

*На правах рукописи*

**Карпова Екатерина Дмитриевна**

**ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ GH, CAST,  
АНАЛИЗ АССОЦИАЦИЙ ИХ ГЕНОТИПОВ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ  
ЛИПИДНОГО ОБМЕНА, ИММУННОГО СТАТУСА, ПРОДУКТИВНОСТИ  
ОВЕЦ В ОНТОГЕНЕЗЕ**

06.02.07 – разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Ставрополь – 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

**Научный руководитель:** **Чицова Людмила Николаевна,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Гончаренко Галина Моисеевна,** доктор биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), главный научный сотрудник лаборатории биотехнологий

**Денискова Татьяна Евгеньевна,** кандидат биологических наук, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», старший научный сотрудник группы генетики и геномики мелкого рогатого скота

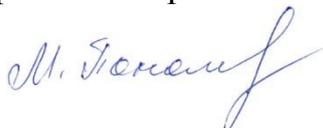
**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела»

Защита диссертации состоится 17 сентября 2021 г. в 12.00 часов на заседании диссертационного совета Д 999.210.02 при ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ по адресу: 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, тел. 8(8652) 28-61-10, факс: 28-61-10.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ и на официальном сайте университета: <http://www.stgau.ru>.

Автореферат разослан «\_\_» июля 2021 г. и размещен на сайтах: ВАК Министерства науки и высшего образования РФ <http://www.vak.minobrnauki.gov.ru> «\_\_» июля 2021 г.; ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» <https://www.stgau.ru> 14 июля 2021 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



М. Е. Пономарева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Проблема сохранения, совершенствования, рационального использования генофонда отечественных пород сельскохозяйственных животных, в том числе и овец, всегда актуальна.

Статистические данные свидетельствуют о том, что овцеводство все еще несет значительный экономический ущерб от рождения молодняка с пониженной жизнеспособностью, гибели ягнят как в раннем онтогенезе, так и в более поздние периоды роста и развития (В.А. Мороз, 1998; А.Н. Ульянов, 2017; А. И. Ерохин, 2019).

Успех решения проблемы получения жизнеспособного, полноценного молодняка с высоким генетическим потенциалом зависит от решения многих задач. Одной из них является недостаточность изученности функционального многообразия процессов, происходящих в растущем организме ягнят с учетом генотипа. Что позволит оценить сопряженность аллельного состояния кодирующих белок генов с отдельными метаболитами крови овец, с показателями их роста, развития, иммунной реактивности, продуктивности для выявления объективных критериев оценки, прогноза их генетического потенциала в ранний период роста и развития (Н.А. Зиновьева, Е.А. Гладырь, 2008; М.В. Забелина, 2017; В.П. Лушников, 2020).

Такой подход позволит выяснить основные закономерности, в основе которых лежат взаимосвязь и причинная обусловленность сдвигов одних метаболических процессов относительно других, происходящих по законам структурно-функциональных взаимоотношений в разные периоды онтогенеза, а также в зависимости от аллельного спектра генов, ассоциированных с признаками продуктивности.

В настоящее время приоритетным в решении задач интенсификации овцеводческой отрасли является внедрение современных методов генной диагностики – определение и выявление генов-маркеров хозяйственно ценных признаков (Т.Е. Денискова, А.В. Доцев, 2015, Т.Т. Глазко, 2019 г.).

При этом наиболее привлекательной является группа генов, кодирующих факторы роста, их рецепторы, транспортные и регуляторные белки, оказывающие значительное воздействие на улучшение количественно-качественных показателей продуктивности (Ю.А. Колосов, П.С. Кобыляцкий, Н.В. Широкова, 2017). К ним относится целый ряд перспективных генов-кандидатов, в том числе ген гормона роста – соматотропин *GH*, ген кальпастанин – *CAST*.

**Степень разработанности темы исследования.** Оценке, прогнозу генетического потенциала сельскохозяйственных животных, с учетом их биохимических, генетических особенностей, посвящен ряд работ (М.В. Забелина, 2006; А.С. Дегтярь, 2014; 2015; В.В. Марченко, 2017; Н.Г. Чамурлиев,

2018; И.В. Засемчук, 2019). Особая значимость и перспективность в решении селекционных задач в настоящее время отводится методам современной молекулярной генетики и биологии, позволяющим получить значительный объем объективной информации особенностей развития организма и выявить особо ценных животных для широкого использования в практической селекции.

Поиск, разработка методов комплексной оценки, ранней диагностики продуктивных качеств в овцеводстве привлекают особенное внимание ученых как в России (О.В. Костюнина, (2016), В. И. Щербатов, И. Н. Тузов А. Г. Дикарев, (2016), А.В. Дейкин, М.И. Селионова (2017), В.В. Светлов (2018), О.А. Яцык (2018), , И.А. Копылов (2020), Н.В. Широкова (2020), В.П. Лушников (2020), так и за рубежом (M. Gabor et al., 2009; N. Asadi et al., 2014; A.D. Malewa et al., 2014; A. Grover et al., 2016; E.S. Kim et al., 2016; P. Kumar et al., 2017).

**Цель и задачи исследований.** Целью настоящих исследований явилось определение полиморфизма генов *GH*, *CAST* и изучение связи их генотипов с показателями липидного обмена, иммунной реактивности, продуктивности овец для выявления оценочных критериев их генетического потенциала в раннем возрасте.

При проведении научных исследований ставились следующие **задачи**:

- определить частоту аллельных вариантов и генотипов популяции овец ставропольской породы по генам *GH*, *CAST*;
- изучить возрастные особенности жирнокислотного состава липидов крови ягнят разных генотипов;
- провести анализ ассоциативных связей жирнокислотного состава липидов крови с показателями роста, развития, иммунитета, продуктивности ягнят разных генотипов;
- определить жирнокислотный состав липидов мышечной ткани овец разных генотипов гена *CAST*;
- изучить взаимосвязь между интегральными показателями липидного обмена крови и мышечной ткани;
- определить экономическую эффективность выращивания и реализации мяса молодняка разных генотипов.

**Научная новизна работы.** Впервые определено аллельное состояние генов *GH*, *CAST* в популяции овец ставропольской породы. На основе комплекса генетических, биохимических, гистологических, зоотехнических методов и приемов изучены и научно обоснованы ассоциативные взаимоотношения между аллельным состоянием генов *GH*, *CAST* и периодичность формирования иммунного статуса, жирнокислотного профиля общих липидов крови и мышечной ткани овец разных генотипов. Установлены стойкие формативные взаимоотношения между интегральными показателями липидного обмена крови и мышечной ткани для оценки, прогноза продуктивности и качества мяса овец в раннем возрасте. Предложен биохимический тест прижизненной оценки генетического потенциала овец в

раннем возрасте.

**Теоретическая и практическая значимость результатов исследований.** Полученные данные имеют определенное теоретическое значение, так как дополняют, расширяют имеющиеся сведения о полиморфизме генов, контролирующих количественно-качественные характеристики сельскохозяйственных животных. Комплексный системный подход вносит определенный вклад в раскрытие генетических, биохимических процессов, происходящих в постнатальном онтогенезе в организме овец, раскрывающий обособленности их функционирования в зависимости от генотипа.

Установленные ассоциативные связи могут быть использованы в научных исследованиях, направленных на прогнозирование и углубленное изучение роли генетических структур, биохимических показателей в качестве маркеров; в программах селекционного совершенствования овец ставропольской породы; в учебном процессе в высших образовательных учреждениях по вопросам возрастной биохимии, физиологии, молекулярной генетики.

Полученные результаты исследований внедрены в производственную деятельность СПК «Русь» Изобильненского района Ставропольского края и подтверждены актом о внедрении законченных научно-исследовательских разработок в сельскохозяйственное производство.

**Связь темы с планом научных исследований.** Данная работа является одним из разделов научно-исследовательской работы, осуществляемой в соответствии с государственным тематическим планом научных исследований ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» по теме «Усовершенствовать биотехнологические методы генетического контроля и управления селекционным процессом при создании новых селекционных форм сельскохозяйственных животных (крупного рогатого скота, овец, коз, свиней) и разработать технологии их содержания» № 0725-2019-0024.

**Методология и методы исследования.** Методологической основой проведения исследований явился анализ экспериментальных работ зарубежных и российских ученых в области разведения и использования маркер-ассоциативной селекции в животноводстве, в том числе в овцеводстве. Используются стандартные молекулярно-генетические, биохимические, зоотехнические и биометрические методики исследований, а также определения экономической эффективности.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность основана на использовании достаточного количества опытных животных, применении современных методов, оборудования, биометрической обработки экспериментальных данных с оценкой степени достоверности различий между животными разных генотипов с использованием программного обеспечения (Microsoft Office, приложение Excel, BioStat). Основные положения работы доложены и одобрены на ежегодных отчетах лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий, на заседаниях ученого совета ВНИИОК – филиала ФГБНУ

«Северо-Кавказский ФНАЦ» в 2018–2020 гг. (г. Ставрополь); на XIII Выставке инновационных проектов молодых ученых Северного Кавказа, приуроченной ко Дню российской науки (г. Нальчик, 2019); на VII Международной научно-практической конференции «Инновационные разработки молодых ученых – развитию АПК» (г. Ставрополь, 2019); на XIV Выставке инновационных проектов молодых ученых Северного Кавказа, (г. Нальчик, 2020); на XIV Международной научно-практической конференции «Научные основы повышения продуктивности и здоровья животных» (г. Краснодар, 2020); на VIII Международной научно-практической конференции «Инновационные разработки молодых ученых – развитию АПК» (г. Ставрополь, 2020), на «Ежегодном собрании и выставке ASAS-CSAS-SSASAS» (г. Луисвилл, Кентукки, 2021).

**Научные положения, выносимые на защиту:**

- полиморфизм генов *GH*, *CAST*, онтогенетические особенности формирования биохимического, иммунного статуса и продуктивности овец ставропольской породы разных генотипов;
- ассоциативная связь жирнокислотного состава липидов крови, мышечной ткани с интегральными показателями липидного обмена – ИНЛ, ИИОЛ, КЭМ;
- интегральные оценочные критерии прижизненной оценки продуктивности и качеств мяса овец в раннем возрасте.

**Публикация результатов исследований.** По материалам диссертационной работы опубликовано 6 научных статей, в том числе 2 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ. Изданы методические рекомендации «Система селекционной перспективности племенных стад и их генетического благополучия на основе ДНК – диагностики».

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 125 страницах компьютерного текста, содержит 25 таблиц, 8 рисунков, включает введение, обзор литературы, материалы и методику исследований, результаты исследований, обсуждение результатов, заключение, включающее выводы, практические предложения, перспективы дальнейшей разработки темы, список использованной литературы, насчитывающий 228 источника, в том числе 69 – зарубежных авторов.

**Личный вклад соискателя.** Работа, под руководством научного руководителя, выполнена автором самостоятельно. Характеризуется внутренним единством, включает в себя традиционные разделы содержания, четко обозначенную цель и задачи исследований. Автором представлены материалы и методика разделов исследований, полностью выполнен весь объем экспериментальной части научно-исследовательских работ, проведен анализ и обработка первичных данных, сформированы выводы и практические предложения производству. Доля участия соискателя при выполнении диссертации составляет 87%. Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой и свидетельствует о личном вкладе автора в зоотехническую науку в овцеводческой отрасли.

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научно-исследовательская работа проводилась в период 2018–2020 гг. на базе СПХ «Русь» Изобильненского района Ставропольского края на молодняке овец (ярки,  $n = 100$ ) ставропольской породы.

Лабораторные исследования осуществлялись в лицензированных лабораториях иммуногенетики и ДНК-технологий, морфологии и качества продукции ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (г. Ставрополь).

Биоматериалом исследований была кровь опытных животных в возрасте 2; 4 и 8 месяцев. Молекулярно-генетические исследования – полиморфизм генов *GH* и *CAST* проводились на основе полимеразной цепной реакции – ПЦР на программируемом четырехканальном термоциклере «Терцик» фирмы «ДНК-технология» (Россия) с применением наборов GenePakPCRCore (IsoGeneLab, Москва) в объеме 20 мкл реакционной смеси с использованием специфических праймеров. Электрофоретическим методом определено число и длина фрагментов рестрикции. Полученные данные анализировались с помощью компьютерной системы гель-документирования. В качестве маркера молекулярных масс использовался стандартный набор M 50 Gene Pak DNA Markers (Iso Gene Lab).

Методом газожидкостной хроматографии в виде метиловых эфиров на газовом хроматографе «Кристалл 200» с капиллярной колонкой HP-FFAP 50 m 0,32 mm 0,5  $\mu$ m (USA) определялся жирнокислотный состав липидов крови и мышечной ткани. Интенсивность, направленность липидного обмена учитывалась с использованием расчетных интегральных показателей: индекса насыщенности липидов – ИНЛ; индекса интенсивности обмена липидов – ИИОЛ; коэффициента эффективности метаболизации – КЭМ.

Особенности роста и развития молодняка, формирование его мясной продуктивности изучены на основе динамики живой массы, приростов, контрольного убоя животных, товарной оценки туш с использованием общепринятых зоотехнических методов и приемов.

Статистический анализ результатов исследований осуществлялся в соответствии с методиками, предложенными Н.А. Плохинским (1980), Е.К. Меркурьевой (1970) с применением компьютерных программ BioStat, Excel.

Достоверность различий сравниваемых показателей по группам оценивали по критерию Стьюдента со следующим уровнем значимости:

$p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$ .

Общая схема исследований приведена на рисунке 1.

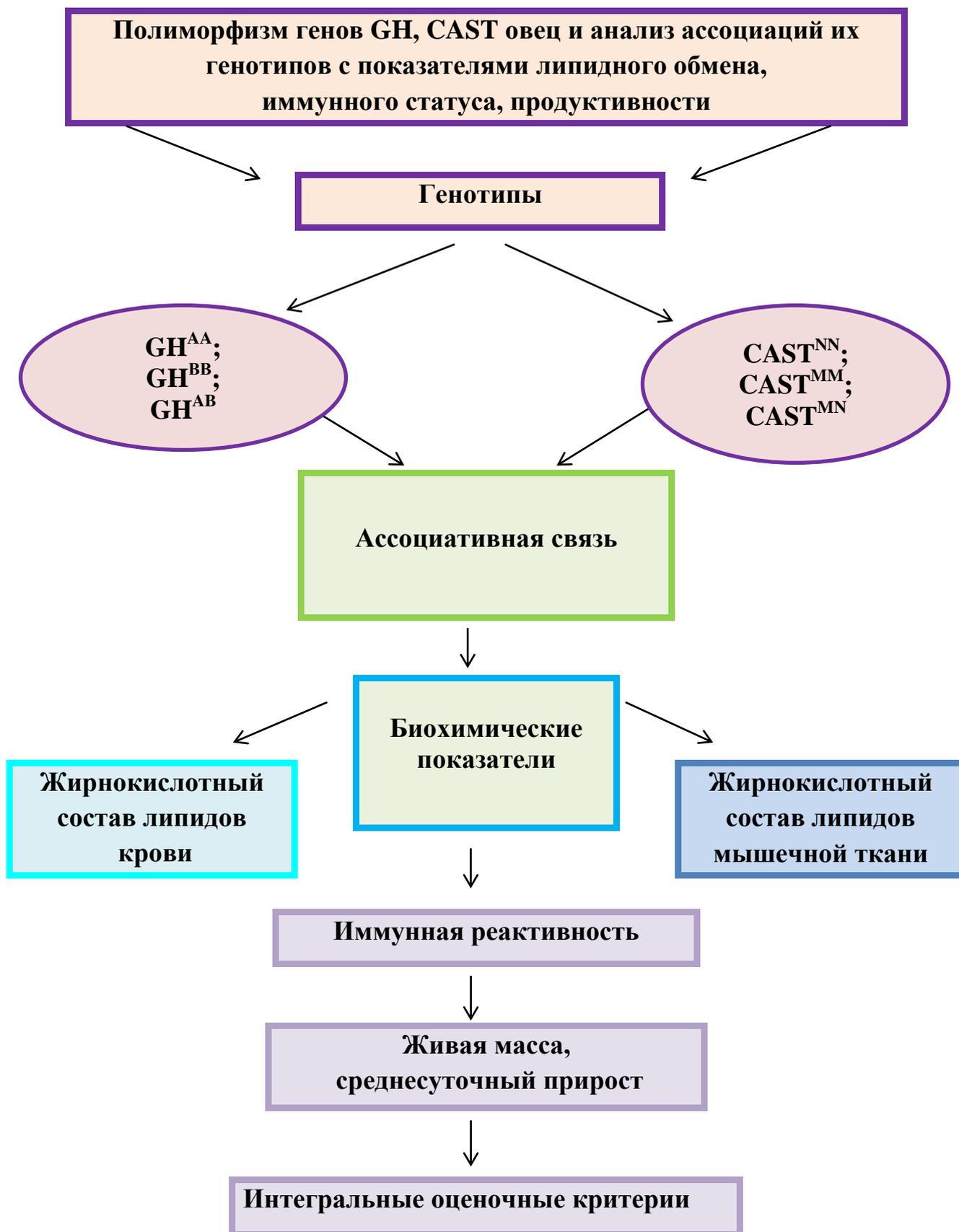


Рисунок 1 – Общая схема исследований

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1. Полиморфизм генов GH и CAST у ягнят ставропольской породы разных генотипов

Анализом результатов генотипирования исследуемого молодняка установлено, что полиморфизм генов соматотропина –  $GH$ ; кальпастина –  $CAST$  представлен двумя аллелями:  $GH^A$  – 0,88;  $GH^B$  – 0,12 и  $CAST^M$  – 0,82;  $CAST^N$  – 0,18 (таблица 1).

Таблица 1 – Аллельный спектр генов  $GH$  и  $CAST$  исследуемой популяции овец

Ген	Частота встречаемости				
	генотип			аллель	
GH	AA	BB	AB	A	B
	0,83	0,07	0,10	0,88	0,12
CAST	MM	NN	MN	M	N
	0,71	0,06	0,23	0,82	0,18

Частота встречаемости гомозиготных вариантов гена соматотропина ( $GH^{AA}$ ,  $GH^{BB}$ ) варьировала от максимальных значений (0,83) –  $GH^{AA}$  генотипа до минимальных (0,07) –  $GH^{BB}$  генотипа, встречаемость гетерозиготного  $GH^{AB}$  генотипа составила 0,10; частота встречаемости гомозиготных ( $CAST^{MM}$ ,  $CAST^{NN}$ ) составила 0,71 и 0,06 соответственно, гетерозиготного  $CAST^{MN}$  варианта – 0,23.

#### 3.1.1. Рост и развитие ягнят разных генотипов по генам GH и CAST

Анализ показателей роста и развития – живой массы и среднесуточных приростов у ягнят разных генотипов выявил общебиологическую закономерность, сводившуюся к значительному увеличению изучаемых показателей в ранний период онтогенеза (2–4 мес.), к уменьшению в возрасте 8 месяцев (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели живой массы, среднесуточных приростов ягнят разных генотипов

Гены	Живая масса при рождении, кг	Живая масса, кг			Среднесуточный прирост, г		
		возраст, мес.			возраст, мес.		
		2	4	8	2	4	8
$GH^{AA}$	3,2±0,06	13,1±0,34	24,9±0,23	30,9±0,11	165,0±1,7	194,2±2,1	50,2±1,8
$GH^{BB}$	3,4±0,02	13,7±0,23	25,4±0,24	32,1±0,29	172,0±1,8*	196,3±1,9	55,8±2,2
$GH^{AB}$	3,3±0,08	12,9±0,34	23,3±0,35	31,7±0,23	160,0±1,5	173,3±1,6	70,0±2,5
$CAST^{MM}$	3,3±0,07	13,2±0,29	24,4±0,26	30,1±0,29	164,0±1,5	184,7±1,7	47,5±1,8
$CAST^{NN}$	3,3±0,07	14,0±0,33	25,2±0,28	33,1±0,31***	178,9±1,8***	186,7±1,8	65,8±2,2***
$CAST^{MN}$	3,2±0,09	13,1±0,30	24,2±0,25	29,2±0,28	165,0±1,2	185,0±1,6	41,1±1,7

Примечания: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

Сопоставлением и анализом изученных показателей выявлено во все исследуемые периоды онтогенеза превосходство по величине живой массы и среднесуточных приростов генотипов  $GH^{BB}$  и  $CAST^{NN}$ , по сравнению с аналогами  $GH^{AA}$  и  $CAST^{MM}$ , составившее: в 2-мес. возрасте – 4,4; 4,07 и 5,7; 1,07, в 4-мес. – 1,2; 1,07 и 3,2; 1,07, в 8-мес. – 3,7; 10,04 и 9,1; 27,81% соответственно ( $P < 0,01$ ).

### 3.2. Иммунная реактивность ягнят разных генотипов

Сравнительным анализом показателей, характеризующих иммунную реактивность (Т-, В-лимфоциты), установлено, что у ягнят с генотипами  $GH^{BB}$  и  $CAST^{NN}$ , по сравнению с аналогами  $GH^{AA}$  и  $CAST^{MM}$ , количество Т- и В-клеток, было выше и составило: 0,72 и 0,64; 0,56 и 0,38; против 0,61 и 0,48; 0,56 и 0,32  $10^9/л$  соответственно ( $P < 0,01$ ) (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели иммунной реактивности ягнят разных генотипов

Ген Генотип		Иммунная реактивность, $10^9/л$				ИРИ
		Т-лимфоциты	В-лимфоциты	Т-супрессоры	Т-хелперы	
GH	AA	0,61±0,13	0,48±0,08	0,34±0,03	0,24±0,07	0,71
	BB	0,72±0,22	0,56±0,09	0,27±0,04	0,25±0,08	0,93
	AB	0,67±0,19	0,51±0,11	0,30±0,06	0,26±0,05	0,87
CAST	MM	0,56 ±0,08	0,32±0,04	0,38±0,07	0,24±0,04	0,63
	NN	0,64 ±0,05	0,38±0,06	0,33±0,05	0,26±0,06	0,79
	MN	0,59±0,11	0,34±0,07	0,35±0,06	0,24±0,04	0,69

При этом в периферической крови ягнят  $GH^{BB}$  и  $CAST^{NN}$  генотипов циркулировало больше Т-хелперов, но меньше Т-супрессоров, в сравнении с аналогами  $GH^{AA}$  и  $CAST^{MM}$ , составившее: 0,25; 0,26 и 0,27; 0,33  $10^9/л$ , против 0,24; 0,24 и 0,34; 0,38  $10^9/л$  ( $P < 0,01$ ). Что нашло отражение на величине иммунорегуляторного индекса (ИРИ) – отношение Т-хелперов к Т-супрессорам, который был выше в крови генотипов  $GH^{BB}$  и  $CAST^{NN}$ , чем у  $GH^{AA}$  и  $CAST^{MM}$ : 0,93 и 0,79, против 0,71 и 0,69.

### 3.3. Жирнокислотный состав липидов крови

Методом хроматографического анализа выявлено 10 жирных кислот: миристиновая  $C_{14:0}$ , пентадекановая  $C_{15:0}$ , пальмитиновая  $C_{16:0}$ , гептадекановая  $C_{17:0}$ , гептадеценная  $C_{17:1}$ , стеариновая  $C_{18:0}$ , относящиеся к классу насыщенных (предельных), олеиновая  $C_{16:1}$ , линолевая  $C_{18:2}$ , линоленовая  $C_{18:3}$ , арахидоновая  $C_{20:4}$  – к классу ненасыщенных. Сопоставлением и анализом концентрации изучаемых жирных кислот выявлена неоднозначность их уровня, зависящая как от возраста, так и от генотипа.

Установлено, что в периферической крови ягнят в возрасте 2 месяцев, независимо от генотипа, циркулировало сравнительно большее количество таких жирных кислот, как стеариновой С18:0, пальмитиновой С16:0, олеиновой С18:1, составившее соответственно: 44,18–46,87; 26,08–27,95; 12,19–12,61%, значительно меньше – миристиновой С14:2, линолевой С18:2, гептадеценовой С17:1: 2,24–4,60, 3,16–3,62, 0,74–1,43%, еще меньше – пентадекановой С15:0, арахидоновой С20:4, гептадекановой С17:0, линоленовой С18:3: 0,18–0,27, 0,18–0,45, 0,22–0,48%.

Что нашло отражение в суммарном ( $\Sigma$ ) их количестве в липидах крови исследуемых генотипов: ( $\Sigma$ ) насыщенных  $GH^{AA}$ ;  $GH^{BB}$  и  $CAST^{MM}$ ;  $CAST^{NN}$  генотипов: 76,88; 78,93 и 77,33; 77,95%, ( $\Sigma$ ) ненасыщенных: 17,87; 16,04 и 17,52; 16,10% соответственно (таблица 4).

Таблица 4 – Суммарное количество жирных кислот липидов крови ягнят разных генотипов, %

Показатели	Генотип					
	2 мес.					
	GH			CAST		
	AA	BB	AB	MM	NN	MN
$\Sigma$ насыщенных	76,88±0,08	78,93±0,06	77,13±0,10	77,33±0,21	77,95±0,22	77,47±0,19
$\Sigma$ мононенасыщенных	13,53±0,12	12,19±0,11	12,70±0,16	13,35±0,07	12,61±0,08	13,72±0,06
$\Sigma$ полиненасыщенных	4,34±0,05	3,85±0,04	4,52±0,06	4,17±0,11	3,59±0,10	3,80±0,08
ИНЛ	4,30±0,11	4,92±0,10	4,47±0,04	4,41±0,08	4,81±0,08	4,42±0,07
ИИОЛ	1,92±0,07	2,29±0,11	1,13±0,12	1,96±0,04	2,18±0,13	1,95±0,06
КЭМ	0,09±0,11	0,14±0,10	0,11±0,09	0,05±0,06	0,09±0,11	0,06±0,07
4 мес.						
$\Sigma$ насыщенных	66,35±0,05	72,27±0,07	67,22±0,08	67,63±0,20	74,46±0,23	69,15±0,22
$\Sigma$ мононенасыщенных	15,76±0,07	16,08±0,08	15,75±0,13	17,17±0,12	18,09±0,11	17,20±0,10
$\Sigma$ полиненасыщенных	9,8±0,08	10,97±0,07	10,12±0,10	10,15±0,10	10,7±0,10	10,3±0,09
ИНЛ	2,59±0,08	2,67±0,07	2,59±0,08	2,47±0,03	2,58±0,05	2,51±0,04
ИИОЛ	1,51±0,08	1,73±0,12	1,54±0,07	1,35±0,05	1,44±0,04	1,44±0,03
КЭМ	0,20±0,11	0,25±0,13	0,22±0,10	0,20±0,01	0,25±0,03	0,24±0,02
8 мес.						
$\Sigma$ насыщенных	44,18±0,10	49,94±0,07	46,06±0,09	44,17±0,19	48,79±0,21	46,23±0,20
$\Sigma$ мононенасыщенных	25,43±0,11	26,90±0,05	26,60±0,07	24,84±0,21	26,17±0,15	25,47±0,18
$\Sigma$ полиненасыщенных	21,22±0,09	22,81±0,06	22,88±0,04	18,75±0,11	20,69±0,09	19,61±0,13
ИНЛ	0,94±0,07	1,04±0,05	0,93±0,06	1,01±0,02	1,04±0,04	1,02±0,01
ИИОЛ	0,69±0,11	0,70±0,14	0,69±0,12	0,71±0,03	0,79±0,05	0,78±0,03
КЭМ	0,20±0,11	0,23±0,08	0,21±0,11	0,17±0,01	0,20±0,03	0,19±0,02

К 4-месячному возрасту у ягнят в жирнокислотном спектре липидов крови произошли значительные изменения: независимо от генотипа, почти в 3 раза увеличился уровень пентадекановой С16:0, гептадекановой С17:0, в 1,5 раза – олеиновой С18:1, в 2,5 раза – эссенциальных (линолевой С18:2, линоленовой С18:3, арахидоновой С20:4) жирных кислот ( $P < 0,001$ ).

При этом уменьшилась концентрация таких кислот, как пальмитиновой С16:0, стеариновой С18:0 ( $P < 0,01$ ), почти неизменным остался уровень миристиновой С14:0, гептадеценовой С17:1 жирных кислот ( $P > 0,05$ ).

Общее количество насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в этот возрастной период составило: 66,35; 72,27 и 25,56; 27,06% – у  $GH^{AA}$  и  $GH^{BB}$  генотипов, 67,63; 74,46 и 27,32; 28,79% – у  $CAST^{MM}$  и  $CAST^{NN}$ , соответственно.

Особенностью жирнокислотного состава липидов крови ягнят в возрасте 8 месяцев, независимо от генотипа, было уменьшение, почти в 1,5 раза, концентрации пальмитиновой C16:0, стеариновой C18:0, но увеличение олеиновой C18:2, арахидоновой C20:4, незначительно возрос уровень пентадекановой C15:0, гептадекановой C17:0, линоленовой C18:2. Суммарное количество ( $\Sigma$ ) насыщенных и ненасыщенных жирных кислот у  $GH^{AA}$  и  $GH^{BB}$  генотипов составило: 44,18; 49,94 и 44,17; 48,79%, у  $CAST^{MM}$  и  $CAST^{NN}$  генотипов – 46,65; 49,71 и 43,59; 46,86%.

Анализом показателей, характеризующих интенсивность липидного обмена, установлено, что цифровые значения индекса насыщенности липидов (ИНЛ), индекса интенсивности обмена липидов (ИИОЛ), коэффициента эффективности метаболизации (КЭМ) были выше в липидах крови ягнят  $GH^{BB}$  и  $CAST^{NN}$  генотипов, чем у аналогов  $GH^{AA}$  и  $CAST^{MM}$ , составившие соответственно: в 2 мес. – 4,92; 2,29; 0,14 и 4,81; 2,18; 0,09, против 4,30; 1,92; 0,09 и 4,41; 1,96; 0,09, в 4 мес. – 2,67; 1,73; 0,25 и 2,58; 1,44; 0,25, против 2,59; 1,51; 0,20 и 2,47; 1,35; 0,20, в 8 мес. – 1,04; 0,70; 0,23 и 1,04; 0,79; 0,20, против 0,94; 0,69; 0,20 и 1,01; 0,71; 0,17% ( $P < 0,01$ ).

Полученные результаты, их анализ позволяют заключить, что жирнокислотный состав липидов крови изменяется не только с возрастом, но и в зависимости от определенного соотношения анализируемых жирных кислот у разных генотипов.

### **3.4. Жирнокислотный состав липидов мышечной ткани молодняка овец разных генотипов**

Оценивая жирнокислотный состав липидов мышечной ткани в целом, следует отметить, что по качественным характеристикам, независимо от генотипа, он был идентичен, но по количеству отдельных жирных кислот выявлены различия. При сопоставлении и анализе жирнокислотного состава липидов мышечной ткани овец разных генотипов установлено, что концентрация изучаемых кислот зависела как от структуры кислоты, так и от генотипа животных.

Суммарное количество ( $\Sigma$ ) насыщенных жирных кислот в липидах мышечной ткани ягнят  $CAST^{NN}$  генотипа составило: 53,79, аналогов  $CAST^{MM}$  генотипа – 40,51%, ненасыщенных – 55,52, против 47,23% – аналогов  $CAST^{MM}$  ( $P < 0,01$ ) (таблица 5).

Выявленная закономерность нашла отражение в величине констант, характеризующих уровень липидного обмена – ИНЛ, ИИОЛ, КЭМ. Сравнительный анализ величины интегральных показателей липидного обмена в мышцах ягнят  $CAST^{NN}$  и  $CAST^{MM}$  генотипов выявил достоверные различия.

Таблица 5 – Содержание жирных кислот в липидах мышечной ткани ягнят разных генотипов (8 мес.), %

Показатели	Генотип		
	CAST <sup>MM</sup>	CAST <sup>NN</sup>	CAST <sup>MN</sup>
Σ насыщенные	40,51±3,81	53,79±4,91	45,55±4,68
Σ мононенасыщенные	43,03±4,21	50,12±4,58	46,66±4,05
Σ полиненасыщенные	4,20±1,98	5,40±2,12	4,69±2,06
ИНЛ	0,857±0,064	0,968±0,072	0,887±0,066
ИИОЛ	0,351±0,075	0,418±0,088	0,353±0,072
КЭМ	0,271±0,047	0,308±0,036	0,327±0,051

Так, величина ИНЛ генотипа  $CAST^{NN}$  составила 0,968, против 0,857 генотипа  $CAST^{MM}$ , что свидетельствует о более высокой насыщенности липидов мышечной ткани ягнят  $CAST^{NN}$ , чем аналогов  $CAST^{MM}$  ( $P < 0,01$ ). Интенсивность обмена липидов, выраженная через ИИОЛ, в мышцах ягнят  $CAST^{NN}$  генотипа составила 0,418, против 0,351 –  $CAST^{MM}$  генотипа ( $P < 0,01$ ). Эффективность метаболизации эссенциальных жирных кислот в мышцах молодняка  $CAST^{NN}$  генотипа составила 0,308, против 0,271 –  $CAST^{MM}$  ( $P < 0,01$ ).

### 3.5. Ассоциативная связь между изучаемыми признаками молодняка овец разных генотипов

При рассмотрении корреляционных взаимоотношений между сравниваемыми признаками установлена неоднозначность их взаимоотношений. Корреляционный анализ выявил тесную, однонаправленную, положительную по знаку взаимосвязь между общим количеством как насыщенных, так и моно-, полиненасыщенных жирных кислот в липидах крови ягнят исследуемых генотипов. Характер связи зависел как от рассматриваемого признака, так и от генотипа животных.

При однотипности характера взаимоотношений, сводившейся к тесной, однонаправленной положительной связи между сравниваемыми признаками, цифровыми значениями коэффициента корреляции ( $\Sigma$ ) насыщенных, ( $\Sigma$ ) моно-, ( $\Sigma$ ) полиненасыщенных жирных кислот с ИНЛ, ИИОЛ, КЭМ были достоверно выше у генотипов  $GH^{BB}$  и  $CAST^{NN}$ , чем аналогов  $GH^{AA}$  и  $CAST^{MM}$ , составившее соответственно:  $R = 0,22$  и  $0,20$ ;  $R = 0,18$  и  $0,26$ ;  $R = 0,21$  и  $0,24$ ;  $R = 0,28$  и  $0,30$ ;  $R = 0,31$  и  $0,36$ ;  $R = 0,38$  и  $0,41$ , против  $R = 0,18$  и  $0,19$ ;  $R = 0,15$  и  $0,14$ ;  $R = 0,17$  и  $0,18$ ;  $R = 0,24$  и  $0,24$ ;  $R = 0,26$  и  $0,28$ ;  $R = 0,29$  и  $0,33$  (таблица 6).

Наиболее высокой коррелятивной связью была с ИНЛ, ИИОЛ, КЭМ, составившая соответственно:  $R = 0,28$  и  $0,30$ ;  $R = 0,31$  и  $0,36$ ;  $R = 0,38$  и  $0,41$  – у  $GH^{BB}$  и  $CAST^{NN}$  генотипов, против  $R = 0,24$  и  $0,24$ ;  $R = 0,26$  и  $0,28$ ;  $R = 0,29$  и  $0,33$  –  $GH^{AA}$  и  $CAST^{MM}$  генотипов ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ).

Таблица 6 – Корреляционная связь между интегральными показателями липидного обмена ягнят разных генотипов, %

Корреляционные признаки	Генотипы			
	GH		CAST	
	AA	BB	NN	MM
Σ насыщенных жирных кислот	0,18	0,22	0,20	0,19
Σ мононенасыщенных жирных кислот	0,15	0,18	0,26	0,14
Σ полиненасыщенных жирных кислот	0,17	0,21	0,24	0,18
ИНЛ	0,24	0,28	0,30	0,24
ИИОЛ	0,26	0,31	0,36	0,28
КЭМ	0,29	0,38	0,41	0,33

Корреляционный анализ выявил однонаправленную, положительную связь эссенциальных жирных кислот (C18:2, C18:3, C20:4) с живой массой, среднесуточными приростами, характер которой был однотипным, но в значительной мере зависел от генотипа животных (таблица 7).

Таблица 7 – Коэффициенты корреляции эссенциальных жирных кислот липидов крови с живой массой и среднесуточными приростами молодняка овец разных генотипов,

Эссенциальные жирные кислоты	Генотипы			
	GH <sup>AA</sup>	GH <sup>BB</sup>	CAST <sup>NN</sup>	CAST <sup>MM</sup>
Живая масса				
Линолевая, C18:2	0,10	0,12	0,14	0,11
Линоленовая, C18:3	0,12	0,14	0,19	0,16
Арахидоновая, C20:4	0,16	0,19	0,21	0,18
Среднесуточные приросты				
Линолевая, C18:2	0,13	0,17	0,18	0,15
Линоленовая, C18:3	0,19	0,22	0,24	0,29
Арахидоновая, C20:4	0,21	0,24	0,26	0,20

Как правило, цифровые значения коэффициента корреляции были более значимы у GH<sup>BB</sup> и CAST<sup>NN</sup> генотипов, чем у аналогов GH<sup>AA</sup> и CAST<sup>MM</sup>, составившие соответственно: R = 0,12–0,14 и R = 0,17–0,18; R = 0,14–0,19 и R = 0,22–0,24; R = 0,19–0,21 и R = 0,24–0,26, против R = 0,10–0,11 и R = 0,13–0,15; R = 0,12–0,16 и R = 0,19–0,20; R = 0,16–0,18 и R = 0,21–0,20 (P < 0,05; P < 0,01).

При изучении ассоциативной связи иммунной реактивности с показателями жирнокислотного состава крови ягнят разных генотипов, прежде всего, была рассмотрена степень изменчивости сравниваемых показателей – количество Т-, В-клеток, их субпопуляций (Т-супрессоров, Т-хелперов), в крови исследуемых генотипов, а также уровень липидного обмена, выраженный через интегральные показатели – ИНЛ, ИИОЛ и КЭМ.

Установлено, что, независимо от генотипа, изменчивость количества иммунных клеток (Т-; В-лимфоцитов) была достоверно выше.

Высокая вариативность клеток иммунного ответа, вероятно, зависела не только от их количества в кровяном русле, но и от их специфической роли в формировании иммунитета. Относительно невысокая изменчивость уровня субпопуляций (Т-супрессоров и Т-хелперов), по-видимому, связана с их иммуно-биологическими свойствами, резкое изменение количества привело бы к нарушению иммунорегуляторных реакций, выраженных через индекс иммунной реактивности – ИРИ.

На основании данных о вариативности изучаемых признаков выявлена степень их взаимосвязи, выраженная через коэффициенты корреляции.

Установлена, независимо от генотипа, устойчивая положительная связь между сравнительными признаками, но наиболее значимой она была у ягнят  $GH^{BB}$  и  $CAST^{NN}$  генотипов, по сравнению с  $GH^{AA}$  и  $CAST^{MM}$ , составив:  $R = 0,33$  и  $R = 0,36$  – для ИРИ;  $R = 0,28$  и  $R = 0,37$  – для ИНЛ;  $R = 0,36$  и  $R = 0,31$  – для ИИОЛ;  $R = 0,43$  и  $R = 0,48$  – для КЭМ, против  $R = 0,28$  и  $R = 0,24$ ;  $R = 0,21$  и  $R = 0,29$ ;  $R = 0,29$  и  $R = 0,36$ ;  $R = 0,38$   $R = 0,36$  соответственно ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ) (таблица 8).

Таблица 8 – Коррелятивная связь иммунной реактивности и интегральных показателей липидного обмена ягнят разных генотипов, %

Показатель	Генотипы			
	$GH^{AA}$	$GH^{BB}$	$CAST^{NN}$	$CAST^{MM}$
ИРИ	0,28	0,33	0,36	0,24
$\Sigma_{\text{предельных}}/\Sigma_{\text{непредельных}} = \text{ИНЛ}$	0,21	0,28	0,37	0,29
ИИОЛ	0,29	0,36	0,31	0,26
КЭМ	0,38	0,43	0,48	0,36

Для суждения о том, насколько изменчивость каждого из сравниваемых признаков находится в соответствии с изменчивостью другого, рассмотрена направленность и степень корреляционных взаимоотношений суммарного количества насыщенных, моно-, полиненасыщенных жирных кислот липидов мышечной ткани овец разных генотипов.

Корреляционный анализ выявил, независимо от генотипа, устойчивую однонаправленную связь между изучаемыми показателями, но более значимой она была у  $CAST^{NN}$  генотипов, по сравнению с  $CAST^{MM}$ , составившая соответственно:  $R = 0,28$ ;  $R = 0,33$ ;  $R = 0,44$ , против  $R = 0,19$   $R = 0,29$   $R = 0,36$  ( $P < 0,01$ ) (таблица 9).

Таблица 9 – Коэффициенты корреляции общего количества жирных кислот липидов мышечной ткани ягнят разных генотипов

$\Sigma$ жирных кислот, %	Генотипы	
	$CAST^{NN}$	$CAST^{MM}$
$\Sigma$ насыщенных	0,28	0,29
$\Sigma$ мононенасыщенных	0,33	0,29
$\Sigma$ полиненасыщенных	0,44	0,36

При рассмотрении вопроса о взаимосвязи интегральных показателей липидного обмена крови (ИНЛ, ИИОЛ, КЭМ) исследуемых генотипов в разных биосредах в крови и мышечной ткани, установлена относительно невысокая изменчивость изучаемых показателей как в липидах крови, так и мышечной ткани ягнят исследуемых генотипов, составившая: ИНЛ для крови – 10,8 и 13,6, для мышечной ткани – 11,3 и 8,9%, ИИОЛ соответственно – 8,8 и 11,46%, но наименьшей она была характерна для КЭМ: 6,4 и 8,1 – в липидах крови, 5,9 и 7,0% – в липидах мышечной ткани. Особенно четко выявленная закономерность прослеживается в изучаемых биосредах молодняка  $CAST^{NN}$  генотипа, по сравнению с аналогами  $CAST^{MM}$ : 6,4 и 5,9 против 8,1 и 7,3% ( $P < 0,01$ ).

Анализ полученных данных свидетельствует об однонаправленности характера связи изучаемых признаков, зависящей как от показателя, так и от генотипа.

Наименьшие цифровые значения коэффициента корреляции ( $R = 0,19$ – $0,16$  и  $R = 0,22$ – $0,18$ ) были характерны для ИНЛ. Однонаправленная, тесная связь со средней степенью корреляции выявлена с ИИОЛ, составившая:  $R = 0,26$ – $0,22$  и  $R = 0,29$ – $0,24$ . Самой высокой коррелятивной зависимостью установлена для КЭМ, составившая  $R = 0,34$ – $0,38$  и  $R = 0,29$ – $0,31$ . При этом, как правило, достоверно выше она была характерна для молодняка  $CAST^{NN}$  генотипа, по сравнению с  $CAST^{MM}$ , составив соответственно  $R = 0,34$  и  $R = 0,38$  против  $R = 0,29$  и  $R = 0,31$  ( $P < 0,01$ ) (таблица 10).

Таблица 10 – Коэффициенты корреляции интегральных показателей в различных биосредах овец разных генотипов

Биосреда	Показатели	Генотипы	
		$CAST^{NN}$	$CAST^{MM}$
Кровь	$\Sigma_{\text{предельных}}/\Sigma_{\text{непредельных}}=\text{ИНЛ}$	0,19	0,16
	ИИОЛ	0,26	0,22
	КЭМ	0,34	0,29
Мышечная ткань	$\Sigma_{\text{предельных}}/\Sigma_{\text{непредельных}}=\text{ИНЛ}$	0,22	0,18
	ИИОЛ	0,29	0,24
	КЭМ	0,38	0,31

Полученные результаты, их анализ позволяют предположить, что между метаболизацией жирных кислот липидов крови, мышечной ткани, уровнем иммунной реактивности, ростом и развитием ягнят в постэмбриональном онтогенезе существует тесная взаимозависимость с той генетической программы, которая обеспечивает и контролирует направленность биохимических процессов, в частности липидного обмена.

### 3.6.1. Мясная продуктивность молодняка овец разных генотипов

**Убойные показатели ягнят разных генотипов.** Сравнительным анализом изучаемых показателей установлено превосходство ярок генотипа  $CAST^{NN}$  над аналогами  $CAST^{MM}$ , составившее по предубойной массе 10,0% (3 кг), убойной массе 12,01% (15,32), массе парной туши 13,0% (1,8 кг).

Преимущество по убойному выходу составило 46,3% или на 1,5 абс. процент (таблица 11).

Таблица 11 – Результаты контрольного убоя ярок разных генотипов (n = 6)

Показатели	$CAST^{NN}$	$CAST^{MM}$
Предубойная живая масса, кг	33,1±0,31**	30,1±0,25
Убойная масса, кг	15,32±0,12***	13,48±0,14
Убойный выход, %	46,3	44,8
Масса после голодной выдержки, кг	32,8±0,15***	29,3±0,27
Масса парной туши, кг	14,7±0,12***	12,9±0,14
Выход туши, %	44,4	42,9
Масса внутреннего жира, кг	0,62±0,01*	0,58±0,03
Масса остывшей туши, кг	13,91±0,11**	12,20±0,13
Масса мяса-мякоти, кг	10,41±0,15***	8,87±0,16
Выход мяса-мякоти, %	74,8	72,7
Масса костей и сухожилий, кг	3,50±0,07	3,33±0,05
Выход костей и сухожилий, %	25,2	27,3
Коэффициент мясности	2,97	2,67

Примечания: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

**Морфологический состав туши.** Сравнительный анализ морфологического состава туш ягнят исследуемых генотипов выявил, что такие показатели как масса остывшей туши, выход мяса-мякоти, коэффициент мясности были достоверно выше у  $CAST^{NN}$  генотипа, чем у  $CAST^{MM}$ , составившие: 13,91; 74,8; 2,97, против 12,20; 72,7; 2,67 ( $P < 0,05$ ).

**Химический состав мяса.** В мышечной ткани ягнят генотипа  $CAST^{NN}$  было на 1,2 абс. процента меньше содержания жира, но больше влаги и протеина, на 0,9 и 0,5 абс. процента, чем у аналогов  $CAST^{MM}$  генотипа (таблица 12).

Таблица 12 – Химический состав туш ярок разных генотипов (n = 6)

Показатели	$CAST^{NN}$	$CAST^{MM}$
Влага, %	62,8±1,15	61,9±1,35
Жир, %	17,2±0,95	18,4±1,10
Белок, %	19,3±1,86	18,8±1,18
Зола, %	0,7±0,02	0,9±0,03
Сухое вещество	37,2	38,1
Калорийность	2390,9	2481,2
ккал/мДж	9,8	10,2

Выявленные различия в содержании белка и жира в мясе исследуемых генотипов отразились на его калорийности: наибольшей на 3,9% она была в мясе  $CAST^{MM}$  генотипа.

**Биохимические показатели мяса.** О биологической ценности судили по количеству в мышечной ткани аминокислот – триптофана, оксипролина и по их соотношению (таблица 13).

Таблица 13 – Биохимические показатели мышечной ткани овец разных генотипов

Показатели	$CAST^{NN}$	$CAST^{MM}$
Триптофан, мг %	237,37	208,48
Оксипролин, мг %	96,52	112,27
Белково-качественный показатель (БКП)	2,46	1,86

Полученные результаты, их анализ свидетельствуют о достоверно большем уровне незаменимой аминокислоты триптофана в мышечной ткани ярок  $CAST^{NN}$  генотипа – 237,7, но меньше оксипролина – по сравнению с  $CAST^{MM}$  генотипом – 96,52, 208,48; 112,27 мг%. Что нашло отражение в величине белково-качественного показателя (БКП) составившей соответственно 2,46, против 1,86.

**Микроструктурный гистологический анализ мяса.** Анализом результатов морфометрических исследований установлено, что в мышечной ткани ярок  $CAST^{NN}$  генотипа, по сравнению с аналогом  $CAST^{MM}$ , было достоверно меньшее количество мышечных волокон на 9,8%, соединительной ткани – на 6,18 абс. процента, но больший диаметр мышечных волокон: на 9,7% (таблица 14).

Таблица 14 – Результаты морфометрических исследований длиннейшей мышцы спины ярок разных генотипов

Показатели	$CAST^{NN}$	$CAST^{MM}$
Количество мышечных волокон на 1 мм <sup>2</sup>	245,77±5,4	269,77±4,8*
Диаметр мышечных волокон, мкм	37,66±1,5*	34,0±0,5
Общая оценка «мраморности», в баллах	32,41±1,0**	27,17±1,0
Содержание соединительной ткани, %	10,92	17,10

Примечания: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

При общей бальной оценке «мраморности» мяса исследуемых генотипов она оказалась выше на 16,2% – у  $CAST^{NN}$  генотипа, составившая 32,41 против 27,17 баллов.

### 3.7. Экономическая эффективность

Расчет экономической эффективности выращивания и реализации ягнят разных генотипов, находящихся в одинаковых условиях кормления и содержания, проводился на основании суммарных затрат на производство продукции, данных о приростах живой массы и выручки от реализации продукции в течение опытного периода по ценам, сложившимся на год исследований (таблицы 15, 16).

Затраты на содержание одной головы исследуемых животных составили 3850 рублей, средняя стоимость 1 кг мяса в живой массе – 130 руб. Так как средняя реализационная цена 1 кг живой массы продукции зависит от живой массы животных, то, соответственно, доход на 1 голову от ярок генотипа  $GH^{BB}$  составил 4137 руб., что на 156 руб., или 3,9%, больше, чем от ярок – носителей генотипа  $GH^{AA}$ , что нашло отражение в рентабельности их выращивания: 8,4 –  $GH^{BB}$  генотипа, 4,3% –  $GH^{AA}$ .

Таблица 15– Эффективность выращивания ягнят разных генотипов

Показатели	$GH^{AA}$	$GH^{BB}$
Живая масса, 8 мес., кг	30,9	32,1
Стоимость 1 кг мяса в живом весе, руб.	130	130
Стоимость всей продукции, руб.	4017	4173,0
Затраты на содержание 1 головы, руб.	3850	3850
Прибыль, руб.	167	323,0
Рентабельность, %	4,3	8,4

Таблица 16 – Эффективность реализации на мясо ягнят разных генотипов (8 месяцев)

Показатели	$CAST^{NN}$	$CAST^{MM}$
Затраты на выращивание, руб.	3850	3850
Убойная масса, кг	15,32	13,48
Стоимость 1 кг мяса, руб.	290	290
Выручка от реализации мяса, руб.	4442,8	3909,2
Прибыль, руб.	592,8	59,2
Рентабельность, % ( $\pm$ )	15,4	1,5

Прибыль от реализации на мясо ярок генотипа  $CAST^{NN}$  была на 533,6 руб. или на 13,6% выше, чем ягнят  $CAST^{MM}$  генотипа, рентабельность при реализации на мясо ярок  $CAST^{NN}$  генотипа, составила 15,4%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Полиморфизм генов  $GH$ ,  $CAST$  популяции овец ставропольской породы представлен двумя аллелями и тремя генотипами с разной частотой встречаемости –  $GH^A$  – 0,88;  $GH^B$  – 0,12;  $CAST^N$  – 0,18;  $CAST^M$  – 0,82 и  $GH^{AA}$  – 0,83;  $GH^{BB}$  – 0,07;  $GH^{AB}$  – 0,10;  $CAST^{NN}$  – 0,06;  $CAST^{MM}$  – 0,71;  $CAST^{MN}$  – 0,23, соответственно.

2. Установлены онтогенетические особенности формирования жирнокислотного спектра липидов крови, зависящего как от возраста, так и генотипа ягнят, выразившиеся в величинах интегральных показателей интенсивности липидного обмена – ИНЛ, ИИОЛ, КЭМ, составившие: в липидах крови  $GH^{BB}$  и  $CAST^{NN}$  генотипов, соответственно: в 2 мес. – 4,92 и 4,81; 2,29 и 2,18; 0,14 и 0,09, в 4 мес. – 2,67 и 2,58, 1,73 и 1,44, 0,25 и 0,25, в 8 мес. – 1,04 и 1,04, 0,70 и 0,79, 0,23 и 0,20, против в 2 мес. – 4,30 и 4,41; 1,92 и 1,96; 0,09 и 0,05, в 4 мес. – 2,59 и 2,47, 1,51 и 1,35, 0,20 и 0,20, в 8 мес. – 0,94 и 1,01, 0,69 и 0,71, 0,20 и 0,17% по сравнению с аналогами  $GH^{AA}$  и  $CAST^{MM}$  ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ ).

3. Однонаправленная, положительная корреляционная связь между эссенциальными жирными кислотами и величиной живой массы, среднесуточных приростов была достоверно выше у генотипов  $GH^{BB}$  и  $CAST^{NN}$ , по сравнению с аналогами  $GH^{AA}$  и  $CAST^{MM}$ , составившая: в возрасте 2 мес. – 4,4; 4,07 и 5,7; 1,07, в 4 мес. – 1,2; 1,07 и 3,2; 1,07, в 8 мес. – 3,7; 10,04 и 9,1; 27,81% соответственно ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ ).

4. Установленное преимущество уровня индекса иммунной реактивности – ИРИ ягнят  $GH^{BB}$  и  $CAST^{NN}$  над аналогами  $GH^{AA}$  и  $CAST^{MM}$ , сопровождалось большей величиной ИНЛ, ИИОЛ, КЭМ, выраженной в положительной коррелятивной связи, составившей:  $R = 0,43$  и  $0,48$ ;  $R = 0,36$  и  $0,31$ ;  $R = 0,28$  и  $0,37$ , против  $R = 0,38$  и  $0,36$ ;  $R = 0,29$  и  $0,26$ ;  $R = 0,21$  и  $0,29$  ( $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ ).

5. Жирнокислотный состав липидов мышечной ткани исследуемых  $CAST^{NN}$  и  $CAST^{MM}$  генотипов был идентичен, но величина ИНЛ, ИИОЛ, КЭМ зависела от доли насыщенных, ненасыщенных жирных кислот, составившая: 0,94; 0,42; 0,31 – у  $CAST^{NN}$  генотипов, против 0,84; 0,35; 0,27 –  $CAST^{MM}$  ( $P < 0,01$ ).

6. Установлена однонаправленная положительная высокодостоверная связь между интегральными показателями липидного обмена крови и мышечной ткани, составившая:  $R = 0,19$  и  $0,22$ ;  $R = 0,26$  и  $0,29$ ;  $R = 0,34$  и  $0,38$  – генотип  $CAST^{NN}$ , против  $R = 0,16$  и  $0,18$ ;  $R = 0,22$  и  $0,24$ ;  $R = 0,29$  и  $0,31$  –  $CAST^{MM}$ .

7. Прибыль от реализации на мясо ярок генотипа  $CAST^{NN}$  была на 13,6% выше, чем ягнят  $CAST^{MM}$  генотипа, рентабельность при реализации на мясо ярок  $CAST^{NN}$  генотипа, составила 15,4%.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для выявления особо ценных животных в племенных стадах овец рекомендуется:

–осуществлять генотипирование по выявлению носителей генных маркеров;

–на основании полученных данных в группы для селекции рекомендуем отбирать животных носителей аллелей В и N, соответственно в генах *GH* и *CAST*. Для достижения селекционных целей желательные аллели должны присутствовать в обоих генах в гомозиготном состоянии;

–проводить прижизненную оценку мясной продуктивности, качества мяса на основе биохимических интегральных показателей крови в раннем возрасте.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Планируем в своих исследованиях продолжить поиск новых генетических маркеров продуктивности у овец отечественных пород, что позволит проводить оценку и прогнозирование продуктивных качеств в период пост-натального онтогенеза и значительно увеличит эффективность селекционной работы племенных хозяйств.

Полученные данные будут носить теоретическое и практическое значение, позволят создавать тест-системы для ранней диагностики хозяйственно-ценных признаков и разрабатывать современные рекомендации по оценке овец различных направлений продуктивности.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### *Публикации в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации*

1. Жирнокислотный состав липидов мышечной ткани молодняка овец разных аллельных вариантов гена *CAST* / Чинова Л.Н., Карпова Е.Д., Суржикова Е.С., Забелина М.В. // Овцы, козы, шерстяное дело – 2021. – № 2. – С. 12–16.

2. Полиморфизм генов *GH* и *CAST*, особенности жирнокислотного состава липидов крови овец разных генотипов в онтогенезе / Чинова Л.Н., Карпова Е.Д., Суржикова Е.С., Забелина М.В. // Овцы, козы, шерстяное дело – 2021. – № 2. – С. 3–6.

### *Публикации в других изданиях*

3. Полиморфизм гена *GH*, особенности жирнокислотного состава крови овец разных генотипов в онтогенезе / Чинова Л.Н., Суржикова Е.С., Михайленко А.К., Луцива Е.Д. (Карпова Е.Д.), Ефимова Н.И. // Вестник

Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 111–116.

4. Полиморфизм гена CAST, особенности жирнокислотного состава липидов крови овец разных генотипов в онтогенезе / Чинова Л.Н., Суржикова Е.С., Луцива Е.Д. (Карпова Е.Д.), Ефимова Н.И. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 6. – С. 47–51.

5. Полиморфизм генов GH, CAST у овец в связи с показателями резистентности / Чинова Л.Н., Суржикова Е.С., Забелина М.В., Луцива Е.Д. (Карпова Е.Д.), Ефимова // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 12. – С. 75–77.

6. Иммунологическая реактивность ягнят разных генотипов ставропольской породы / Чинова Л.Н., Суржикова Е.С., Луцива Е.Д. (Карпова Е.Д.) // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2020. – Т. 9. – № 1. – С. 72–75.

### *Методические рекомендации*

7. Система комплексной оценки селекционной перспективности племенных стад и их генетического благополучия на основе ДНК-диагностики: Методические рекомендации / Чинова Л.Н., Бобрышова Г.Т., Суржикова Е.С., Ефимова Н.И., Михайленко Т.Н., Селионова М.И., Михайленко А.К., Оздимиров А.А., Луцива Е.Д. (Карпова Е.Д.), Петухова Д.Д., Саприкина Т.Ю., Суховеева А.В., Чудновец А.И., Евлагин В.Г. – Ставрополь, 2020.

Подписано в печать «14» июля 2021 г. Бумага офсетная.

Формат 60x84 1/16 Гарнитура «Таймс».

Заказ № 141 Усл. изд. лист 1,0 Тираж 100 экз.

Цех оперативной полиграфии ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»  
г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15.