

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕНОТИПУ ЗА ГЕНОМ БЕТА-ЛАКТОГЛОБУЛІНУ НА ЯКІСНИЙ СКЛАД МОЛОКА У ПЕРВІСТОК СУМСЬКОГО ВНУТРІШНЬОПОРОДНОГО ТИПУ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ

Чернявська Тетяна Олексіївна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-1296-5013
chernyvska9753@ukr.net

Малікова Альона Іванівна

аспірант
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-4277-0172
lelikunique2@gmail.com

Генотипові особливості молочної худоби мають істотний вплив на показники молочної продуктивності корів. Особливо актуальним це питання постає при вивченні поліморфізму білків молока. Цим дослідженням останній час науковці приділяють все більшу увагу. Прикладом таких генів можуть бути гени каппа-казеїну, бета-лактоглобуліну та інші. У вітчизняних молочних порід поліморфізм генів білків молока вивчений мало, а його вплив на якісні показники молочної продуктивності майже не вивчався.

Для виконання поставленої мети, проведені дослідження в державному племінному заводі ДП «Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу Національної академії аграрних наук України», Сумського району на первістках української чорно-рябої молочної породи (n=30). Поліморфізм гену бета-лактоглобуліну досліджували в лабораторії Інституту тваринництва за загально прийнятими методиками. Молочну продуктивність оцінювали шляхом щомісячних контрольних доїнь з відбором проб молока. Для відбору проб молока використовували лічильник – індикатор ІУ-1. Вміст складових молока визначали в лабораторії Інституту тваринництва НААН методом інфрачервоної фотометрії на обладнанні корпорації «Bentley Instruments» (США).

Серед досліджених тварин більшість мали гетерозиготний генотип АВ (20 голів). Кількість тварин з гомозиготним генотипом ВВ склала 6 голів, АА 4 голови.

У результаті проведених досліджень встановлено, що за середньою величиною надоїв переважали первістки з генотипом АА. Тварини з генотипами АВ та ВВ поступалися їм відповідно на 569 та 207 кг. За середньою кількістю жиру в молоці переважали тварини з гомозиготним генотипом ВВ, а середнім вмістом білка в молоці – АВ. За середнім вмістом лактози в молоці істотної різниці між тваринами досліджуваних генотипів не встановлено.

Однією з основних характеристик молока є вміст в ньому сухої речовини та сухого знежиреного молочного залишку. Між тваринами досліджуваних генотипів встановлена диференціація за обома ознаками. За вмістом сухої речовини переважали генотипи АВ та ВВ, а за вмістом сухого знежиреного молочного залишку – ВВ.

Ключові слова: надій, вміст жиру, вміст білка, генотип, бета-лактоглобулін.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.3.15>

Сучасний розвиток галузі тваринництва не можливо уявити без впровадження інноваційних розробок як вітчизняних, так і іноземних науковців. Особлива увага повинна приділятися розробкам з молекулярної біології, з метою збільшення обсягів виробництва продукції та підвищення її якості (Hladii M. V. et al, 2018).

Серед дослідників точиться дискусія щодо можливості покращення якісних характеристик молока, використовуючи відбір тварин, який заснований на молекулярних маркерах. З цією метою вони рекомендують використовувати параметри популяції (частоти генотипів та алелів) як інструмент вдосконалення відбору. Так, в окремих програмах, з селекції молочної худоби все частіше використовують дослідження поліморфізму генів білків молока. Перевагою ДНК-технологій, на думку науковців, можна вважати можливість визначення генотипу тварин незалежно від їх віку, фізіологічного стану, статі. В свою чергу, вони дозволяють значно підвищити

точність та ефективність добору, одночасно зменшивши генерацію інтервалів, що дозволяє прискорити ефект добору (Miluchová M. et al, 2018; Zepeda-Batista J. L., et al, 2017).

Науковці вважають білок бета-лактоглобулін одним з основних сивороточних білків молока. Відомо одинадцять алельних варіантів гену цього білка (Martin P. et al, 2012). Але науковці зазначають, що алелі А та В частіше зустрічаються в порівнянні з іншими. Різниця між ними складається у заміні двох амінокислот у позиції 64 та 118. Ці алелі зустрічаються з різною частотою у значній частині порід молочної худоби. У корів голштинської породи частота алеля А вища від алеля В і знаходиться в межах (0,47-0,53) (Doosti A. et al. 2011).

У польської популяції голштинської худоби частка алеля А зросла за останні десять років з 0,4 до 0,6 у бугаїв, відповідно частка алеля А зменшилася з 0,6 до 0,4. У корів відповідно частка алеля А зросла з 0,5 до

0,6, а алеля В зменшилася з 0,5 до 0,4 (Kamiński S. et al., 2023). Бразильська популяція голштинської худоби характеризується частотою генотипу АА на рівні 23%, гетерозиготного генотипу АВ – 47%, гомозиготного ВВ – 30%. Відповідно частка алеля А (0,46) переважає алеля В (0,57) (Pilonetto, F. et. all., 2022).

Науковці звертають увагу на наявність впливу гену бета-лактоглобуліну на основні показники молочної продуктивності корів. Більш високими надоями та кількістю молочного жиру та білка відрізняються корови голштинської породи з генотипом АА (Sitkowska B. et al., 2009; Heidari M. et. all, 2012). Тварини з гомозиготним генотипом ВВ мають вищий вміст жиру та білка в молоці (Sitkowska, B., et. all., 2009; Mohammadi Y. et all, 2013). Науковці вважають, що однією з важливих технологічних властивостей цього білка є взаємодія з казеїном, результатом якої є затримка сичужного згортання (Mitiohlo I. D., 2021).

У тварин голштинської породи менші середні надой спостерігаються у тварин з гетерозиготним генотипом АВ. За першу та третю лактацію за показниками молочної продуктивності перевагу мали тварини з генотипом ВВ. За показниками другої лактації кращі значення мали тварини з генотипом АА. За вищою лактацією гомозиготні тварини АА мали найвищий середній надій, тоді як вміст жиру та білка в молоці був вищим у тварин з гетерозиготним генотипом АВ (Hyl M. I. et all, 2019).

У тварин монбельярдської породи частота генотипів АА та ВВ була майже однаковою (відповідно 0,200 та 0,230). Відповідно і частота алелів А та ВВ також істотно не відрізнялися (відповідно 0,48 та 0,52) (Mitiohlo I. D., 2021).

Дослідження поліморфізму гену бета-лактоглобуліну пов'язано з встановленим впливом гену на якісні та технологічні властивості молока (Bonfatti, V. et all, 2010). Поліморфізм за цим геном може істотно впливати на якісні та технологічні ознаки молочної сировини при виробництві кисломолочних продуктів. При цьому не встановлений його вплив на фізико-хімічні властивості молока (Kyselová J., et al. 2019).

За результатами багатьох досліджень, науковці роблять висновок, що алель А пов'язаний з високими надоями у корів, тоді як алель В – з високим вмістом жиру та білка в молоці та кращими технологічними властивостями молока при виробництві сиру (Choi J. W. et al., 2002; Matějček A. et al., 2008).

Вітчизняні молочні породи великої рогатої худоби також потребують подальшого вдосконалення та покращення. Головним чином їх покращення повинно бути спрямовано на підвищення якісних характеристик молока, а саме вмісту жиру та білка, покращення технологічних якостей щодо переробки на різні молочні продукти (Bratushka R. V. et all, 2011; Hladii M. V. et all, 2018; Skliarenko Yu. I., 2018; Skliarenko Yu. I. et all, 2012).

Метою роботи було дослідити залежність якісних характеристик первісток української чорно-рябої молочної породи з різним генотипом за геном бета-лактоглобуліну.

Матеріали та методи досліджень. Для виконання поставленої мети, наукові експерименти проведені

у державному племінному заводі ДП «Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу Національної академії аграрних наук України».

Дослідження проводились за достатніх умов годівлі худоби на поголів'ї української чорно-рябої молочної породи на рівні 50-55 ц к.о./рік. Молочну продуктивність оцінювали шляхом щомісячних контрольних доїв із відбором проб молока. Для відбору проб молока використовували лічильник – індикатор ІУ-1. Пробу молока зберігали у пластиковій ємкості (25 мл) протягом доби при температурі +3°C, використовуючи консервант – хром-п'як. Вміст жиру, загального білка, лактози, сухої речовини, сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) визначали в лабораторії Інституту тваринництва НААН методом інфрачервоної фотометрії на обладнанні корпорації «Bentley Instruments» (США).

Тварини були розділені на три групи залежно від генотипу за геном бета-лактоглобуліну. Генотип визначали в лабораторії тваринництва НААН за загальноприйнятими методиками (Ibatulin I. I. et all, 2017).

Біометричну обробку результатів проводили за загальноприйнятою методикою, з використанням програмного забезпечення Statistica 6.0.

Результати досліджень. За результатами проведеного генотипування первісток за геном бета-лактоглобуліну, було встановлено, що більшість з них (20 голів) мали генотип АВ. Тварини з гомозиготними генотипами відповідно склали 4 та 6 голів.

Серед тварин досліджуваних генотипів перевагу за середньою величиною надою мають первістки з гомозиготним генотипом АА, які переважали тварин з генотипами АВ та ВВ відповідно на 569 та 207 кг. Різниця між ними була статистично не значущою (рис. 1).

За середнім вмістом жиру в молоці переважали первістки з гомозиготним генотипом ВВ, а вмістом білка в молоці – з генотипом АВ (рис. 2).

Різниця за вмістом жиру складала 0,49%, а за вмістом білка – 0,40%. Більшим відношенням вмісту жиру до вмісту білка відрізнялися тварини з генотипом ВВ.

Вміст лактози в молоці знаходився відповідно до фізіологічної норми (в межах (4,6-4,8%)). Істотної різниці між тваринами з різним генотипом за досліджуваним геном не виявлено.

За більшим середнім вмістом сухої речовини в молоці майже з однаковим результатом відрізнялися тварини з генотипами АВ та ВВ. Вони переважали тварин з генотипом АА відповідно на 0,35 та 0,37%. За середнім вмістом сухого знежиреного молочного залишку більшим вмістом відрізнялися первістки з генотипом АВ (рис. 3).

Тварини з генотипом АА поступалися їм на 0,07%, а з генотипом ВВ – на 0,18%. Статистична різниця за досліджуваними характеристиками була відсутня.

Ми можемо відзначити, що тваринам з різними генотипами характерні певні особливості за показниками молочної продуктивності. Отримані нами результати щодо переваги тварин з генотипом АА за величини надою, співпадають з результатами інших дослідників (Sitkowska B. et al., 2009; Heidari M. et al., 2012). Вищий вміст жиру в молоці у тварин з генотипом ВВ, за резуль-

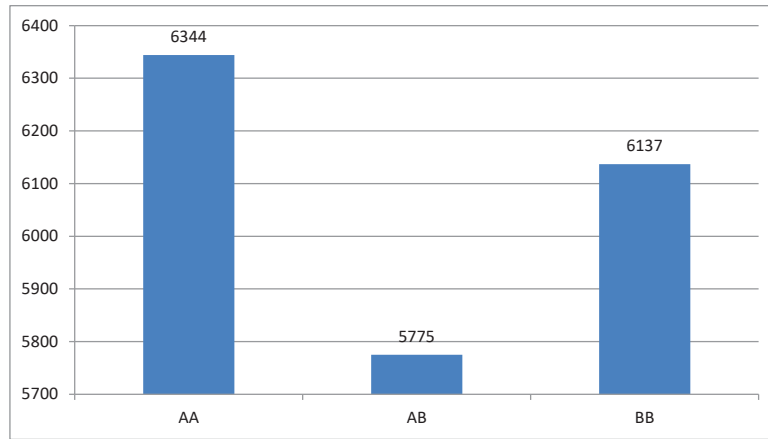


Рис. 1. Величина надою у первісток залежно від генотипу за геном бета-лактоглобуліну

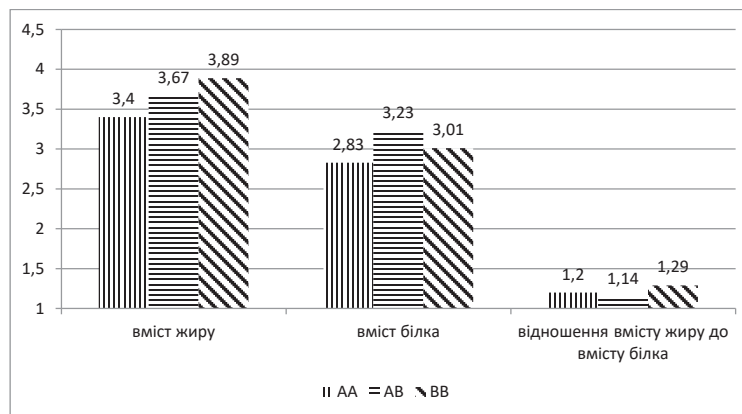


Рис. 2. Характеристика вмісту жиру та білка у молоці первісток залежно від генотипу за геном бета-лактоглобуліну

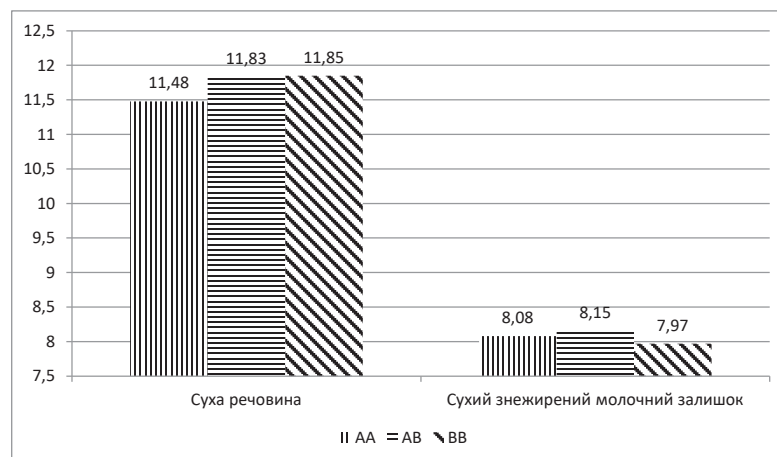


Рис. 3. Кількість сухої речовини та СЗМЗ у молоці первісток залежно від генотипу за геном бета-лактоглобуліну

татами наших досліджень, відповідає раніше отриманим результатами інших дослідників (Sitkowska B. et al., 2009; Mohammadi Y. et al., 2013). Проте інші науковці стверджують, що вищий вміст жиру в молоці характерний тваринам з гетерозиготним генотипом АВ (Нул М. І. et al., 2019). Вищий вміст білка в молоці за результатами наших досліджень характерний тваринам з генотипом

АВ, про що в своїх дослідженнях також зазначають інші науковці (Нул М. І. et al., 2019).

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що у тварин української чорно-рябої молочної породи зустрічається три генотипи за геном бета-лактоглобуліну. Більшість тварин має генотип АВ. Залежно від генотипу за досліджуваним геном у тварин

присутня диференціація за величиною надою та вмістом основних компонентів молока. Дослідження необ-

хідно продовжити за рахунок збільшення піддослідного поголів'я.

Бібліографічні посилання:

1. Bonfatti, V, Di Martino, G, Cecchinato, A, Vicario, D, Carnier, P. (2010). Effects of beta-kappa-casein (CSN2-CSN3) haplotypes and beta-lactoglobulin (BLG) genotypes on milk production traits and detailed protein composition of individual milk of Simmental cows. *J Dairy Sci.* Issue 93(8). 3797-808.
2. Bratushka, R. V., Skliarenko, Yu. I., Cherniavska, T. O. (2011). Yakisnyi sklad moloka koriv ukraïnskoi buroi molochnoi porody ta sumskoho vnutrishnoporodnogo typu ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Qualitative composition of milk from cows of the Ukrainian brown dairy breed and the Sumy inbred type of the Ukrainian black and spotted dairy breed]. *Zbirnyk naukovykh prats «Problemy zooinzhenerii ta veterynarnoi medytsyny».* Issue. 22, Chastyna1, T.1. pp. 249-253. (in Ukrainian)
3. Choi, J. W. Ng-Kwai-Hang, K. F. (2002). Effects of Genetic Variants of κ -casein and β -lactoglobulin and Heat Treatment of Milk on Cheese and Whey Compositions. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Issue 15(5). pp.732-739.
4. Doosti, A., Arshi, A., Vatankhah, M., Amjadi, P. (2011). Kappa-casein gene polymorphism in Holstein and Iranian native cattle by polymerase chain reaction restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP). *African Journal of Biotechnology.* Issue 10(25). pp. 4957-4960.
5. Heidari, M., Azari, M.A., Hasani, S., Khanahmadi, A., Zerehdaran, S. (2012). Effect of Polymorphic Variants of GH, Pit1, and β LG Genes on Milk Production of Holstein Cows. *R. Journal of Genetics.* Issue 48(4). pp. 417–421.
6. Hladii, M. V., Polupan, Yu. P., Kovtun, S. I., Kuzebnyi, S. V., Vyshnevskiy, L. V. Kopylov, K. V., Shcherbak, O. V. (2018). Naukovi ta orhanizatsiini aspekty rozvedennia, henetyky, biotekhnologii vidtvorennia ta zberezhenia henofondu u tvarynnystvii [Scientific and organizational aspects of breeding, genetics, biotechnology of reproduction and preservation of the gene pool in animal husbandry. Animal breeding and genetics]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn,* Issue. 56. pp. 5-14. (in Ukrainian)
7. Hyl M. I., Halushka I. A., Smetana O. Yu., Karatieieva O. I., Volkov V. A. (2019). Polimorfizm strukturnykh heniv holshynskoi khudoby zarubizhnogo pokhodzhennia v umovakh selektsiinoho protsesu pivdnia Ukrainy [Polymorphism of structural genes of Holstein cattle of foreign origin in the conditions of the selection process of southern Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* Issue 108. pp.137-152 (in Ukrainian)
8. Ibatulin, I. I., Zhukorskih, O. M. (2017). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnystvii* [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. K. Ahrarn. nauka. (in Ukrainian)
9. Kamiński, S, Zabolwicz, T, Oleński, K, Babuchowski, A. (2023). Long-term changes in the frequency of beta-casein, kappa-casein and beta-lactoglobulin alleles in Polish Holstein-Friesian dairy cattle. *Journal of Animal and Feed Sciences.* Issue 32(2). pp. 205-210.
10. Kyselová, J, Ječmínková, K, Matějčková, J, (2019). Physicochemical characteristics and fermentation ability of milk from Czech Fleckvieh cows are related to genetic polymorphisms of β -casein, κ -casein, and β -lactoglobulin. *Anim Biosci.* Issue. 32(1). pp.14-22.
11. Martin, P., Bianchi, L., Cebo, C., Miranda, G. (2012). Genetic Polymorphism of Milk Proteins. *Advanced Dairy Chemistry.* pp. 463–514.
12. Matějček, A, Matějčková, M. (2008). Joint effects of CSN3 and LGB genes on milk quality and coagulation properties in Czech Fleckvieh. *Czech J. Anim. Sci.* Issue 53(6). pp. 246–252.
13. Miluchová, M., Gábor, M., Candrák, J., Trakovická, A., Candráková, K. (2018). Association of HindIII-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in holstein cattle. *Acta Biochimica Polonica,* Issue. 65 (3). pp. 403–407.
14. Mitiohlo, I. D. (2021). Polimorfizm hena beta-laktoglobulinu (BLG) u koriv molochnykh porid ukraïnskoi i zarubizhnoi selektsii [Beta-lactoglobulin (BLG) gene polymorphism in dairy cows of Ukrainian and foreign breeding]. *Bioloģiia tvaryn.* Issue 23(4). pp. 27-31. (in Ukrainian)
15. Mohammadi, Y., Aslaminejad, A. A., Nassiri, M. R., Koshkoieh, A. E. (2013). Allelic polymorphism of K-casein, β -Lactoglobulin and leptin genes and their association with milk production traits in Iranian Holsteincattle. *Journal of Cell and Molecular Research.* Issue 5 (2). pp. 75-80.
16. Pilonetto, F.; Coelho Ladeira, G.; Salvian, M.; Zampar, A.; Cucco, D. de C. (2022). The genotypic profile of milk proteins in Holstein cows raised in South of Brazil. *Research, Society and Development.* Issue. 11(9).
17. Sitkowska, B., Neja, W., Wiśniewska, E., Mroczkowski, S., Sawa, A. (2009). Effect of the polymorphic composite forms of betalactoglobulin on the milk yield and chemical composition in maximum lactation. *Journal of Central European Agriculture.* Issue 10(3). pp. 251-254.
18. Skliarenko, Yu. I. (2018). Henezys porodnogo peretvorennia lebedynskoi khudoby z vykorystanniam svitovoho henofondu [The genesis of breed transformation of Swan cattle using the world gene pool] : monohrafiia. Sumy: Vyd-vo «MakDen. (in Ukrainian)
19. Skliarenko, Yu. I., Bratushka, R. P. (2012). Podalshi perspektyvy selektsii sumskoho vnutrishnoporodnogo typu ukraïnskoho vnutrishno porodnogo typu ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Further prospects for the selection of the Sumy inbred type of the Ukrainian inbred type of the Ukrainian black and spotted dairy breed]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn.* Issue. 46. pp. 109-112. (in Ukrainian)
20. Zepeda-Batista, J. L., Saavedra-Jiménez, L. A., Agustín Ruiz-Flores Núñez-Domínguez, R., Rodolfo Ramírez-Valverde, L. A. (2017). Potential influence of κ -casein and β -lactoglobulin genes in genetic association studies of milk quality traits, *Asian-Australas J Anim Sci.* Issue. 30 (12). pp. 1684-1688.

Chernyavska T. O., PhD., Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Malikova A. I., Graduate student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Investigation of the influence of the beta-lactoglobulin gene genotype on the quality composition of milk in primary-stocks of the Sums domestic breed type of the Ukrainian black-spotted dairy breed

Genotypic features of dairy cattle have a significant impact on indicators of milk productivity of cows. This issue is especially relevant when studying the polymorphism of milk proteins. Recently, scientists have been paying more and more attention to these studies. An example of such genes can be genes for kappa-casein, beta-lactoglobulin and others. In domestic dairy breeds, polymorphism of milk protein genes has not been studied much, and its influence on quality indicators of milk productivity has hardly been studied.

To fulfill the goal, research was conducted at the state breeding plant of the State Enterprise "Experimental farm of the Institute of Agriculture of the Northeast of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine", Sumy district, on the first-borns of the Ukrainian black and spotted dairy breed (n=30). Polymorphism of the beta-lactoglobulin gene was studied in the laboratory of the Animal Husbandry Institute according to generally accepted methods. Milk productivity was assessed by monthly control milkings with milk sampling. A counter – indicator IU-1 was used to take milk samples. The content of milk components was determined in the laboratory of the Institute of Animal Husbandry of the National Academy of Sciences by infrared photometry on the equipment of the corporation "Bentley Instruments" (USA).

Among the studied animals, the majority had the heterozygous AB genotype (20 heads). The number of animals with homozygous BB genotype was 6 heads, AA 4 heads.

As a result of the conducted research, it was established that the first-borns with the AA genotype prevailed in terms of the average amount of milk yield. Animals with AB and BB genotypes were inferior to them by 569 and 207 kg, respectively. In terms of the average amount of fat in milk, animals with the BB homozygous genotype predominated, and AB in the average protein content of milk. According to the average content of lactose in milk, there was no significant difference between the animals of the studied genotypes.

One of the main characteristics of milk is the content of dry matter per dry skimmed milk residue. Differentiation was established between animals of the studied genotypes by both signs. By the content of dry matter, genotypes AB and BB prevailed, and by the content of dry skimmed milk residue – BB.

Key words: *hope, fat content, protein content, genotype, beta-lactoglobulin.*