

7. Симарев, Ю. А. Требования к микроклимату свинарников / Ю. А. Симарев // Свиноферма. – 2006. – № 10. – С. 56.
8. Старков, А. Влияние условий содержания на здоровье и продуктивность животных / А. Старков, К. Девин, Н. Пономарев // Свиноводство. – 2004. – № 6. – С. 26.

УДК 636.2.082

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНОВ МАННОЗА-СВЯЗЫВАЮЩЕГО ЛЕКТИНА (MBL1) И ЛАКТОФЕРРИНА (LTF) В СЕЛЕКЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

В. В. Пешко, В. К. Пестис, П. В. Пестис, О. А. Епишко, А. А. Ситько, Н. Н. Пешко

УО «Гродненский государственный аграрный университет»  
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,  
г. Гродно, ул. Терешковой, 28, e-mail: valik-11@mail.ru).

**Ключевые слова:** ген манноза-связывающего лектина, ген лактоферрина, молочная продуктивность, соматические клетки, крупный рогатый скот.

**Аннотация.** В статье представлены результаты изучения комплексного влияния генов манноза-связывающего лектина (MBL1) и лактоферрина (LTF) на содержание соматических клеток в молоке и показатели молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы.

В популяции коров белорусской черно-пестрой породы установлен полиморфизм генов манноза-связывающего лектина (MBL1) и лактоферрина (LTF). Выявлены генотипы MBL1<sup>TT</sup>, MBL1<sup>TC</sup> и MBL1<sup>CC</sup>, а также генотипы LTF<sup>AA</sup> и LTF<sup>AB</sup>. Определена частота встречаемости комплексных генотипов по генам манноза-связывающего лектина и лактоферрина. Изучено комплексное влияние генов манноза-связывающего лектина (MBL1) и лактоферрина (LTF) на содержание соматических клеток в молоке и показатели молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы.

## USING OF MANNANOSE-BINDING LECTINS (MBL1) GENE AND LACTOFFERIN GENE (LTF) IN CATTLE SELECTION

V. V. Peshko, V. K. Pestis, P. V. Pestis, O. A. Epishko, A. A. Sitsko, N. N. Peshko

EI «Grodno State Agrarian University»  
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, Grodno, 230008,  
28 Tereshkova st. e-mail: valik-11@mail.ru).

**Key words:** mannose-binding lectins 1 gene, lactoferrin gene, milk production, somatic cells, cattle.

**Summary.** The article presents the results of studying the complex effect of the mannose – binding lectin (MBL1) and lactoferrin (LTF) genes on the content of somatic cells in milk and indicators of milk productivity in Belarusian black- motley cows.

*In the population of cows of the Belarusian black-breed, the polymorphism of the mannose-binding lectins (MBL1) and lactoferrin (LTF) genes was established. The genotypes MBL1<sup>TT</sup>, MBL1<sup>TC</sup>, MBL1<sup>CC</sup> and LTF<sup>AA</sup>, LTF<sup>AB</sup> were revealed. The frequency of occurrence of complex genotypes for the mannose-binding lectins and lactoferrin genes was determined. The milk productivity of cows and the content of somatic cells with different genotypes for the mannose-binding lectins and lactoferrin genes was studied.*

*(Поступила в редакцию 01.06.2021 г.)*

**Введение.** Сельское хозяйство является одной из приоритетных отраслей производства в Республике Беларусь. Внедрение инновационных технологий в производственный процесс животноводства особенно перспективно, т. к. именно на эту отрасль приходится более 65 % стоимости валовой продукции сельского хозяйства Республики Беларусь [7].

Результативность селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве зависит от многих факторов: технологических (условия содержания, оптимальное кормление), средовых (создание условий для проявления генотипа в фенотипе) и генетических (получение животных с высоким наследственным потенциалом). Таким образом, в настоящее время племенная работа должна включать и достижения в области генетики и биотехнологии животных [6].

Разработка, внедрение и развитие новых методов биотехнологии позволяет максимально полно реализовывать генетический потенциал животных и увеличивать их долголетие и продуктивность.

С увеличением молочной продуктивности у животных может наблюдаться уменьшение резистентности организма к неблагоприятным факторам внешней среды. Совокупное действие неблагоприятных физиологических и паратипических факторов приводит к появлению синдромов функциональной недостаточности иммунноэндокринной, антиоксидантной и репродуктивной систем, приводящих к возникновению факторных заболеваний, одним из которых является воспаление молочной железы [5].

Одним из диагностических инструментов, позволяющих организовать раннюю диагностику различных форм мастита, а также проводить оценку технологической пригодности полученной продукции для изготовления молочных продуктов, является оценка количества соматических клеток в молоке. Соматические клетки присутствуют в молочной железе и молоке и представляют собой отмершие эпителиальные клетки, белые кровяные клетки (лейкоциты) и другие клетки организма, участвующие в регуляции иммунного статуса животных. Количество соматических клеток в молоке находится в прямой зависимости

от возраста и физиологического состояния животных, уровня и качества кормления, содержания и эксплуатации. Однако именно воспаление молочной железы является основной причиной их увеличения [6].

По мнению ученых Patnaik, Karthikeyan A.\* и других, потери производства при наличии мастита в стаде включают в себя уменьшение молочной продуктивности (до 70 %), отделение молока и его выбраковка после лечения (до 9 %), затраты на ветеринарное обслуживание (до 7 %), преждевременная выбраковка (до 14 %) [12].

Следовательно, актуальным направлением селекции крупного рогатого скота является изучение ассоциации генетических маркеров с хозяйственно полезными признаками и резистентностью животных к воздействию различных факторов окружающей среды.

Многочисленные научные исследования показывают возможность использования в качестве маркерных генов устойчивости к маститам крупного рогатого скота генов лактоферрина и манноза-связывающего лектина. Данные гены принимают активное участие в модуляции и регуляции иммунного статуса организма животного в ответ на воздействие неблагоприятных факторов внешней среды [8, 13].

Так, одной из главных функций лектина является активизация системы комплемента при воздействии патогенных факторов. Выработка MBL происходит как ответная реакция на инфекционный агент, тем самым при попадании в кровь он становится частью механизма антиген-специфического иммунитета. Ген MBL1 крупного рогатого скота локализован на 26 хромосоме *Bostaurus*, состоит из 3 интронов и 4 экзонов и кодирует 249 аминокислот [1].

Лактоферрин является одноцепочечным малым гликопротеином молока, содержащим приблизительно 690 аминокислот и молекулярный вес 77 кДа. Ген LTF локализован на хромосоме 22q24 и состоит из 17 экзонов, распространяется примерно на 34,5 т. п. н. геномной ДНК [2, 5]. Большинство авторов отмечают положительное влияние генотипа AA гена лактоферрина (LTF<sup>AA</sup>) на содержание (более низкое) соматических клеток в молоке. Частота встречаемости аллелей LTF<sup>A</sup> и LTF<sup>B</sup> колеблется от низкой до высокой в зависимости от породы [9, 10, 14].

Научные исследования ученых V. N. Muhasin Asaf\*, Kamaldeep Hundwal и других также выявили возможность использования гена манноза-связывающего лектина в качестве потенциального гена кандидата для проведения маркерной селекции на устойчивость к маститам крупного рогатого скота [8, 11].

Таким образом, изучение влияния данных генов на хозяйственно полезные признаки белорусской черно-пестрой породы носит при-

кладной характер в совершенствовании методов селекции крупного рогатого скота.

**Цель работы** – изучить комплексное влияние генов манноза-связывающего лектина (MBL1) и лактоферрина (LTF) на содержание соматических клеток в молоке и показатели молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы.

**Материал и методика исследований.** Объектом наших исследований являлся генетический материал (ушной выщип) коров белорусской черно-пестрой породы, содержащихся в СПК имени И. П. Сенько Гродненского района ( $n = 210$ ). Исследования по определению аллелей и генотипов опытных животных по генам LTF и MBL1 проводились в отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий» УО «Гродненский государственный аграрный университет».

ДНК-диагностику генотипов генов лактоферрина и манноза-связывающего лектина проводили с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) и полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ). Ядерную ДНК выделяли перхлоратным методом. Для амплификации участка гена LTF использовали следующие праймеры:

- F 5' - GCCTCATGACAACCTCCACAC-3';

- R: 5' - CAGGTTGACACATCGGTTGAC-3'.

ПЦР-программа включает в себя следующий режим: «горячий старт» при 94 °C в течение 5 минут, 35 циклов: денатурация при 94 °C – 45 с, отжиг праймеров при 62 °C – 45 с, синтез при температуре 72 °C – 45 с; далее элонгация при 72 °C – 5 минут.

Для амплификации участка гена MBL1 использовали праймеры:

MBL1f: 5'-GTGGTGGCAAATGTTGGCTAAAC-3/ (23 н.);

MBL1r: 5'-TGGCTCTCCSTTTTCTCCCTT-3/ (21 н.).

ПЦР-программа включает в себя следующий режим: «горячий старт» при 94 °C в течение 5 минут, 35 циклов: денатурация при 94 °C – 30 с, отжиг праймеров при 62 °C – 45 с, синтез при температуре 72 °C – 45 с; далее элонгация при 72 °C в течение 5 минут.

Реакционная смесь для обоих генов включала в себя 10X ПЦР буфер,  $MgCl_2$ , прямой и обратный праймер, dNTP, Taq-полимеразу, дистиллированную воду и исследуемое ДНК.

Для генотипирования по локусу лактоферрина использовали эндонуклеазу EcoRI, которая имеет сайт рестрикции GAATC/C и продукт амплификации с длиной 301 п. н. Рестрикция проводится при температуре 37 °C в течение 16 часов. При расщеплении продукта амплификации ПЦР с помощью эндонуклеазы EcoRI были идентифицированы следующие генотипы: LTF<sup>AA</sup> – 300 п. н., LTF<sup>AB</sup> – 300, 200, 100 п. н.

Для генотипирования по локусу манноза-связывающего лектина использовали эндонуклеазу HaeIII, которая имеет сайт рестрикции GG↑CC, CC↓GG и продукт амплификации с длиной 255 п. н. Рестрикция проводится при температуре 37 °С в течение 16 часов. При расщеплении продукта амплификации ПЦР с помощью эндонуклеазы HaeIII были идентифицированы следующие генотипы: MBL1<sup>TT</sup> – 255 п. н., MBL1<sup>CC</sup> – 178/77 п. н. и MBL1<sup>TC</sup> – 255/178/77 п. н.

Частота встречаемости аллелей по генам манноза-связывающего лектина и лактоферрина рассчитана по формуле 1 по Е. К. Меркурьевой [3]:

$$\begin{aligned} pA &= 2n AA + n AB / 2N \\ qB &= 2n BB + n AB / 2N, \end{aligned} \quad (1)$$

где pA – частота аллеля A;

qB – аллель B;

n – количество гомозиготных или гетерозиготных особей;

N – общая численность обследованных животных;

2N – число аллелей данного двухаллельного локуса в обследованной популяции.

Для изучения молочной продуктивности подопытные животные были сгруппированы в зависимости от возраста: первотелки, коровы второго и третьего отелов. Молочную продуктивность подопытных коров определяли при помощи проведения контрольных доений. В обработку включали показатели по тем животным, у которых продолжительность лактации была не менее 240 дней, а возраст при первом отеле составлял 26-30 месяцев. У животных с различными генотипами по изучаемым генам учитывали удой, содержание жира и белка, выход молочного жира и белка за 305 дней лактации, содержание соматических клеток в молоке.

Селекционно-генетические параметры основных хозяйственно-полезных признаков определяли методами биологической статистики в описании Н. А. Плохинского [4], используя при этом компьютерную программу Microsoft Excel.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Частота встречаемости комплексных генотипов по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина у коров белорусской черно-пестрой породы в популяции коров СПК имени И. П. Сенько, полученная в ходе проведенных исследований, представлена на рисунке.

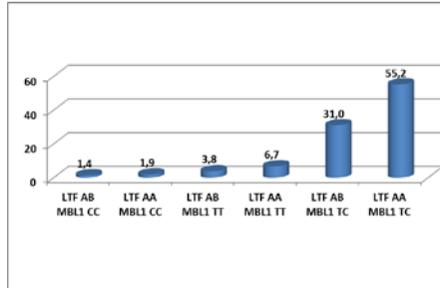


Рисунок – Частота встречаемости комплексных генотипов по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина в популяции коров белорусской черно-пестрой породы, %

Согласно данным рисунка, из всего изучаемого поголовья было выявлено 6 групп комплексных генотипов. Больше всего животных имели генотип LTF<sup>AA</sup>MBL1<sup>TC</sup> (55,2 %, или 116 голов) и генотип LTF<sup>AB</sup>MBL1<sup>TC</sup> (31,0 %, или 65 голов). Количество особей с другими комплексными генотипами составило от 1,4 % (3 головы) до 6,7 % (14 голов).

Ассоциация комплексных генотипов по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина с показателями молочной продуктивности у подопытных животных представлена в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Молочная продуктивность первотелок с комплексными генотипами по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина

Показатели	Генотип					
	LTF <sup>AA</sup> MBL1 <sup>TT</sup> (n = 14)	LTF <sup>AB</sup> MBL1 <sup>CC</sup> (n = 3)	LTF <sup>AA</sup> MBL1 <sup>CC</sup> (n = 4)	LTF <sup>AB</sup> MBL1 <sup>TT</sup> (n = 8)	LTF <sup>AB</sup> MBL1 <sup>TC</sup> (n = 65)	LTF <sup>AA</sup> MBL1 <sup>TC</sup> (n = 116)
Удой, кг	7242,0 ±247,27	8320,8 ±261,87 **,***	6841,7 ±815,25	6939,0 ±196,41	7417,5 ±146,07	7488,5 ±112,85 **
Жирномолочность, %	3,61 ±0,03	3,79 ±0,12	3,58 ±0,11	3,65 ±0,06	3,71 ±0,03*	3,70 ±0,02*
Количество молочного жира, кг	260,9 ±8,92	316,0 ±17,43*; **;	245,3 ±29,70	253,7 ±9,54	275,4 ±5,82	277,8 ±4,95*
Белковомолочность, %	3,21 ±0,03	3,27 ±0,01	3,24 ±0,08	3,26 ±0,02	3,29 ±0,01**	3,27 ±0,01
Количество молочного белка, кг	232,6 ±7,66	271,8 ±7,60***	223,2 ±29,49	226,3 ±6,87	244,1 ±4,98*	244,7 ±3,62*
Количество соматических клеток, тыс./мл	215,6 ±34,35	194,3 ±6,33 **	187,8 ±15,75	182,0 ±18,01	251,3 ±14,5 **; ***	167,0 ±7,14

### Примечание

1 удой: \*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,01$ ;

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$ ;

2 жирномолочность: \* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,05$ ;

3 количество молочного жира: \* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{CC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,05$ ;

\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  статистически достоверны при  $P < 0,01$ ;

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$ ;

4 белкомолочность: \*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,01$ ;

5 количество молочного белка: \* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,05$ ;

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$ ;

6 количество соматических клеток: \*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AA}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AA}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  статистически достоверны при  $P < 0,05$ ;

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$

Данные таблицы 1 указывают на то, что первотелки с комплексным генотипом  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  по удою, жирномолочности, количеству молочного жира и количеству молочного белка превосходили животных других генотипов соответственно на 832,3-1479,1 кг, 0,08-0,21 п. п., 38,2-70,7 кг и 27,1-48,6 кг ( $P > 0,05$ ;  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ ). Белковомолочность у особей с различными комплексными генотипами по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина была на уровне от 3,21 % ( $LTF^{AA}MBL1^{TT}$ ) до 3,29 % ( $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ). Наиболее низкое количество соматических клеток (167,0 тыс./мл) установлено у первотелок с генотипом  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$ , что на 27,3 тыс./мл ниже, чем у животных с генотипом  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  ( $P < 0,01$ ), и на 84,3 тыс./мл ниже, чем с генотипом  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  ( $P < 0,001$ ). Также следует отметить, что у особей с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{CC}$  уровень соматических клеток находился в пределах 182,0-187,8 тыс./мл.

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров с комплексными генотипами по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина по второй лактации

Показатели	Генотип					
	$LTF^{AA}MBL1^{TT}$ (n = 14)	$LTF^{AB}MBL1^{CC}$ (n = 3)	$LTF^{AA}MBL1^{CC}$ (n = 4)	$LTF^{AB}MBL1^{TT}$ (n = 8)	$LTF^{AB}MBL1^{TC}$ (n = 65)	$LTF^{AA}MBL1^{TC}$ (n = 116)
Удой, кг	7973,9 ±272,23	9160,6 ±288,30 ***, ***	7538,1 ±897,52	7639,2 ±216,23	8166,0 ±160,81	8244,3 ±124,24 **
Жирномолочность, %	3,61 ±0,03	3,77 ±0,12	3,59 ±0,12	3,66 ±0,05	3,71 ±0,03	3,71 ±0,02
Количество молочного жира, кг	288,0 ±9,80	346,1 ±19,13*; ***, ***	271,0 ±33,25	279,7 ±10,43	302,9 ±6,43	306,4 ±5,47*
Белковомолочность, %	3,22 ±0,02	3,26 ±0,01	3,23 ±0,06	3,24 ±0,02	3,28 ±0,01 **	3,28 ±0,01 **
Количество молочного белка, кг	256,6 ±8,42	298,6 ±9,46 **; ***	244,6 ±32,00	247,8 ±7,68	267,9 ±5,49 *	269,9 ±4,01 **
Количество соматических клеток, тыс./мл	209,1 ±31,22	205,0 ±8,54 ***	186,3 ±25,13	185,8 ±16,37	256,3 ±15,57 *; ***, ***	165,1 ±7,07

*Примечание*

*1 удой: \*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,01$ ;*

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$ ;

2 количество молочного жира: \* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,05$ ;

\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  статистически достоверны при  $P < 0,01$ ;

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$ ;

3 белкомолочность: \*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,01$ ;

4 количество молочного белка: \* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,05$ ;

\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,01$ ;

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$ ;

5 количество соматических клеток: \* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,05$ ;

\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,05$ ;

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$

Из данных таблицы 2 видно, что коровы по второй лактации с комплексным генотипом  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  характеризовались более высоким удоем (на 916,3-1622,5 кг), жирномолочностью (на 0,06-0,18 п.п.), количеством молочного жира (на 39,7-75,1 кг) и количеством молочного белка (на 28,7-54,0 кг), по сравнению с животными других

исследуемых генотипов. Более высокая белковомолочность (3,28%) отмечена у особи с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$ .

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров с комплексными генотипами по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина по третьей лактации

Показатели	Генотип					
	$LTF^{AA}MBL1^{TT}$ (n = 14)	$LTF^{AB}MBL1^{CC}$ (n = 3)	$LTF^{AA}MBL1^{CC}$ (n = 4)	$LTF^{AB}MBL1^{TT}$ (n = 8)	$LTF^{AB}MBL1^{TC}$ (n = 65)	$LTF^{AA}MBL1^{TC}$ (n = 116)
Удой, кг	8691,5 ±296,73	9985,0 ±314,25 **, ***	8216,5 ±978,30	8326,8 ±235,69	8901,0 ±175,28	8986,3 ±135,43 **
Жирномолочность, %	3,62 ±0,03	3,81 ±0,12	3,58 ±0,13	3,65 ±0,07	3,72 ±0,03	3,72 ±0,02
Количество молочного жира, кг	314,0 ±0,03	381,0 ±21,95 *; **, ***	295,1 ±36,71	304,5 ±11,81	331,0 ±7,05	335,2 ±6,02 *
Белковомолочность, %	3,23 ±0,03	3,32 ±0,04 *	3,21 ±0,07	3,26 ±0,02	3,30 ±0,02 ***	3,29 ±0,01 ***
Количество молочного белка, кг	280,3 ±9,21	331,3 ±7,00 ***	265,2 ±35,00	271,6 ±8,11	293,6 ±6,01 *	295,0 ±4,38 **
Количество соматических клеток, тыс./мл	211,7 ±29,99	203,7 ±14,71 *	193,0 ±30,35	188,4 ±19,50	249,3 ±16,96 *; ***	169,4 ±7,01

*Примечание*

1 удой: \*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,01$ ;

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$ ;  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$ ;  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$ ;

2 количество молочного жира: \* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{CC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,05$ ;

\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  статистически достоверны при  $P < 0,01$ ;

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$ ;

3 белковомолочность: \* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{CC}$  статистически достоверны при  $P < 0,05$ ;

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AA}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$ ;

4 количество молочного белка: \* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,05$ ;

\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,01$ ;

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AA}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$ ;

5 количество соматических клеток: \* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$ ;  $LTF^{AB}MBL1^{TT}$  и  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,05$ ;

\*\*\* – межгрупповые различия между животными с генотипами  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  и  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  статистически достоверны при  $P < 0,001$

Анализ полученных данных (таблица 3) свидетельствует о том, что как и по первой и второй, так и по третьей лактации животные с комплексным генотипом  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  характеризовались более высокими показателями молочной продуктивности. Так, их превосходство над сверстницами других генотипов составило: по удою – на 998,7-1768,5 кг, по жирномолочности – на 0,11-0,23 п. п., по количеству молочного жира – на 45,8-85,9 кг, по белковомолочности – на 0,01-0,11 п. п. и количеству молочного белка – на 36,3-66,1 кг. Следует отметить, что более низкое содержание соматических клеток установлено у коров с генотипом  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  (169,4 тыс./мл), что на 34,3 тыс./мл ниже, чем у сверстниц с генотипом  $LTF^{AB}MBL1^{CC}$  ( $P < 0,05$ ), на 79,9 тыс./мл ниже, чем у животных с генотипом  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  ( $P < 0,001$ ), и на 19,0-42,3 тыс./мл ниже по сравнению с особями остальных исследуемых групп.

**Заключение.** Таким образом, в ходе проведенных исследований и анализа полученных данных установлено положительное влияние комплексного генотипа по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина LTF<sup>AB</sup>MBL<sup>CC</sup> на показатели молочной продуктивности, такие как удой, количество молочного белка и жира, белково-молочность и жирномолочность. Животные с таким комплексом исследуемых генов выгодно отличались от сверстниц во всех возрастных группах. Однако наиболее низкое количество соматических клеток в молоке наблюдалось у животных с генотипом LTF<sup>AA</sup>MBL<sup>TC</sup> по сравнению со сверстницами во всех возрастных группах. Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование ДНК-диагностики по генам манноза-связывающего лектина и лактоферрина в селекционном процессе и отбор животных-носителей желательных аллелей MBL<sup>C</sup> и LTF<sup>A</sup> позволит повысить удой и качественные показатели молока.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллина, Л. В. Ген манноза-связывающего лектина (MBL), и влияние его полиморфизма на устойчивость коров к маститу / Л. В. Абдуллина, Г. Р. Юсупова // Ученые записки Казанской Государственной Академии Ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана, Казань, 2019. – Т. 238 (II). – С. 4-9.
2. Генотипирование племенных животных с помощью молекулярно-генетических методов (методические рекомендации) / Е. С. Усенбеков [и др.]. – Алматы: Айтумар, 2014. – 81 с.
3. Меркурьева, Е. К. Генетические основы селекции в скотоводстве / Е. К. Меркурьева. – М.: Колос, 1977. – 239 с.
4. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – М.: АН СССР, 1969. – 360 с.
5. Епишко, О. А. Разработка и адаптация методики генотипирования крупного рогатого скота по гену лактоферрина / О. А. Епишко, В. В. Пешко, А. А. Ситько // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / Гродненский государственный университет. – Гродно, 2019. – Том 44: зоотехния. – С. 64-70.
6. Контролируем мастит. Комментарии к республиканскому регламенту «Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа» / А. Ю. Финюгов [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 8. – С. 10-13.
7. Шейко, И. П. Перспективы научной и инновационной деятельности в животноводстве Беларуси / И. П. Шейко // Вест. Нац. акад. Навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2018. – Т. 56, № 2. – С. 188-199.
8. Association study of genetic variants at single nucleotide polymorphism rs109231409 of mannose-binding lectins 1 gene with mastitis susceptibility in Vrindavani crossbred cattle. / V. N. Muhasin Asaf, [et al] // Veterinary World, EISSN: 2231-0916. Published online: 12-10-2014.
9. Association between bovine lactoferrin gene variant and somatic cell count in milk based on EcoRI restriction site / Hemati Doust [et al] // Iranian Journal of Veterinary Research. – 2013. – P. 62-65.
10. Bovine lactoferrin gene polymorphism and expression relation to mastitis resistance / A. Pawlik [et al] // Animal Science Papers and Reports. – 2009. – № 4. – P. 263-271.
11. Characterization and validation of point mutation in mbl1 gene and its relationship with mastitis in murrh buffalo (bubalus bubalis) / B. L. Kamaldeep Dhundwal [et al] // Buffalo Bulletin. – 2019. – Vol.38 No.3. – 451-457.

12. Genetic basic of mastitis resistance in cattle / A. Karthikeyan [et al] // International Journal of Science, Environment and Technology. – 2016. – Vol. 5, № 4. – 2192-2199.
13. Lactoferrin and immunoglobulin g content in cow milk in relation To somatic cell count and number of lactations / K. Musayeva [et al] // Veterinarija i zootehnika (vet med zoot). – 2018. – Т. 76 (98). – 41-44.
14. Sharifzadeh, A. Study of lactoferrin gene polymorphism in Iranian Holstein cattle using PCR-RFLP technique / A. Sharifzadeh, A. Doosti // Global Veterinaria. – 2011. – № 6(6). – P. 530-536.

УДК 636.4;636.083

## ДЕТЕРМИНАЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ ДЕВИАНТНОГО ПОВЕДЕНИЯ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

А. Н. Соляник

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь (Республики Беларусь, 222163,

г. Жодино, ул. Фрунзе, 11; e-mail: Val\_Sol\_v@mail.ru)

**Ключевые слова:** *молодняк свиней, промышленная технология, девиантное поведение.*

**Аннотация.** *На стадии формирования групп молодняка, поступивших на доращивание, необходимо начать отслеживать группы детерминантов отклоняющегося поведения. Эта обязанность должна ложиться на оператора, который напрямую работает с животными. Если поросенка что-то беспокоит, то по его поведению можно отслеживать предвестники заболеваний и своевременно решать проблему. При изучении поведенческого статуса молодняка свиней между особями установлены взаимосвязи, которые носили агрессивный характер. В целях снижения агрессии и потенциального травмирования молодняка в период формирования группы, изменения ее состава или внедрения в группу нового животного необходимо учитывать размеры животного, его возраст, а также регулярно контролировать социальную совместимость внутри созданного сообщества.*