

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОРОДНЫХ РЕСУРСОВ
КРУПНОГО И МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА ЮГА РОССИИ
НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ СЕЛЕКЦИИ***

Иван Фёдорович Горлов^{1,2}, академик РАН
Марина Ивановна Сложенкина^{1,2}, член-корреспондент РАН
Елена Юрьевна Анисимова¹, кандидат биологических наук
Екатерина Владимировна Карпенко¹, кандидат биологических наук
Дарья Александровна Мосолова¹

¹ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции», г. Волгоград, Россия

²ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград, Россия
E-mail: niimmp@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований генетических особенностей популяций крупного и мелкого рогатого скота, выращиваемого в южных регионах России. Идентифицированы породоспецифичные паттерны ДНК у трех наиболее распространенных в засушливых условиях пород крупного рогатого скота мясного направления. При изучении молочной продуктивности коров голштинской породы различных селекционно-генетических линий установлено, что для повышения ее уровня у потомства и улучшения качественных показателей молочного сырья целесообразно увеличить частоту включения в родительские пары животных линий Вис Бэк Айдиала и Рефлекшн Соверинга. Адаптационные способности и молочная продуктивность импортных животных зависят от их эколого-географического происхождения. По сравнению с голштинскими коровами австралийской и датской селекции, аналоги американской и немецкой отличаются повышенными значениями уровня молочной продуктивности, однако животные австралийской и датской обладают более высокой адаптационной лабильностью. В результате сравнительной характеристики хозяйственно-биологических особенностей двух поколений крупного рогатого скота (родительский, импортированный, первой генерации — полученный в условиях разведения) абердин-ангусской породы, выявлены тенденции к повышению продуктивных качеств. При изучении особенностей формирования мясной продуктивности у бычков калмыцкой породы в зависимости от экстерьерно-конституционального типа установлено, что по основному показателю бычки высокорослого типа превосходят своих аналогов среднего и компактного телосложения, однако мясо последних характеризуется более высокими кулинарно-технологическими показателями, содержит больше жира и имеет привлекательные вкусовые качества. Исследован полиморфизм генов CAST, GH, GDF9, CLPG, FABP4 и MC4R в популяциях овец различных пород, выращиваемых в Республике Калмыкия, Волгоградской и Ростовской областях, Кабардино-Балкарской Республике. Научно обоснован ДНК анализ у молодняка и дальнейший отбор животных с желательными генотипами как перспективный метод ранней диагностики проявления в онтогенезе хозяйственно полезных признаков.

Ключевые слова: животноводство, популяционная генетика, импорт, племенные ресурсы, селекция, продуктивность

**INCREASING THE PRODUCTIVE POTENTIAL
OF LARGE AND SMALL CATTLE BREED RESOURCES IN THE SOUTH
OF RUSSIA BASED ON MODERN BREEDING METHODS**

I.F. Gorlov^{1,2}, Academician of the RAS
M.I. Slozhenkina^{1,2}, Corresponding Member of the RAS
E.Yu. Anisimova¹, PhD in Biological Sciences
E.V. Karpenko¹, PhD in Biological Sciences
D.A. Mosolova¹

¹Volga region research institute of manufacture and processing of meat-and-milk production, Volgograd, Russia

²Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

E-mail: niimmp@mail.ru

Abstract. The results of the genetic characteristics research of large and small cattle populations grown in the Southern Russia are stated. Breed-specific DNA patterns have been identified in three of the most common cattle breeds of meat productivity in arid conditions. The milk productivity of Holstein cows of different breeding lines has been studied. It was found that increasing the frequency of animals of Vis Back Ideal and Reflection Sovering lines in the parent pairs could be able to increase the level of milk productivity of offspring and improve the quality indicators of dairy raw materials. The adaptive abilities and milk productivity of imported foreign Holstein cows depending on their origin were estimated. In comparison with Australian and Danish Holstein cows, American and German analogues have a higher level of milk productivity. However Australian and Danish animals have a more flexible adaptive capacity. As a result of the comparative study of the economic and biological characteristics of two generations of Aberdeen-Angus cattle (parental foreign generation, and the first generation — obtained under breeding conditions in Southern Russia), tendencies to increase productive values

* Научные исследования проведены в рамках гранта РФФИ № 22-16-00041, ГНУ НИИММП / Scientific research was carried out within the framework of the RNF grant No. 22-16-00041, GNU NIIMMP.

are revealed. The features of the meat productivity formation in Kalmyk steers different exterior and constitutional types are investigated. It was found that the Kalmyk steers of the tall body type have a higher meat productivity compared with their analogues of medium and compact body types. However, the beef of compact steers has a higher fat percentage, more attractive taste characteristics, culinary and technological indices. The features of polymorphism of CAST, GH, GDF9, CLPG, FABP4 and MC4R genes in populations of sheep of different breeds grown in the Republic of Kalmykia, Volgograd and Rostov regions, Kabardino-Balkaria Republic were also studied. As a promising method of early diagnosis of presence economically useful traits in sheep during ontogenesis, the effectiveness of DNA analysis in young lambs and the further selection of animals with desirable genotypes according to these genes were justified.

Keywords: animal husbandry, population genetics, import, tribal resources, breeding, productivity

Внедрение молекулярно-генетических и биотехнологических инноваций в систему ведения сельского хозяйства позволяет достаточно точно прогнозировать проявление у молодняка продуктивных животных наиболее ценных признаков на этапе формирования родительских пар. [4–7, 10] Значительное отставание по показателям продуктивности местных пород и до сих пор не соответствующая в необходимой мере произошедшему научно-технологическому прорыву в области молекулярно-генетических технологий селекционно-племенная работа не позволяют скотоводству России выйти на качественно новый уровень развития и стать конкурентоспособным на мировой арене. [8] В связи с этим повышение генетического потенциала и продуктивности региональных породных ресурсов может способствовать развитию отечественного животноводства. [1] Учитывая усиление санкционных противостояний, необходимо в кратчайшие сроки сформировать стратегию повышения генетического потенциала отечественных сельскохозяйственных пород, что достижимо при условии получения современных данных о генетическом разнообразии региональных популяций для выведения новых внутривидовых типов, максимально адаптированных к конкретным природно-климатическим особенностям. [3, 9] Грамотно планируя стратегию промышленного скрещивания можно не только повысить генетическое разнообразие аборигенных биоресурсов, но и рационально использовать выводимые внутривидовые типы в конкретных агроэкологических зонах России. [2] Российские научно-исследовательские и высшие учебные заведения ведут активную фундаментальную и поисковую работу по проблемам интенсификации животноводства с использованием конкретных породных ресурсов и способов управления факторами, повышающими продуктивный потенциал сельскохозяйственных животных и птицы. Данное направление исследований – трендовое в зарубежном научном сообществе. [11–15]

Таким образом, актуально решение задач селекционно-генетического прогнозирования. Проблема разработки и внедрения научно обоснованных методов повышения продуктивности сельскохозяйственных животных с учетом породного фактора, линейной принадлежности и экстерьерно-конституционального типа, а также агроклиматических особенностей конкретных территорий разведения и адаптационных способностей скота в зависимости от их эколого-географического происхождения имеет не только народнохозяйственное, но и государственное значение, соответствуя приоритетам и задачам Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержден-

ной Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 года № 642, Постановлению Правительства РФ № 479 от 22.04.2019 года «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019–2027 годы», «Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» (распоряжение Правительства РФ, 8.09.2022. № 2567-р).

Цель исследований – изучение особенностей формирования и возможности прогнозирования фенотипического проявления в процессе онтогенеза генетически детерминированных хозяйственно полезных признаков у сельскохозяйственных животных, разводимых в конкретных агроэкологических условиях, способствующих повышению продуктивного потенциала региональных породных ресурсов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Межвидовой и внутривидовой анализ генетического разнообразия изучаемого поголовья, паспортизацию высокопродуктивных сельскохозяйственных животных осуществляли методами ISSR-фингерпринтинга и ПЦР-ПДРФ. Биологический материал: кровь, ушные выщипы. Пробы отбирали в соответствии с общепринятыми методиками, выделение ДНК из биологического материала проводили с использованием коммерческих наборов ООО «НПФ Синтол»: геномной ДНК – «ДНК-Экстран», ДНК на микроколонках – «К-Сорб», ДНК на сорбенте – «S-Сорб», выделение и очистка из агарозных гелей и реакционных смесей ДНК продуктов амплификации и рестрикции – реагенты «EasyWay». Постановка реакции амплификации – с применением коммерческих наборов ЗАО «Евроген»: для проведения ПЦР с последующим анализом на гель-электрофорезе – ScreenMix, эффективной амплификации длинных фрагментов ДНК с широкого спектра матриц и ПЦР с малых количеств ДНК – Encyclo Plus PCR kit, амплификации ДНК-фрагментов для дальнейшего секвенирования – Tersus Plus PCR kit. Количественную оценку продуктов амплификации осуществляли с помощью набора ООО «Бионем»: определение двуцепочечной ДНК в растворе – QuantiFluor(R) dsDNA System E2670; детекция продуктов реакций амплификации и рестрикции – методом горизонтального электрофореза в агарозном геле с добавлением бромистого этидия (EtBr). Популяционно-генетические данные, характеризующие биоразнообразие региональных породных ресурсов, анализировали в программе Popgene 1.32. Данные статистически обрабатывали, оценивая уровень

достоверности различий в Statistica 10.0, руководствуясь пособием Johnson and Bhattacharyya (2010).

Генетическую структуру популяций крупного рогатого скота мясных пород, наиболее распространенных на Юге России, анализировали на поголовье племенного завода имени А. Чапчаева Кетченеровского района Республики Калмыкия, ТОО Племенного завода «Чапаевский» Республики Казахстан, ООО «Шуруповское» Фроловского и ООО «Дон-Агро» Нехаевского районов Волгоградской области.

Адаптационные способности и особенности формирования продуктивных качеств коров различных селекционно-генетических линий и эколого-географического происхождения определяли в условиях комплекса по производству молока – ООО СП «Донское» Волгоградской области.

Аклиматизационные особенности бычков *абердин-ангусской* породы австралийской селекции первой генерации сравнивали с родительским поколением на поголовье, принадлежащем ООО «Дон-Агро».

Формирование продуктивных показателей бычков *калмыцкой* породы различных экстерьерно-конституциональных типов изучали в НАО ПЗ «Кировский» Яшкульского района Республики Калмыкия.

Полиморфизм генов *CAST* и *GH* во взаимосвязи со скоростью набора массы определяли на поголовье овец *сальской* породы из ООО «Белозерное» Сальского района Ростовской области, то же для гена гормона роста – в популяциях овец *эдилъбаевской* и *калмыцкой курдючной* пород, принадлежащих НАО ПЗ «Кировский». На базе этого же хозяйства изучали полиморфизм гена *FABP4*.

Генетическую структуру популяций овец на основе идентификации генов, детерминирующих хозяйственно ценные селекционные признаки, исследовали на поголовье Волгоградской (СПК Племзавод «Ромашковский» Палласовского района, ООО «Волгоград-Эдильбай» Быковского района)

и Ростовской (ООО «Белозерное») областей, ООО «Дарган» Кабардино-Балкарской Республики, а также Республики Калмыкия (НАО ПЗ «Кировский»).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Дана комплексная оценка генетическому разнообразию разводимых на территории Волгоградской области и Республики Калмыкия четырех пород крупного рогатого скота мясного направления продуктивности (*абердин-ангусская*, *геррефордская*, *калмыцкая*, *казахская белоголовая*) и их помесей. Выявлены различия между ISSR-фрагментами как по частоте встречаемости, так и характеру спектров. Выполнен сравнительный анализ с родственными породами (*якутская*, *хогорого*, *гоби*), а также породой молочного направления продуктивности – *голиштино-фризской*. На графическом изображении генетической близости изученных популяций (рис. 1) видно, что две популяции скота *казахской белоголовой* породы незначительно различаются, при этом *геррефордская* находится на одной с ними ветви, что обусловлено историей создания *казахской белоголовой*. Популяция *калмыцкого* скота оказалась генетически родственной монгольской *хогорого*. Подтверждение на дендрограмме находит факт генетического родства *якутской* и *голиштинской* пород, что связано с длительным повсеместным прилитием крови *голиштинского* скота отечественному для повышения молочной продуктивности. Отдельную ветвь образует монгольская порода скота *Гоби*, что подтверждает сохранение ее чистокровности.

Исследованы параметры молочной продуктивности коров различных селекционно-генетических линий *голиштино-фризской* породы. Дана оценка перспективности использования коров линий Вис Бэк Айдиала, Рефлекшн Соверинга и Монтвик Чифтейна при подборе родительских пар для повы-



Рис. 1. Филогенетическое дерево породных ресурсов мясного скотоводства Юга России (монгольские *Хогорого* и *Гоби*, якутская и *голиштино-фризская* породы включены в анализ для сравнения).

шения степени проявления генетического потенциала у потомства (табл. 1).

Изучены хозяйственно-биологические особенности коров различных направлений селекции (американская, немецкая, датская и австралийская): показатели роста и развития, воспроизводительной способности, молочной продуктивности; дана характеристика гематологического профиля и естественной резистентности организма животных. Наиболее высокие значения репродуктивности выявлены у коров немецкой и американской селекций (табл. 2).

Коровы немецкой селекции характеризовались и более высокими показателями роста: живая масса была выше на протяжении всего эксперимента и к 36 мес. превосходила этот показатель аналогов американской селекции на 4,5% ($P < 0,001$), датской – 6,1 ($P < 0,001$), австралийской – 2,0% ($P < 0,01$).

Адаптационные способности на основе гематологического профиля и показателей естественной резистентности были выше у коров датской и австралийской селекции, что имеет особое значение для специфических климатических условий южного региона.

Уровень молочной продуктивности наиболее высокий у коров американской селекции и превосходит значение аналогов австралийской на 6,0% ($P < 0,01$), немецкой – 1,4, датской – 6,6% ($P < 0,001$). Но содержание белка (аминокислоты, в том числе незаменимые) было выше в молоке коров австралийской селекции.

Получены данные, характеризующие акклиматизационную способность бычков *абердин-ангусской* породы, разводимых в конкретных агроэкологических условиях. Установлено, что животные первой генерации имели более высокие показатели естественной резистентности по сравнению с животными родительского поколения. Бактерицидная активность бычков, полученных в российских условиях, была выше на 2,89% ($P < 0,001$), лизоцимная – 5,39 ($P < 0,001$) и фагоцитарная – 2,86% ($P < 0,001$). Потомки были выше импортированного поголовья на 0,62% ($P < 0,05$) по высоте в холке и на 1,16 ($P < 0,001$) косой длине туловища, но незначительно уступали им по параметрам ширины тела (на 0,95 по ширине груди, 0,65% – зада в маклоках). Выявлена тенденция к повышению энергии роста из убойных показателей ($P < 0,05$) потомства второго поколения.

В сравнительном аспекте изучены особенности формирования продуктивных качеств бычков *калмыцкой* породы различных типов телосложения: компактного (КТТ), среднего (СТТ) и высокого (ВТТ). Предубойная масса животных ВТТ (16 мес.) была выше аналогов КТТ и СТТ на 6,31% ($P < 0,001$) и 3,0 ($P < 0,01$), масса парных туш – на 7,3 ($P < 0,001$) и 3,4 ($P < 0,01$), выход туш – 0,5 и 0,2% соответственно. У высокорослых бычков масса мяса в тушах была выше на 7,05% ($P < 0,001$) и 3,61 ($P < 0,05$) по сравнению с их аналогами КТТ и СТТ, средняя проба мяса содержала больше белка на 0,91 ($P < 0,01$) и 0,86% ($P < 0,01$) соответственно. Мясо бычков КТТ отличалось более высоким содержанием жира, чем бычков СТТ и ВТТ, на 1,05

Таблица 1.
Сравнительная характеристика показателей молочной продуктивности коров за 305 дней лактации

Показатель	Линия		
	Р. Соверинг	В.Б. Айдиал	М. Чифтейн
Первая лактация			
Число коров	101	103	46
Удой, кг	7262,03±93,12	7177,70±85,34	6910,89±88,55**
Жир, %	3,87±0,01	3,86±0,01	3,90±0,03
Молочный жир, кг	280,46±3,47	276,31±3,12	269,04±3,02*
Белок, %	3,21±0,01	3,20±0,01	3,21±0,01
Молочный белок, кг	232,88±2,97	230,01±2,73	221,99±2,90*
Живая масса, кг	572,48±4,52	562,08±3,95	585,51±7,02
Наивысшая лактация			
Число коров	101	102	46
Удой, кг	7555,17±89,30	7689,65±71,43	7437,48±81,15
Жир, %	3,86±0,01	3,85±0,02	3,86±0,03
Молочный жир, кг	291,31±3,77	295,73±3,86	286,08±4,60
Белок, %	3,20±0,01	3,20±0,01	3,21±0,01
Молочный белок, кг	242,11±3,22	246,23±3,31	238,81±4,11
Живая масса, кг	570,41±4,41	565,27±3,98	595,07±10,05*
Коэффициент молочнойности, кг/100 кг	1324,51±18,60	1357,91±18,00	1249,84±19,22**

Примечание. Достоверность разницы: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ по сравнению с линией Р. Соверинга.

Таблица 2.
Воспроизводительная способность первотелок различных селекций

Параметр	США	Дания	Германия	Австралия
	(n=245)	(n=245)	(n=386)	(n=250)
Возраст первого успешного оплодотворения, мес.	16,2	16,5	17	17,3
Масса при первом осеменении, кг	420,5±5,2***	402,0±3,8***	452,0±4,8	418,0±3,0***
Сервис-период, дн.	117,2±4,3	129,0±3,1	125,6±2,9	127,4±4,4
Количество осеменений	1,7	1,8	1,7	1,8
Период стельности, дн.	286,7±5,1	283,5±4,2	285,8±5,2	287,2±4,9
Возраст первого отела, дн.	779,0±9,5	783,2±19,4	792,5±8,8	799,2±11,0
Масса теленка при рождении, кг	38,2±1,2	37,5±0,9*	39,8±0,6	38,0±1,1
Выход телят, гол.	213	202	325	208

Примечание. Достоверность разницы: *** – $P < 0,001$; * – $P < 0,05$ по сравнению с аналогами немецкой селекции.

и 2,56% ($P < 0,01$) соответственно. В пробе ДМС бычков ВТТ было больше триптофана и меньше оксипролина, в связи с чем выше их соотношение (БКП) и пищевая ценность говядины. Мясо бычков КТТ имело более высокое значение влагоудерживающей способности. Органолептические показатели мяса всех подопытных бычков зависели от типа термической обработки, однако более высокими вкусовыми качествами обладала говядина,

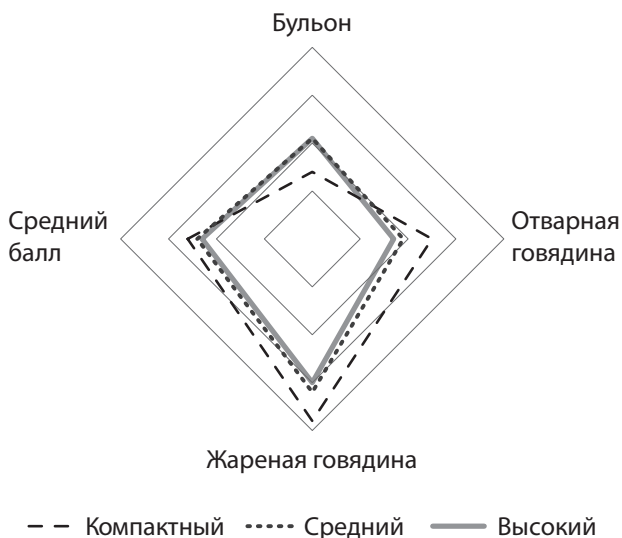


Рис. 2. Органолептическая оценка говядины.

Таблица 3. Показатели энергии роста в зависимости от генотипа

Генотип	Живая масса, кг		Среднесуточный прирост, г
	рождение	отъем	
ММ (n=84)	4,11±0,07	22,19±0,27	301,12±5,79
ММ (n=24)	4,19±0,18	23,23±0,38*	317,43±2,01**

Примечание. Достоверность разницы: * – P < 0,05; ** – P < 0,01 по сравнению с гомозиготной формой.

полученная от бычков компактного типа телосложения (рис. 2).

Изучен полиморфизм гена кальпастина и его взаимосвязь со скоростью набора массы в ростовской популяции овец сальской породы. Установлено, что животные с гетерозиготным генотипом превосходили своих гомозиготных аналогов по значениям среднесуточного прироста на 5,42% (P < 0,01) и имели более высокий показатель живой массы при отъеме на 4,69% (P < 0,05) (табл. 3).

Исследован полиморфизм гена соматотропина и его взаимосвязь со скоростью набора массы в ростовской популяции овец сальской породы, а также

двух популяциях овец калмыцкой и эдильбаевской пород, разводимых на территории Республики Калмыкия. Живая масса при отъеме, в возрасте 9 мес., а также значения среднесуточного прироста животных сальской породы с гетерозиготным генотипом превышали значения этих параметров у гомозиготных аналогов на 4,1% (P < 0,05), 29,6 (P < 0,01) и 57,8% (P < 0,001) соответственно. Баранчики с генотипом АВ/GH по убойной массе, массе парной туши и убойному выходу превосходили аналогов с генотипом АА/GH на 35,7% (P < 0,01), 38,6 (P < 0,01) и 2,04% (P < 0,05) соответственно (табл. 4). От гетерозиготных по гену GH животных было получено на 45,5% (P < 0,05) больше баранины. Гетерозиготный генотип также обуславливал увеличение массы сердца и почек на 50,0 (P < 0,05) и 37,7% (P < 0,05) соответственно.

В результате идентификации полиморфизма гена дифференциального фактора роста у овец сальской и волгоградской пород и изучения взаимосвязи с репродуктивными показателями животных установлено, что гетерозиготные имеют самую высокую фертильность. Выход ягнят у овец сальской породы АG и GG составил 1,80 и 1,13 (P < 0,001); волгоградской – 1,88 и 1,22 (P < 0,01) соответственно.

Изучен характер полиморфизма гена калипингия в трех популяциях овец (эдильбаевская, калмыцкая курдючная и волгоградская). Идентифицированы только гомозиготные по аллелю А генотипы (рис. 3).

Гетерозиготных генотипов и генотипов, гомозиготных по аллелю G, не выявлено. Таким образом, локус CLPG в этих популяциях оказался мономорфным.

Найдены закономерности отложения жировой ткани и ассоциативная связь данного параметра с полиморфизмом гена FABP4 как генетическим маркером качества мясной продукции в сравнительном аспекте между двумя популяциями грубошерстных пород овец (эдильбаевская и калмыцкая курдючная). Установлено, что локус FABP4 – мономорфный в этих популяциях. Однако выявлены достоверные межпородные различия по значениям предубойной массы (P < 0,001) и массе туши (P < 0,001) в сторону овец калмыцкой породы. По содержанию жира подкожного (P < 0,01), курдюч-

Таблица 4.

Убойные показатели баранчиков различных генотипов

Генотип	Предубойная масса, кг	Масса туши, кг		Убойная масса, кг	Выход мяса (на 1 кг костей)	Убойный выход с курдюком, %
		парной	охлажденной			
<i>Калмыцкая курдючная</i>						
AA (n=52)	38,0±0,8 ^{а0}	16,4±0,8 ^{б0}	16,0±0,7 ^{бс}	19,3±0,7 ^{а0}	3,47±0,03 ^{***}	50,8
AB (n=35)	41,7±0,7 ^{***}	18,9±0,4 ^{***}	18,4±0,5 ^{***}	21,5±0,5 ^{***}	3,56±0,01 ^{***}	51,6
BB (n=13)	39,1±0,5 ^{б0}	16,9±0,6 ^{бс}	16,3±0,6 ^{бс}	20,1±0,3 ^{***}	3,16±0,04 ^{***}	51,4
<i>Эдильбаевская</i>						
AA (n=48)	36,8±0,5	14,9±0,3	14,3±0,4	18,3±0,4	2,93±0,04	49,7
AB (n=35)	38,4±0,5 ^с	16,2±0,4 ^б	15,6±0,3 ^с	19,5±0,3 ^с	3,03±0,02 ^с	50,8
BB (n=17)	37,4±1,2 ^{нс}	15,3±0,1 ^{нс}	14,9±0,1 ^{нс}	18,6±0,2 ^{нс}	3,02±0,01 ^с	49,7

Примечание. Достоверность разницы: ^а – P < 0,001; ^б – P < 0,01; ^с – P < 0,05; ^{нс} – P < 0,95 по сравнению с данными АВ-генотипа в группе калмыцкой курдючной породы; ^А – P < 0,001; ^В – P < 0,01; ^С – P < 0,05; ^{НС} – P < 0,95 – АА-генотипа в группе эдильбаевской породы; ^{***} – P < 0,001; ^{**} – P < 0,01; ^{*} – P < 0,05; ⁰ – P < 0,95 – аналогичного генотипа между породами.

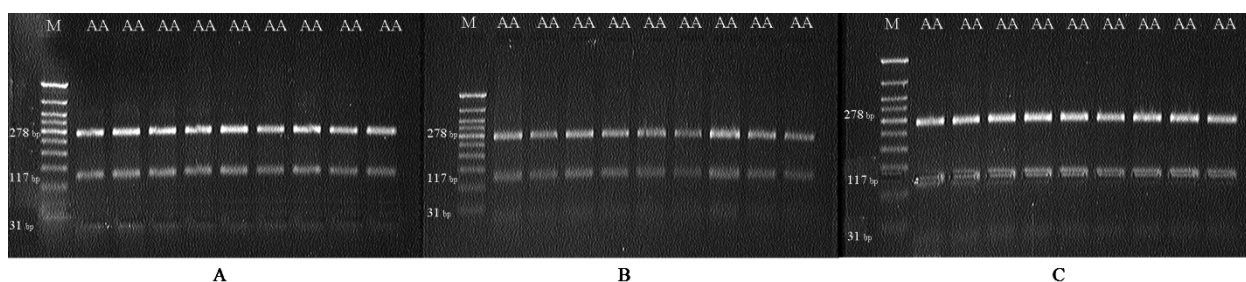


Рис. 3. Электрофоретическое разделение фрагментов ДНК при анализе полиморфных вариантов гена *CLPG / BsmFI* в 2%-м агарозном геле: А – эдильбаевская порода; В – волгоградская; С – калмыцкая курдючная; М – маркер (50 + bp DNA Ladder).

ного ($P < 0,001$) и общему ($P < 0,001$) молодняк эдильбаевской породы превосходил аналогов калмыцкой (табл. 5).

Выполнено исследование мясной продуктивности овец карачаевской породы во взаимосвязи с различными генотипами *MC4R*. Наличие генотипа *AA* обуславливало более высокие среднесуточные приросты по сравнению с гетерозиготными и гомозиготными формами по аллелю *G* на 5,1 ($P < 0,05$) и 7,7% ($P < 0,001$) соответственно. Животные с генотипом *AA/MC4R* по предубойной массе превосходили аналогов с *AG/MC4R* и *GG/MC4R* на 4,5 и 6,7% ($P < 0,05$) соответственно. Убойная масса овец с генотипом *AA/MC4R* также превышала таковую у аналогов с *AG/MC4R* и *GG/MC4R* на 8,4 ($P < 0,05$) и 15,3% ($P < 0,001$) соответственно. Масса охлажденной туши животных генотипа *AA/MC4R* была выше, чем у *AG/MC4R* и *GG/MC4R* на 6,0 ($P < 0,05$) и 11,1% ($P < 0,001$) соответственно.

Выводы. Впервые изучены генетические особенности породных ресурсов крупного рогатого скота Волгоградской области и Республики Калмыкия, выполнен сравнительный анализ мясных пород с родственными породами (якутская, хогорого, гоби), а также породой молочного направления продуктивности – голштино-фризской. Изучены: осо-

бенности формирования молочной продуктивности коров различных селекционно-генетических линий голштинской породы, адаптационные способности и продуктивные качества поголовья, полученного от четырех импортных селекций различного эколого-географического происхождения; уровень адаптации и перспективы повышения степени реализации генетического потенциала импортного крупного рогатого скота абердин-ангусской породы на основе сравнительной характеристики родительского поколения с потомством первой генерации, полученного в условиях Волгоградской области; особенности формирования продуктивных качеств аборигенного мясного скота Республики Калмыкия в зависимости от экстерьерно-конституционального типа; генетическая структура породных ресурсов мелкого рогатого скота Волгоградской области и Республики Калмыкия, выявлены особенности полиморфизма генов, детерминирующих хозяйственно ценные селекционные признаки.

Полученные результаты стали основой для формирования генетико-селекционной системы сохранения, мониторинга и управления генофондами, а также стратегии повышения эффективности промышленного скрещивания в животноводческих предприятиях Юга России. Выполненные исследования способствуют научно-техническому прогрессу в отечественном животноводстве, расширению горизонтов организации и ведения селекционно-племенной работы в конкретных агроклиматических условиях.

Таблица 5.
Распределение жировой ткани в убойном материале

Показатель	Единицы измерения	Порода	
		Калмыцкая	Эдильбаевская
Предубойная масса	кг	41,7±0,5***	38,0±0,9
Масса туши	кг	18,3±0,6***	16,2±0,3
подкожный	кг	0,75±0,06**	1,00±0,06
	%	4,09	6,12
курдючный	кг	2,87±0,04***	3,32±0,03
	%	15,58	20,49
Содержание жира в туше	кг	0,65±0,07	0,51±0,06
	%	3,55	3,15
внутримышечный	кг	4,27±0,05***	4,83±0,09
	%	23,33	29,81
Внутренний жир	кг	0,16±0,02	0,12±0,02
	кг	4,43±0,04***	4,95±0,07
Всего	%	24,2	30,56

Примечание. Достоверность разницы: ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ по сравнению с эдильбаевской породой.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Батанов С.Д., Амерханов Х.А., Баранова И.А. и др. Молочная продуктивность коров разных экстерьерно-конституциональных типов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 102–113.
2. Иванов Р.В., Захарова Л.Н. Проблемы адаптации завозных специализированных пород крупного рогатого скота // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 94–102.
3. Илькив Н. Генетика КРС: новые возможности // Эффективное животноводство. 2022. № 3 (178). С. 62–71.
4. Колосова М.А., Колосов А.Ю., Бакоев Ф.С. ДНК-маркеры продуктивности в свиноводстве // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2019. № 4-1 (34). С. 16–20.
5. Мусаева И.В., Алиева Р.М. Генетические маркеры мясной продуктивности овец // Известия Дагестанского ГАУ. 2022. № 1 (13). С. 61–64.

6. Селионова М.И., Плахтюкова В.Р. Мясная продуктивность бычков казахской белоголовой породы разных генотипов по генам *CAPN1* и *GH* // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 4. С. 9–12.
7. Сычѳва О.В., Кононова Л.В. Генетические маркеры в молочном скотоводстве // Аграрно-пищевые инновации. 2018. № 1 (1). С. 27–31.
8. Тихомиров А.И. Экономическая эффективность технологической модернизации и интенсификации животноводства России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2022. № 12. С. 21–24.
9. Шендаков А.И. Влияние голштинской породы на генотип черной-пестрой породы в стадах Орловской области // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 1. С. 17–20.
10. Konovalova, E. Romanenkova O., Zimina A. et al. Genetic variations and haplotypic diversity in the myostatin gene of different cattle breeds in Russia // *Animals* (Basel). 2021. V. 11. № 10. A. 2810.
11. Al-Thuwaini T.M., Al-Shuhaib M.B.S., Lepretre F., Dawud H.H. Two co-inherited novel SNPs in the MC4R gene related to live body weight and hormonal assays in Awassi and Arabi sheep breeds of Iraq // *Veterinary Medicine and Science*. 2021. V. 7. № 3. P. 897–907.
12. Haruna I.L., Li Y., Ekegbu U.J. et al. Associations between the bovine myostatin gene and milk fatty acid composition in New Zealand Holstein-Friesian × Jersey-Cross cows // *Animals* (Basel). 2020. V. 10. № 9. P. 1447.
13. Valencia C.P.L., Franco L.Á.Á., Herrera D.H. Association of single nucleotide polymorphisms in the *CAPN*, *CAST*, *LEP*, *GH*, and *IGF-1* genes with growth parameters and ultrasound characteristics of the Longissimus dorsi muscle in Colombian hair sheep // *Tropical Animal Health and Production*. 2022. V. 54. № 1. A. 82.
14. Wang F., Chu M., Pan L. et al. Polymorphism Detection of *GDF9* gene and its association with litter size in Luzhong Mutton Sheep (*Ovis aries*) // *Animals* (Basel). 2021. V. 11. № 2. A. 571.
15. Yan W., Zhou H., Hu J. et al. Variation in the *FABP4* gene affects carcass and growth traits in sheep // *Meat Science*. 2018. V. 145. P. 334–339.
16. birskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2020. T. 50. № 3. S. 94–102.
17. Pl'kiv N. Genetika KRS: novye vozmozhnosti // *Effektivnoe zhivotnovodstvo*. 2022. № 3 (178). S. 62–71.
18. Kolosova M.A., Kolosov A.Yu., Bakoev F.S. DNK-markery produktivnosti v svinovodstve // *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019. № 4-1 (34). S. 16–20.
19. Musaeva I.V., Alieva R.M. Geneticheskie markery myasnoj produktivnosti ovec // *Izvestiya Dagestanskogo GAU*. 2022. № 1 (13). S. 61–64.
20. Selionova M.I., Plahtyukova V.R. Myasnaya produktivnost' bychkov kazahskoj belogolovoj porody raznykh genotipov po genam *CAPN1* i *GH* // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2020. № 4. S. 9–12.
21. Sychyova O.V., Kononova L.V. Geneticheskie markery v molochnom skotovodstve // *Agrarno-pishchevye innovacii*. 2018. № 1 (1). S. 27–31.
22. Tihomirov A.I. Ekonomicheskaya effektivnost' tekhnologicheskoy modernizacii i intensifikacii zhivotnovodstva Rossii // *Ekonomika sel'skohozyajstvennykh i pererabatyvayushchih predpriyatij*. 2022. № 12. S. 21–24.
23. Shendakov A.I. Vliyanie golshtinskoj porody na genofond cherno-pestrogo skota v stadakh Orlovskoy oblasti // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2022. № 1. S. 17–20.
24. Konovalova, E. Romanenkova O., Zimina A. et al. Genetic variations and haplotypic diversity in the myostatin gene of different cattle breeds in Russia // *Animals* (Basel). 2021. V. 11. № 10. A. 2810.
25. Al-Thuwaini T.M., Al-Shuhaib M.B.S., Lepretre F., Dawud H.H. Two co-inherited novel SNPs in the MC4R gene related to live body weight and hormonal assays in Awassi and Arabi sheep breeds of Iraq // *Veterinary Medicine and Science*. 2021. V. 7. № 3. P. 897–907.
26. Haruna I.L., Li Y., Ekegbu U.J. et al. Associations between the bovine myostatin gene and milk fatty acid composition in New Zealand Holstein-Friesian × Jersey-Cross cows // *Animals* (Basel). 2020. V. 10. № 9. P. 1447.
27. Valencia C.P.L., Franco L.Á.Á., Herrera D.H. Association of single nucleotide polymorphisms in the *CAPN*, *CAST*, *LEP*, *GH*, and *IGF-1* genes with growth parameters and ultrasound characteristics of the Longissimus dorsi muscle in Colombian hair sheep // *Tropical Animal Health and Production*. 2022. V. 54. № 1. A. 82.
28. Wang F., Chu M., Pan L. et al. Polymorphism Detection of *GDF9* gene and its association with litter size in Luzhong Mutton Sheep (*Ovis aries*) // *Animals* (Basel). 2021. V. 11. № 2. A. 571.
29. Yan W., Zhou H., Hu J. et al. Variation in the *FABP4* gene affects carcass and growth traits in sheep // *Meat Science*. 2018. V. 145. P. 334–339.

REFERENCES

Поступила в редакцию 10.03.2023
 Принята к публикации 24.03.2023