

УДК 636.082.064

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ЗА ГЕНОМ β -КАЗЕЇНУ ПЛІДНИКІВ, ДОПУЩЕНИХ ДО ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНІ У 2020 РОЦІ

Ладика В.І.¹ , Скляренко Ю.І.² , Павленко Ю.М.¹ ¹ Сумський національний аграрний університет² Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН E-mail: Sklyrenko9753@ukr.net

Ладика В.І., Скляренко Ю.І., Павленко Ю.М. Характеристика генетичної структури за геном β -казеїну плідників, допущених до використання в Україні у 2020 році. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 1. С. 39–45.

Ladyka V.I., Sklyarenko Yu.I., Pavlenko Yu.M. Kharakterystyka henetychnoi struktury za genom β -kazeinu plidnykiv, dopushchennykh do vykorystannia v Ukraini u 2020 rotsi. Zbiryk naukovykh prats «Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynyntstva», 2020. № 1. Pp. 39–45.

Рукопис отримано: 24.04.2020 р.

Прийнято: 08.05.2020 р.

Затверджено до друку: 25.05.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-39-45

Актуальним питанням селекції молочної худоби є вивчення взаємозв'язку спадкових чинників, які обумовлюють типи білків у молоці. Казеїн є основним компонентом молочних білків і представлений трьома фракціями – альфа (CSN1S1), бета (CSN2) і капа (CSN3). Вміст окремих фракцій казеїну залежить від породи корів. Науковці зазначають про сприяння білків молока, зокрема β -казеїну, захворюваності людей на діабет першого типу, шизофренію, аутизм та синдром раптової смерті немовляти. Економічним складником, що забезпечить привабливість створення молочних стад, укомплектованих тваринами з генотипом A_2A_2 , є більша ціна на молочну сировину порівняно зі звичайним молоком. Метою роботи є оцінювання генотипу за геном бета-казеїну бугаїв-плідників, які допущені до використання в господарствах України у 2020 році. Встановлено, що більшість бугаїв-плідників, яких допущено до використання, оцінено за генотипом бета-казеїну. Найбільшу частку бугаїв з бажаним генотипом A_2A_2 відмічено у бугаїв червоної данської та червоної норвезької порід. Більшою часткою генотипів A_1A_1 характеризуються бугаї голштинської породи червоно-рябої масті. Найбільшу частку бажаного алеля A_2 виявлено у бугаїв червоної данської, червоної норвезької та джерсейської порід. Меншою часткою цього алеля характеризувалися плідники голштинської та айрширської порід. Встановлено, що застосування спермопродукції бугаїв, допущених до використання у 2020 році, з генотипом A_2A_2 за β -казеїном на маточному поголів'ї худоби вітчизняних порід покращить господарсько корисні ознаки потомства і сприятиме отриманню бажаного генотипу корів.

За даними дослідження генотипу бугаїв-плідників голштинської та швіцької порід, яких використовували в племінних господарствах Сумської області впродовж останніх трьох років, встановлено, що на племрепродукторах та племзаводах використовували 38 бугаїв-плідників голштинської породи, серед яких 11 % було оцінено за геном β -казеїну, з 12 бугаїв швіцької породи, яких використовували в господарствах області, лише 42 % було оцінено за генотипом β -казеїну. Це підтверджує, що роботу з формування молочних стад, укомплектованих тваринами з генотипом A_2A_2 , у Сумській області не проводили.

Ключові слова: порода, бугай-плідник, β -казеїн, генотип, алель, молочна продуктивність дочок.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Порода молочної худоби суттєво впливає на біохімічний склад молока [1]. Дослідники стверджують, що генотип тварини має важливе значення у формуванні білкових фракцій молока [2], тому певний інтерес становить вивчення взаємозв'язку спадкових чинників, які обумовлюють типи білків у молоці [3, 4]. Сучас-

ні дослідження довели, що поліморфізм генів генотипів штучних і природних популяцій – необхідна умова успішної селекції [5].

Казеїн є основним компонентом молочних білків. Він представлений трьома фракціями – альфа (CSN1S1), бета (CSN2) і капа (CSN3). β -казеїн становить 24–28 % всього молочного білка. За даними Kučerova J. [6], у генотипова-

них тварин виявлено чотири алелі (A_1 , A_2 , A_3 і B) локусу CSN2.

Вміст окремих фракцій казеїну суттєво різниться у тварин різних порід. Різні генетичні варіанти казеїну мають значні відмінності за ознаками виробництва молока, складом молока та його технологічними властивостями, складом білків [7].

За даними досліджень науковців, спостерігається значний взаємозв'язок між білком молока та захворюваністю людей на діабет першого типу. Крім того, такі неврологічні розлади як шизофренія, аутизм і синдром раптової смерті немовляти також можуть бути спричинені споживанням корів'ячого молока [9, 10, 14].

У багатьох медичних статтях є посилення на зв'язок між розвитком ішемічної хвороби серця та специфічним споживанням молочного білка. Крім того, у деяких популяціях, таких як Масаї (східноафриканські) та Самбуру (Північний Кіан), майже не виявлено хвороб серця, незважаючи на дієту, багату тваринним молоком. Однак це було молоко, отримане від породи, яка є носієм винятково алеля A_2 β -казеїну. Мешканці західних країн, які аналогічно споживали молоко корів голландської, джерсейської та інших порід, мали вищий рівень захворюваності на ішемічну хворобу серця, ніж мешканці країн з низьким споживанням молока [9].

Дослідники [10] стверджують, що молоко, отримане від корів з генотипом A_1A_1 за β -казеїном, негативно впливає на стан здоров'я людини. Особливо це небезпечно для немовлят, які знаходяться на штучному вигодовуванні. Це молоко також негативно впливає на людей, які схильні до алергій та серцево-судинних захворювань. Молоко, яке містить алейний варіант A_2 β -казеїну, вважається низькоалергенним у порівнянні з варіантом A_1 .

Кузьменко Н. Б. [11] зазначає, що вилучення із раціону фракції A_1 β -казеїну може бути профілактикою як порушень моторики кишечника, перетравлення лактози, так і проблем, пов'язаних із місцевою імунною відповіддю.

Селекційно-генетичні методи створення молочного стада із заданими характеристиками мають передбачати проведення селекційних заходів, оснований на підборі батьківських пар за результатами генетичних досліджень, зокрема з метою досягнення бажаного співвідношення алелів β -казеїну в генотипі потомства. Доведено, що найбільш актуальним і затребуваним є відбір тварин за певними білками молока – фракціями казеїну [12].

Частота генотипу A_2A_2 у бугаїв-плідників голштинської породи становить 48 %, гетерозиготи

A_1A_2 – 25 %, гомозиготи A_1A_1 – 27 %. У бугаїв айрширської породи – 22, 47, 31 % відповідно [14]. Parashar A. [15] наводить дані, що частота алеля A_1 у гернсейської породи знаходиться в межах 4–2 %, швіцької – 34–30, джерсейської – 50–37, голштинської – 56–47, айрширської – 60–51, червоної данської – 77 %. Кононова Л.В. [10] зазначає, що гернсейській та симентальській породам притаманне превалювання варіанта алеля A_2 над A_1 . Водночас автор стверджує, що для гернсейської породи відношення A_2 до A_1 становить 9,6:0,4, а для симентальської – 7,1:2,9.

Отже, проведення ДНК-моніторингу співвідношення алелів β -казеїну в генотипі бугаїв дасть змогу прогнозувати можливість створення молочних стад з запрограмованою якістю молока.

Мета дослідження – вивчення наявності передумов для створення в Україні молочних стад, укомплектованих тваринами з генотипом A_2A_2 за геном β -казеїну.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили способом аналізу даних Каталогу бугаїв молочних і молочно-м'ясних порід для відтворення маточного поголів'я в 2020 році. Проаналізовано за генотипом β -казеїну бугаїв голштинської ($n=872$), симентальської ($n=17$), монбельярдської ($n=13$), джерсейської ($n=59$), червоної данської ($n=8$), червоної норвезької ($n=7$), швіцької ($n=17$), айрширської ($n=8$) порід, оцінених за якістю потомства традиційним методом та геномно.

Крім того, було використано сайт DairyBulls.com – єдину у світі нейтральну платформу для пошуку бугаїв-плідників за кількома генетичними базами даних, для аналізу оцінки бугаїв-плідників. Проаналізовано показники щодо надоя (Milk), кількості молочного жиру (Fat), білка (Prot) та окремі економічні індекси: індекс прибутку за сиром (Life time Cheese Merit \$) – показник, створений для виробників молока, що реалізують його для виробництва сиру (оплата за компоненти); індекс прибутку за молоком (Life time Fluid Merit \$) – для виробників молока, які збувають його на ринку питного молока (оплата за обсяг).

Дані досліджень обробляли методами математичної статистики засобами пакета «Statistica-6.1» у середовищі Windows на ПЕОМ [13]. Статистичну обробку даних здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel. Статистичну значущість різниці між груповими середніми величинами оцінювали за критерієм достовірності Стьюдента (t). Різницю між середніми значеннями вважали статистично значущою за $P<0,05$ (¹), $P<0,01$ (²), $P<0,001$ (³).

Результати дослідження та їх обговорення.

Згідно з аналізом даних Каталогу бугаїв молочних і молочно-м'ясних порід для відтворення маточного поголів'я в 2020 році було встановлено, що з 872 бугаїв голштинської породи, допущених до використання, за генотипом β-казеїну – 61 %. З 59 джерсейців оцінено – 83 %; 17 швіців – 77; 17 симентальців – 53; 13 монбельярдів – 62; 8 червоної данської – 100; 7 червоної норвезької – 71; з 8 айрширської – 75 %. Найбільшу частку бугаїв з генотипом A₂A₂ відмічено у бугаїв червоної данської та червоної норвезької порід (рис.1).

Найменшу частку бугаїв-плідників цього генотипу відмічено в айрширській, монбельярдській та голштинській породах. Більшою част-

кою особин з генотипом A₁A₁ характеризувалися бугаї голштинської породи червоно-рябої масті, а тварини джерсейської, монбельярдської та айрширської порід з таким генотипом взагалі відсутні у каталозі. Більшу кількість гетерозиготних генотипів A₁A₂ відмічено серед айрширів та монбельярдів. Серед плідників червоної данської породи гетерозигот не виявлено. Бугаї швіцької породи мали високі значення частоти генотипу A₂A₂. Генотип A₂B (2 гол.) виявлено лише у представників голштинської породи.

Певний науковий інтерес становить частота розподілу алелів гена β-казеїну у бугаїв різних порід, допущених до використання (рис 2).

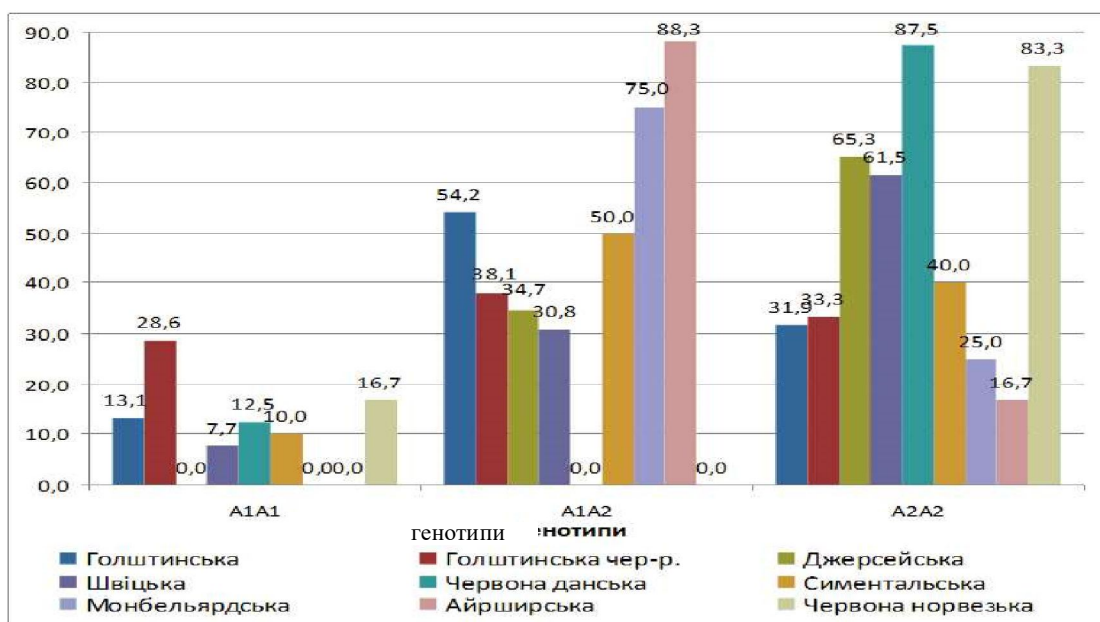


Рис. 1. Генетична структура бугаїв за генотипом β-казеїну, %.

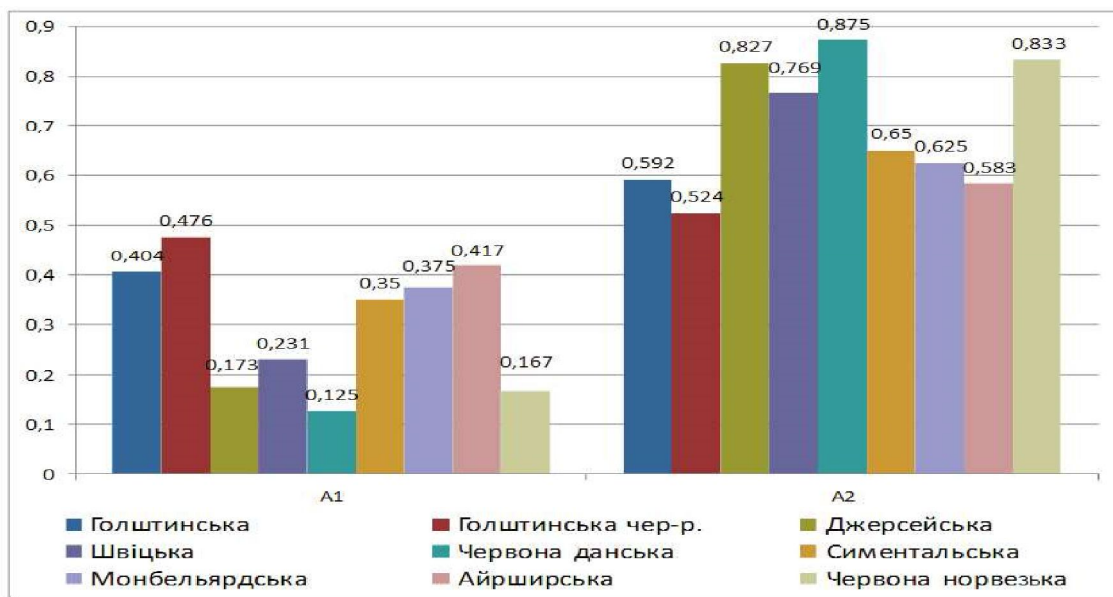


Рис. 2. Частота розподілу алелів гена β-казеїну у бугаїв різних порід.

Найбільшу частку бажаного алеля A_2 виявлено у бугаїв червоної данської, червоної норвезької та джерсейської порід. Меншою часткою цього алеля характеризувалися плідники голштинської та айрширської порід. Бугаї цих порід характеризувалися найбільшою часткою алеля A_1 , бугаї червоної данської – найменшою. Частота алеля B становила 0,004 лише у бугаїв голштинської породи. Частота алеля A_2 у бугаїв швіцької породи становила 0,769.

Використання бугаїв-плідників з генотипом β -казеїну A_2A_2 має покращувати господарсько корисні ознаки нащадків, порівняно з бугаями інших генотипів (A_2A_1 та A_1A_1). Це сприятиме не лише отриманню тварин з бажаним генотипом, а й підтриманню бажаного рівня молочної продуктивності, якості молока, відтворної здатності та тривалості господарського використання корів. Із цією метою було проаналізовано бугаїв-плідників найчисельніше представлених порід у каталозі. Серед бугаїв-плідників голштинської породи статистично значущої різниці за надром між тваринами трьох досліджуваних

генотипів за β -казеїном та середнім за породою (серед бугаїв каталогу) не виявлено. За кількістю молочного жиру у дочок бугаїв голштинської породи з генотипом A_2A_2 переважали бугаї з генотипом A_1A_1 ($P<0,01$) та показники середнього значення породи ($P<0,05$). Червоно-рябі голштинські плідники з генотипом A_2A_2 переважали за цим показником плідників з генотипом A_1A_2 ($P<0,05$). За всіма економічними індексами бугаї голштинської породи (чорно-рябої масті) з генотипом A_2A_2 переважали середній показник за породою ($P<0,05$). Голштинські бугаї з генотипом A_2A_2 переважали тварин з генотипом A_1A_1 ($P<0,01$) за індексом $NM\$$ та бугаїв з генотипом A_1A_2 за $FM\$$ ($P<0,01$), $CM\$$ ($P<0,05$) та $GM\$$ ($P<0,05$). Червоно-рябі голштинські бугаї з генотипом A_1A_2 переважали бугаїв з генотипом A_2A_2 ($P<0,05$) за $NM\$$ та $FM\$$. Серед бугаїв джерсейської породи різницю встановлено лише між бугаями з генотипами A_2A_2 та A_1A_2 за індексом $CM\$$ ($P<0,05$), за переваги перших. Серед бугаїв-плідників швіцької породи статистично значущої різниці не виявлено (табл. 1).

Таблиця 1 – Оцінка бугаїв залежно від генотипу за геном β -казеїну *

Порода	Генотип	Milk	Fat	Prot	NM\$	FM\$	CM\$	GM\$
Голштинська	A_1A_1 (n=64)	1261±80,2	61±2,7	48±2,4	677±25,3	638±24,6	697±26,0	620±24,5
	A_1A_2 (n=265)	1194±35,2	64±1,5	47±1,0	670±14,2	628±13,3	695±14,5	615±13,3
	A_2A_2 (n=156)	1216±49,7	72±2,0 ¹	50±1,4	737±17,1 ¹	683±16,2 ¹	759±18,2 ¹	673±16,7 ¹
Голштинська червоно-ряба	A_1A_1 (n=12)	958±162,4	49±5,4	34±3,1	544±35,1	517±35,4	557±36,2	485±30,7
	A_1A_2 (n=16)	1042±115,2	56±5,3	40±2,8	639±34,5	600±35,3	659±34,7	558±34,0
	A_2A_2 (n=14)	830±138,7	36±5,1	36±2,8	534±39,3	487±37,6	558±40,7	482±40,1
Джерсейська	A_1A_1	-	-	-	-	-	-	-
	A_1A_2 (n=17)	680±124,8	42±5,5	31±4,1	365±31,5	331±26,7	373±31,4	290±34,1
	A_2A_2 (n=32)	848±75,1	52±2,9	39±2,0	433±21,7	380±21,0	451±22,2	332±28,1
Швіцька	A_1A_1 (n=1)	446	21	25	352	306	374	334
	A_1A_2 (n=4)	504±163,9	26±5,2	23±2,6	348±20,6	316±30,0	363±16,8	326±19,0
	A_2A_2 (n=8)	837±226,6	34±5,6	31±7,1	321±50,8	298±47,0	332±53,4	281±49,1
Середнє за породою	Голштинська (n=485)	1203±27,1	66±1,1	48±0,8	689±10,2	643±9,7	712±10,6	631±9,8
	Голштинська червоно-ряба (n=42)	947±78,1	47±3,3	37±1,7	577±22,0	539±21,9	596±22,4	512±20,9
	Джерсейська (n=49)	790±65,7	49±2,7	36±2,0	409±18,3	363±16,8	424±18,7	318±21,9
	Швіцька (n=13)	705±151,2	31±3,9	28±4,4	331±31,2	304±29,5	345±32,7	299±30,6

Примітка: * порівняння проведено до показників середнього за породою.

Отже, використання бугаїв, допущених у 2020 році, з генотипом A_2A_2 на маточному поголів'ї корів вітчизняних порід покращить господарсько корисні ознаки потомства, а також сприятиме отриманню бажаного генотипу корів.

Відомо, що схрещування двох тварин, у обох з яких генотип A_2A_2 , дає 100 % потомство з генотипом A_2A_2 . За схрещування гетерозиготних корів з A_1A_2 з гомозиготними бугаями A_2A_2 можна отримати 50 % тварин з бажаним генотипом. У разі схрещування гомозигот A_1A_1 з гомозиготами A_2A_2 тварин з бажаним генотипом не отримуємо, і необхідно продовжувати використання бугаїв з генотипом A_2A_2 . Отже, створення молочних стад з виробництва молока, яке містить лише бажаний алель $A_2\beta$ -казеїну, вимагає певного часу.

Проаналізовано також бугаїв-плідників голштинської та швіцької порід, яких використовували в племінних господарствах Сумської області впродовж останніх трьох років, щодо їх генотипу за β -казеїном. Встановлено, що на племрепродукторах та племзаводах використовували 38 бугаїв-плідників голштинської породи, серед яких 11 % було оцінено за геном β -казеїну: два з них були гомозиготи A_2A_2 , два – гетерозиготи A_1A_2 . З 12 бугаїв швіцької породи, яких використовували в господарствах області, лише 42 % було оцінено за генотипом β -казеїну: два бугаї з генотипом A_1A_2 , два – гомозиготи A_2A_2 та один – гетерозиготний A_2V . Це є підтвердженням того, що в Сумському регіоні не проводили цілеспрямовану роботу зі створення стад з виробництва молока, яке містить лише бажаний алель $A_2\beta$ -казеїну.

Дані досліджень підтверджують аналогічності, які проведено іншими вченими. Так, частота алеля A_2 становить 0,563 для сірої худоби; 0,400 – пінцгау; 0,750 – румунської червоної [16, 17]. Інші дослідники також зазначають, що молоко від гернсейської, джерсейської та азійських порід великої рогатої худоби містить переважно β -казеїн A_2 . Молоко корів голштинської породи переважно містить β -казеїн A_1 [18, 19, 20, 21].

Висновки. Створена база даних бугаїв-плідників, допущених до використання в Україні, оцінених за генотипом β -казеїну, дає змогу встановити позитивну перспективу можливості формування стад з виробництва молока, яке містить алель $A_2\beta$ -казеїну в Україні. Встановлено, що бугаї різних порід мають різну частоту алелів β -казеїну.

Найбільшою частотою гомозигот A_2A_2 вирізняються бугаї-плідники червоної данської та червоної норвезької порід (відповідно 87,5 та 83,3 %).

Частота розподілу алелів A_2 гена β -казеїну у бугаїв різних порід була вищою у тварин

червоної данської (0,875), червоної норвезької (0,833) та джерсейської (0,822) порід.

Бугаї-плідники генотипу A_2A_2 за показниками продуктивності дочок не поступаються бугаям-плідникам з генотипами A_1A_1 та A_1A_2 , що підтверджує доцільність їх використання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Marchi De M., Dal Zotto R., Cassandro M., Bittante G. Milk Coagulation Ability of Five Dairy Cattle Breeds. *Journal of Dairy Science*. 2007. Vol. 90. No. 8. P. 3986–3992. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-627>
2. Ильина А. В. Генетическая оценка состояния популяционного генофонда крупного рогатого скота Ярославской породы в ОАО «Михайловское» Ярославского района. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2014. № 4 (28). С. 39–43. URL: http://www.yaragrovuz.ru/images/Vestnik_APK/14-4/4-2014_39-43.pdf
3. Хлесткина Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2013. Том 17. № 4/2. С. 1044–1054. URL: <http://www.bionet.nsc.ru/vogis/download/17-4/2/21Khlestkina.pdf>
4. Principal Milk Components in Buffalo, Holstein Cross Indigenous Cattle and Red Chittagong Cattle from Bangladesh. *Islametal / Islam M. A., et al. Asian Australas. J. Anim. Sci.* 2014. Vol. 27. P.886-897.
5. Type I (insulin-dependent) diabetes mellitus and cow milk:casein variant consumption / Elliott R.B., et al. *Diabetologia*. 1999. Vol. 42. P. 292–296. Doi: <https://doi.org/10.1007/s001250051153>
6. Milk protein genes CSN1S1, CSN2, CSN3, LGB and their relation to genetic values of milk production parameters in Czech Fleckvieh / Kučerova J., et al. *Czech Journal Animals Science*. 2006. Vol. 51(6). P. 241–247. URL: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/52288.pdf>
7. Дроздов Е.В., Заякин В.В., Нам И.Я. Анализ полиморфизма генов каппа-казеина, β -лактоглобулина, пролактина, ген рилизинг-фактора и соматотропина по *alui* и *mspi* маркерам у коров айрширской породы. *Вестник Брянского государственного университета*. 2009. № 4. С. 152–156. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-polimorfizma-genov-kappa-kazeina-laktoglobulina-prolaktina-gen-rilizing-faktora-i-somatotropina-po-alui-i-mspi-markeram-u-korov/viewer>
8. Physicochemical characteristic and fermentation ability of milk from Czech Fleckvieh cow related to genetic polymorphisms of β -casein, κ -casein, and β -lactoglobulin / Kyselová J., et al. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2019. Vol. 32. P. 14–22. Doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0924>
9. Ковалюк Н. В., Сацук В. Ф., Ковалюк М. А., Мачульская Е. В. Селекция крупного рогатого скота по полиморфному гену бета-казеина в Краснодарском Крае. *Генетика и разведение животных*. 2019. № 1. С. 22–24. URL: <http://vniigen.ru/zhurnal-1-2019-kovalyuk-n-v/>
10. Кононова Л.В., Сычова О.В., Омарова Р.С. Необыкновенное коровье молоко. *Молочная река*. 2016. № 3 (63). С.62–64.
11. Кузьменко Н.Б., Кузина А.Н. Роль бета-казеина в питании детей первых лет жизни. *Лечащий врач*. 2016. № 01/16. С. 75–80.
12. Трухачев В.И., Олейник С.А., Злыднев Н.З. Методические рекомендации по созданию молочных стад крупного рогатого скота с улучшенными показателями по содержанию белка в молоке на основе аллельных вариантов фракций казеина: рекомендации для зооветеринарных специалистов. *Ставропольский государственный аграрный университет*. 2017. 97 с.
13. Царенко О.М., Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Компьютерні методи в сільському гос-

подарстві та біології. Суми: Університетська книга, 2000. 203 с.

14. Ковалюк Н.В., Сацук В.Ф., Мачульская Е.В., Шахназарова Ю.Ю. Перспективы использования полиморфизма гена β -казеина в селекции крупного рогатого скота молочного направления продуктивности. Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 5. С. 14-16. URL: <http://skotvodstvo.com/Annotations/2018/05/ru/03.html/>

15. Parashar A., Saini R. A1 milk and its controversy-a review. International Journal of Bioassays. 2015. Vol. 4.12. P. 4611-4619. Doi: <https://doi.org/10.21746/ijbio.2015.12.007>

16. Milk Protein Polymorphism Characterization: a Modern Tool for Sustainable Conservation of Endangered Romanian Cattle Breeds in the Context of Traditional Breeding / Gradinaru A., et al. Sustainability. 2018. Vol. 10. Issue 2(534). P. 2-23. Doi: <https://doi.org/10.3390/su10020534>

17. Barany M., Aosze Zs., Buchberger J., Krause I. Genetic Polymorphism of Milk Proteins in Hungarian Spotted and Hungarian Grey Cattle: A Possible New Genetic Variant of β -Lactoglobulin. Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 76. No. 2. P. 630-635. Doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77384-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77384-1)

18. Genetic Polymorphism of β -Casein Gene in Polish Red Cattle-Preliminary Study of A₁ and A₂ Frequency in Genetic Conservation / Cieslinska A., et al. Herd Animals. 2019. № 9.77 p. Doi: <https://doi.org/10.3390/ani9060377>

19. Bobe G., Lindberg G., Freeman A., Beitz D. Short Communication: Composition of Milk Protein and Milk Fatty Acids is Stable for Cows Differing in Genetic Merit for Milk Production. Journal of Dairy Science. 2007. Vol. 90. No. 8. P. 3955-3960. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0099>

20. Marchi De M., Dal Zotto R., Cassandro M., Bittante G. Milk Coagulation Ability of Five Dairy Cattle Breeds. Journal of Dairy Science. 2007. Vol. 90. No. 8. P. 3986-3992. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-627>

21. Effects of β - κ -casein (CSN2-CSN3) haplo types and β -lactoglobulin (BLG) genotypes on milk production traits and detailed protein composition of individual milk of Simmental cows / Bonfatti V., et al. Journal of Dairy Science. 2010. Vol. 93. No. 8. P. 83797-83808. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2778/>

REFERENCES

1. Marchi De, M., Dal Zotto, R., Cassandro, M., Bittante, G. (2007). Milk Coagulation Ability of Five Dairy Cattle Breeds. Journal of Dairy Science. Vol. 90, no. 8, pp. 3986-3992. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-627>

2. Пліна, А. (2014) Генетическая оценка состояния популяционного генотипа крупного рогатого скота Ярославской породы в ОАО «Михайловское» Ярославского района [Genetic assessment of the population of the gene pool of cattle of the Yaroslavl breed in OAO Mikhailovskoye of the Yaroslavl region]. Vestnik APK Verkhnevolzh'ya. [Bulletin of the AIC of the Upper Volga]. no. 4 (28), pp. 39-43. Available at: http://www.yaragrovuz.ru/images/Vestnik_APK/14-4/4-2014_39-43.pdf

3. Khlestkina, E. (2013). Molekulyarny'e markery v geneticheskikh issledovaniyakh i v selekzii [Molecular markers in genetic research and in breeding] Vavilovskij zhurnal genetiki i selekzii [Vavilov Journal of Genetics and Breeding]. Vol. 17, no. 4/2, pp. 1044-1054. Available at: <http://www.bionet.nsc.ru/vogis/download/17-4/2/21Khlestkina.pdf>

4. Islam, M., Alam, M., Islam, M., Khan, M., Ekeberg, D., Rukke, E., Vegarud, G. (2014). Principal Milk Components in Buffalo, Holstein Cross Indigenous Cattle and Red Chittagong Cattle from Bangladesh. Asian Australas Journal Animal Science. Vol. 27, pp. 886-897.

5. Elliott, R., Harris, D., Hill, J., Bibby, N., (1999) Wasmuth H.E. Type I (insulin-dependent) diabetes mellitus and cow milk: casein variant consumption. Diabetologia. Vol. 42, pp. 292-296. Available at: <https://doi.org/10.1007/s001250051153>

6. Kučerová, J., Matějček, A., Jandurova, O., Sorensen, P., Němcová, E., Štípková, M., Kott, T., Bouška, J., Frelich, J. (2006). Milk protein genes CSN1S1, CSN2, CSN3,

LGB and their relation to genetic values of milk production parameters in Czech Fleckvieh. Czech Journal Animals. Science. Vol. 51(6), pp. 241-247. Available at: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/52288.pdf>

7. Drozdov, E., Zayakin, V., Nam, I. (2009). Analysis of polymorphism of genes for kappa-casein, β -lactoglobulin, prolactin, gene for releasing factor and growth hormone by aluI and mspI markers in Ayrshire cows [Analysis of polymorphism of the genes of kappa-casein, β -lactoglobulin, prolactin, the gene for releasing factor and growth hormone by aluI and mspI markers in cows of Ayrshire breed]. Bulletin of the Bryansk State University. [Bulletin of the Bryansk State University]. no. 4, pp. 152-156. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-polimorfizma-genov-kappa-kazeina-laktoglobulina-prolaktina-gen-rilizing-faktora-i-somatotropina-po-alui-i-mspi-markeram-u-korov/viewer>

8. Kyselová, J., Ječmínková, K., Matějčková, J., Hanuš, O., Kott, T., Štípková, M., Krejčová, M. (2019). Physicochemical characteristic and fermentation ability of milk from Czech Fleckvieh cow sarrerelated to genetic polymorphisms of β -casein, κ -casein, and β -lactoglobulin. Asian-Australas J AnimSci. Vol. 32, pp.14-22. Available at: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0924>

9. Kovalyuk, N., Saczuk, V., Kovalyuk, M., Machul'skaya, E. (2019). Selekcziya krupnogo rogatogo skota po polimorfnomu genu beta-kazeina v Krasnodarskom Krae [Cattle selection by the polymorphic beta casein gene in the Krasnodar Territory]. Genetika i razvedenie zhivotny'kh [Genetics and animal breeding]. no.1, pp. 22-24. Available at: <http://vniigen.ru/zhurnal-1-2019-kovalyuk-n-v/>

10. Kononova, L., Sy'chova, O. (2016). Neoby'knovennoe korov'e moloko [Unusual cow's milk]. Molochnaya reka [Milk river]. no. 3(63), pp. 62-64.

11. Kuz'menko, N., Kuzina, A. (2016). Rol' beta-kazeina v pitaniidetej pervy'kh let zhizni [The role of beta-casein in the diet of the first years of life]. Lechashhij vrach [Attending doctor]. no. 01(16), pp.75-80.

12. Trukhachev, V.I., Olejnik, S.A., Zly'dnev, N.Z. (2017) Metodicheskie rekomendaczii po sozdaniyu molochny'kh stad krupnogo rogatogo skota s uluchshenny'mi pokazatelyami po soderzhaniyu belka v moloche na osnove allel'ny'kh variantov frakczij kazeina: rekomendaczii dlya zooveterinarnikh spetsialistov [Guidelines for the creation of dairy herds of cattle with improved indicators for the protein content in milk based on allelic variants of casein fractions: recommendations for veterinarian specialists]. Stavropol. 97 p.

13. Czarenko, O.M., Zlobin, Yu.A., Sklyar, V.G., Panchenko, S.M. (2000). Komp'yuterni' metody v si'l's'komu gosudarstvi' ta bi'ologii'yi: Navchal'nij posibnik [Computer Methods in Agriculture and Biology: A Tutorial]. Sumi. 203 p.

14. Kovalyuk, N., Saczuk, V., Machul'skaya, E., Shakhnazarova, Yu. (2018) Perspektivy' ispol'zovaniya polimorfizma gena β -kazeina v selekzii krupnogo rogatogo skota molochnogo napravleniya produktivnosti [Prospects for the use of β -casein gene polymorphism in breeding dairy cattle]. Molochnoe i myasnoe skotvodstvo [Dairy and beef cattle breeding]. no. 5, pp.14-16.

15. Parashar, A., Saini, R. (2015). A1 milk and its controversy-a review. International Journal of Bioassays. Vol. 4.(12), pp. 4611-4619. Available at: <https://doi.org/10.21746/ijbio.2015.12.007>

16. Gradinaru, A., Petrescu-Mag, I., Oroian, F., Balint, C., Oltean, I. (2018). Milk Protein Polymorphism Characterization: a Modern Tool for Sustainable Conservation of Endangered Romanian Cattle Breeds in the Context of Traditional. Sustainability. Vol. 10, Issue 2(534), pp. 2-23. Available at: <https://doi.org/10.3390/su10020534>

17. Barany, M., Aosze, Zs., Buchberger, J., Krause, I. (2019). Genetic Polymorphism of Milk Proteins in Hungarian Spotted and Hungarian Grey Cattle: A Possible New Genetic Variant of β -Lactoglobulin. Journal of Dairy Science. Vol. 76 (2), pp. 630-635. Available at: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77384-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77384-1)

18. Cieslinska, A., Fiedorowicz, E., Zwierzchowski, G., Kordulewska, N., Jarmolowska, B., Kostyra, E. (2019).

Genetic Polymorphism of β -Casein Gene in Polish Red Cattle-Preliminary Study of A_1 and A_2 Frequency in Genetic Conservation Herd. *Animals*. no. 9, pp. 377–381. Available at: <https://doi.org/10.3390/ani9060377>

19. Bobe, G., Lindberg, G., Freeman, A., Beitz, D. (2007) Short Communication: Composition of Milk Protein and Milk Fatty Acids is Stable for Cows Differing in Genetic Merit for Milk Production. *Journal of Dairy Science*. Vol. 90, no. 8, pp. 3955–3960. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0099>

20. Marchi De, M., Dal Zotto, R., Cassandro, M., Bittante, G. (2007). Milk Coagulation Ability of Five Dairy Cattle Breeds. *Journal of Dairy Science*. Vol. 90, no. 8, pp. 3986–3992. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-627>

21. Bonfatti, V., Di Martino, G., Cecchinato, A., Vicario, D., Carnier, P. (2010). Effects of β -casein (CSN2-CSN3) haplo types and β -lactoglobulin (BLG) genotypes on milk production traits and detailed protein composition of individual milk of Simmental cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 93, no. 8, pp. 3797–3808. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2778/>

Характеристика генетической структуры по гену β -казеина производителей, допущенных к использованию в Украине в 2020 году

Ладька В.И., Скляренко Ю.И., Павленко Ю. Н.

Актуальным вопросом селекции молочного скота является изучение взаимосвязи наследственных факторов, которые обуславливают типы белков в молоке. Казеин является основным компонентом молочных белков и представлен тремя фракциями – альфа (CSN1S1), бета (CSN2) и капа (CSN3). Содержание отдельных фракций казеина зависит от породы. Ученые отмечают влияние белков молока, а именно бета-казеина, на заболеваемость диабетом первого типа, шизофренией, аутизмом и синдромом внезапной смерти младенцев. Экономической составляющей, которая обеспечит привлекательность создания молочных стад, укомплектованных животными с генотипом A_2A_2 , является более высокая цена за молочное сырье по сравнению с обычным молоком. Целью работы является оценка по гену бета-казеина генотипа быков-производителей, допущенных к использованию в хозяйствах Украины в 2020 году. Установлено, что большинство быков-производителей, которые допущены к использованию, оценены по генотипу бета-казеина. Наибольшая часть быков с желаемым генотипом A_2A_2 отмечена у быков красной датской и красной норвежской пород. Большею частью генотипов A_1A_1 характеризуются быки голштинской породы красно-пестрой масти. Наибольшую долю желаемой аллели A_2 обнаружено у быков красной датской, красной норвежской и джерсейской пород. Меньшей долей этой аллели характеризовались производители голштинской и айрширской пород. Установлено, что использование спермопродукции быков, допущенных к использованию в 2020 году, с генотипом A_2A_2 по β -казеину на маточном поголовье скота отечественных пород улучшит хозяйственно полезные признаки потомства и будет способствовать получению желаемого генотипа коров.

По данным исследования быков-производителей голштинской и швицкой пород, используемых в племенных хозяйствах Сумской области в течение последних трех лет установлено, что на племрепродукторах и племзаводах использовали 38 быков-производителей голштинской породы, среди которых 11 % было оценено по гену β -казеина, с 12 быков швицкой породы, которых использовали в хозяйствах области, только 42 % было оценено по генотипу β -казеина. Это подтверждает, что работу по формированию молочных стад, укомплектованных животными с генотипом A_2A_2 в Сумской области не проводили.

Ключевые слова: порода, бык-производитель, β -казеин, генотип, аллель, молочная продуктивность дочерей.

Characteristics of the genetic structure of the β -casein gene of producers approved for use in Ukraine in 2020

Ladyka V., Sklyarenko Y., Pavlenko Y.

The modern topical issue in dairy cattle breeding is the study of the relationship between hereditary factors that determine the types of proteins in milk. Casein is the main component of milk proteins and is represented by three fractions - alpha (CSN1S1), beta (CSN2) and capa (CSN3). The content of individual casein fractions depends on the breed of cows. Scientists point out some grand questions as for the promotion of milk proteins, like beta-casein, affecting on such disorders as type-1 diabetes, schizophrenia, autism and the sudden death of an infant. The economic component that will ensure the attractiveness of creating the dairy herds completed with animals of genotype A_2A_2 is the higher price of raw milk in comparison with conventional milk.

The aim of this work is to evaluate the genotype of bulls-producers by the beta-casein gene, which are allowed to be used in Ukrainian farms in 2020. It is established that the majority of such bulls-producers are evaluated by the genotype of beta-casein. The largest proportion of bulls with the desired A_2A_2 genotype was found in red Danish and red Norwegian bulls. A greater proportion of A_1A_1 genotypes are characterized by Holstein bulls of red-mottled color. The largest proportion of the desired A_2 allele was found in bulls of red Danish, red Norwegian and Guernsey breeds. Producers of Holstein and Ayrshire breeds were characterized by a smaller proportion of this allele. It was found that the use of sperm of bulls approved for use in 2020 with the A_2A_2 by β -casein genotype on the breeding stock of domestic breeds will improve the economically useful characteristics of offspring, and will contribute the desired genotype of cows.

As a result of the analysis of the genotype of Holstein and Swiss breeds that were used in breeding farms of Sumy region over the past three years, we found that 38 Holstein bulls were used in breeding farms and in breeding plants, among which 11% were evaluated by the β -casein gene. Among 12 Shvits bulls that were used in farms of the region, only 42% were evaluated by the β -casein genotype. This confirms that the work with the formation of dairy herds completed with animals of genotype A_2A_2 in Sumy region was not carried out.

Key words: breed, bull, β -casein, genotype, allele, daughters milk productivity.



Copyright: © Ladyka V., Sklyarenko Y., Pavlenko Y.

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.

ЛАДИКА В.И., <https://orcid.org/0000-0001-6748-7616>

СКЛЯРЕНКО Ю.И., <https://orcid.org/0000-0002-6579-2382>

ПАВЛЕНКО Ю.М., <https://orcid.org/0000-0002-4128-122X>

