

## ЗМІНА ГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ЗА ГЕНОТИПОМ В-КАЗЕЇНУ У СТАДІ ХУДОБИ ЛЕБЕДИНСЬКОЇ ПОРОДИ

**Ладика Володимир Іванович**

доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН України  
Сумський національний аграрний університет  
ORCID: 0000-0001-6748-7616  
E-mail: v.i.ladyka@ukr.net

**Склярєнко Юрій Іванович**

доктор сільськогосподарських наук, ст.н.с.  
Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН  
ORCID: 0000-0002-6579-2382  
E-mail: sklyrenko9753@ukr.net

**Павленко Юлія Миколаївна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет  
ORCID: 0000-0002-4128-122X  
E-mail: jaskulia@ukr.net

*Вивчали особливості формування генетичної структури за β-казеїном у стаді худоби лебединської породи. Напрямок дослідження обґрунтовано з погляду на те, що споживання молока, яке містить β-казеїн А1, сприяє розвитку у людини діабету I типу, серцевих захворювань, аутизму, шлунково-кишкового дискомфорту та інших захворюванням. Через ці причини існує зростаючий світовий інтерес до А2-молока. Дослідження проведені в племінному репродукторі з розведення тварин лебединської породи ПСП «Комишанське». Генетичний аналіз матеріалів проводили на базі лабораторії Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук України. Генотипи ВРХ визначали за допомогою методу алель-специфічної ПЛР (AS-PCR). У результаті проведеної роботи встановлено, що частота гетерозиготних генотипів А1А2 у корів дорівнювала 38%, гомозиготних А1А1 – лише 5%, а бажаних А2А2 – 57%. Відповідно частоти алелів дорівнювали – А1 – 0,238 та А2 – 0,762. За умов реалізації запропонованої нами методики створення стад тварин з генотипом А2А2 було заплановано отримати у наступному поколінні тварин (дочок) наступний розподіл генотипів: А1А2 – 24%, А2А2 – 76%. Використання у галузі відтворення господарства бугаїв, три з яких мали бажаний генотип А2А2, три – А1А2, а два – не були оцінені за даною ознакою сприяли отриманню у телиць (друга генерація) частоту генотипу А1А1 – 0%, А1А2 – 34%, А2А2 – 66%. Статистично значущої різниці між дочками та матерями за даною ознакою не встановлено. Частота алелів становила А1 – 0,172 та А2 – 0,828, що не відповідала передбачуваним (на 0,052). Встановлено, що ступінь гомозиготності в стаді зростає від 67,3% у матерів до 71,4% у дочок, рівень поліморфності у локусі β-казеїну зменшується від 1,56 до 1,39, тест гетерозиготності у обох генераціях був позитивним. Дані генетико-статистичного аналізу свідчать про збільшення у β-казеїновому локусі гетерозиготних генотипів А1А2 та нестачу гомозиготних. За результатами досліджень селекціонерам запропоновано проведення генотипування всього маточного поголів'я стада та використання для відтворення лише плідників оцінених за генотипом β-казеїну (гомозигот А2А2). З метою прискорення створення стада тварин з генотипами А2А2 за β-казеїном – пропонуємо використовувати сексовану сперму бугаїв-плідників з даним генотипом.*

**Ключові слова:** лебединська порода, генотип, казеїн, бугай, казеїн, селекція, генетичні маркери

DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.2.1>

Сьогодні внаслідок значного інтересу до аспекту здоров'я та харчування на полицях супермаркетів з'являються нові види молока з різними характеристиками. Одним із нових продуктів – є молоко А2. Значна кількість закордонних досліджень доводить, що вживання такого молока сприятливо впливає на здоров'я людини. Дана інновація реалізується на молочних фермах шляхом відбору корів з гомозиготним генотипом А2А2 за β-казеїном [1]

За дослідженнями проведеними у Великобританії, основна мета яких була дослідити пропорції варіантів β-казеїну в молоці, яке реалізується у роздрібній торгівлі, встановлено, що воно містить приблизно 0,58, 0,31, 0,07 і 0,03 варіантів β-казеїна А2, А1, В та С, відповідно [2].

β-казеїн є важливою частиною білків молока, і становить близько 37% від їхньої загальної кількості. У межах β-

казеїну існує цілий ряд генетично детермінованих варіантів [10]. Найпоширеніші серед них А1 і А2, які називаються відповідно β-казеїном А1 (молоко А1) та β-казеїном А2 (молоко А2). Єдина різниця між А1- та А2-молоком - це різні амінокислоти в 67-й позиції пептидного ланцюга. У цьому положенні А2-молоко має амінокислоту пролін, тоді як А1-молоко – гістидин [16, 17]. При перетравленні А1-молоко призводить до вивільнення пептиду, який має назву β-казоморфін-7 (BCM-7). Із споживанням такого молока проявляються запалення, діабет I типу, серцеві захворювання, аутизм, шлунково-кишковий дискомфорт та інші захворювання у споживача. З цієї причини існує зростаючий світовий інтерес до А2-молока. [3, 4, 11, 14].

Як наслідок продажі А2-молока у деяких країнах світу значно зросли. Слід зазначити, що ціна на таке молоко вища

на 39% від звичайного. Як результат, акції фірми A2 Milk, найбільшого виробника A2-молока у світі, стали найціннішими на новозеландській фондовій біржі [5].

В Італії реалізується проєкт «Innovazione nella produzione lattiero-casearia con utilizzo di latte A2A2 e verifica degli effetti benefici sulla salute umana», метою якого є захист генетичного біорізноманіття молочних порід великої рогатої худоби та дослідження впливу молока з β-казеїном типу A2, на здоров'я споживачів, ефективність переробки молочних продуктів та на їхню якість. Проєкт включає аналіз якісних параметрів та технологічні аспекти переробки A2-молока та продуктів з нього та оцінку можливих впливів β-казеїну A2 на здоров'я людини [1].

Італійські вчені провели дослідження щодо готовності споживачів платити вищу ціну за A2-молоко і встановили позитивний результат [6].

Останні дослідження доводять те, що люди які споживали молоко, що містить лише A2 β-казеїн, мали значно менш виражені симптоми запалення шлунково-кишкового тракту, порівняно з особами, які споживають звичайне молоко [7, 12, 13, 15].

У результаті досліджень проведених на мишах, підтверджено позитивну роль A2-молока у сфері імунології та морфології кишківника. [8].

Дослідниками Лінкольнського університету було проведено моделювання перетворення стада худоби у популяцію A2A2 за β-казеїном для отримання молока відповідної якості. Результати вказують на те, що найнижчий коефіцієнт перетворення стада спостерігається без використання генетичного тестування, а лише за рахунок використання сперми плідників з генотипом A2A2 за β-казеїном. Прогресивне збільшення спостерігається при стратегії яка включає тестування корів, телиць або всього маточного поголів'я. Крім того є ряд рішень, які можуть збільшити темпи прогресу, наприклад штучне запліднення телиць сексованою спермою плідників A2A2 за β-казеїном, або високий рівень вибракування корів з небажаними генотипами [9].

Враховуючи актуальність даного питання у світовому масштабі **метою** нашої статті є вивчення зміни частоти генотипів за β-казеїном худоби вітчизняного стада у результаті реалізації розроблених нами заходів.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проведені в племінному репродукторі з розведення худоби лебединської породи ПСП «Комишанське» Охтирського району Сумської області у 2019-2021 роках.

Генетичний аналіз матеріалів проводили на базі лабораторії Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук України. Дослідження проводились на зразках

ДНК, отриманих з волосяних луковиць корів (n=21) та телиць (n=29) лебединської породи. Генотипи ВРХ визначали за допомогою методу алель-специфічної ПЛР (AS-PCR). Отримані у результаті ампліфікації фрагменти розміром 244 п.н. візуалізували за допомогою горизонтального електрофорезу в агарозних гелях, пофарбованих бромистим етидієм, під дією ультрафіолету.

Підрахунок частот алелів проводили із врахуванням кількості гомозигот і гетерозигот, знайдених за відповідним алелем за формулою:

$$P(A) = \frac{2N_1 + N_2}{2n}$$

де  $N_1$  і  $N_2$  – відповідно число гомозигот і гетерозигот для досліджуваного алеля;

$n$  – число вибірки [10].

З метою оцінки статистичної достовірності розбіжності розподілів одержаних результатів використовували критерій Пірсона:

$$\chi^2 = \frac{\sum(\Phi - T)^2}{T}$$

де:  $\Phi$  – фактична кількість генотипів;

$T$  – теоретична кількість генотипів [3].

Фактичну (наявну) гетерозиготність визначали шляхом прямого підрахунку за формулою:

$$H_0 = \frac{N_2}{n}$$

Очікувану гетерозиготність визначали за формулою:

$$H_E = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2$$

де  $p_1, p_2, \dots, p_n$  – частоти алелів [10].

Для генетичної характеристики поголів'я також визначали рівень гомозиготності ( $C_a$ ):

$$C_a = (p(A)^2 + p(B)^2) * 100;$$

рівень поліморфності,  $N_a$ :

$$N_a = 1/C_a;$$

тест гетерозиготності, визначали шляхом співставлення відношень між емпіричними гетерозиготами і емпіричними гомозиготами з аналогічним відношенням, отриманими за теоретичними даними; коефіцієнт ексцесу ( $D$ ) кількісно оцінює нехватку або перебільшення фактичної гетерозиготності у досліджуваних популяцій в порівнянні з теоретично розрахованим показником [10].

Отримані результати обробляли методом варіаційної статистики за допомогою пакету програм Statistica 6,0.

**Результати досліджень.** Аналіз розподілу генотипів у корів лебединської породи вказує на те, що більше половини (57%) становили бажані гомозиготні – A2A2 за β-казеїном (табл. 1).

Таблиця 1

Частота алелів та генотипів за локусом гена β-казеїну

Генерація	Розподіл	Генотипи						Алель, од		$\chi^2$
		A1/A1		A1/A2		A2/A2		A1	A2	
		n	%	n	%	n	%			
Матері (корови)	Ф	1,0	5	8,0	38	12,0	57	0,238	0,762	0,0525
	О	1,2	6	7,6	36	12,2	58			
Дочки (телиці)	Ф	0,0	0	10,0	34	19,0	66	0,172	0,828	1,2586
	О	0,8	3	8,3	29	19,9	68			

Гетерозиготні генотипи мали частоту 38%, а гомозиготні A1A1 – лише 5%. Об'єктивно більшу частоту мав алель A2 (76,2%). Використання критерію  $\chi^2$  дозволило визначити ступінь відповідності фактичного розподілу генотипів очіку-

ваним значенням. Розрахунок за формулою Харді-Вайнберга показав відсутність суттєвої різниці між фактичними та очікуваними частотами генотипів.

За запропонованою нами методикою створення стад

тварин з генотипом A2A2 [11], використання плідників з гомозиготним генотипом A2A2 за  $\beta$ -казеїном дозволило б

отримати в наступному поколінні тварин (дочок) з таким розподілом генотипів: A1A2 – 24%, A2A2 – 76% (рис. 1).

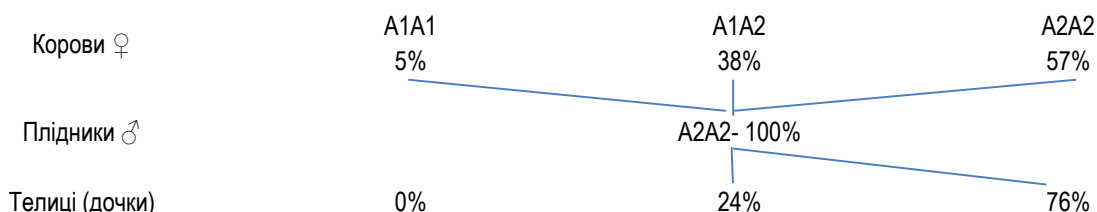


Рис. 1. Планова частота генотипів телиць

Господарствам регіону була запропонована база даних плідників лебединської та швіцької порід оцінених за генотипом  $\beta$ -казеїну A2A2 [12], за використання яких можливо буде селекційним шляхом досягти бажаного результату.

На даний час у піддослідному господарстві в галузі відтворення використовували вісім бугаїв, три з яких мали бажаний генотип A2A2, три – A1A2, а два – не були оцінені за даною ознакою (табл. 2).

Таблиця 2

Генотип бугаїв-батьків та розподіл генотипів за  $\beta$ -казеїном їхніх дочок

Кличка та номер батька	Генотип батька	Кількість оцінених дочок	Генотип дочок		
			A1A1	A1A2	A2A2
Протеже 68159838	A2A2	5	-	-	5
Готор 8011946865	A2A2	5	-	1	4
Харісон 666623864	A2A2	4	-	2	2
Буш 68129315	A1A2	5	-	2	3
Сесдеблум 68144448	A1A2	2	-	1	1
Лестер 9695540	A2B	1	-	1	-
Міленіум	-	4	-	3	1
Пеппі 68109123	-	5	-	2	3

В результаті у телиць (друга генерація) частота генотипу A1A1 дорівнювала 0%, A1A2 – 34% (що вище передбачуваного на 10%), A2A2 – 66% (що нижче запланованого на 10%). Статистично значущої різниці між дочками та матерями за даною ознакою не встановлено. Частота алелів становила A1 – 0,172 та A2 – 0,828, що не відповідає передбачуваним (на 0,052). Відповідно до розрахунку за формулою Харді Вайнберга у телиць виявлено недостачу гомозигот та перебільшення гетерозигот (табл. 1).

Використовуючи генетико-статистичні методи аналізу, шляхом визначення цифрових значень таких генетичних констант як ступінь гомозиготності ( $C_a$ ), рівень поліморфно-

сті ( $N_a$ ) ми намагалися оцінити перспективність роботи з створення стад худоби лебединської породи з генотипом A2A2 за  $\beta$ -казеїном. Ступінь гомозиготності в досліджуваній популяції великої рогатої худоби зростає від 67,3 у матерів до 71,4 у дочок, що може свідчити про зростання рівня консолідації. Рівень поліморфності (число ефективно діючих алелів  $-N_a$ ) у локусі  $\beta$ -казеїну тварин лебединської породи зменшується від 1,56 до 1,39, що є логічним при зменшенні частоти алеля A1 та зростанні частоти алеля A2. Тест гетерозиготності (ТГ) у обох генераціях був позитивним, що свідчить про достатню частку гетерозигот в порівнянні з теоретично розрахованою (табл. 3).

Таблиця 3

Генетична структура стада худоби лебединської породи за локусом  $\beta$ -казеїну

Показники	Матері (корови)		Дочки (телиці)	
	фактичні	теоретичні	фактичні	теоретичні
Гетерозиготи	8	7,6	10	8,6
Гомозиготи	13	13,4	19	20,7
Коефіцієнт гетеро/гомозиготи	0,615	0,567	0,526	0,401
Тест гетерозиготності	0,046	-	0,127	-
Ступінь гомозиготності, $C_a$ , %	67,3	-	71,4	-
Рівень поліморфності, $N_a$	1,56	-	1,39	-
Коефіцієнт ексцесу D	0,05	-	0,208	-
Частка гомозигот, %	61,9	-	65,5	-

Коефіцієнт ексцесу (D) підтверджує це твердження. У цілому можна констатувати, що дані генетико-статистичного аналізу свідчать про збільшення у  $\beta$ -казеїновому локусі

гетерозиготних генотипів A1A2 та нестачі гомозиготних. Це підтверджують дані наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Значення основних показників мінливості за геном  $\beta$ -казеїну у стаді худоби лебединської породи

Генерація	$H_o$	$H_e$	$F_{is}$
Матері	0,381	0,363	-0,050
Дочки	0,345	0,285	-0,208

**Висновки.** Згідно даних генетичних досліджень встановлено, що у стаді лебединської породи коровам

притаманна частота гомозиготного генотипу A2A2 за  $\beta$ -казеїном на рівні 57%, частота гомозиготного генотипу A1A1

складала 5%. Розроблена схема дозволяла у наступному поколінні збільшити частку бажаного генотипу на 19%, але в зв'язку з недотриманням останньої було досягнуто збільшення лише на 9%.

У перспективі пропонуємо проводити генотипування всього маточного поголів'я стада (корів та телиць), викорис-

товувати для відтворення лише плідників швіцької та лебединської породи оцінених за генотипом  $\beta$ -казеїну (гомозигот А2А2). Для прискорення створення стада тварин з генотипами А2А2 за  $\beta$ -казеїном – пропонуємо використовувати сексовану сперму бугаїв-плідників з даним генотипом.

#### Список використаної літератури:

1. <http://www.imilka2.com/>
2. Givensa I., Aikmana P., Gibson T., Brown R. Proportions of A1, A2, B and C  $\beta$ -casein protein variants in retail milk in the UK. *Food Chemistry*. 2013. Vol. 139, P. 549-552.
3. Fuerer C., Jenni R., Cardinaux L., Andetson F., Wagnire S., Moulin J., Affolter M. Protein fingerprinting and quantification of  $\beta$ -casein variants by ultra-performance liquid chromatography–high-resolution mass spectrometry *J. Dairy Sci.* 2019. Vol. 103, P.1193–1207 <https://doi.10.3168/jds.2019-16273>.
4. Kaskous S. A1- and A2-Milk and Their Effect on Human Health. *Journal of Food Engineering and Technology*. 2020. Vol. 9(1), P.15-21.
5. O'Callaghan T. An overview of the A1/A2 milk hypothesis. *Dairy Nutrition forum*. 2020. Vol. 12, issue 2. P. 1-4.
6. Bentivoglio D., Finco A., Bucci G., Staffolani G. Is There a Promising Market for the A2 Milk? *Analysis of Italian Consumer Preferences Sustainability* 2020. Vol. 12. P. 2-16. <https://doi:10.3390/su12176763>
7. Xiaoyang S., Zailing Li, zJiayi Ni, Yelland G. Effects of Conventional Milk Versus Milk Containing Only A2 b-Casein on Digestion in Chinese Children: A Randomized Study. *JPGN* Vol. 69 (3). P. 375-382. <https://doi.10.1097/MPG.0000000000002437>.
8. 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. A Comprehensive Evaluation of the Impact of Bovine Milk Containing Different Beta-Casein Profiles on Gut Health of Ageing Mice. *Nutrients*. 2020, Vol. 12. P. 21-47. doi:10.3390/nu12072147.
9. Italo Mencarini. A simulation model of dairy herd conversion to produce A2 milk. Abstract of a thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Agricultural Science. Lincoln University Digital Thesis. 2013. 51 p.
10. Amalfitano N., Cipolat-Gotet C., Cecchinato A., Malacarne M., Summer A., Bittante G. Milk protein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis. *J. Dairy Sci.* 2018. Vol. 102, P.2903–2917. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15524>
11. 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. Lactose intolerance and cow's milk protein allergy. *Food Science and Technology*. 2016. Vol. 36(2), P. 179-187. <http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.0019>.
12. Parashar A., Saini R. A1 milk and its controversy-areview. *International Journal of Bioassays*. 2015. Vol. 4. №12, P. 4611-4619.
13. Кононова Л.В., Сычова О.В., Омарова П.С. Необыкновенное коровье молоко. *Молочная река*. 2016. №3(63), С.62-64.
14. Кузьменко Н.Б., Кузина А.Н. Роль  $\beta$ -казеина в питании детей первых лет жизни. *Лечащий врач*. 2016. № 01/16, С.75-80.
15. Gustavsson F., Buitenhuis A., Johansson M., Bertelsen H., Glantz M., Poulsen N. Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 2013. Vol. 97, P.3866–3877. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7312>
16. Kostyunina, O. V., 2005. *Molekulyarnaya diagnostika geneticheskogo polimorfizma osnovnykh molochnykh belkov i ikh svyaz s tekhnologicheskimi svoystvami moloka*. Abstract of Ph. D. dissertation. Dubroviczy.
17. 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, No 3, pp. 403–407.
18. Селионова, М. И., Чижова, Л. Н., Суржикова, Е. С., Шарко Г.Н., Михайленко, Т. Н., Чудновец, А. И. Породные особенности аллельного профиля генов, контролирующих молочную продуктивность крупного рогатого скота. *Агробиотехника*, 2019. №2 (1). С. 1-12. DOI: <https://10.15838/alt.2019.2.1.3>
19. Ladyka, V., Pavlenko, Y., Sklyarenko, Y.  $\beta$ -casein gene polymorphism use in terms of brown dairy cattle preservation. *Archivos de Zootecnia*. 2021, Vol. 70 (269). P.88-94. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v70i269.5422>
20. Ладика В.І., Склярченко Ю.І., Павленко Ю.М. Характеристика генетичної структури за геном  $\beta$ -казеїну плідників, допущених до використання в Україні у 2020 році. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2020, Вип. 1 (156). С. 38-46.

#### References:

1. <http://www.imilka2.com/>
2. Givensa, I., Aikmana, P., Gibson, T., Brown, R., 2013. Proportions of A1, A2, B and C  $\beta$ -casein protein variants in retail milk in the UK. *Food Chemistry*. issue 139, pp. 549-552.
3. Fuerer, C., Jenni, R., Cardinaux, L., Andetson, F., Wagnire, S., Moulin, J., Affolter, M., 2019. Protein fingerprinting and quantification of  $\beta$ -casein variants by ultra-performance liquid chromatography–high-resolution mass spectrometry *J. Dairy Sci.* issue 103, pp.1193–1207.

4. Kaskous, S., 2020. A1- and A2-Milk and Their Effect on Human Health. *Journal of Food Engineering and Technology*. issue 9(1), pp.15-21.
5. O'Callaghan, T., 2020. An overview of the A1/A2 milk hypothesis. *Dairy Nutrition forum*. issue 12 (2). pp. 1-4.
6. Bentivoglio, D., Finco, A., Bucci, G., Staffolani, G., 2020. Is There a Promising Market for the A2 Milk? *Analysis of Italian Consumer Preferences Sustainability* issue 12. pp. 2-16.
7. Xiaoyang, S., Zailing, Li, zJiayi, Ni, Yelland, G., 2019. Effects of Conventional Milk Versus Milk Containing Only A2 b-Casein on Digestion in Chinese Children: A Randomized Study. *JPGN*. issue 69 (3). pp. 375-382.
8. 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*. issue 12. pp. 21-47.
9. Mencarini, I., 2013. A simulation model of dairy herd conversion to produce A2 milk. Abstract of a thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Agricultural Science. Lincoln University Digital Thesis. 51 p.
10. 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.*, issue 102, pp. 2903–2917.
11. 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*, issue. 36(2), pp. 179-187.
12. Parashar, A., Saini, R., 2015. A1 milk and its controversy-a review. *International Journal of Bioassays*. issue 4., №12, pp. 4611-4619.
13. Kononova, L.V., Sy'chova, O.V., Omarova, R.S., 2016. Neoby'knovennoe korov'e moloko [Extraordinary cow's milk]. *Molochnaya reka*, issue 3(63), pp. 62-64.
14. Kuz'menko, N.B., Kuzina, A.N., 2016. Rol' beta-kazeina v pitanii detej pervy'kh let zhizni [The role of beta-casein in the nutrition of children in the first years of life]. *Lechashhij vrach*, issue 01/16, pp.75-80.
15. Gustavsson, F., Buitenhuis, A., Johansson, M., Bertelsen, H., Glantz, M., Poulsen, N., Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows. *J. Dairy Sci*, issue 97, pp. 3866–3877.
16. Kostyunina, O. V., 2005. *Molekulyarnaya diagnostika geneticheskogo polimorfizma osnovny'kh molochny'kh belkov i ikhsvyaz' s tekhnologicheskimi svojstvami moloka*. Abstract of Ph. D. dissertation. Dubroviczky.
17. 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, No 3, pp. 403–407.
18. Selionova, M. I., CHizhova, L. N., Surzhikova, E. S., SHarko G.N., Mihajlenko, T. N., CHudnovec, A. I., 2019. Porodnye osobennosti allel'nogo profilya genov, kontroliruyushchih molochnyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota. [Breed features of the allelic profile of genes that control milk production in cattle]. *Agrozootekhnika.*, issue 2 (1). pp. 1
19. Ladyka, V., Pavlenko, Y., Sklyarenko, Y., 2021.  $\beta$ -casein gene polymorphism use in terms of brown dairy cattle preservation. *Archivos de Zootecniaal*. issue 70 (269), pp.88-94.
20. Ladyka V.I., Skliarenko Yu.I., Pavlenko Yu.M. 2020. Kharakterystyka henetychnoi struktury za henom  $\beta$ -kazeinu plidnykiv, dopushchenykh do vykorystannia v Ukraini u 2020 rotsi [Characteristics of the genetic structure of the  $\beta$ -casein gene of broods approved for use in Ukraine in 2020]. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynyntstva.*, issue 1 (156), pp. 38-46.

**Ladyka Volodymyr Ivanovych**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of NAAS

**Sklyarenko Yuriy Ivanovych**, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Institute of Agriculture of Northern East of NAAS

**Pavlenko Yuliya Mykolayivna**, PhD of Agricultural Sciences, Docent, Sumy National Agrarian University

#### **Changes in the genetic structure in the herd of Lebedinian cattle by $\beta$ -casein genotype**

The peculiarities of the formation of the genetic structure of  $\beta$ -casein in the herd of Lebedinian breed were studied. The direction of the study is based on the fact that the consumption of milk containing  $\beta$ -casein A1 contributes to the development of human type I diabetes, heart disease, autism, gastrointestinal discomfort and other diseases. For this reason, there is a growing global interest in A2 milk. The research was conducted on the basis of a breeder for breeding Lebedinian breed of the ALC "Komyshanske". Genetic analysis of materials was performed on the basis of the laboratory of the Institute of Animal Husbandry of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. Cattle genotypes were determined by allele-specific PCR (AS-PCR). As a result of this work, it was found that the frequency of heterozygous A1A2 genotypes in cows was 38%, homozygous A1A1 - only 5%, and the desired A2A2 - 57%. Respectively, the frequencies of alleles were - A1 - 0.238 and A2 - 0.762. When implementing our proposed method for creating herds of animals with the A2A2 genotype, it was planned to obtain the following distribution of genotypes in the next generation of animals (daughters): A1A2 - 24%, A2A2 - 76%. The use of bulls in the farm, only three of which had the desired genotype A2A2, three - A1A2, and two - were not evaluated on this basis - contributed to the heifers (second generation) frequency of the genotype A1A1 - 0%, A1A2 - 34%, A2A2 - 66%. There was no statistically significant difference between daughters and mothers on this basis. The frequency of alleles was A1 - 0.172 and A2 - 0.828, which did not correspond to the predicted (by 0.052). It was found that the degree of homozygosity in the herd increases from 67.3 in mothers to 71.4 in daughters, the level of polymorphism in the  $\beta$ -casein locus decreases from 1.56 to 1.39, the heterozygosity test in both generations was positive. Data from genetic and statistical analysis indicate an increase in the  $\beta$ -casein locus of heterozygous A1A2 genotypes

and a lack of homozygous ones. Based on the results of the research, breeders were offered to conduct genotyping of the entire breeding stock of the herd and use only producers evaluated by  $\beta$ -casein genotype (homozygotes A2A2) for reproduction. In order to accelerate the creation of a herd of animals with A2A2 genotypes by  $\beta$ -casein - we propose to use isolated by gender sperm of bulls-producers with this genotype.

**Key words:** Lebedyn breed, genotype, casein, bull, selection, genetic markers.

Дата надходження до редакції: 30.04.2021 р.