

УДК 636.2:599.735.51

Т. А. Луполов¹, В. С. Петку², В. Н. Науменко³, А. В. Макарова⁴

¹Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
доцент кафедры природопользования и охраны природы
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

²Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
зав. кафедрой биотехнологии в зоотехнии
Государственного аграрного университета Молдовы, Кишинев, Молдова

³Студент биологического факультета
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

⁴Студентка биологического факультета
МГПУ им. И. П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

СТРУКТУРА ЛОКУСА β -LG У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗЬ С МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ

В статье приводится информация о полиморфизме белка β -LG молока красных эстонских и черно-пестрых коров молдавского типа. Для обеих пород установлено присутствие 2 аллелей. Анализ частот генов в локусе β -LG показал наибольшее значение – 0,5322 для β -LG^A в популяции чёрно-пёстрого типа коров и 0,871 для β -LG^B в популяции красной эстонской породы.

Обнаружено наличие устойчивых взаимосвязей локуса β -LG с количеством надоев молока, содержанием в нем жира и выходом молочного жира. Полученные результаты показывают преимущество гаплотипа BB над остальными в обеих популяциях по удою молока. Для повышения жирности молока желателен гетерозиготный генотип AB у чёрно-пёстрого типа коров и генотип AA у красной эстонской породы. По выходу молочного жира у чёрно-пёстрых коров молдавского типа генотип AB оказался преимущественным – 123,09 кг и на 2,04 кг и 4,52 кг превышал животных генотипов BB и AA. Для красной эстонской породы особи с генотипом AA (169,36 кг) превосходили своих сверстниц с генотипом BB на 1,91 кг.

Ключевые слова: генотип, генетический полиморфизм, лактопротеин, молдавский тип чёрно-пестрого и красного эстонского крупного рогатого скота, продуктивность.

Введение

Современная молекулярная биология сельскохозяйственных животных в настоящее время пополнилась новым направлением исследований, которая получила название «геномика молока». Это направление исследует генетические основы химического состава молока. Исследования, проведенные генетиками нидерландского университета г. Вахенинген, позволили установить, что у разных животных внутри даже одной породы молоко может иметь различные биохимические составы жиров и белков. Обусловлено это разными аллельными вариантами генов в генотипах животных. Сегодня методы молекулярной генетики позволяют быстро генотипировать животных обоего пола и целенаправленно проводить подбор родителей для формирования таких стад коров, молоко которых будет отвечать определенным технологическим требованиям по количеству и составу жиров и белков [1].

Селекционеры Западной Сибири широко используют генетические ресурсы красных и красно-пестрых пород Европы для повышения качественных показателей молока у животных красной степной породы [2]. Использование англеских и красных датских быков позволило вывести жирномолочный тип Кулундинский, а использование голштинских производителей привело к образованию обильномолочного типа – Сибирский [3]. Но, несмотря на полученный селекционный прогресс, среднее содержание белка в молоке коров красной степной породы в большинстве стад Омской области, по данным перерабатывающих предприятий, не превысило 3,0% [4]. Соответственно, не случаен интерес к опыту использования в селекционных программах красной шведской породы скота для получения молока, удовлетворяющего современные требования переработчиков [5]. Для повышения содержания белка в молоке, в стадах красной

степной породы Омской области ведется целенаправленная племенная работа с использованием генофонда красно-пестрой шведской породы, которая отличается высокими удоями и содержанием белка, легкостью отелов, продолжительным хозяйственным использованием [6].

В этой связи 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 чёрно-пёстрой и красной эстонской породы в локусе β -LG и определение взаимосвязи с молочной продуктивностью коров.

Материалы и методы исследования

Опыты проводились совместно с Научно-практическим институтом зоотехнии и ветеринарии Молдовы.

Наследственно обусловленный тип белка – бета-лактоглобулин – определяли методом горизонтального электрофореза [7], [8] в молоке коров красной эстонской породы и чёрно-пёстрого скота молдавского типа.

Молдавский тип чёрно-пёстрого крупного рогатого скота (*Bos Taurus L.*) создан путем скрещивания местных коров симментальской и красной степной пород с быками чёрно-пёстрой и голштинской пород с последующим разведением заявляемых генотипов «в себе». Имеют чёрную масть и экстерьер молочного типа, туловище удлиненное, спина и поясница ровные и крепкие, ноги хорошо развиты и в правильной позиции, с крепкими копытами. Коровы имеют объемное, железистое вымя ваннообразной, чашеобразной или округлой формы, длина сосков составляет в среднем 5–8 см, а диаметр 2–3 см. Скорость доения в среднем составляет 1,8–2,1 кг/мин. Потенциал молочной продуктивности составляет 4500–6000 кг с жирностью 3,6–3,8%. Преимущество нового типа перед исходными местными породами состоит в превышении показателей: по весу тела – в среднем на 13%; по молочной продуктивности – в среднем на 120%; по молочному жиру – в среднем на 0,5% и скорости доения – в среднем на 46,2% [9].

Вычисление генетического равновесия в изучаемых популяциях по каждому локусу проводили согласно тесту χ^2 .

Результаты исследования и их обсуждение

Гены лактоглобулиновых белков представляют систему субмицеллярных частиц, ассоциирующих в присутствии фосфата кальция образование крупных мицелл, стабилизированных по поверхности каппа – казеином. При этом, чем выше размер мицелл, тем стабильнее каллоидная система молока и выше его сыродельческие характеристики [10].

Бета-лактоглобулиновые и казеиновые белки расположены в одной области 6-й хромосомы и образуют в группе сцепления кластер длиной фрагментов около 200–250 тыс. Нормальная концентрация индивидуальных белков в молоке поддерживается в организме отдельных животных за счет равновесия между разными типами казеина и бета-лактоглобулина. Снижение концентрации одного из этих лактопротеинов вызывает компенсаторное увеличение другого. Определение маркерных аллелей, связанных с желательными хозяйственно-полезными признаками, с использованием ДНК-диагностики позволяет вести селекцию на уровне генетического материала клетки (полиморфизм ДНК) [10]–[12].

Бета-лактоглобулины входят в состав молока всех животных, в составе коровьего молока на их долю приходится около 10% от общего количества белков [13], содержится много сульфгидрильных групп. При нагревании молока часть SH-групп отщепляется в виде H_2S , что дает кипяченому молоку специфический запах.

Последовательность аминокислот и трехмерная структура показывают, что бета-лактоглобулин относится к группе липокалинов – группа транспортных белков с характерной вторичной структурой. Они содержат 8 антипараллельных пептидных последовательностей на основе бета-складчатой структуры, которые формируют цилиндр. Такой «цилиндр» содержит внутри лиганд-связывающий участок [14].

В наших исследованиях в локусе β -LG в популяции чёрно-пёстрых коров молдавского типа было обнаружено два аллельных варианта гена А и В с наибольшей частотой для β -LG^A – 0,5322 (рисунок 1).

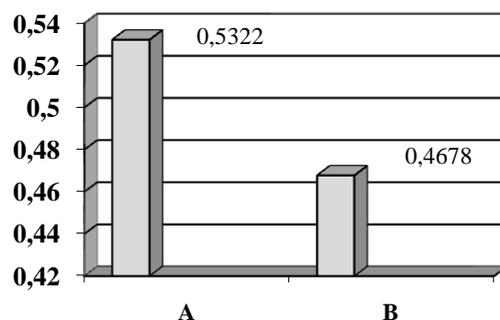


Рисунок 1. – Частота аллелей локуса β -LG в молоке чёрно-пёстрых коров молдавского типа

При вычислении частоты генотипов локуса бета-лактоглобулина в стаде чёрно-пёстрых коров количество гетерозиготных особей генотипа АВ было равно 48,4%, гомозигот AA – 29%, BB – 22,6% (таблица 1).

Таблица 1. – Распределение чёрно-пёстрых коров молдавского типа по бета-лактоглобулину

Генотип	Количество животных	χ^2
AA	9(8,78)*	0,0054
AB	15(15,44)	0,0122
BB	7(6,78)	0,0068
Итого	31(31)	0,0244

*Теоретически ожидаемое число. То же для таблицы 2.

Как видно из таблицы 1, наблюдаемое количество коров гомозиготного генотипа AA и BB оказалось ниже, тогда как ощущался избыток гетерозигот АВ. Проверка генетической гипотезы методом χ^2 показала генетическое равновесие в стаде.

В других исследованиях на коровах чёрно-пёстрой породы было установлено гетерозиготных генотипов АВ – 34,1%, гомозиготных AA – 51,5%, BB – 14,1%. Частота встречаемости гена β -Lg^A составила 68,6%, β -Lg^B – 31,4% [15]. Полученные нами результаты по частотам генов и генотипов объясняются выведением молдавского типа чёрно-пёстрых коров путем скрещивания локальных пород симментал и красной степной с быками голштинской породы.

В популяции красной эстонской породы коров в локусе β -LG также обнаружен полиморфизм. Частота встречаемости гена β -Lg^A составила 12,9%, β -Lg^B – 87,1% (рисунок 2).

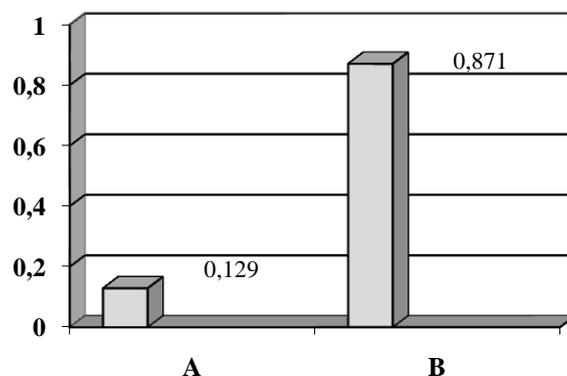


Рисунок 2. – Частота аллелей локуса β -LG в молоке коров красной эстонской породы

Согласно выявленным аллельным вариантам гена бета-лактоглобулина, распределение животных по генотипам было следующим: большинство коров (26) имели генотип ВВ, 2 коровы – генотип АВ и 3 – АА, что доказано низкой частотой встречаемости аллеля А гена бета-лактоглобулина у красной эстонской породы (таблица 2).

Таблица 2. – Распределение крупного рогатого скота красной эстонской породы по бета-лактоглобулину

Генотип	Количество животных	χ^2
АА	3(0,6)*	9,6
АВ	2(6,96)	3,53
ВВ	26(23,52)	0,26
Итого	31(31)	13,39

Исследуемая популяция в локусе β -LG находилась в генетическом равновесии, в соответствии с законом Харди-Вайнберга, по тесту χ^2 (13,39).

Полиморфизм молочных белков связан с показателями молочной продуктивности, составом молока и его технологическими свойствами [15].

Включение в традиционные селекционные правила отбора коров с эффективными аллелями вариантов B -LG позволяет достичь в более короткие сроки значительных успехов увеличения надоев молока и улучшения его качества в конкретных стадах чёрно-пёстрого скота [16].

В наших исследованиях результаты анализа генотипов бета-лактоглобулина показали наличие устойчивых взаимосвязей с количеством надоев молока, содержанием в нем жира и выходом молочного жира.

Анализируя влияние локуса β -LG на молочную продуктивность коров красной эстонской и чёрно-пёстрой породы, установили, что более высокой производительностью обладают животные с гомозиготным генотипом ВВ (4303 л молока за лактацию и 3339,2 л соответственно) (рисунок 3).

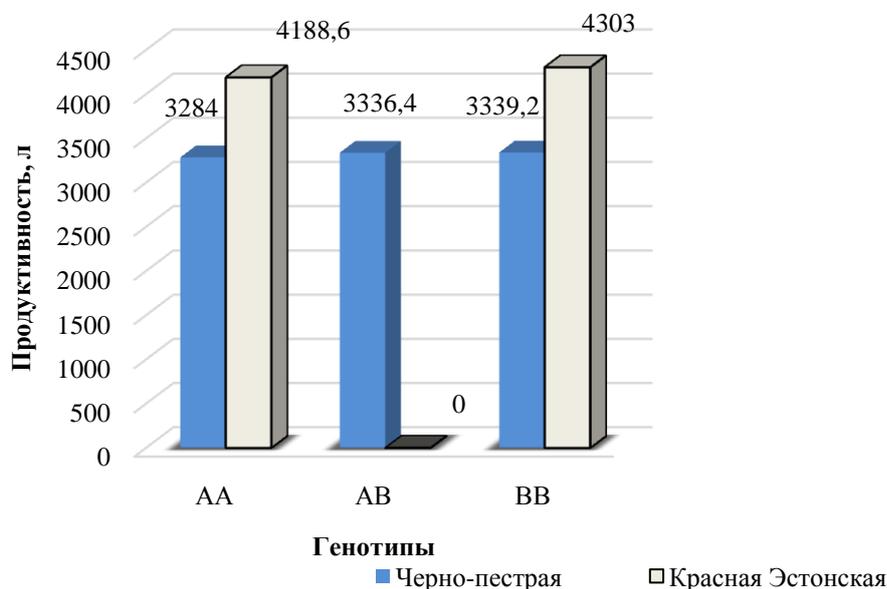


Рисунок 3. – Удой коров разных генотипов B -LG

Наиболее выгодным по содержанию жира в молоке у животных чёрно-пёстрого типа является гетерозиготный генотип АВ (3,69%), который превосходил генотип АА на 0,08%. У красной эстонской породы более высокое содержание жира установлено у коров с гомозиготным генотипом АА – 4,08% (рисунок 4).

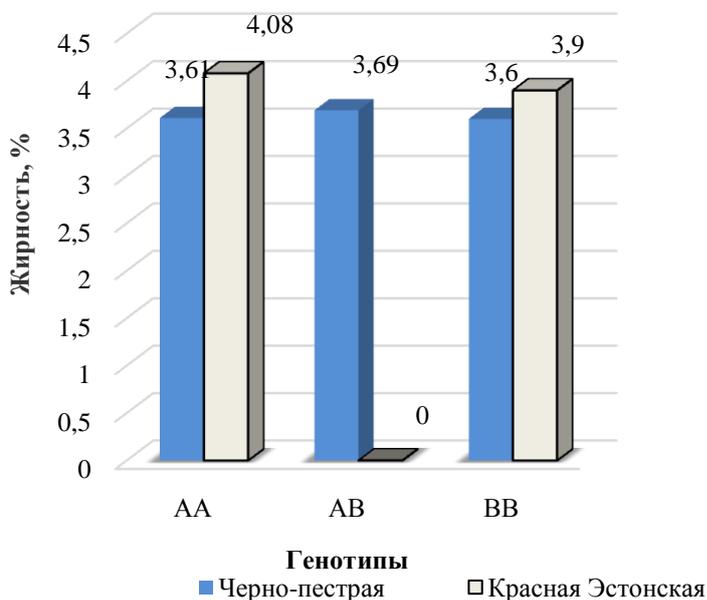


Рисунок 4. – Содержание жира в молоке у коров разных генотипов *B-LG*

По выходу молочного жира у чёрно-пёстрых коров молдавского типа генотип АВ оказался преимущественным – 123,09 кг и на 2,04 кг и 4,52 кг превышал животных генотипов ВВ и АА (рисунок 5). Для красной эстонской породы особи с генотипом АА (169,36 кг) превосходили своих сверстниц с генотипом ВВ на 1,91 кг.

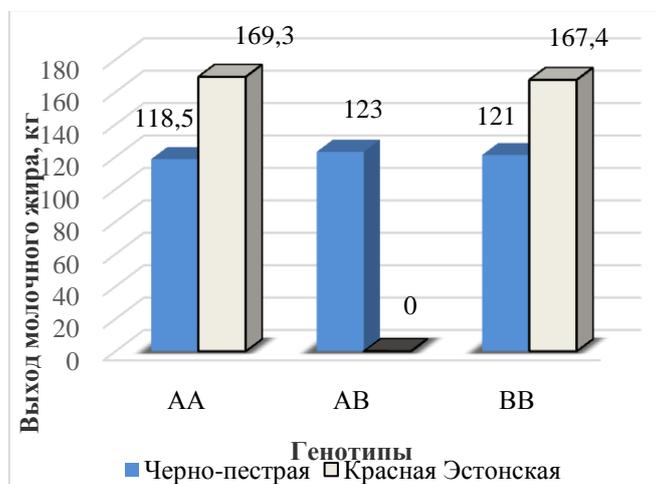


Рисунок 5. – Выход молочного жира в молоке коров разных генотипов *B-LG*

У других пород, например красно-пёстрой шведской, удой коров с генотипом АА выше, чем у коров с генотипами АВ и ВВ. Однако особи, обладающие гомозиготным генотипом ВВ, превосходят коров двух других групп по содержанию жира в молоке на 0,13–0,21% [17].

Таким образом, в наших исследованиях анализ различных генотипов бета-лактоглобулина показал наличие взаимосвязей в обеих популяциях коров с такими продуктивными качествами, как: количество надоенного молока, содержание жира в молоке и выходом молочного жира.

Выводы

При сравнительном анализе частот генов изученные популяции в локусе β -*LG* характеризовались наибольшими значениями для аллеля β -*LG*^A у чёрно-пёстрого типа коров и β -*LG*^B у популяции красной эстонской породы.

Использование локуса β -LG в качестве генетического маркера позволяет подобрать адекватные методы отбора по генотипу. Так, полученные результаты показывают преимущество гаплотипа ВВ над остальными в обеих популяциях по удоям молока. Для повышения жирности молока желателен гетерозиготный генотип АВ у чёрно-пёстрого типа коров и генотип АА у красной эстонской породы.

Таким образом, отбор коров (быков-производителей) с эффективными аллелями вариантов гена B -LG позволит получить молоко с заданными технологическими свойствами, которое приведет к повышению эффективности и рентабельности не только молочного скотоводства, но и перерабатывающей молочной отрасли.

СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Косарев, Э. Геномика молока – новое направление в молочном животноводстве/ Э. Косарев // Молоко и корма. – 2009. – № 3(24). – С. 6–8.
2. Богомолова, Е. Ф. Совершенствование красного степного скота на Алтае / Е. Ф. Богомолова // Молочное и мясное скотоводство. – 2003. – № 7. – С. 4–8.
3. Дунин, И. М. Совершенствование красной степной породы в хозяйствах Западной Сибири / И. М. Дунин, Т. А. Князева, П. М. Василик. – М. : ВНИИплем. – 2009. – 169 с.
4. Дунин, И. М. Повышение белкомолочности скота красной степной породы в стадах Омской области / И. М. Дунин, Т. А. Князева, П. М. Василик. – М. : ВНИИплем, 2007. – 36 с.
5. Горковенко, Л. Успех во многом определяют селекционеры / Л. Горковенко, В. Шостак // Животноводство России. – 2007. – № 12. – С. 47–48.
6. Дунин, И. М. Практическое руководство по генеалогической систематике линий и родственных групп красных пород скота / И. М. Дунин, Т. А. Князева. – М. : ВНИИплем, 2010. – 54 с.
7. Smithies, O. Zone electrophoresis in starch gels / O. Smithies // Biochem. J. – 1955. – Vol. 61. – P. 629.
8. Жебровский, Л. С. Изучение состава молочных белков / Л. С. Жебровский. – Л. : Колос, 1979. – С. 38–41.
9. Tip de taurine (Bos Taurus L.) Baltat cu Negru Moldovenesc: пат. 3923 Moldova, Int.Cl.: A01K 67/027 (2008.04) / Smirnov Ernest, MD; Focsa Valentin, MD; Constandoglo Alexandra, MD; Curuliuc Vasile, MD; Bahcivanji Mihail, MD; Darie Grigore, MD; Chilimar Sergiu, MD; Radionov Vladimir, MD; Munteanu Gheorghe, MD; заявитель Institut stiintifico-practic de biotehnologii in zootehnie si medicina veterinara, MD; заявл. А 2008 0252; опубл. 2008.10.03 // Inventii / MD – ВОПИ. – 2009. – № 6. – С. 17.
10. Зиновьева, Н. А. ДНК-диагностика полиморфизма генов белков молока крупного рогатого скота / Н. А. Зиновьева, Е. А. Гладырь, О. В. Костюнина // Методы исследования в биотехнологии сельскохозяйственных животных. – ВИЖ, 2004. – С. 7–22.
11. Костюнина, О. В. Молекулярная диагностика генетического полиморфизма основных молочных белков и их связь с технологическими свойствами молока : автореф. дис. ... канд. биол. наук / О. В. Костюнина. – Дубровицы, 2005. – 19 с.
12. Калашникова, Л. А. Селекция XXI века: Использование ДНК-технологий / Л. А. Калашникова, И. М. Дунин, В. И. Глазко. – М. : ВНИИплем, 2001. – 34 с.
13. Дымар, О. В. Производство казеина: основы теории и практики / О. В. Дымар, С. И. Чаевский. – Минск : РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2007. – 70 с.
14. Хабибрахманова, Я. А. Полиморфизм генов молочных белков и гормонов крупного рогатого скота : дис. ... канд. биол. наук : 06.02.01 / Я. А. Хабибрахманова. – М., 2009. – 123 л.
15. Федотова, Н. В. Полиморфизм бета-лактоглобулина и оценка молочной продуктивности чёрно-пёстрых коров разных генотипов / Н. В. Федотова, Г. С. Лозовая // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 6. – С. 57–60.
16. Василик, П. М. Использование племенных ресурсов красно-пёстрой шведской породы для совершенствования кулундинского типа красного степного скота : дис. ... канд. с/х наук : 06.02.07 / П. М. Василик. – М., 2010. – 122 л.
17. Джапаридзе, Т. Г. Как повысить качество молока и увеличить доходы / Т. Г. Джапаридзе, Л. А. Зернаева // Аграрный эксперт. – 2006. – № 3. – С. 36–40.

Поступила в редакцию 23.01.15

E-mail: lupolovt@tut.by

T. A. Lupolov, V. S. Petcu, V. I. Naymenko, A. V. Makarova

THE STRUCTURE OF LOCUS β -LG OF CATTLE
AND ITS INTERRELATION WITH DAIRY EFFICIENCY

Information about polymorphism of protein β -LG milk of red Estonian and black and motley cows of Moldavian type is provided in the article. For both breeds presence of 2 alleles is established. The analysis of frequencies of genes in locus β -LG showed the greatest value – 0,5322 for β -LGA in population OF A black and motley type of cows and 0,871 for β -LGB in population of red Estonian breed.

Existence of stable interrelations of a locus β -LG with amount of the obtained milk, the content of fat and exit of milk fat is founded. The received results point advantage of a gaplotip BB over the others in both populations on milk yields of milk. The heterozygotic genotype AB at black and motley type of cows and AA genotype of red Estonian breed desirable for increasing fat content of milk. On an outlet of milk fat at black and motley cows of the Moldavian type the genotype AB was primary – 123,09 kg and on 2,04 kg and 4,52 kg exceeded animal of BB and AA genotypes. For red Estonian breed of an individual with AA genotype (169,36 kg) surpassed the contemporaries with VV genotype on 1,91 kg.

Key words: genotype, genetic polymorphism, lactoprotein, Moldavian type of black-and-motley cattle, Estonian Red breed cows productivity.