

## РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА

УДК: 636.32/38.082.12.57.045

DOI: 10.26897/2074-0840-2021-2-3-6

### ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ GH И CAST, ОСОБЕННОСТИ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛИПИДОВ КРОВИ ОВЕЦ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ В ОНТОГЕНЕЗЕ

Л.Н. ЧИЖОВА<sup>1</sup>, Е.Д. КАРПОВА<sup>1</sup>, Е.С. СУРЖИКОВА<sup>1</sup>, М.В. ЗАБЕЛИНА<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»;

<sup>2</sup> Саратовский ГАУ имени Н.И. Вавилова

### GENE POLYMORPHISM IN CAST, FEATURES OF FATTY ACID COMPOSITION OF SHEEP BLOOD LIPIDS OF DIFFERENT GENOTYPES IN ONTOGENESIS

L.N. CHIZHOVA<sup>1</sup>, E.D. KARPOVA<sup>1</sup>, E.S. SURZHKOVA<sup>1</sup>, M.V. ZABELINA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center»;

<sup>2</sup> Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov

**Аннотация.** В статье представлены результаты анализа жирнокислотного состава липидов крови ягнят разных генотипов в онтогенезе. Использованием ПЦР-ПДФ установлена специфичность аллельного спектра генов, контролирующих рост и развитие – GH; CAST, выраженная в разной частоте встречаемости как аллелей, так и генотипов.

**Ключевые слова:** ген, GH, CAST, липиды, жирные кислоты, ягнята.

**Summary.** The article presents the results of the analysis of the fatty acid composition of blood lipids of lambs of different genotypes in ontogenesis. Using PCR-PDRF, the specificity of the allelic spectrum of genes that control growth and development – GH; CAST, expressed in different frequencies of both alleles and genotypes, was established.

**Key words:** gene, GH, CAST, lipids, fatty acids, lambs.

Для раннего периода постнатального онтогенеза овец, характерно многообразие обменных процессов, в результате которых формируется, а затем и закрепляется определенный тип обмена веществ [8]. Особую роль при этом играют липиды, которые вместе с белками и углеводами составляют основную массу органических веществ, клеток, органов и тканей. Липиды, в соединении с белками, представляют собой легкодоступную форму метаболической энергии, обеспечивающей интенсивность всех звеньев метаболизма. Что может служить одним из критериев оценки степени функционального развития организма [5]. При этом исследователи особое внимание уделяют метаболической взаимосвязи между отдельными жирными кислотами, то есть, обладая разным уровнем биологической активности, повышение интенсивности одной кислоты может повлиять на биологическую активность другой [7]. Их свойства определяются качественным составом жирных кислот, их

количественным соотношением, процентным содержанием [2].

В этой связи особый интерес представляют метаболические взаимоотношения эссенциальных жирных кислот – линолевой C18:2, линоленовой C18:3, арахидоновой C20:4. Эти ненасыщенные жирные кислоты не синтезируются в организме животного, но являются необходимыми для нормального течения обмена веществ и не могут быть заменены другими жирными кислотами, что и определено их названием – незаменимые жирные кислоты [6].

Биологическая активность эссенциальных жирных кислот неоднозначна. Так, например, арахидоновой C20:4 кислоты в два раза выше, чем линолевой C18:2 и линоленовой C18:3. Однако в кормах ее содержится мало, в основном она входит в состав животных жиров и в организме образуется из-за линолевой кислоты. Особый интерес представляет динамика линолевой кислоты. При ее недостатке нарушается проницаемость клеточных мембран, снижается резистентность организма.

При изучении липидного обмена у овец показано, что основным продуктом биогидрогенизации ненасыщенных жирных кислот является пальмитиновая C16:0, стеариновая C18:0 – жирные кислоты, относящиеся к классу насыщенных. Из пальмитиновой кислоты – C16:0, в результате гидрогенизации и удлинения углеродной цепи, через стеариновую кислоту, образуется олеиновая – C18:1, относящаяся к классу мононенасыщенных жирных кислот [4]. Уровень пальмитиновой кислоты отражает интенсивность биосинтеза жирных кислот и является исходным материалом для образования других жирных кислот эндогенного происхождения, в том числе и олеиновой. Поэтому содержание

пальмитиновой кислоты в большей мере отражает биосинтез, а концентрация олеиновой – катаболизм жирных кислот [1].

Стеариновая кислота является конечным продуктом гидрогенизации ненасыщенных жирных кислот, занимает центральное положение в обмене жирных кислот в организме овец [3].

Таким образом жирнокислотный состав липидов крови является одним из важнейших факторов нормальной жизнедеятельности организма, обеспечивающим его энергетические функции.

**Результаты исследования и их обсуждения.** Методом ПЦР-ПДРФ определен полиморфизм генов соматотропина *GH* и кальпастина *CAST*. Генотипированием установлено, что их полиморфизм представлен двумя аллелями – *GH<sup>A</sup>*; *GH<sup>B</sup>*; *CAST<sup>M</sup>*; *CAST<sup>N</sup>*; и тремя генотипами – *GH<sup>AA</sup>*; *GH<sup>BB</sup>*; *GH<sup>AB</sup>*; *CAST<sup>MM</sup>*; *CAST<sup>NN</sup>*; *CAST<sup>MN</sup>* с разной частотой встречаемости. Что нашло отражение на частоте встречаемости гомозиготных генотипов, составившее: 0,07 – *GH<sup>BB</sup>* и 0,06 – *CAST<sup>NN</sup>* генотипов. Частота встречаемости гомозиготных *GH<sup>AA</sup>* и *CAST<sup>MM</sup>* вариантов составила 0,83 и 0,71.

Хроматографическим анализом идентифицировано 10 жирных кислот. Из них насыщенные: миристиновая, C14:0; пентадекановая, C15:0; пальмитиновая, C16:0; гептадекановая, C17:0; гептадеценная, C17:1; стеариновая, C18:0. Мононенасыщенная – олеиновая C18:1. Полиненасыщенные – линолевая, C18:2; линоленовая, C18:3; арахидоновая, C20:4.

Сравнительный анализ данных жирнокислотного спектра липидов крови ягнят в разный период их роста и развития свидетельствует как об однотипности его качественного состава, так и о различии количества изучаемых жирных кислот. При этом обращает на себя внимание тот факт, что во все изучаемые периоды онтогенеза, независимо от генотипа, доминирующими по уровню содержания в периферической крови были такие кислоты как стеариновая C18:0, пальмитиновая C16:0, олеиновая C18:1, линоленовая C18:2, играющие главенствующую роль в липидном обмене. Однако степень выраженности концентрации жирных кислот, их соотношения у разных генотипов были неоднозначны и зависели как от возраста, так и генотипа (табл. 1).

Таблица 1

**Жирнокислотный состав липидов крови ягнят разных генотипов в онтогенезе**  
**Fatty acid composition of blood lipids of lambs of different genotypes in ontogenesis**

Название кислот, код, %	Возраст, генотип								
	2 мес.			4 мес.			8 мес.		
	GH <sup>AA</sup>	GH <sup>BB</sup>	GH <sup>AB</sup>	GH <sup>AA</sup>	GH <sup>BB</sup>	GH <sup>AB</sup>	GH <sup>AA</sup>	GH <sup>BB</sup>	GH <sup>AB</sup>
ΣНасыщенных	76,61± 0,08	77,50± 0,06	76,39± 0,10	66,99± 0,05	72,82± 0,07	65,81± 0,08	42,40± 0,10	45,70± 0,07	41,41± 0,09
ΣМононенасыщенных	14,80± 0,12	13,52± 0,11	14,44± 0,16	17,13± 0,07	16,12± 0,08	17,63± 0,13	28,40± 0,11	27,19± 0,05	28,87± 0,07
ΣПолиненасыщенных	4,37± 0,05	3,85± 0,04	4,35± 0,06	10,55± 0,08	9,19± 0,07	10,76± 0,10	22,81± 0,09	21,84± 0,06	23,58± 0,04
ИНЛ	4,0± 0,11	4,46± 0,10	4,06± 0,04	2,42± 0,08	2,88± 0,07	2,32± 0,08	0,83± 0,07	0,93± 0,05	0,79± 0,06
ИИОЛ	1,93± 0,07	2,29± 0,11	1,98± 0,12	1,52± 0,08	1,88± 0,12	1,50± 0,07	0,65± 0,11	0,75± 0,14	0,68± 0,12
КЭМ	0,09± 0,11	0,14± 0,10	0,11± 0,09	0,19± 0,11	0,27± 0,13	0,20± 0,10	0,19± 0,11	0,24± 0,08	0,17± 0,11
Название кислот, код	Возраст, генотип,								
	2 мес.			4 мес.			8 мес.		
	CAST								
	MM	NN	MN	MM	NN	MN	MM	NN	MN
ΣНасыщенных	77,01± 0,22	76,5± 0,21	77,81± 0,19	68,88± 0,20	72,21± 0,23	66,23± 0,22	42,36± 0,19	46,33± 0,21	40,34± 0,20
ΣМононенасыщенных	16,55± 0,08	14,13± 0,07	14,36± 0,06	18,81± 0,12	17,42± 0,11	18,08± 0,10	30,74± 0,21	26,51± 0,15	29,2± 0,18
ΣПолиненасыщенных	3,59± 0,10	4,17± 0,11	3,80± 0,08	11,15± 0,10	9,85± 0,10	11,09± 0,09	20,09± 0,11	19,67± 0,09	21,39± 0,13
ИНЛ	3,82± 0,08	4,18± 0,08	4,28± 0,07	2,39± 0,03	2,65± 0,05	2,27± 0,04	0,83± 0,02	1,0± 0,04	0,8± 0,01
ИИОЛ	1,77± 0,13	1,96± 0,04	1,95± 0,06	1,36± 0,05	1,56± 0,04	1,42± 0,03	0,65± 0,03	0,84± 0,05	0,65± 0,03
КЭМ	0,05± 0,11	0,09± 0,06	0,06± 0,07	0,20± 0,01	0,22± 0,03	0,21± 0,02	0,20± 0,01	0,24± 0,03	0,21± 0,02

Как правило, во все изучаемые периоды онтогенеза в периферической крови  $GH^{BB}$  генотипа, по сравнению со сверстниками  $GH^{AA}$  генотипа, была большая концентрация таких жирных кислот как пальмитиновая, стеариновая, линолевая, арахидоновая, соответственно составившая: в возрасте 2 мес. – 27,95; 27,96; 19,04% против 26,08; 23,88; 17,56%, в 4 мес. – 46,87; 39,87; 22,37% против 3,24; 6,87; 15,56%; в 8 мес. – 0,45; 1,68; 3,81%, против 0,29; 1,29; 3,19%, ( $P < 0,05$ ), ( $P < 0,01$ ). В крови овец с гомозиготным  $CAST^{NN}$  генотипом, по сравнению со сверстниками  $CAST^{MM}$  генотипов, была большая концентрация таких жирных кислот, как пальмитиновая, стеариновая, арахидоновая, составившая: в возрасте 2 мес. – 27,58; 45,40; 0,28%, против 26,21; 45,31; 0,18%; в 4 мес. – 25,07; 43,25; 1,74% против 23,24; 38,76; 1,32%; в 8 мес. – 20,64; 22,26; 3,38%, против 17,64; 19,91; 2,46%, ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ).

Выявленная закономерность нашла отражение в цифровых значениях констант, характеризующих интенсивность липидного обмена: индекс насыщенности липидов (ИНЛ) – соотношение  $\Sigma$  насыщенных жирных кислот к  $\Sigma$  ненасыщенных, индекс интенсивности обмена липидов (ИИОЛ) – отношение уровня пальмитиновой кислоты к олеиновой, коэффициент эффективности метаболизации (КЭМ) – отношение арахидоновой кислоты к линолевой. у генотипов – носителей  $GH^{BB}$  и  $CAST^{NN}$  генотипов во все исследуемые периоды онтогенеза показатели липидного обмена были достоверно выше, по сравнению со сверстниками  $GH^{AA}$  и  $CAST^{MM}$  генотипов составившие: в возрасте 2 мес. – 4,46; 2,29; 0,14 и 4,18; 1,96; 0,09; против 4,0; 1,93; 0,09; и 3,82; 1,77; 0,05; в 4 мес. – 2,88; 1,88; 0,27 и 2,65; 1,56; 0,22; против 2,42; 1,52; 0,19; и 2,39; 1,36; 0,20; в 8 мес. – 0,93; 0,75; 0,24 и 1,0; 0,84; 0,24; против 0,83; 0,67; 0,19 и 0,83; 0,65; 0,20, ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ).

Анализ полученных данных отражает возрастную изменчивость интенсивности липидного обмена, которая сводится к тому, что достаточно высокий уровень суммарного количества насыщенных жирных кислот, циркулирующих в периферической крови присущ ягнятам в раннем, 2-мес. возрасте. Затем в более поздних возрастах (4 и 8 мес.) снижается уровень общего количества насыщенных жирных кислот, но увеличивается количество ненасыщенных в крови овец.

Таким образом, специфичность направленности обмена жирных кислот липидов крови, в сторону эффективности их использования организмом, зависела от генотипа ягнят. Сумма насыщенных жирных кислот, величины (ИНЛ, ИИОЛ, КЭМ) в крови 8-мес. ягнят, были выше у носителей генотипов  $GH^{BB}$  на 10,8; 5,6; 4,5% по сравнению со сверстниками генотипа  $GH^{AA}$ . Показатели ИНЛ, ИИОЛ у генотипа  $CAST^{NN}$  превосходили на 2,4; 4,6%, сверстников носителей  $CAST^{MM}$  генотипа. Показатель КЭМ имел большее значение у носителей  $CAST^{NN}$  на 16,1% в сравнении с  $CAST^{MM}$  генотипом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глазко В.И. Молекулярная биология для животноводства // Farm Animal. – 2012.
2. Запорожская Л.И. Характеристика и биологическая роль эссенциальных полиненасыщенных жирных кислоты / Л.И. Запорожская, И.В. Гаммель // Медицинский совет. – 2012. – № 5.
3. Куликова К.А. Полиморфизм гена кальпастатина (CAST) у овец горного и степного внутривидовых типов тувинской короткожирнохвостой породы // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (45). – С. 84-89.
4. Морозов Н.М. Развитие животноводства в России / Н.М. Морозов, И.И. Хусаинов, И.П. Алексеев // Вестник университета. – 2015. – № 17.
5. Селионова М.И. Морфо-биохимические функции организма овец и их коррекции в условиях йододефицита / М.И. Селионова, А.К. Михайленко, Л.Н. Чиждова и др. // Юг России: экология, развитие. – 2019. – Т. 14. – № 1. – С. 42-53.
6. Нечипоренко А.П. Оптические свойства липидов животного происхождения / А.П. Нечипоренко, О.С. Везо, Л.В. Плотникова и др. // НИУ ИТМО. – 2018. – № 3.
7. Таранов М.Т. Особенности биохимических процессов у овец с разной скоростью роста / М.Т. Таранов, В.Л. Владимиров, В.П. Северин // Биохимические основы селекции овец. – 1994. – С. 85-88.
8. Gorlov I.F. MspI gene polymorphism and its impact on growth traits of Soviet Merino and Salsk sheep breeds in the South European part of Russia / I.F. Gorlov, N.V. Shirokova, A.V. Randelin et al. // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. – 2016. – Т. 40. – № 4. – С. 399-405.

## REFERENCES

1. Glazko V.I. Molecular biology for animal husbandry // Agricultural Animals. – 2012.
2. Zaporozhskaya L.I. Characteristic and biological role of essential polyunsaturated fatty acids / L.I. Zaporozhskaya, I.V. Gammel // Medical Council. – 2012. – № 5.
3. Kulikova K.A. Polymorphism of the calpastatin (Cast) b gene in mountain and steppe sheep of intrabreed types of the Tuva short-tailed breed // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. – 2018. – № 1 (45). – Pp. 84-89.
4. Morozov N.M. Development of animal husbandry in Russia / N.M. Morozov, I.I. Khusainov, I.P. Alekseev // Vestnik universiteta. – 2015. – No. 17.
5. Selionova M.I. Morpho-biochemical functions of the sheep organism and their correction in conditions of iodine deficiency / M.I. Selionova, A.K. Mikhailenko, L.N. Chizhova et al. // Yug Rossii: ecology, development. – 2019. – Vol. 14. – No. 1. – P. 42-53.
6. Nechiporenko A.P. Optical properties of lipids of animal origin / A.P. Nechiporenko, O.S. Vezo, L.V. Plotnikova et al. // NRU ITMO. – 2018. – № 3.
7. Rams M.T. Peculiarities of the biochemical processes in sheep with different growth rates / M.T. Taranov, V.L. Vladimirov, V.P. Severin // Biochemical bases of breeding sheep. – 1994. – P. 85-88.

8. Gorlov I.F. MspI gene Polymorphism and its effect on the growth characteristics of Soviet Merino and Salsk sheep breeds in the southern European part of Russia / I.F. Gorlov, N.V. Shirokov, A.V. Randelin etc. // Turkish journal of veterinary and zootechnical Sciences. – 2016. – № 40. – № 4. – Pp. 399-405.

**Чижова Людмила Николаевна** – доктор с.-х. наук, профессор, гл. науч. сотрудник лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий. ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» г. Михайловск, тел.: (8652) 71-72-18, E-mail: immunogenetika@yandex.ru;

**Карпова Екатерина Дмитриевна** – аспирант лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий, мл. науч. сотрудник ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» г. Михайловск, тел.: 899880943121, E-mail: lucziwa@yandex.ru;

**Забелина Маргарита Васильевна** – доктор биол. наук, профессор. Саратовский ГАУ имени Н.И. Вавилова. E-mail: mvzabelina@mail.ru;

**Суржикова Евгения Семеновна** – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий. ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» г. Михайловск, тел.: (8652) 71-72-18, E-mail: immunogenetika@yandex.ru

УДК 636.32/.38

DOI: 10.26897/2074-0840-2021-2-6-9

## ПОКАЗАТЕЛИ СКОРОСПЕЛОСТИ ОВЕЦ И ФАКТОРЫ, ИХ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ

**А.И. ЕРОХИН<sup>1</sup>, Е.А. КАРАСЕВ<sup>1</sup>, С.А. ЕРОХИН<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

<sup>2</sup> ООО «Племенной импорт»

## INDICATORS OF EARLY MATURITY OF SHEEP AND FACTORS, THEIR DETERMINING THEM

**A.I. EROKHIN<sup>1</sup>, E.A. KARASEV<sup>1</sup>, S.A. EROKHIN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Russian Stat Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

<sup>2</sup> LLC «Breed import»

**Аннотация.** В качестве показателей, сопряженных со скороспелостью овец, рассмотрены: породность, направление продуктивности, уровень прироста, раннее жиросотложение в организме, затраты корма на производство продукции, типы телосложения животных, белково-качественный показатель (БКП).

**Ключевые слова:** скороспелость, среднесуточные приросты, развитие костной, мышечной и жировой тканей, затраты корма на прирост, БКП.

**Summary.** As indicators associated with the precocity of sheep, the following are considered: pedigree, the direction of productivity, the level of growth, early fat deposition in the body, feed costs for production, body types of animals, protein-quality indicator (PQI).

**Key words:** precocity, average daily gains, development of bone, muscle and fat tissue, feed costs for growth, PQI.

**С**короспелость – свойство (способность) организма в раннем возрасте достигать высокой степени своего развития, обеспечивающего использование животного для полноценного воспроизводства и получения в молодом возрасте мясной и любой другой продукции хорошего качества с высоким уровнем рентабельности.

Мерой скороспелости принято считать время, затраченное на развитие с момента оплодотворения, или от рождения, до полной физиологической зрелости. Различные

органы, ткани, системы организма достигают максимального развития в разные промежутки времени, поэтому достижение зрелости всего организма, как целого, определяется окончанием развития не всех, а большинства его систем. Однако это не единственный критерий скороспелости сельскохозяйственных животных.

У овец разных пород и направлений продуктивности выделяют скороспелость мясную, мясо-сальную, молочную, шерстную и ряд других.

Скороспелость – наследственно обусловленный показатель. Ярким подтверждением этого является то, что животные разных видов, а в пределах видов – разных пород, существенно различаются по скороспелости (табл. 1).

Таблица 1

### Биологическая и хозяйственная скороспелость самок некоторых домашних животных

#### Biological and economic precocity of females of some domestic animals

Вид животного	Возраст полового созревания, мес.	Возраст первой случки, мес.	Достижение полной биол. зрелости, лет
Молочная корова	8-10	16-18	5-6
Овца	6-8	12-18	2-3
Свинья	4-6	8-10	2-3
Кобыла	12-18	36-40	6-7