 2007;85(8):1865-1872. doi: 10.2527/jas.2006-665

20. Samarineanu M. Utilizarea grupelor sanguine in practica selectiei taurinelor. *Cresterea Anim.* 1985;35(12):1-3.

21. Sedykh TA, Kalashnikova LA, Gusev IV, Pavlova IYu, Gizatullin RS, Dolmatova IYu. Influence of TG5 and LEP gene polymorphism on quantitative and qualitative meat composition in beef calves. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences.* 2016;30(2):41-48. doi: 10.33899/ijvs.2016.121382

22. Tait RGJr, Shackelford SD, Wheeler TL, King DA, Keele JW, Casas E, Smith TPL, Bennett GL. CAPN1, CAST, and DGAT1 genetic effects on preweaning performance, carcass quality traits, and residual variance of tenderness in a beef cattle population selected for haplotype and allele equalization. *Journal of Animal Science.* 2014;92(12):5382-5393. doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8211>

References

1. Tretyakova RF, Kayumov FG, Gerasimov NP, Kushch YD. Analysis of weight growth of Kalmyk heifers of different breeding types. *Izvestia Orenburg State Agrarian University.* 2018;3(71):214-216.

2. Devyatov PN. Genetic markers of blood groups in cattle breeding. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences.* 1993;3:53.

3. Dzhulamanov KM, Gerasimov NP, Vorozheikin AM. Immunogenetic characteristic of Hereford in Urals population by blood groups. *Herald of Beef Cattle Breeding.* 2014;4(87):13-16.

4. Dzulamanov KM, Dubovskova MP. Breeding resources of the Hereford cattle. *Herald of Beef Cattle Breeding.* 2012;3(77):21-25.

5. Dubovskova MP. Productive qualities of herefords of different genotypes. *Vestnik Kurgan State Agricultural Academy.* 2015;1(13):47-49.

6. Kosyan DB, Surundaeva LG, Mayevskaya LA, Rusakova EA, Kvan OV. Using pcr for genotyping cattle CAPN1 the gene using genetic markers. *Vestnik Orenburg State University.* 2012;6(142):26-30.

7. Aleulov ZN, Amerkhanov KhA, Vasin PN, Gerasimov NP, Grebenshchikova EV, Dzhulamanov KM, Dubovskova MP et al. Ural Hereford Cattle: RF Pat. 3880 Rus. Federation. *Appl.* 10/23/2007; publ. 05/13/2008.

8. Chizhova LN et al. Guidelines for a comprehensive assessment of beef cattle by phenotype and genotype: method. Recommendations. Stavropol: GNU SNIIZhK Russian Agricultural Academy; 2008:52 p.

9. Miroshnikov SA, Tarasov MV. Analysis of modern condition and prospects for Russian beef production. *Herald of Beef Cattle Breeding.* 2013;2(80):7-10.

10. Selionova MI, Gladyr EA, Antonenko TI, Burylova SS. Using of molecular genetic markers in selective work with different kinds of farm animals. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region.* 2012;2(6):30-35. (

11. Gabidulin VM, Alimova SA, Frolov AN, Salikhov AA. Indicators of productivity in genotyped young Aberdeen-Angus breed according to BGH gene. *Bulletin of the Orenburg Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.* 2019;4:24. doi: 10.24411/2304-9081-2019-14029

12. Amerkhanov KhA, Dunin IM, Sharkaev VI et al. The procedure and conditions for the appraisal of breeding beef cattle. Moscow: FGBNU "Rosinformagrotech"; 2012:37 p.

13. Amerkhanov Kh, Shapochkin V, Legoshin G et al. Priority areas of beef production and the development of beef cattle breeding in Russia. *Dairy and Beef Cattle Farming.* 2007;3:2-6.

14. Selionova MI, Chizhova LN, Dubovskova MP. Blood groups in beef cattle selection. *Herald of Beef Cattle Breeding.* 2015;1(89):14-17.

15. Dunin IM, Tyapugin SE, Meshcherov RK, et al. Condition of meat cattle breeding in the russian federation: realities and prospects. Dairy and Beef Cattle Farming. 2020;2:2-7. doi: 10.33943/MMS.2020.40.30.001
16. Shukyurova EB. Genetical characteristic of Hereford cattle in the Far East. Zootechniya. 2006;5:6-7.
17. Tyulebaev SD, Kubatbekov TS, Kosilov VI, Yuldashbaev YuA, Mamaev SSh, Salikhov AA. Efficiency of using Simmentals of different genotypes for beef production: monograph. Bishkek: Altyn print; 2020:194 p.
18. Lee J-H, Lee Y-M, Lee J-Y, Oh D-Y, Jeong D-J, Ki J-J. Identification of single nucleotide polymorphisms (SNPs) of the bovine growth hormone (bGH) gene associated with growth and carcass traits in hanwoo. Asian-Australas J Anim Sci. 2013;26(10):1359-1364. doi: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2013.13248>
19. Lusk JL. Association of single nucleotide polymorphism in the leptin gene with body weight and backfat growth curve parameters for beef cattle. Journal of Animal Science. 2007;85(8):1865-1872. doi: 10.2527/jas.2006-665
20. Samarineanu M. Utilizarea grupelor sanguine in practico selektiei taurinelaz. Cresterea Anim. 1985;35(12):1-3.
21. Sedykh TA, Kalashnikova LA, Gusev IV, Pavlova IYu, Gizatullin RS, Dolmatova IYu. Influence of TG5 and LEP gene polymorphism on quantitative and qualitative meat composition in beef calves. Iraqi Journal of Veterinary Sciences. 2016;30(2):41-48. doi: 10.33899/ijvs.2016.121382
22. Tait RGJr, Shackelford SD, Wheeler TL, King DA, Keele JW, Casas E, Smith TPL, Bennett GL. CAPN1, CAST, and DGAT1 genetic effects on preweaning performance, carcass quality traits, and residual variance of tenderness in a beef cattle population selected for haplotype and allele equalization. Journal of Animal Science. 2014;92(12):5382-5393. doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8211>

Дубовскова Марина Павловна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции мясного скота, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29

Поступила в редакцию 11 декабря 2020 г.; принята после решения редколлегии 14 декабря 2020 г.; опубликована 31 декабря 2020 г. / Received: 11 December 2020; Accepted: 14 December 2020; Published: 31 December 2020