

**АГРАРНЫЕ НАУКИ****AGRARIAN SCIENCES**

УДК 636.2.082.12.034

<https://doi.org/10.29235/1561-8323-2022-66-1-122-128>

Поступило в редакцию 21.01.2022

Received 21.01.2022

**Академик В. К. Пестис, В. В. Пешко, О. А. Епишко, А. А. Ситько***Гродненский государственный аграрный университет, Гродно, Республика Беларусь***ПРИМЕНЕНИЕ ДНК-ТЕСТИРОВАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА  
ПО ГЕНАМ LTF И MBL1 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА**

**Аннотация.** У коров белорусской черно-пестрой породы, содержащихся в СПК им. И. П. Сенько, установлен полиморфизм генов лактоферрина и манноза-связывающего лектина. Выявлены генотипы LTF<sup>AA</sup>, LTF<sup>AB</sup> и MBL1<sup>TT</sup>, MBL1<sup>TC</sup>, MBL1<sup>CC</sup>. Изучена молочная продуктивность (удой, жирномолочность, количество молока базисной жирности), количество соматических клеток в молоке и рассчитана экономическая эффективность производства молока от коров с различными генотипами по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина. Установлено, что прибыль у коров с генотипом LTF<sup>AA</sup> была на 7,91 руб. выше, чем у коров с генотипом LTF<sup>AB</sup>, а у животных с генотипом MBL1<sup>TC</sup> – на 24,69–191,85 руб. больше, чем у особей с генотипами MBL1<sup>CC</sup> и MBL1<sup>TT</sup>, а более высокая прибыль на 1 голову была получена от коров с генотипами LTF<sup>AB</sup>MBL1<sup>CC</sup> и LTF<sup>AA</sup>MBL1<sup>TC</sup>, что составило 3249,49 и 2855,40 руб. соответственно.

**Ключевые слова:** ген лактоферрина, ген манноза-связывающего лектина, количество соматических клеток, экономическая эффективность

**Для цитирования.** Применение ДНК-тестирования крупного рогатого скота по генам LTF и MBL1 для повышения эффективности производства молока / В. К. Пестис [и др.] // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2022. – Т. 66, № 1. – С. 122–128. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2022-66-1-122-128>

**Academician Vitold K. Pestis, Valentin V. Peshko, Olga A. Epishko, Anastasia A. Sitko***Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus***USING OF DNA-TESTING OF CATTLE FOR THE LTF AND MBL1 GENES TO INCREASE  
THE MILK PRODUCTION EFFICIENCY**

**Abstract.** In cows of the Belarusian black-motley breed, the polymorphism of genes for lactoferrin and mannose-binding lectin was established. The genotypes LTF<sup>AA</sup>, LTF<sup>AB</sup> and MBL1<sup>TT</sup>, MBL1<sup>TC</sup>, MBL1<sup>CC</sup> were identified. The milk productivity (yield, fat content, amount of milk of basic fat content), the number of somatic cells in milk were studied, and the economic efficiency of milk production from cows with different genotypes for the genes of lactoferrin and mannose-binding lectin was calculated. It was found that the profit in cows with the LTF<sup>AA</sup> genotype was 7.91 rubles higher than in cows with the LTF<sup>AB</sup> genotype, in individuals with the MBL1<sup>CC</sup> and MBL1<sup>TT</sup> genotypes, and a higher profit per head was obtained from cows with the LTF<sup>AB</sup>MBL1<sup>CC</sup> and LTF<sup>AA</sup>MBL1<sup>TC</sup> genotypes, which amounted to 3249.49 and 2855.40 rubles respectively.

**Keywords:** lactoferrin gene, mannose-binding lectin gene, somatic cell count, economic efficiency

**For citation.** Pestis V. K., Peshko V. V., Epishko O. A., Sitko A. A. Using of DNA-testing of cattle for the LTF and MBL1 genes to increase the milk production efficiency. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2022, vol. 66, no. 1, pp. 122–128 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2022-66-1-122-128>

**Введение.** В Республике Беларусь за последние годы уровень продуктивности молочного крупного рогатого скота увеличился почти вдвое, вследствие чего особо актуальной стала проблема заболеваемости маститом. Ежегодно в хозяйствах страны по причинам, связанным с болезнями молочной железы, выбраковывается до 17 % животных. Распространение и развитие

мастит вызывает снижение экономической составляющей молочного скотоводства и включает в себя уменьшение молочной продуктивности, ухудшение качества и технологических свойств молока, увеличение финансовых затрат на профилактику и лечение заболевания, уменьшение фертильности коров, увеличение нетехнологического выбытия высокопродуктивных животных [1].

Анализ эпизоотологической ситуации в стаде можно провести по такому показателю, как определение количества соматических клеток в молоке, которые присутствуют в молочной железе и молоке и представляют собой отмершие эпителиальные, белые кровяные (лейкоциты) и другие клетки организма, участвующие в регуляции иммунного статуса животных. Число соматических клеток в молоке находится в прямой зависимости от возраста животных, уровня и качества кормления, физиологического состояния, однако основополагающим фактором увеличения их количества является воспаление молочной железы.

Начиная с 1960-х годов количество соматических клеток в молоке признано наилучшим индикатором прогнозирования наличия инфекции в молочной железе и в зависимости от пропорции его фракционного состава (лейкоцитов, нейтрофилов, лимфоцитов и др.) можно судить о степени воспалительного процесса в вымени. Анализ количества соматических клеток в молоке позволяет провести оценку санитарно-гигиенического качества полученного молока и является индикатором здоровья вымени коров. Таким образом, данный показатель может использоваться в качестве диагностического инструмента, позволяющего проводить раннее выявление различных форм мастита.

Мастит находится под полигенным характером наследования множества генов, которые контролируют этот признак в различных локусах. Поэтому изучение маркерных генов, имеющих влияние на резистентность к маститам, носит прикладной характер [2].

Проведенные исследования М. S. Lund, J. Ogorovc, O. M. Fedota и соавт. показывают возможность использования генетических маркеров для ведения селекции на устойчивость к маститам крупного рогатого скота. Выявлено около 16 потенциальных генов-кандидатов (BoLA-DRB3, IL8RA TLR4, MBL1, C5AR1, CD14, IFNG, IL1B, IL6, IL8, LBP, SAA3, TLR2, TLR4, TNF, LTF, B-4 defensin), использование которых в селекции делает возможным мониторинг резистентности коров к маститу [3–9].

В настоящее время большое внимание уделяется изучению влияния гена лактоферрина (LTF) и манноза-связывающего лектина (MBL1) у крупного рогатого скота на устойчивость к маститу.

Таким образом, использование в селекционной работе генов-маркеров устойчивости к маститу позволит проводить отбор животных и создавать стада, невосприимчивые к данному заболеванию.

Цель работы – изучение эффективности производства молока от коров белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проведены в учреждении образования «Гродненский государственный аграрный университет» в отраслевой научно-исследовательской лаборатории ДНК-технологий.

Объектом исследований являлся генетический материал (ушной выщип) коров белорусской черно-пестрой породы, содержащихся в СПК им. И. П. Сенько Гродненского района, Гродненской области ( $n = 210$ ).

ДНК-диагностику генотипов по гену лактоферрина и манноза-связывающего лектина проводили с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) и полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ). Ядерную ДНК выделяли перхлоратным методом. Основные растворы для выделения ДНК, амплификации и рестрикции готовили по [10].

Для амплификации участка гена LTF использовали следующие праймеры:

F5'-GCCTCATGACAACCTCCACAC-3';

R5'-CAGGTTGACACATCGGTTGAC-3'.

ПЦР-программа включает в себя следующий режим: «горячий старт» при 94 °C в течение 5 мин, 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 мин.

Реакционная смесь для проведения амплификации по гену LTF готовилась в объеме 25 мкл и включала следующие компоненты: 1,5 мкл буфер, 0,5 мкл  $MgCl_2$ , 1 мкл dNTP's, 0,5 мкл каждого праймера, 0,5 мкл Taq-полимеразы, 19,5 мкл  $H_2O$ , 100–200 нг/мкл геномной ДНК.

Детекцию результатов амплификации проводили в 2 %-ном агарозном геле (при напряжении 120 В). Длина продукта амплификации составила 300 п. о.

Для генотипирования по локусу гена 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 ч. Результат расщепления продукта амплификации с помощью эндонуклеазы EcoRI проводили в 3 %-ном агарозном геле при напряжении 130 В в TBE буфере при УФ-свете с использованием бромистого этидия на системе гель-документирования Gel Doc RX+ (BIORAD) и идентифицировали следующие генотипы: LTF<sup>AA</sup> – 300 п. н., LTF<sup>AB</sup> – 300, 200, 100 п. н.

Для амплификации участка гена MBL1 использовали следующие праймеры:

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

MBL1r: 5'-TGGCTCTCCCTTTTCTCCCTT-3' (21 н.).

ПЦР-программа включала в себя следующий режим: «горячий старт» при 94 °C в течение 5 мин, 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 мин.

Реакционная смесь для проведения амплификации по гену MBL1 готовилась в объеме 25 мкл и включала следующие компоненты: 1,5 мкл буфер, 0,5 мкл  $MgCl_2$ , 1 мкл dNTP's, 0,5 мкл каждого праймера, 0,5 мкл Taq-полимеразы, 19,5 мкл  $H_2O$ , 100–200 нг/мкл геномной ДНК.

Детекцию результатов амплификации проводили в 2 %-ном агарозном геле (при напряжении 120 В). Длина продукта амплификации составила 255 п. о.

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 проводилась при температуре 37 °C в течение 16 ч. При расщеплении продукта амплификации 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.

Молочную продуктивность подопытных коров определяли при помощи проведения контрольных доений. У животных с различными генотипами по изучаемым генам учитывали удой, жирномолочность за 305 дней по 3 лактации, содержание соматических клеток в молоке.

Для расчета экономической эффективности производства молока от коров с различными генотипами по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина учитывали: средний удой животных по третьей лактации, среднее содержание жира в молоке и базисную жирномолочность (3,6 %), себестоимость производства молока и цену его реализации в хозяйстве, где проводились исследования по состоянию на 1 ноября 2021 г.

**Результаты и их обсуждение.** В настоящее время в нашей стране практически отсутствует характеристика генофонда сельскохозяйственных животных по полиморфизму генов, связанных не только с показателями молочной продуктивности, но и участвующих в поддержании здоровья животных. Однако такая характеристика необходима для рационального подхода к формированию генофонда сельскохозяйственных животных с более высоким качеством молока и уровнем здоровья в стаде.

На рис. 1–3 представлена частота встречаемости аллелей и генотипов, а также частота встречаемости комплексных генотипов по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина в популяции коров белорусской черно-пестрой породы.

В результате проведенных исследований установлено, что соотношение частот аллеля LTF<sup>A</sup> и LTF<sup>B</sup> в популяции коров СПК им. И. П. Сенько (рис. 1) находилось на уровне 0,819 и 0,181. Особей с генотипами LTF<sup>AA</sup> и LTF<sup>AB</sup> было 63,8 % (134 головы) и 36,2 % (76 голов) соответственно. Животных с генотипом LTF<sup>BB</sup> не выявлено.

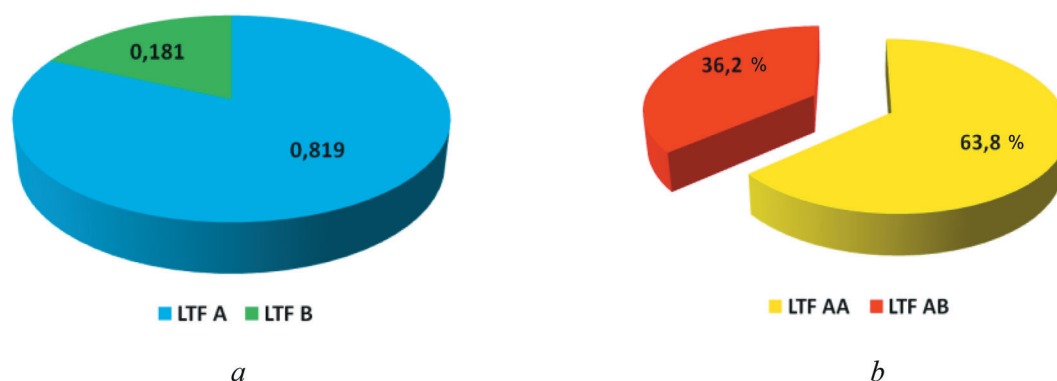


Рис. 1. Частота встречаемости аллелей (a) и генотипов (b) по гену лактоферрина в популяции коров белорусской черно-пестрой породы

Fig. 1. The frequency of occurrence of alleles (a) and genotypes (b) for the lactoferrin gene in the population of cows of the Belarusian black-motley breed

Данные рис. 2 показывают, что соотношение частот аллеля  $MBL1^T$  и  $MBL1^C$  в популяции коров СПК им. И. П. Сенько находилось на уровне 0,464 и 0,536. Генотип  $MBL1^{TT}$  выявлен у 10,5 % животных (22 головы),  $MBL1^{TC}$  – у 86,2 % (181 голова) и  $MBL1^{CC}$  – у 3,3 % (7 голов).

Известно, что формирование признаков молочной продуктивности имеет полигенный характер. В связи с этим была изучена частота встречаемости комплексных генотипов по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина у коров белорусской черно-пестрой породы (рис. 3).

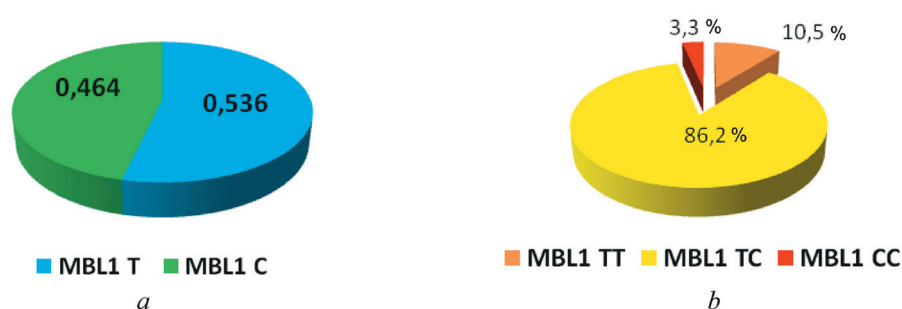


Рис. 2. Частота встречаемости аллелей (a) и генотипов (b) по гену манноза-связывающего лектина в популяции коров белорусской черно-пестрой породы

Fig. 2. The frequency of occurrence of alleles (a) and genotypes (b) for the mannose-binding lectin gene in the population of cows of the Belarusian black-motley breed

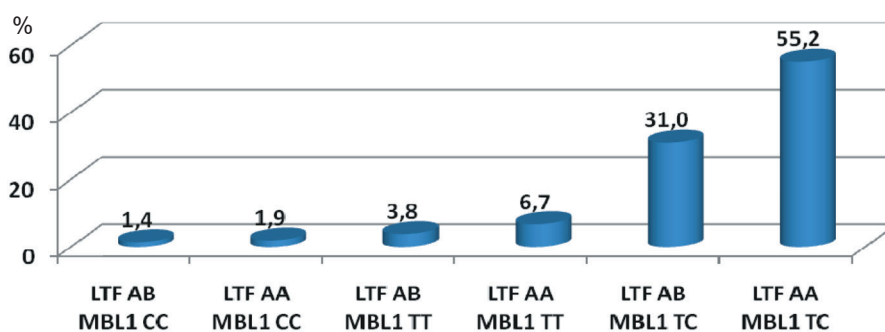


Рис. 3. Частота встречаемости комплексных генотипов по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина в популяции коров белорусской черно-пестрой породы

Fig. 3. The frequency of occurrence of complex genotypes for the genes of lactoferrin and mannose-binding lectin in the population of cows of the Belarusian black-motley breed

Данные рис. 3 показывают, что из всего изучаемого поголовья было выявлено 6 групп комплексных генотипов. Больше всего животных имели генотип  $LTF^{AA}MBL1^{TC}$  (55,2 %, или 116 голов) и генотип  $LTF^{AB}MBL1^{TC}$  (31,0 %, или 65 голов). Количество особей с другими комплексными генотипами составило от 1,4 % (3 головы) до 6,7 % (14 голов).

При расчете стоимости одного килограмма молока исходили из затрат и расходов на его производство (себестоимость), в том числе стоимость кормов, оплата труда, транспортные услуги, сложившиеся на момент проведения исследований в СПК им. И. П. Сенько. Известно, что с увеличением количества и повышением качества получаемого молока, при сохранении прежних затрат на его производство, снижается его себестоимость и, тем самым, увеличивается прибыль предприятия (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Экономическая эффективность производства молока от коров с различными генотипами по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина

T a b l e 1. Economic efficiency of milk production from cows with different genotypes for lactoferrin and mannose-binding lectin genes

| Генотип<br>Genotype | Удой, кг<br>Milk yield, kg | Количество<br>соматических клеток,<br>тыс/мл<br>The number of somatic<br>cells, thousand/ml | Содержание<br>жира, %<br>Fat content, % | Удой в пересчете<br>на базисную<br>жирномолочность, кг<br>Milk yield in terms<br>of basic fat content, kg | Стоимость<br>молока, руб.<br>The cost of milk,<br>rub. | Себестоимость<br>молока, руб.<br>Cost of milk, rub. | Прибыль, руб.<br>Profit, rub. |
|---------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|
| $LTF^{AA}$          | 8932,2                     | 174,6                                                                                       | 3,71                                    | 9205,1                                                                                                    | 7726,78                                                | 4896,21                                             | 2830,58                       |
| $LTF^{AB}$          | 8883,3                     | 241,0                                                                                       | 3,72                                    | 9179,4                                                                                                    | 7705,20                                                | 4882,53                                             | 2822,67                       |
| $MBL1^{TC}$         | 8955,6                     | 198,1                                                                                       | 3,72                                    | 9254,1                                                                                                    | 7767,91                                                | 4922,27                                             | 2845,64                       |
| $MBL1^{TT}$         | 8558,9                     | 203,2                                                                                       | 3,63                                    | 8630,2                                                                                                    | 7244,21                                                | 4590,42                                             | 2653,79                       |
| $MBL1^{CC}$         | 8974,4                     | 197,6                                                                                       | 3,68                                    | 9173,8                                                                                                    | 7700,51                                                | 4879,56                                             | 2820,95                       |

Данные табл. 1 указывают на то, что в СПК им. И. П. Сенько при себестоимости 1 кг молока 0,5319 руб. и цене реализации 0,8394 руб. прибыль у коров с генотипом  $LTF^{AA}$  была на 7,91 руб. выше, чем у коров с генотипом  $LTF^{AB}$ , а у животных с генотипом  $MBL1^{TC}$  – на 24,69–191,85 руб. больше, чем у особей с генотипами  $MBL1^{CC}$  и  $MBL1^{TT}$ .

Отмечено более высокое содержание соматических клеток в молоке коров с генотипом  $LTF^{AB}$  (на 66,4 тыс/мл), чем у сверстниц с генотипом  $LTF^{AA}$ . Животные с генотипом  $MBL1^{CC}$  имели удой на 18,8–415,5 кг выше, а количество соматических клеток на 0,5–5,6 тыс/мл ниже, по сравнению со сверстницами с генотипами  $MBL1^{TT}$  и  $MBL1^{TC}$ .

В табл. 2 представлена экономическая эффективность производства молока от коров с различными комплексными генотипами по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина.

Т а б л и ц а 2. Экономическая эффективность производства молока от коров с комплексным генотипом по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина

T a b l e 2. Economic efficiency of milk production from cows with a complex genotype for lactoferrin and mannose-binding lectin genes

| Генотип<br>Genotype | Удой, кг<br>Milk yield, kg | Количество<br>соматических клеток,<br>тыс/мл<br>The number of somatic<br>cells, thousand/ml | Содержание<br>жира, %<br>Fat content, % | Удой в пересчете<br>на базисную<br>жирномолочность, кг<br>Milk yield in terms<br>of basic fat content, kg | Стоимость<br>молока, руб.<br>The cost<br>of milk, rub. | Себестоимость<br>молока, руб.<br>Cost of milk,<br>rub. | Прибыль,<br>руб.<br>Profit, rub. |
|---------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|
| $LTF^{AA}MBL1^{TT}$ | 8691,5                     | 211,7                                                                                       | 3,62                                    | 8739,79                                                                                                   | 7336,18                                                | 4648,69                                                | 2687,48                          |
| $LTF^{AA}MBL1^{TC}$ | 8986,3                     | 169,4                                                                                       | 3,72                                    | 9285,84                                                                                                   | 7794,54                                                | 4939,14                                                | 2855,40                          |
| $LTF^{AA}MBL1^{CC}$ | 8216,5                     | 193,0                                                                                       | 3,58                                    | 8170,85                                                                                                   | 6858,61                                                | 4346,08                                                | 2512,54                          |
| $LTF^{AB}MBL1^{TT}$ | 8236,8                     | 188,4                                                                                       | 3,65                                    | 8351,20                                                                                                   | 7010,00                                                | 4442,00                                                | 2567,99                          |
| $LTF^{AB}MBL1^{TC}$ | 8901,0                     | 249,3                                                                                       | 3,72                                    | 9197,70                                                                                                   | 7720,55                                                | 4892,26                                                | 2828,29                          |
| $LTF^{AB}MBL1^{CC}$ | 9985,0                     | 203,7                                                                                       | 3,81                                    | 10567,46                                                                                                  | 8870,32                                                | 5620,83                                                | 3249,49                          |

Анализ экономической эффективности производства молока от коров с различными комплексными генотипами по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина показал, что более высокая прибыль на 1 голову была получена от животных с генотипами LTF<sup>AB</sup>MBL1<sup>CC</sup> и LTF<sup>AA</sup>MBL1<sup>TC</sup>, что составило 3249,49 и 2855,40 руб. соответственно.

Установлено более низкое содержание соматических клеток у коров с генотипом LTF<sup>AA</sup>MBL1<sup>TC</sup> (169,4 тыс./мл), что на 34,3 тыс./мл ниже, чем у сверстниц с генотипом LTF<sup>AB</sup>MBL1<sup>CC</sup> и на 79,9 тыс./мл ниже, чем у животных с генотипом LTF<sup>AB</sup>MBL1<sup>TC</sup>.

**Заключение.** Таким образом, для повышения устойчивости поголовья крупного рогатого скота белорусской черно-пестрой породы к маститу и экономической эффективности производства молока рекомендуем использовать ДНК-диагностику животных по генам лактоферрина и манноза-связывающего лектина и проводить селекционные мероприятия на увеличение частоты встречаемости аллелей LTF<sup>A</sup> и MBL1<sup>C</sup> и генотипа LTF<sup>AA</sup>.

### Список использованных источников

1. Лучко, И. Т. Воспаление молочной железы у коров (этиология, патогенез, диагностика, лечение и профилактика) / И. Т. Лучко. – Гродно, 2019. – 183 с.
2. Genetic basis of mastitis resistance in dairy cattle – a review / G. Sender [et al.] // *Ann. Animal. Science.* – 2013. – Vol. 13, N 4. – P. 663–673. <https://doi.org/10.2478/aoas-2013-0043>
3. Яковлев, А. Ф. Связь молекулярно-генетических маркеров с продолжительностью использования молочных коров / А. Ф. Яковлев, Н. В. Деметьева, В. П. Терлецкий // *Генетика и разведение животных.* – 2014. – № 4. – С. 3–7.
4. Confirmation and fine-mapping of clinical mastitis and somatic cell score QTL in Nordic Holstein cattle / G. Sahana [et al.] // *Animal Genetics.* – 2013. – Vol. 44, N 6. – P. 620–626. <https://doi.org/10.1111/age.12053>
5. Database of cattle candidate genes and genetic markers for milk production and mastitis / J. Ogorevc [et al.] // *Animal Genetics.* – 2009. – Vol. 40, N 6. – P. 832–851. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2009.01921.x>
6. Differential expression of immune response genes associated with subclinical mastitis in dairy buffaloes / F. Tanamati [et al.] // *Animal.* – 2019. – Vol. 13, N 8. – P. 1651–1657. <https://doi.org/10.1017/s1751731118003324>
7. Genetics of resistance to clinical mastitis in cows: a review / O. M. Fedota [et al.] // *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety.* – 2015. – Vol. 1, N 4. – P. 22–27.
8. Mastitis in Dairy Animals: An Update / A. K. Srivastava [et al.]. – India, 2015. – 403 p.
9. Ogorevc, J. An integrated map of cattle candidate genes for mastitis: a step forward to new genetic markers / J. Ogorevc, T. Kunej, P. Dovc // 16th International Symposium “Animal Science Days”. – Strunjan, Slovenia, 2008. – P. 85–91.
10. Маниатис, Т. Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э. Фрич, Дж. Сэмбрук. – М., 1984. – 480 с.

### References

1. Luchko I. T. *Inflammation of the mammary gland in cows (etiology, pathogenesis, diagnosis, treatment and prevention)*. Grodno, 2019. 183 p. (in Russian).
2. Sender G., Korwin-Kossakowska A., Pawlik A., Hameed K. G. A., Oprządek J. Genetic basis of mastitis resistance in dairy cattle – a review. *Annals of Animal Science*, 2013, vol. 13, no. 4, pp. 663–673. <https://doi.org/10.2478/aoas-2013-0043>
3. Yakovlev A. F., Dementieva N. V., Terletsii V. P. Relationship molecular genetic markers with longevity of dairy cows. *Genetika i razvedenie zhivotnykh = Genetics and of Breeding Animal*, 2014, no. 4, pp. 3–7 (in Russian).
4. Sahana G., Gulbrandsen B., Thomsen B., Lund M. S. Confirmation and fine-mapping of clinical mastitis and somatic cell score QTL in Nordic Holstein cattle. *Animal Genetics*, 2013, vol. 44, no. 6, pp. 620–626. <https://doi.org/10.1111/age.12053>
5. Ogorevc J., Kunej T., Razpet A., Dovc P. Database of cattle candidate genes and genetic markers for milk production and mastitis. *Animal Genetics*, 2009, vol. 40, no. 6, pp. 832–851. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2009.01921.x>
6. Tanamati F., Stafuzza N. B., Gimenez D. F. J., Stella A. A. S., Santos D. J. A., Ferro M. I. T., Albuquerque L. G., Gasparino E., Tonhati H. Differential expression of immune response genes associated with subclinical mastitis in dairy buffaloes. *Animal*, 2019, vol. 13, no. 8, pp. 1651–1657. <https://doi.org/10.1017/s1751731118003324>
7. Fedota O. M., Ruban S. Yu., Bolotin V. I., Klochko I. O. Genetics of resistance to clinical mastitis in cows: a review. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, 2015, vol. 1, no. 4, pp. 22–27.
8. Srivastava A. K., Kumaresan A., Manimaran A., Shiv Prasad. *Mastitis in Dairy Animals: An Update*. India, 2015. 403 p.
9. Ogorevc J., Kunej T., Dovc P. An integrated map of cattle candidate genes for mastitis: a step forward to new genetic markers. *16th International Symposium “Animal Science Days”*. Strunjan, Slovenia, 2008, pp. 85–91.
10. Maniatis T., Fritsch E., Sambrook J. *Molecular cloning*. Cold Spring Harbor lab., 1982. 2230 p.

**Информация об авторах**

*Пестис Витольд Казимирович* – академик, д-р сельскохозяйственных наук, профессор, ректор. Гродненский государственный аграрный университет (ул. Терешковой, 28, 230008, Гродно, Республика Беларусь). E-mail: ggau@ggau.by.

*Пешко Валентин Валентинович* – канд. сельскохозяйственных наук, доцент, первый проректор. Гродненский государственный аграрный университет (ул. Терешковой, 28, 230008, Гродно, Республика Беларусь). E-mail: valik-11@mail.ru.

*Епишко Ольга Александровна* – канд. сельскохозяйственных наук, доцент. Гродненский государственный аграрный университет (ул. Терешковой, 28, 230008, Гродно, Республика Беларусь). E-mail: ggau@ggau.by.

*Ситко Анастасия Александровна* – ветеринарный врач. Гродненский государственный аграрный университет (ул. Терешковой, 28, 230008, Гродно, Республика Беларусь). E-mail: ggau@ggau.by.

**Information about the authors**

*Pestis Vitold K.* – Academician, D. Sc. (Agrarian), Professor, Rector. Grodno State Agrarian University (28, Tereshkova Str., 230008, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: ggau@ggau.by.

*Peshko Valentin V.* – Ph. D. (Agrarian), Associate Professor, First Vice-Rector. Grodno State Agrarian University (28, Tereshkova Str., 230008, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: valik-11@mail.ru.

*Epishko Olga A.* – Ph. D. (Agrarian), Associate Professor. Grodno State Agrarian University (28, Tereshkova Str., 230008, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: ggau@ggau.by.

*Sitko Anastasia A.* – Veterinarian. Grodno State Agrarian University (28, Tereshkova Str., 230008, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: ggau@ggau.by.