

УДК 636.2:599.735.51

## СТРУКТУРА ЛОКУСА $\alpha S1$ -CN У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗЬ С МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ

Т.А. ЛУПОЛОВ<sup>1</sup>, В.С. ПЕТКУ<sup>2</sup>, В. Н. НАУМЕНКО<sup>1</sup>, Е.Ю. ГУМИНСКАЯ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>Государственный аграрный университет Молдовы

**Abstract.** The article deals with the polymorphism of the protein  $\alpha S1$ -CN milk estonian red and black-motley cows of Moldovan type. The highest frequency 0,9354 and 0,8548 for type  $\alpha S1$ -CN<sup>A</sup> was established. The interrelation of a locus in both populations of cows with such productive qualities as: amount of the obtained milk, the content of fat in milk and an outlet of the dairy fat is found. Genotype BC at black and motley cows a genotype BB has advantage in the population of red Estonian breed.

**Key words:** Cows; Estonian Red breed; Moldavian Black Spottewd breed; Genotype; Genetic polymorphism; Lactoprotein; Yield.

**Реферат.** В статье приводится информация о полиморфизме белка  $\alpha S1$ -CN молока красных эстонских и черно-пестрых коров молдавского типа. Установлена самая высокая частота 0,9354 и 0,8548 для типа  $\alpha S1$ -CN<sup>B</sup>. Обнаружена взаимосвязь локуса в обеих популяциях коров с такими продуктивными качествами, как количество надоенного молока, содержание жира в молоке и выход молочного жира. В популяции красной эстонской породы преимуществом обладал генотип BC, у черно-пестрых коров генотип BB.

**Ключевые слова:** Коровы; Эстонская красная порода; Молдавский тип черно-пестрой породы; Генотип; Генетический полиморфизм; Лактопротеин; Продуктивность.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ведущие лаборатории мира (INRA, Cargenes) разрабатывают практические рекомендации по определению взаимодействия локусов QTL (Quantitative Trait Loci) не только с уровнем продуктивности, но и качеством молока как сырья для дальнейшей переработки. Качественная оценка молока-сырья с использованием маркеров, основанных на полиморфизме лактопротеинов, способствуют не только выяснению закономерностей динамики структуры пород селекционируемых сельскохозяйственных животных в процессе их микроэволюции, но и позволяют проводить селекцию по генотипу.

Значимыми в этом направлении являются работы известных исследователей прикладной генетики Франции, Италии, Японии (Aleandri, R. 1990; Clark, S. 2000; Delacroix-Buchet, A. et al. 1996; Kumar, A. 2005; Martin, P. 2002; Tomotake, H. 2006), которые начиная с 80-х годов разрабатывают фундаментальные основы по использованию интересующих генов маркеров QTL в селекционной работе.

В этой связи важно отметить, что изучение генофонда исходных пород, а именно, информация о породных особенностях аллелофонда по полиморфным системам молока представляет интерес для селекционной практики по созданию стад животных с заданными свойствами молока.

Целью исследования явилось определение генетической структуры популяций крупного рогатого скота черно-пестрых коров молдавского типа и красной эстонской породы в локусе  $\beta S1$ -CN и определение взаимосвязи гена с молочной продуктивностью.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Опыты проводились совместно с кафедрой биотехнологии и зоотехнии УО «Государственный аграрный университет Молдовы» на популяциях коров красной эстонской породы и черно-пестрого скота молдавского типа, выведенного учеными - селекционерами Молдовы (brevet MD nr. 3923, 2009).

Наследственно обусловленный тип белка – альфа-S1-казеин определяли методом горизонтального электрофореза (Smithies, O. 1955; Жебровский, Л.С. 1979).

Вычисление генетического равновесия в изучаемых популяциях по каждому локусу проводили согласно тесту  $\chi^2$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

**Альфа-S1-казеин** – основная фракция  $\alpha_s$ -казеинов, состоит из простой полипептидной цепи, которая содержит 199 аминокислотных остатков, 8 остатков фосфорной кислоты; подобно  $\alpha$ -казеину и в отличие от  $\kappa$ -казеина, не содержит цистеина, имеет повышенное содержание аспарагиновой кислоты, лизина и тирозина, осаждается под действием ионов кальция (Остроумова, Т.А. 2004).

Данный тип казеина представляет собой смесь двух белков – главного и минорного компонентов, имеющих одинаковую первичную структуру, но отличающихся степенью фосфорелирования. Главный компонент содержит 8 фосфосериновых остатков, а минорный компонент – 9 остатков. По современной классификации главный и минорный компоненты следует называть  $\alpha_{s1}$ -Кн В-8Р и  $\alpha_{s1}$ -Кн В-9Р (Дымар, О.В. 2007).

Ген, кодирующий этот белок, имеет пять генетических вариантов (А, В, С, D и Е). Они отличаются друг от друга как содержанием отдельных аминокислот, так и их расположением в полипептидной цепи. Фракция содержит лизин, тирозин, повышенное количество аспарагиновой кислоты, но в ней отсутствует цистеин. После секреции альфа-S1-казеин может расщепляться под действием протеазы молока (плазмина). Один продукт протеолиза идентифицирован как л-казеин (Дымар, О.В. 2007).

В наших исследованиях в локусе  $\alpha SI-CN$  популяция черно-пестрых коров молдавского типа характеризовалась присутствием трех аллельных вариантов гена А, В и С. Наибольшая частота установлена для  $\alpha SI-CN^B - 0,8548$  (Табл. 1).

**Таблица 1.** Частоты аллелей локуса  $\alpha SI-CN$  в молоке коров разных пород крупного рогатого скота

Породы крупного рогатого скота	$\alpha SI-CN$		
	А	В	С
Черно-пестрые коровы молдавского типа	0,0967	0,8548	0,0485
Красная эстонская	–	0,9354	0,0646

В популяции красной эстонской породы коров в этом локусе обнаружено присутствие двух аллелей. Частота встречаемости гена  $\alpha SI-CN^B$  составила 93,54%,  $\alpha SI-CN^C - 6,46\%$ .

При вычислении частоты генотипов локуса альфа-S1-казеина в стаде черно-пестрых коров преимущественным гомозиготным генотипом – ВВ – обладало 74,2% особей (Табл. 2).

**Таблица 2.** Распределение черно-пестрых коров молдавского типа по альфа-S1-казеину

Генотип	Количество животных	$\chi^2$
АВ	5(5,12)*	0,0030
ВВ	23(22,65)	0,0053
ВС	2(2,57)	0,1265
АС	1(0,29)	1,7306
Итого	31(31)	1,8654

\*Теоретически ожидаемое число. То же для табл.3.

Как видно из таблицы 2, наблюдаемое количество коров гетерозиготного генотипов АВ, ВС и АС оказалось ниже, тогда как ощущался избыток гомозигот ВВ. Проверка генетической гипотезы методом  $\chi^2$  показала генетическое равновесие в стаде.

В популяции коров красной эстонской породы распределение животных по генотипам было следующим: большинство коров (27 особей) имели генотип ВВ, 4 коровы – генотип ВС. Низкая встречаемость гетерозиготных особей ВС и отсутствие гомозиготного генотипа СС объясняется низкой частотой встречаемости аллеля С у этой породы коров (Табл. 3).

**Таблица 3.** Распределение коров красной эстонской породы по альфа-S1-казеину

Генотип	Количество животных	$\chi^2$
ВВ	27(27,12) *	0,0088
ВС	4(3,74)	0,139
Итого	31(31)	0,1478

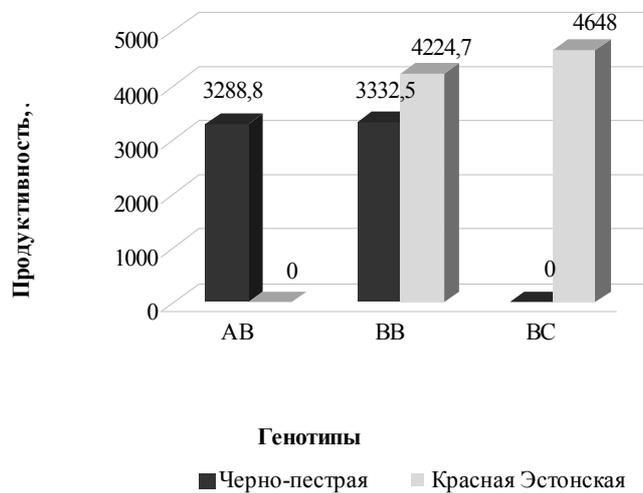
Исследуемая популяция в локусе  $\alpha SI-CN$  находилась в генетическом равновесии в соответствии с законом Харди-Вайнберга, по тесту  $\chi^2$  (0,1478).

Полиморфизм молочных белков связан с показателями молочной продуктивности, составом молока и его технологическими свойствами (Федотова, Н.В. 2011).

Генетические варианты альфа-S1-казеина оказывают влияние на технологические свойства молока. Наличие В-аллеля положительно влияет на скорость свертывания молока под действием сычужного фермента (Афанасьев, М.П. 1996; Хаертдинов, Р.А. 1994). Присутствие в генотипе коров С-аллеля улучшает сыродельческие свойства молока (Jakob, E. 1994). Вариант С альфа-S1-казеина обеспечивает получение более плотного сгустка по сравнению с вариантом В (Magiani, P. 1988), а сочетание в генотипе В и С аллелей увеличивает выход сыра (Samarzija, D. 1992).

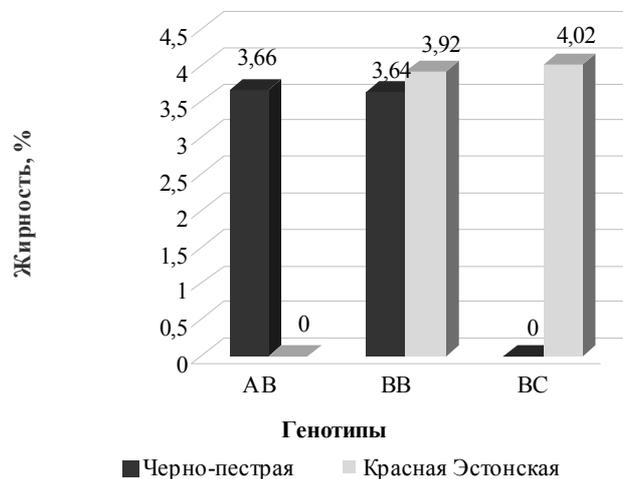
В наших исследованиях генотипы показали наличие взаимосвязей с количеством надоенного молока, содержанием в нем жира и выходом молочного жира.

Анализ влияния локуса  $\alpha SI-CN$  (Рис. 1) на молочную продуктивность коров позволил установить, что более высокой производительностью у черно-пестрого скота обладают животные с гомозиготным генотипом ВВ (3332,5 л молока за лактацию), тогда как у красной эстонской породы преимуществом обладает генотип ВС (4648 л).



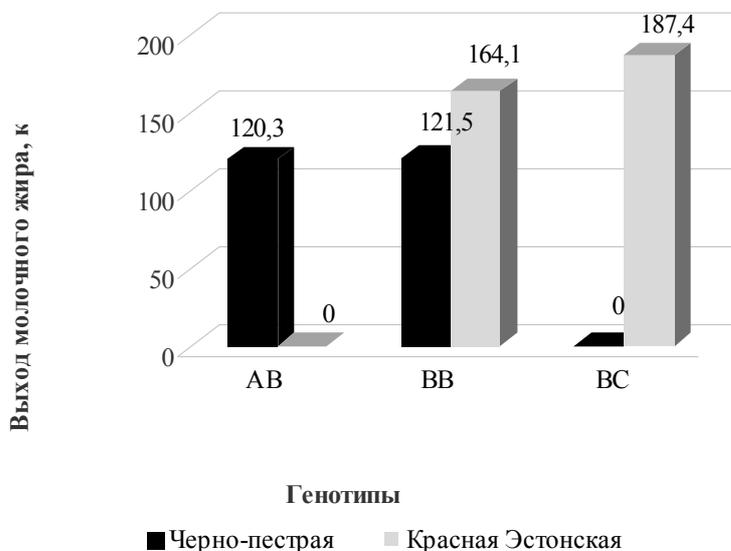
**Рисунок 1.** Удой коров разных генотипов  $\alpha SI-CN$

Наиболее выгодным по содержанию жира в молоке у животных черно-пестрого типа является гетерозиготный генотип АВ (3,66%), который превосходил генотип ВВ на 0,02%. У красной эстонской породы более высокое содержание жира установлено у коров с гетерозиготным генотипом ВС – 4,02% (Рис. 2).



**Рисунок 2.** Содержание жира в молоке у коров разных генотипов  $\alpha SI-CN$

По выходу молочного жира у черно-пестрых коров молдавского типа генотип ВВ оказался более приоритетным – 121,5 кг и на 1,2 кг превышал этот показатель у животных генотипа АВ (Рис. 3).



**Рисунок 3.** Выход молочного жира в молоке коров разных генотипов  $\alpha S1-CN$

Для красной эстонской породы особи с генотипом BC (187,4 кг) превосходили своих сверстниц с генотипом BB на 23,3 кг.

## ВЫВОДЫ

При сравнительном анализе частот аллелей в локусе  $\alpha S1-CN$ , популяции коров обеих пород характеризовались наибольшими значениями для аллеля  $\alpha S1-CN$  типа В (85,48% и 93,54%).

Установленная взаимосвязь гена  $\alpha S1-CN$  с такими продуктивными качествами, как количество надоенного молока, содержание жира в молоке и выход молочного жира, позволяет сделать вывод, что данный локус можно использовать в качестве генетического маркера при отборе животных. Так, полученные результаты показывают преимущество генотипа BC над остальными в популяции коров красной эстонской породы по количеству надоенного молока, содержанию жира в молоке и выходу молочного жира. У черно-пестрых коров по удоям молока и выходу жира желателен генотип BB.

В этой связи целесообразным является подбор пар производителей с эффективными аллелями вариантов гена  $\alpha S1-CN$  для получения молока с заданными технологическими свойствами, что в итоге может привести к повышению рентабельности как молочного скотоводства, так и перерабатывающей молочной отрасли.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ALEANDRI, R. (1990). The effects of milk components and cheese – producing ability. In: Dairy Science, nr. 73, pp. 241-250.
2. Brevet MD nr. 3923 : Tip de taurine (Bos Taurus L.) Baltat cu Negru Moldovenesc. Publ.: 2008.10.03. In: BOPI, 2009, № 6, p. 17.
3. CLARK, S., SHERBON J.W. (2000). Genetic variants of alpha S1-Cn in goat milk: Breed distribution and association with milk composition and coagulation properties of goat milk. In: Small Rumin. Res., nr. 38, pp. 123-134.
4. DELACROIX-BUCHET, A. et al. (1996). Influence des variants AA et FF de la caséine  $\alpha S1$  caprine sur le rendement fromager et les caractéristiques sensorielles des fromages. In: Le Lait., nr. 76, pp. 217-241.
5. JAKOB, E. (1994). Genetic polymorphism of milk proteins. In: Mljekarstvo, nr. 44, pp. 197-217.
6. KUMAR, A., PRAMOD, K.R., RAMADHAR, R. (2005). Polymorphism of  $\beta$ -lactoglobulin gene in Indian goats and its effect on milk yield. In: Applied Genetics, nr. 47, pp. 49-53.
7. MARIANI, P., BONATTI, P., PECORARI M. (1988). Rennet coagulation properties of cow milk in relation to  $\alpha S1$ -casein genotypes. In: Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia, nr. 39, pp. 431-438.

8. MARTIN, P., SZYMANOWSKA, M., ZWIERZCHOWSKI, L. (2002). The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. In: *Reprod. Nutr. Dev.*, nr. 42, pp. 433-459.
9. SAMARZIJA, D. et al. (1992). Polymorphism of milk protein in cheese production. In: *Mljekarstvo*, nr. 41, pp. 319-327.
10. SMITHIES, O. (1955). Zone electrophoresis in starch gels. In: *Biochem.*, nr. 61, pp. 629-641.
11. TOMOTAKE, H. et al. (2006). Comparison between Holstein cow's milk and Japanese-Saanen goat's milk in fatty acid composition, lipid digestibility and protein profile. In: *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, nr. 70, pp. 2771-2774. ISSN 0916-8451.
12. АФАНАСЬЕВ, М.П., АРДАТОВСКАЯ М.П. (1996). Химический состав и технологические свойства молока коров различных пород. В: Тезисы докл. Респ. научн. производ. конф. Казань, с. 202.
13. ДЫМАР, О.В., ЧАЕВСКИЙ С.И. (2007). Производство казеина: основы теории и практики. Минск. 70 с.
14. ЖЕБРОВСКИЙ, Л.С. (1979). Изучение состава молочных белков. Ленинград: Колос, с. 38-41.
15. ОСТРОУМОВА, Т.А. (2004). Химия и физика молока. Кемерово. 196 с.
16. ФЕДОТОВА, Н.В., ЛОЗОВАЯ Г, С. (2011). Полиморфизм бета-лактоглобулина и оценка молочной продуктивности черно-пестрых коров разных генотипов. In: *Вестник Алтайского гос. аграрного ун-та*, пг. 6, с. 57-60.
17. ХАЕРТДИНОВ, Р.А., ГАТАУЛЛИН А.М. (2000). Селекция на повышение белковости и улучшение технологических свойств молока. Казань. 132 с.

Data prezentării articolului: 09.12.2014

Data acceptării articolului: 21.03.2015