

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГОСПОДАРСЬКО-КОРИСНИХ ОЗНАК
У КОРІВ СУМСЬКОГО ВНУТРІШНЬОПОРОДНОГО ТИПУ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ
МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ ЗА БЕТА-КАЗЕЇНОМ**

Ладика Володимир Іванович

доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України,
ректор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-6748-7616
v.i.ladyka@ukr.net

Павленко Юлія Миколаївна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
завідувач кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва та кінології
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-4128-122X
jasjulia@ukr.net

Скляренко Юрій Іванович

доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
Інститут сільського господарства Північного Сходу
Національної академії аграрних наук України, с. Сад, Україна
ORCID: 0000-0002-6579-2382
sklyrenko9753@ukr.net

Важливим завданням на сьогоднішній день, яке ставиться перед тваринниками – є отримання продуктів тваринництва високої якості, що не шкодять здоров'ю людини. Особливо актуальним це питання стало після встановлення негативного впливу бета-казеїну А1 на організм людини. Забезпечуючи якість молочної сировини за рахунок селекції, фахівці галузі молочного скотарства паралельно повинні забезпечити підтримку належного рівня господарсько-корисних ознак молочної худоби.

Дослідження проведені на поголів'ї тварин сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи (n=92), що утримуються в ПЗ Державного підприємства «Дослідне господарство» Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН Сумської області. Генетичні дослідження проведені в лабораторії Інституту фізіології ім. Богомольця НАН за допомогою молекулярно-біологічного аналізу розпізнавання алелів методом полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР) у реальному часі.

Досліджено вплив генотипу за бета-казеїном на інтенсивність формування господарсько-корисних ознак великої рогатої худоби сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи. Встановлено, що генотип тварин не впливав на ріст телиць. На нашу думку, це є свідченням того, що при створенні стад худоби з бажаним генотипом А2А2 показники росту ремонтного молодняка не буде погіршуватись. Оцінка показників молочної продуктивності та відтворної здатності корів різних генотипів за бета-казеїном показала, що тварини з генотипом А1А1 мали вищий надій за першу лактацію, більшу тривалість сервіс- та міжотельного періодів. Найменшим віком першого осіменіння характеризувались тварини з генотипом А2А2, а найвищим – з генотипом А1А2 за бета-казеїном. Тривалість сервіс-періоду в середньому по стаду складала більше 157 днів. При цьому статистично значуща різниця між худобою різних генотипів була відсутня. Таким чином доведено, що формування стад з генотипом А2А2 за бета-казеїном не матиме негативного достовірного впливу на господарсько-корисні ознаки і таким чином забезпечить збереження бажаних показників продуктивності худоби стад нового типу.

Ключові слова: генотип, бета-казеїн, жива маса, відтворна здатність, молочна продуктивність.

DOI <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2022.2.4>

Про вплив на здоров'я людини окремих видів бета-казеїну пише велика кількість дослідників. Вони пояснюють це наявністю в молоці бета-казеїну А1 (Fuerer С. et al 2019; O'Callaghan Т., 2020; Sae-In S. Et al, 2021; Teixeira D. et al, 2021).

Встановлено, що саме коров'яче молоко у своєму складі містить кілька варіантів бета-казеїну. Найбільш

поширеними вважаються А1 та А2 (Марзанов Н. и др., 2020). Молоко отримане від інших ссавців, а саме кози, вівці, верблюди, коні, віслюки, буйволи містить лише бета-казеїн А2 (Louise S., 2021). Проведені дослідження свідчать про істотну різницю за частотою кожного з генотипів у тварин різних порід. Так у найбільш поширеній породи світу – голштинській, переважають генотипи

A1A1 та A1A2, відповідно їх частота складає 45 та 31% (Sebastiani C. et al, 2020). Навпаки тварини швіцької та симентальської порід мають частку бажаних генотипів A2A2 вище 60%. Більше ніж 90% генотипів A2A2 мають тварини гернзейської породи та зебу (Kaskous S., 2020; Pimenta S. et al, 2020; Teixeira D. et al, 2021).

Нещодавно проведені дослідження на людях доводять, що молоко, яке містить бета-казеїн А1 може сприяти розвитку деяких захворювань людини, до яких відносять серцево-судинні, діабет 1 типу, синдром раптової дитячої смерті та різні неврологічних розлади (Henrique do Nascimento Rangel A. et al, 2016; Mayer H. et al, 2021; Parashar A. & Saina R., 2015). Ці результати підтверджені в дослідженнях проведених на мишах (Guantario B. et al, 2020). Саме це обумовлює важливість виробництва молочних продуктів із молока А2 (Amalfitano N. et al, 2018; Gigliotio R. et al, 2020; Kaskous S., 2020; Mayer H. et al, 2021).

Перед селекціонерами постає питання, що буде відбуватися з господарсько-корисними ознаками при створенні стад худоби з генотипом А2А2 за бета-казеїном. На сьогоднішній день це питання мало вивчене (Amalfitano N. et al, 2018; Miluchova M. et al, 2018). При цьому науковці зазначають, що майже всі білкові фракції мають важливе та специфічне значення у різних фазах процесу згортання молока під час технологічних процесів переробки (Gustavsson F. et al, 2013; Kuselova J. et al, 2019; Sae-In S. et al, 2021).

Мета дослідження – встановити вплив генотипу за бета-казеїном на господарсько-корисні ознаки тварин сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи.

Матеріали і методи досліджень. Проведене генотипування корів сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи (n=92), що утримуються в ПЗ Державного підприємства «Дослідне господарство» Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН Сумської області.

Визначення поліморфізму гену бета-казеїну проводили в генетичній лабораторії Інституту фізіології ім. Богомольця НАН за допомогою молекулярно-біологічного аналізу розпізнавання алелів методом полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР) у реальному часі.

Зразки крові відбирали у моновети об'ємом 2,7 мл ("Sarstedt", Німеччина) з наступним заморожуванням зразків та їх зберіганням при -20°C. ДНК для генотипування отримували із зразків за допомогою набору для очищення геномної ДНК Monarch® New England BioLab

(США) згідно з протоколом виробника. Для проведення алельної дискримінації використовувалась система TagMan@Genotyping та набір праймерів та зондів.

Сформовані три піддослідні групи з генотипами за бета-казеїном А1А1, А1А2 та А2А2.

Для оцінки господарсько-корисних ознак використовували електронну базу даних СУМС «Орсек». Оцінювали зміни живої маси до 18-ти місячного віку, показники відтворної здатності, молочної продуктивності.

Результати досліджень обробляли методами математичної статистики засобами пакету «Statistica-6.1» у середовищі Windows на ПЕОМ.

Результати досліджень. Дивлячись на те, що при формуванні молочного стада селекціонери велику увагу приділяють показниками росту та розвитку телиць та з огляду на можливе вибракування тварин з бажаним генотипом А2А2 за показниками росту телиць, нами досліджено особливості зміни їх живої маси у різні вікові періоди. В 6-ти місячному віці лише телиці генотипу А1А1 (на 7%) дещо поступалися стандарту породи. Починаючи з 9-ти місячного віку тварини всіх генотипів переважали стандарт породи. Між тваринами різних генотипів в усі досліджувані вікові періоди статистично значущої різниці не встановлено (табл. 1).

Тобто генотип тварин не впливав на ріст телиць. На нашу думку, це є свідченням того, що при створенні стад худоби з бажаним генотипом А2А2 показники росту ремонтного молодняка не буде погіршуватись.

Була проведена оцінка показників молочної продуктивності та відтворної здатності корів різних генотипів за бета-казеїном. Це питання має актуальність через відсутність наукових публікацій з даного напрямку у фахових виданнях України. У той же час процес формування мікропопуляцій худоби з унікальними продуктивними властивостями передбачає використання у процесі розведення і селекції лише тварин певних генотипів. Тому встановлення відмінностей між показниками продуктивності корів різної генетичної належності є невід'ємним елементом під час встановлення доцільності створення таких стад худоби (табл. 2).

Встановлено, що найменшим віком першого осіменіння характеризувались тварини з генотипом А2А2, а найвищим – з генотипом А1А2. Тривалість сервіс-періоду в середньому по стаду складала більше 157 днів. Тварини з генотипом А1А1 мали вищий надій за першу лактацію та більшу тривалість сервіс- та міжотельного періодів. При цьому статистично значуща різниця була відсутня. Більшим вмістом жиру і білка характеризувались

Таблиця 1

Дослідження живої маси телиць з різним генотипом за бета-казеїном

Генотип	n	Жива маса у віці, кг				
		6 міс.	9 міс.	12 міс	15 міс.	18 міс.
A1A1	22	158±4,8	240±6,9	315±7,7	385±7,0	438±5,5
A1A2	40	170±3,3	251±6,8	323±4,9	389±4,3	436±4,2
A2A2	30	170±3,7	247±4,5	327±5,2	394±4,6	435±5,3
У середньому по стаду	92	167±2,2	247±2,8	322±3,3	389±2,9	436±2,8
Стандарт породи	–	170	229	284	334	380

Дослідження показників молочної продуктивності та відтворної здатності тварин з різним генотипом за бета-казеїном

Генотип	n	Показники						
		вік першого осіменіння, днів	жива маса при першому осіменінні, кг	вік першого отелення, днів	надій за I лактацію, кг	тривалість сервіс-періоду (I лактація), днів	тривалість міжотельного періоду (I–II лактація), днів	коефіцієнт відтворної здатності
A1A1	22	461 ±20,7	438 ±5,5	744 ±20,9	5950 ±134,4	169 ±22,4	169 ±22,4	1,24 ±0,069
A1A2	40	463 ±9,8	436 ±4,2	736 ±12,3	5589 ±184,5	149 ±15,5	149 ±15,5	1,18 ±0,042
A2A2	30	456 ±9,4	435 ±5,3	742 ±10,5	5763 ±176,3	158 ±17,5	158 ±17,5	1,20 ±0,048
У середньому по стаду	92	460 ±7,2	437 ±2,8	740 ±8,2	5731 ±104,1	157 ±10,2	438 ±10,6	1,20 ±0,029

Таблиця 3

Біохімічні показники молока в залежності від генотипу за бета-казеїном

Генотип	n	Вміст, %					
		жиру	казеїну	лактози	сухої речовини	СЗМЗ	білка
A1A1	8	3,94 ±0,112	2,73 ±0,102	4,81 ±0,081	12,4 ±0,215	8,48 ±0,107	2,96 ±0,095
A1A2	6	4,19 ±0,273	2,79 ±0,143	4,80 ±0,092	12,7 ±0,447	8,53 ±0,126	3,02 ±0,140
A2A2	3	3,90 ±0,198	2,67 ±0,166	4,79 ±0,025	12,3 ±0,350	8,39 ±0,155	2,91 ±0,160
У середньому по стаду	17	3,99 ±0,097	2,73 ±0,070	4,80 ±0,045	12,5 ±0,169	8,47 ±0,075	2,96 ±0,067

первістки гетерозиготного генотипу A1A2. При цьому відмічаємо відсутність статистично значущої різниці (табл. 3).

Висновки. Тварини сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи майже за всіма показниками молочної продуктивності відповідали стандарту породи. Між тваринами різних генотипів виявлена різниця за окремими господарсько-корисними ознаками. Слід зазначити, що у різні вікові періоди та за

певними ознаками вона сильно варіювала, але була статистично незначущою.

Можна констатувати, що формування стад з генотипом A2A2 за бета-казеїном не матиме негативного достовірного впливу на рівень розвитку господарсько-корисних ознак тварин і таким чином забезпечить збереження бажаних показників продуктивності худоби стад нового типу.

Бібліографічні посилання:

- Ladyka, V. I., Skliarenko, Yu. I., Pavlenko, Yu. M. (2020). Kharakterystyka henetychnoi struktury za henom β -kazeinu plidnykiv, dopushchenykh do vykorystannia v Ukraini u 2020 rotsi [Characteristics of the genetic structure according to the gene of β -casein of the fruit, admitted to use in Ukraine in 2020]. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva [Technology of production and processing of livestock products]*, no 1, pp. 39–45.
- Marzanov, N. S., Devrishov, D. A., Marzanova, S. N., Abylkasymov, D. A., Konovalova, N. V., Libet, I. S. (2020). Characterization of Russian dairy cattle breeds by the occurrence of genotypes and alleles at the beta-casein locus [Characteristics of the rossesky molded porosity of a large horned cattle for the inspection of genotypes and alleles in the beta-casein location]. *Veterinary Science Animal Science Biotechnology [Veterinarian zootechnia biotechnology]*, no. 1, pp. 47–52.
- Amalfitano, N., Cipolat-Gotet, C., Cecchinato, A., Malacarne, M., Summer, A., Bittante, G. (2018). Milk protein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis. *J. Dairy Sci*, no. 102, pp. 2903–2917.
- Bentivoglio, D., Finco, A., Bucci, G., Staffolani, G. (2020). Is There a Promising Market for the A2 Milk? Analysis of Italian Consumer Preferences. *Sustainability*, no. 12(17), pp. 6763.
- Fuerer, C., Jenni, R., Cardinaux, L., Andetson, F., Wagnière, S., Moulin, J., Affolter M. (2020). Protein fingerprinting and quantification of β -casein variants by ultraperformance liquid chromatography–high-resolution mass spectrometry. *J. Dairy Sci*, no. 103, pp. 1193–1207.
- Gigliotia, R., Gutmanisa, G., Katikia, L., Okinob, C., Oliveirab, M., Filhoa, A. (2020). New high-sensitive rhAmp method for A1 allele detection in A2 milk samples. *Food Chemistry*, no. 313, pp. 1–7.
- Guantario, B., Giribaldi, M., Devirgiliis, C., Finamore, A., Colombino, E., Capucchio, M., Evangelista, R., Motta, V., Zinno, P., Cirrincione, S., Antoniazzi, S., Cavallarin, L., Roselli, M. (2020). A Comprehensive Evaluation of the Impact of Bovine Milk Containing Different Beta-Casein Profiles on Gut Health of Ageing Mice. *Nutrients*, no. 12(7), pp. 2–19.

8. Gustavsson, F., Buitenhuis, A., Johansson, M., Bertelsen, H., Glantz, M., Poulsen, N. (2013). Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows. *J. Dairy Sci*, no. 97, pp. 3866–3877.
9. Henrique do Nascimento Rangel, A., Cavalcanti Sales, D., Antas Urbano, S., Geraldo Bezerra Galvão Júnior, J., César de Andrade Neto, J., de Souza Macêdo, C. (2016). Lactose intolerance and cow's milk protein allergy. *Food Science and Technology*, no. 36(2), pp. 179–187.
10. Kaskous, S. (2020). A1- and A2-Milk and Their Effect on Human Health. *Journal of Food Engineering and Technology*, no. 9(1), p. 15–21.
11. Kyselová, J., Ječmínková, K., Matějčíková, J., Hanuš, O., Kott, T., Štípková, M., Krejčová, M. (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. *Asian-Australas J Anim Sci*, no. 32(1), p. 14–22.
12. Louise, S., Jackeline, S., Marisa, S., Raphael, B., Camargo, G. (2021). Do non-bovine domestic animals produce A2 milk?: an in silico analysis. *Animal Biotechnology*.
13. Mayer, H., Lenz, K., Halbauer, E. (2021). “A2 milk” authentication using isoelectric focusing and different PCR techniques. *Food Research International*, no. 147, pp. 2–9.
14. 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*, no. 65(3), pp. 403–407.
15. O'Callaghan, T. (2020). An overview of the A1/A2 milk hypothesis. *Dairy Nutrition forum*, no. 12(2), pp. 1–4.
16. Parashar, A., Saini, R. (2020). A1 milk and its controversy-a review. *International Journal of Bioassays*, no. 4(12), pp. 4611–4619.
17. Pimenta, S., Mota, L., Paraná, S., Bermal, C., Ferreira, C. (2020). Genetic potential of Sindhi cattle for A2 milk production. *Animal Production Science*, no. 60, pp. 893–895.
18. Sae-In, K., Delgado, S., Mittal, J., Eshraghi, R., Mittal, R., Eshraghi, A. (2021). Beneficial Effects of Milk Having A2 β -Casein Protein: Myth or Reality? *Journal of Nutrition*, no. 151(5), pp. 1061–1072.
19. Sebastiani, C., Arcangeli, C., Ciullo, M., Torricelli, M., Cinti, G., Fisichella, S., Biagetti, M. (2020). Frequencies Evaluation of β -Casein Gene Polymorphisms in Dairy Cows Reared in Central Italy. *Animals*, no. 10(2), pp. 2–7.
20. Teixeira, D., Costa, R., Ferreira de Camargo, G. (2021). Guzerat indicine cattle and A2 milk production. *Animal Biotechnology*.

Ladyka V. I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Rector, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Pavlenko Yu. M., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Chief of the Department of Technology of Production and Processing of Animal Husbandry and Cynology Products, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Sklyarenko Yu. I., Doctor of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow, Institute of Agriculture of the Northeast of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, p. Sad, Ukraine

Formation of economically useful traits in cows the Sumy innevstraius of Ukrainian black-and-white dairy breed of different genotypes by beta-casein

An important task for livestock farmers today is to obtain high-quality livestock products that do not harm human health. This issue became especially relevant after establishing the negative effect of beta-casein A1 on the human body. Ensuring this thanks to selection, the specialists in the field of dairy cattle breeding must simultaneously ensure the maintenance of the level of economically beneficial traits of dairy cattle.

The research was conducted on the livestock of animals of the Sumy inbred type of the Ukrainian black and spotted dairy breed ($n=92$), which are kept in the PZ of the State Enterprise “Research Farming” of the Institute of Agriculture of the Northeast of the National Academy of Sciences of the Sumy region. Genetic studies were carried out in the laboratory of the Institute of Physiology named after Bogomolets National Academy of Sciences with the help of molecular biological analysis of allele recognition by polymerase chain reaction (PCR) in real time.

The influence of the beta-casein genotype on the intensity of the formation of economically beneficial traits of cattle of the Sumy inbred type of the Ukrainian black-spotted dairy breed was studied.

It was established that the genotype of animals did not affect the growth of heifers. In our opinion, this is evidence that when creating cattle herds with the desired A2A2 genotype, the growth indicators of repair young animals will not deteriorate. Evaluation of milk productivity and reproductive capacity of cows of different genotypes according to beta-casein showed that animals with genotype A1A1 had a higher hope for the first lactation, a longer duration of service and intercalving periods. The youngest age of first insemination was characterized by animals with the A2A2 genotype, and the highest by the A1A2 genotype according to beta-casein. The average duration of the service period for the herd was more than 157 days. At the same time, there was no statistically significant difference between cattle of different genotypes. Thus, it has been proven that the formation of herds with the A2A2 genotype for beta-casein will not have a negative and reliable effect on economically useful traits and thus will ensure the preservation of the desired indicators of livestock productivity of the new type herds.

Key words: genotype, beta-casein, live weight, reproductive capacity, milk productivity.