


## ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 636.082.064

**Формування господарсько корисних ознак у корів української чорно-рябої молочної породи різних генотипів за капа-казеїном**Ладика В.І.<sup>1</sup> , Павленко Ю.М.<sup>1</sup> , Скляренко Ю.І.<sup>2</sup> ,Древицька Т.І.<sup>3</sup> , Досенко В.Є.<sup>3</sup> <sup>1</sup> Сумський національний аграрний університет<sup>2</sup> Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН<sup>3</sup> Інститут фізіології імені О. Богомольця НАН України Скляренко Ю.І. E-mail: Sklyrenko9753@ukr.net

Ладика В.І., Павленко Ю.М., Скляренко Ю.І., Древицька Т.І., Досенко В.Є. Формування господарсько корисних ознак у корів української чорно-рябої молочної породи різних генотипів за капа-казеїном. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2022. № 1. С. 83–89.

Ladyka V., Pavlenko Y., Sklyarenko Y., Drevytska T., Dosenko V. Formation of economically useful traits in cows of ukrainian black-and-white dairy breed of different genotypes by kappa-casein. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022. № 1. PP. 83–89.

Рукопис отримано: 07.04.2022 р.

Прийнято: 21.04.2022 р.

Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-83-89

Досліджено вплив генотипу за капа-казеїном на формування господарсько корисних ознак великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи. Проведено генотипування 25 голів великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи, що належать Племінному заводу Державного підприємства «Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН». Визначення поліморфізму гена капа-казеїну проводили в генетичній лабораторії Інституту фізіології ім. Богомольця НАН за допомогою молекулярно-біологічного аналізу розпізнавання алелів методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) у реальному часі. Для оцінювання господарсько-корисних ознак використовували електронну базу даних СУМС «Орсек». Уміст складників молока визначали у лабораторії Сумського національного аграрного університету на обладнанні Ultrasonic milk analyzer Master Classic.

Встановлено, що тварини майже за всіма показниками молочної продуктивності відповідали стандарту породи. Між тваринами різних генотипів виявлено відмінності за окремими господарсько-корисними ознаками. Водночас у різні періоди та за різними ознаками вона сильно варіювала і в окремих була статистично значущою. Генотип за капа-казеїном не мав статистично значущого впливу на показники живої маси в усі досліджувані періоди. Тварини з генотипом АА переважали за цією ознакою тварин інших генотипів. Заразом тварини всіх досліджених генотипів майже у всі вікові періоди переважали стандарт породи.

За результатами оцінювання відтворної здатності тварин встановлено, що найменший вік першого осіменіння характерний для тварин з генотипом АА, а найвищий – з генотипом ВВ. Вік першого осіменіння у тварин з генотипом АА був меншим від середнього значення стада. Водночас жива маса цих тварин була найбільшою та вищою за середні показники стада. Середня тривалість сервіс-періоду стада становила 130 діб. Найменшою вона була у тварин з гомозиготним генотипом ВВ ( $P < 0,05$ ). Відповідно тривалість міжотельного періоду та значення коефіцієнту відтворної здатності найменшими були у гомозиготних (ВВ) тварин ( $P < 0,05$ ).

Рівень середніх надоїв тварин з бажаним генотипом (ВВ) був нижчим за середній надій тварин з іншими дослідженими генотипами. Вони також поступалися середньому показнику стада. Водночас рівень надоїв тварин усіх генотипів був вищим за стандарт породи.

Встановлено, що за середнім вмістом жиру в молоці тварини гомозиготних генотипів AA та BB дещо переважали тварин з гетерозиготним генотипом AB. За вмістом білка достовірно переважали тварини з генотипом BB ( $p < 0,05$ ). Позитивним є відповідність стандарту породи за вмістом жиру в молоці, а за вмістом білка стандарту відповідали лише гомозиготні (BB) тварини. За вмістом сухої речовини, сухого знежиреного молочного залишку, казеїну перевагу мали тварини з гомозиготним генотипом BB. За вмістом лактози перевагу мали тварини з генотипом AA.

Доведено, що формування стад з генотипом BB за капа-казеїном не матиме негативного достовірного впливу на господарсько корисні ознаки тварин.

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

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Казеїн є основним компонентом молочних білків. Капа-казеїн – єдина фракція казеїну, що містить амінокислоти цистеїн і метіонін, і становить приблизно 13 % казеїну молока. Гени молочного білка, особливо капа-казеїн (CSN3), є важливими факторами якості молока [4]. Вплив генотипів капа-казеїну на якість молока досліджувалася багатьма вченими. Доведено, що ця фракція має позитивний достовірний вплив на процес зсідання молока, дозрівання сиру [8, 19]. У результаті маємо збільшення виходу сиру, що має головне значення при його виробництві [6, 13].

Поліморфізм гена капа-казеїну відомий з 1964 року. У 1988 році виділили ген капа-казеїну великої рогатої худоби і описали структуру гена. Нині описано тринадцять генетичних варіантів капа-казеїну великої рогатої худоби: A, B, C, D, E, F, H, J, I, X, Az, A1. Найчастіше зустрічаються генетичні варіанти A і B, інші алелі є досить рідкісними [2, 11]. Алель капа-казеїну B пов'язаний з виробництвом молока з більш оптимальним хімічним складом і технологічними властивостями, такими як термостійкість, скорочений на 10–30% час зсідання, більша на 20–100 % щільність зсідання, а також на 5–8 % вища ефективність виробництва свіжого та зрілого сиру порівняно з алелем A. Тому кращою сиропридатністю вирізняється молокотварин, що мають генотип за капа-казеїну BB (гомозиготні), меншою – молоко корів, які мають генотипи AA і AB [9, 10, 26].

При цьому за вмістом загального білка в молоці тварини з генотип BB переважають тварин з генотипом AA [4, 19, 24]. Тому показник генотипу тварин за капа-казеїном використовують для успішної селекції за ознакою сиропридатності [14, 20, 21].

Різні породи молочної худоби суттєво різняться частотою генотипів та алелів за капа-казеїном. Так, у мексиканській популяції

джерсейської породи алель B мав найбільшу частоту – 0,69. Частота алеля A становила 0,26 та E 0,05 відповідно. Найбільшою частотою вирізнявся генотип BB – 0,45 [16, 18].

Відносний розподіл алелів та генотипів CSN3 у різних популяціях голштинської худоби в різних країнах дещо вирізняється. Зокрема, частота бажаного алеля B була найбільшою в сербській популяції 49 %, іракській – 41 %. Найменшою частотою вирізнялися китайська популяція (14 %), словацька (16,7 %), польська (17 %). Бажаний генотип BB частіше зустрічався у сербській популяції голштинської породи – 23 %. Найменшою частотою даного генотипу характеризувалися іранська (2,9 %), словацька (2,8 %) та канадська (2,7 %) популяції. Гомозиготні генотипи AA частіше зустрічалися у єгипетській та китайській популяціях, відповідно 85 та 74 %. Гетерозиготи були напoширенішими в Іранській (82 %) та індозеньській популяціях (65 %). Серед досліджуваних корів голштинської породи, тварини з генотипом AA складала більшість – 57,0%, гетерозиготні тварини AB – 34,5%. Інші генотипи зустрічалися рідше – AE 5,8 %; BB – 0,9%; BE – 1,8 %. У італійської бурої худоби за геном капа-казеїну виявлено генотипи AA (4,8%), AB (36,2 %) та BB (59,0 %). Частота бажаного алеля B становила 35%, алеля A – 64 %, E – 1 %. У тварин голштинської породи частіше зустрічався генотип AA (55 %), а бажаний генотип BB взагалі не зустрічався [5, 7, 12, 17, 23].

**Мета дослідження** – встановити вплив генотипу за капа-казеїном на господарсько-корисні ознаки тварин української чорно-рябої молочної породи.

**Матеріал і методи досліджень.** Проведено генотипування 25 голів великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи, що належать племінному заводу Державного підприємства «Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН». Визначення поліморфізму гена ка-

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

Зразки крові відбирали у моновети об'ємом 2,7 мл ("Sarstedt", Німеччина) з подальшим заморожуванням зразків та їх зберіганням за -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 ампліфікації фрагменту гена використовували праймери:

5'-GAAATCCSTACCATCAATACC-3 ';

5'-CCATCTACGCTAGTTTAGATG-3 '[22].

Для рестрикції гена капа-казеїну використовували рестриктазу HinfI [16, 18]. Після рестрикції виявляли фрагменти довжиною 113, 91, 49 п.н. (тварини генотипу AA); 224, 113, 91, 49 п.н. (тварини генотипу АВ); 224 та 49 п.н. (тварини генотипу ВВ) [15].

Електрофоретичне розділення рестриктних фрагментів ДНК проводили відповідно до методичних рекомендацій [1].

Було сформовано три дослідні групи з генотипами за капа-казеїном AA, АВ та ВВ.

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

Для відбору проб молока використовували лічильник – індикатор ІУ-1. Пробу молока зберігали у пластиковій ємкості (25 мл) та консервували її розчином хромпіку (10 %) в кількості 0,2 мл. Проаналізовано біохімічний склад молока від трьох корів кожного генотипу (A1A1, A1A2, A2A2) кожної досліджуваної породи. Вміст складників молока визначали у лабораторії Сумського національного аграрного університету на обладнанні Ultrasonic milk analyzer Master Classic.

Результати досліджень обробляли методами математичної статистики засобами паке-

ту «Statistica-6.1» у середовищі Windows на ПЕОМ.

**Результати власних досліджень та їх обговорення.** Проаналізовано вплив генотипу за капа-казеїном на динаміку живої маси телиць о 18-ти місячного віку. Достовірно значущого впливу даного фактора на показники живої маси в усі досліджувані періоди не виявлено. В усі досліджувані періоди перевагу за живою масою мали тварини з гомозиготним генотипом AA. Вони переважали стандарт породи та середні показники по стаду починаючи з 9-ти місячного віку. Тварини з гомозиготним генотипом ВВ та гетерозиготним АВ, поступаючись середнім показниками по стаду, з 12-ти місячного віку переважали стандарт породи. При цьому статистично значущої різниці за живою масою в різні вікові періоди між тваринами різних генотипів не встановлено (табл. 1).

Тобто генотип тварин не впливав на ріст телиць. Це свідчить про те, що у разі створення стад тварин з бажаним генотипом ВВ показники росту ремонтних телиць не будуть погіршуватись.

Відтворна здатність є однією з фундаментальних основ молочного скотарства. Нами досліджено показники відтворної здатності у телиць та корів-первісток. Найменшим віком першого осіменіння вирізнялися тварини з генотипом AA, а найвищим – з генотипом ВВ. Тварини з генотипом AA мали середній вік першого осіменіння, який був меншим від середнього значення по стаду. При цьому жива маса у цих тварин була більшою і вищою, ніж середні показники по стаду. Тенденції середніх показників віку першого отелення збігалися з показниками віку першого осіменіння. Тривалість сервіс-періоду в середньому по стаду становила 130 днів. Найменшою вона була у тварин з гомозиготним генотипом ВВ, причому різниця була статистично значущою. Відповідно тривалість міжотельного періоду та значення коефіцієнту відтворної здатності найменшими були у гомозиготних (ВВ) тварин. При цьому різниця була статистично значуща (табл. 2).

Таблиця 1 – Залежність живої маси телиць від генотипу за капа-казеїном

Генотип	n	Жива маса у віці, кг				
		6 міс.	9 міс.	12 міс	15 міс.	18 міс.
AA	14	164±4,9	245±2,8	319±7,6	393±8,5	446±5,6
AB	7	146±8,9	224±9,5	302±12,3	372±12,3	429±10,7
BB	4	144±8,1	221±14,3	382±13,0	382±13,0	428±4,6
У середньому по стаду	25	156±4,2	235±6,0	385±6,3	385±6,3	439±4,6

Таблиця 2 – Залежність показників відтворної здатності від генотипу за капа-казеїном

Генотип	n	Показники						
		вік першого осіменіння, днів	жива маса при першому осіменінні, кг	вік першого отелення, днів	надій за I лактацією, кг	тривалість сервіс-періоду (I лактація), днів	тривалість між отельного періоду (I-II лактація), днів	коефіцієнт відтворної здатності
AA	14	435±24,1	395±5,2	713±23,6	6183±251,6	138±17,1	419±16,5	1,15±0,045
AB	7	460±15,9	365±8,0 <sup>1</sup>	741±15,4	6272±276,5	139±13,9	419±15,7	1,15±0,043
BB	4	469±8,7	382±9,8	771±24,2 <sup>1</sup>	5532±283	94±9,1 <sup>1,2</sup>	361±18,9 <sup>1,2</sup>	0,99±0,032 <sup>1,2</sup>
У середньому по стаду	25	447±14,3	385±4,67	730±14,7	6104±169,7	130±10,6	409±11,2	1,12±0,031

**Примітка:** 1 - P<0,05; (по відношенню до тварин з генотипом AA),  
2 - P<0,05; (по відношенню до тварин з генотипом AB).

Слід враховувати, що за надоем за першу лактацію тварини з бажаним генотипом (BB) поступалися тваринам інших генотипів та середньому значенню по стаду. Однак тварини всіх генотипів перевищували стандарт породи за надоем. Гомозиготні (AA) тварини перевищували його на 2783 кг, гетерозиготні (AB) – на 2872 кг, гомозиготні (BB) – на 2132 кг.

породи, а за вмістом білка до вимог стандарту можна прирівняти лише тварин з бажаним BB-генотипом. Вміст казеїну був найбільшим у тварин цієї ж групи. Як за вмістом сухої речовини, так і сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) перевагу мали тварини з гомозиготним генотипом BB. За вмістом лактози перевагу мали тварини з генотипом AA.

Таблиця 3 – Біохімічні показники молока в залежності від генотипу за капа-казеїном

Генотип	n	Вміст, %					
		жиру	казеїну	лактози	сухої речовини	СЗМЗ	білка
AA	8	4,04±0,172	2,66±0,108	4,84±0,074	12,5±0,294	8,45±0,125	2,90±0,105
AB	6	3,92±0,128	2,74±0,113	4,78±0,061	12,4±0,230	8,45±0,108	2,98±0,106
BB	3	4,04±0,210	2,96±0,065	4,72±0,115	12,6±0,400	8,59±0,185	3,17±0,070*
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

**Примітка:** \* P<0,05; (по відношенню до тварин з генотипом AA).

Загальновідомо, що генотип за капа-казеїном впливає на біохімічний склад молока та його технологічні властивості. Було вивчено біохімічний склад молока первісток. Встановлено, що тварини з бажаним гомозиготним генотипом (BB) мають більший уміст жиру та білка в молоці. Встановлено, що середній уміст жиру в молоці у тварин гомозиготних генотипів AA та BB був однаковий, їм незначно поступалися тварини з гетерозиготним генотипом AB (табл. 3).

За вмістом білка статистично достовірно переважали тварини з генотипом BB. При цьому слід відмітити, що за вмістом жиру в молоці тварини всіх генотипів відповідали стандарту

**Висновки.** Тварини української чорно-рябої молочної породи майже за всіма показниками молочної продуктивності відповідали стандарту породи. Між тваринами різних генотипів за капа-казеїном встановлено відмінності за окремими господарсько-корисними ознаками. Слід зазначити, що в різні періоди та за різними ознаками вона сильно варіювала, а в окремих випадках була статистично значущою. Вищим середнім надоем за першу лактацією характеризувались гетерозиготні первістки, а кращі показники відтворної здатності мали гомозиготні (BB) тварини. За показниками росту та розвитку переважали гомозиготні (AA) тварини.

Можна констатувати, що формування стад з генотипом ВВ за капа-казеїном не матиме негативного достовірного впливу на господарськокорисні ознаки тварин, отже забезпечить збереження бажаних показників продуктивності худоби стад нового типу.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гааль Э., Медьеша Г., Верецкей. Л. Электрофорез в разделении биологических макромолекул. М.: Мир, 1982. 446 с.
2. Шкурко Т. П., Иванов О. И., Иванов И. А., Оцінка молочної продуктивності первісток голштинської породи за геном капа-казеїну. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровська, 2017. № 3. С. 56–59.
3. Породные особенности аллельного профиля генов, контролирующих молочную продуктивность крупного рогатого скота/ М. И. Селионова и др. Агробиотехника. 2019. №2 (1). С. 1–12. DOI:10.15838/alt.2019.2.1.3
4. Milk protein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis/N. Amalfitano et al. J. Dairy Sci. 2018. Vol. 102. P. 2903–2917. DOI:10.3168/jds.2018-15524
5. Anggraenia A., Sumantrib C., Farajallah A., Andreas E. Kappa-Casein Genotypic Frequencies in Holstein-Friesian Dairy Cattle in West Java Province. Media Peternakan. 2010. Vol. 33 (2). P. 61–67.
6. Genetic polymorphism of the kappa-casein gene in Brazilian cattle/ A. Azevedo et al. Genetics and Molecular Research. 2008. Vol. 7 (3). P. 623–630.
7. Bezdíček J. Allele and genotype frequencies of milkprotein kappa-casein (CSN3) in artificial insemination bulls of czech fleckvieh and holstein breed. Sborník mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v brně. 2007. Vol. 5, P. 17–22.
8. Bonfatti V., Chiarot G., Carnier P. Glycosylation of k-casein: Genetic and nongenetic variation and effects on rennet coagulation properties of milk. J. Dairy Sci. 2014. Vol. 97. P. 1961–1969. DOI:10.3168/jds.2013-7418
9. Botaro B., Vinícius Y., Simões C. Effect of the kappa-casein gene polymorphism, breed and seasonality on physicochemical characteristics, composition and stability of bovine milk. Revista Brasileira de Zootecnia. 2009. Vol. 38 (12). P. 2447–2454. DOI: 10.1590/S1516-35982009001200022
10. Genetic polymorphism and association of kappa-casein gene with milk production traits among Frieswal (HF × Sahiwal) cross breed of Indian origin/R. Deb et al. Journal of Veterinary Research, Shiraz University IJVR. 2014. Vol. 15 (4). P. 406–408.
11. DNA-based identification of novel bovine casein gene variants/J. Gallinat et al. J. Dairy Sci. January. 2013. Vol. 96 (1). P. 699–709. DOI:10.3168/jds.2012-5908
12. Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows/F. Gustavsson et al. J. Dairy Sci. 2013. Vol. 97. P. 3866–3877. DOI:10.3168/jds.2013-7312
13. Factors influencing chymosin-induced gelation of milk from individual dairy cows: Major effects of casein micelle size and calcium/F. Gustavsson et al. International Dairy Journal, 2014. Vol. 39(1). P. 201–208.
14. Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk/ J. M. L. Heck et al. Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 92(3). P. 1192–1202. DOI:10.3168/jds.2008-1208
15. Kaminski S., Figiel L. Kappa-casein genotyping of Polish Black-and-White Holstein-Friesian bulls by polymerase chain reaction. Genetica Polonica. 1993. Vol. 34. P. 65–72.
16. Klauzinska M., Siadkowska E., Grochowska R. Polymorphism of molecular-genetic systems in the Polish red cattle. Tsitol Genet. 2001. Vol. 35 (1). P. 58–60.
17. Lateef Y. M., Hamad R. Effect of mutation site of k-casein gene on protein quantity, composition, and other milk constituents in Holstein cows. J. Pharm. Sci. 2019. Vol. 11(2). P. 398–401.
18. Leveziel H., Metenier L., Mahe M. Identification of the two common alleles of the bovine k-casein locus by the RFLP technique, using the enzyme Hind III. Genet. Sel. Evol. 1988. Vol. 20. 247 p.
19. Frelich Joint effects of CSN3 and LGB genes on milk quality and coagulation properties in Czech Fleckvieh/J. Matějčíček et al. Czech J. Anim. Sci. 2008. Vol. 53(6). P. 246–252.
20. Association of HindIII-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in holstein cattle/M. Miluchová et al. Acta Biochimica Polonica. 2018. Vol. 65 (No 3). P. 403–407. DOI:10.18388/abp.2017\_2313.
21. Molee A., Poompramun C., Mernkrathoke P. Effect of casein genes - beta-LGB, DGAT1, GH, and LHR - on milk production and milk composition traits in crossbred Holsteins. Genetics and Molecular Research. 2015. Vol. 14. № 1. P. 2561–2571.
22. Pinder S. J., Perry B. N., Skidmore C. J. Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of polymerase chain reaction. Anim. Genet. 1991. Vol. 22. P. 11–20.
23. Poulsen N., Glantz M., Rosengaard N., Paulsson M., Larsen L. Comparison of milk protein composition and rennet coagulation properties in native Swedish dairy cow breeds and high-yielding Swedish Red cows. J. Dairy Sci. Vol. 100. P. 8722–8734. DOI:10.3168/jds.2017-12920
24. Sitkowska B., Neja W., Wiśniewska E. Relations between kappa-casein polymorphism (CSN3) and milk performance traits in heifer cows. Journal of Central European Agriculture. 2008. Vol. No 4. P. 641–644.
25. Zambrano B., Cabrera E., Portilla S., Galindo R. Kappa casein genotypes and curd yield in Holstein cows. Rev Colomb Cienc Pecu. 2010. Vol. 23. P. 422–428.
26. Potential influence of κ-casein and β-lactoglobulin genes in genetic association studies of milk quality traits/ J. Zepeda-Batista et al. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2017. Vol. 30 (12). P. 1684–1688. DOI:10.5713/ajas.16.0481

## REFERENCES

1. Gaal, E., Medeshi, G., Veretskey, L. (1982). *Elektroforez v razdelenii biologicheskikh makromolekul* [Electrophoresis in the separation of biological macromolecules]. Moscow, Mir, 446 p.
2. Shkurko, T. P., Ivanov, O. I., Ivanov, I. A. (2017). Otsinka molochnoi produktyvnosti pervistok holshtynskoi porody za henom kapa-kazeinu [Estimation of milk productivity of Holstein breed firstborns by kappa-casein gene]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahrarno-ekonomichnoho universytetu* [Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University]. Dnipropetrovsk, no. 3, pp. 56–59.
3. Selionova, M. I., Chizhova, L. N., Surzhikova, E. S., Sharko, G.N., Mihajlenko, T. N., Chudnovec, A. I. (2019). Porodnye osobennosti allelnogo profilya genov, kontroliruyushchih molochnyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota [Breed features of the allelic profile of genes that control milk production in cattle]. *Agrozootekhnika* [Agrosotechnics]. no. 2 (1), pp. 1–12. DOI:10.15838/alt.2019.2.1.3
4. Amalfitano, N., Cipolat-Gotet, C., Cecchinato, A., Malacarne, M., Summer, A., Bittante, G. (2018). Milkprotein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis. *J. Dairy Sci.* no. 102, pp. 2903–2917. DOI:10.3168/jds.2018-15524
5. Anggraenia, A., Sumantrib, C., Farajallah, A., Andreas, E. (2010). Kappa-Casein Genotypic Frequencies in Holstein-Friesian Dairy Cattle in West Java Province. *Media Peternakan*, no. 33 (2), pp. 61–67.
6. Azevedo, A., Nascimento, C., Steinberg, R., Carvalho, M., Peixoto, M., Teodoro, R., Verneque, R., Guimarães, S. Machado, M. (2008). Genetic polymorphism of the kappa-casein gene in Brazilian cattle. *Genetics and Molecular Research*. no. 7 (3), pp. 623–630.
7. Bezdíček, J. (2007). Allele and genotype frequencies of milkprotein kappa-casein (CSN3) in artificial insemination bulls of czech fleckvieh and holstein breed. *Sborník mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v brně*. no.5, pp. 17–22.
8. Bonfatti, V., Chiarot, G., Carnier, P., (2014). Glycosylation of k-casein: Genetic and nongenetic variation and effects on rennet coagulation properties of milk. *J. Dairy Sci.* no. 97, pp. 1961–1969. DOI:10.3168/jds.2013-7418
9. Botaro, B., Vinícius, Y., Simões, C. (2009). Effect of the kappa-casein gene polymorphism, breed and seasonality on physicochemical characteristics, composition and stability of bovine milk. *Revista Brasileira de Zootecnia*. no. 38(12), pp. 2447–2454. DOI: 10.1590/S1516-35982009001200022
10. Deb, R., Singh, U., Kumar, S., Singh, R., Sen-gar, G., Sharma, A., (2014). Genetic polymorphism and association of kappa-casein gene with milk production traits among Frieswal (HF × Sahiwal) cross breed of Indian origin. *Journal of Veterinary Research, Shiraz University IJVR*. no. 15 (4), pp. 406-408.
11. Gallinat, J., Qanbari, S., Drögemüller, C., Pimentel, E., Thaller, G., Tetens, J. (2013). DNA-based identification of novel bovine casein gene variants. *J. Dairy Sci.* no. 96 (1), pp. 699–709. DOI:10.3168/jds.2012-5908
12. 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. DOI:10.3168/jds.2013-7312
13. Gustavsson, F., Glantz, M., Buitenhuis, A., Lindmark, M., Stalhammar, H., Andren, A., Paulsson, M. (2014). Factors influencing chymosin-induced gelation of milk from individual dairy cows: Major effects of casein micelle size and calcium. *International Dairy Journal*, no. 39(1), pp. 201-208.
14. Heck, J. M. L., Schennink A., van Valenberg H. J. F., Bovenhuis H., Visker, M. H. P. W., van Arendonk, J. A. M., van Hooijdonk, A. C. M. (2019). Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk, *Journal of Dairy Science*. no. 92(3), pp. 1192–1202. DOI:10.3168/jds.2008-1208
15. Kaminski, S., Figiel, L. (1993). Kappa-casein genotyping of Polish Black-and-White Holstein-Friesian bulls by polymerase chain reaction. *Genetica Polonica*. no. 34, pp. 65–72.
16. Klauzinska, M., Siadkowska, E., Grochowska, R. (2001). Polymorphism of molecular-genetic systems in the Polish red cattle. *Tsitol Genet.* no. 35 (1), pp. 58–60.
17. Lateef, Y. M., Hamad, R. (2019). Effect of mutation site of k-casein gene on protein quantity, composition, and other milk constituents in Holstein cows. *J. Pharm. Sci.* no. 11(2), pp. 398-401.
18. Leveziel, H., Metenier, L., Mahe, M. (1988). Identification of the two common alleles of the bovine k-casein locus by the RFLP technique, using the enzyme Hind III. *Genet. Sel. Evol.* no. 20, 247 p.
19. Matějček, J., Matějčková, M., Štípková, O., Hanuš, V., Genčurová, J., Kysel'ová, E., Němcová, T., Kott, J., Šefrová, M. Krejčová, S. Melčová, I. Hölzelová, J. Bouška, J. (2008). Frelich Joint effects of CSN3 and LGB genes on milk quality and coagulation properties in Czech Fleckvieh. *Czech J. Anim. Sci.* no. 53(6), pp. 246–252.
20. 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 (No 3), pp. 403–407. DOI:10.18388/abp.2017\_2313.
21. Molee, A., Poompramun, C., Mernkrathoke, P. (2015). Effect of casein genes - beta-LGB, DGAT1, GH, and LHR - on milk production and milk composition traits in crossbred Holsteins. *Genetics and Molecular Research*. no. 14 (1), pp. 2561–2571.
22. Pinder, S. J., Perry, B. N., Skidmore, C. J. (1991). Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of polymerase chain reaction. *Anim. Genet.* no. 22, pp. 11–20.
23. Poulsen, N., Glantz, M., Rosengaard, N., Paulsson, M., Larsen, L. (2017). Comparison of milk protein composition and rennet coagulation properties in native Swedish dairy cow breeds and high-yielding Swedish Red cows. *J. Dairy Sci.* no. 100, pp. 8722–8734. DOI:10.3168/jds.2017-12920

24. Sitkowska, B., Neja, W. Wiśniewska, E. (2008). Relations between kappa-casein polymorphism (CSN3) and milk performance traits in heifer cows. *Journal of Central European Agriculture*. no. 4, pp. 641–644.

25. Zambrano, B., Cabrera, E., Portilla, S. Galindo, R. (2010). Kappa casein genotypes and curd yield in Holstein cows. *Rev Colomb Cienc Pec.* no. 23, pp. 422–428.

26. Zepeda-Batista, J., Saavedra-Jiménez, A., Ruíz-Flores, A., Núñez-Domínguez, R., Ramírez-Valverde, L. (2017). Potential influence of  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin genes in genetic association studies of milk quality traits. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. no 30 (12), pp. 1684–1688. DOI:10.5713/ajas.16.0481

#### Formation of economically useful traits in cows of ukrainian black-and-white dairy breed of different genotypes by kappa-casein

Ladyka V., Pavlenko Y., Sklyarenko Y., Drevytska T., Dosenko V.

The influence of kappa casein genotype on the formation of economically useful traits of Ukrainian black-and-white dairy cattle has been studied. Genotyping of 25 heads of cattle of the Ukrainian black-and-white dairy breed belonging to the Breeding Plant of the State Enterprise "Research Farm of the Institute of Agriculture of Northern East of NAAS" was carried out. Determination of polymorphism of the kappa-casein gene was performed in the genetic laboratory of the Bogomolets Institute of Physiology of NAS using molecular biological analysis of allele recognition by polymerase chain reaction (PCR) in real time. To assess the economically useful features used an electronic database of SUMS "Orsek". The content of milk components was determined in the laboratory of Sumy National Agrarian University on the equipment Ultrasonic milk analyzer Master Classic.

It was found that the animals met the breed standard in almost all indicators of milk productivity. Between animals of different genotypes the difference on separate economically useful signs is revealed. However, in different periods and on different grounds,

it varied greatly, and in some cases it was statistically significant. The genotype for kappa-casein did not have a significant effect on live weight in all study periods. Animals with the AA genotype predominated on this trait of animals of other genotypes. At the same time, animals of all studied genotypes in almost all age periods exceeded the breed standard.

According to the results of the assessment of the reproductive capacity of animals, it was found that the youngest age of the first insemination is characteristic of animals with genotype AA, and the highest - with genotype BB. The age of first insemination in animals with genotype AA was less than the average for the herd. The live weight of these animals was the largest and was higher than the average for the herd. The average duration of the service period for the herd was 130 days. It was lowest in animals with homozygous BB genotype ( $P < 0.05$ ). Accordingly, the duration of the period between calving and the value of the reproductive capacity were the lowest in homozygous (BB) animals ( $P < 0.05$ ).

The level of average milk yield of an animal with the desired genotype (BB) was lower than the average yield of animals with other studied genotypes. They were also inferior to the average indicator of the herd. The level of milk yield of animals of all genotypes was higher than the breed standard. It was found that the average fat content in the milk of animals of homozygous genotypes AA and BB slightly prevailed over animals with heterozygous genotype AB. Animals with the BB genotype ( $p < 0.05$ ) were statistically significantly superior in protein content. Compliance with the breed standard in terms of fat content in milk is positive, and only homozygous (BB) animals met the standard in terms of protein content. In terms of dry matter content, dry non-fat milk residue, casein, animals with homozygous BB genotype were preferred. In terms of lactose content, animals with the AA genotype were preferred.

It is proved that the formation of herds with BB genotype for kappa-casein will not have a negative impact on the economically useful characteristics of animals.

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



Copyright: Ладика В.І. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Ладика В.І.

Павленко Ю.М.

Скляренко Ю.І.

Древицька Т.І.

Досенко В.Є.

<https://orcid.org/0000-0001-6748-7616>

<https://orcid.org/0000-0002-4128-122X>

<https://orcid.org/0000-0002-6579-2382>

<https://orcid.org/0000-0002-3192-4682>

<https://orcid.org/0000-0002-6919-7724>