



Поліморфізм гена бета-лактоглобуліну (BLG) у корів молочних порід української і зарубіжної селекції

I. Д. Митюгло

ilia.mitiuglo77@gmail.com

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН,
вул. Погребняка, 1, с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., 08321, Україна

Метою роботи було дослідження поліморфізму гена бета-лактоглобуліну у корів української червоно-рябої молочної і монбельярдської порід та тварин, отриманих внаслідок схрещування місцевої української червоно-рябої молочної породи з бугаями монбельярдської породи та його зв'язок із молочною продуктивністю. Для дослідження відібрані проби крові у первісток української-червоно-рябої породи і помісей (ДП «ДГ «Нива» Інституту розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН») та у корів монбельярдської породи (ПСП «Жадківське» Чернігівської обл.) із закінченою першою лактацією. Для дослідження одонуклеотидного поліморфізму гена бета-лактоглобуліну (BLG) використали метод ПЛР-ПДРФ з специфічними праймерами і рестриктазами. Молочну продуктивність корів визначали за контрольними доїннями. Статистичну обробку отриманих результатів досліджень здійснювали методами біологічної статистики з використанням комп'ютерної програми *Microsoft Excel*. У досліджених нами групах корів виявлені три варіанти генотипів за локусом гена бета-лактоглобуліну — гомозиготні AA і BB і гетерозиготний AB. У первісток монбельярдської породи і помісей української червоно-рябої молочної породи із монбельярдськими бугаями найчастіше траплялися тварини з генотипом AB (0,57 і 0,524), у групі української червоно-рябої молочної — гомозиготні носії генотипу BB з частотою 0,433. У особин української червоно-рябої молочної породи очікувана гетерозиготність (H_e) перевищує фактичну (H_o), що свідчить про зниження гетерозиготності у стаді корів цієї породи. У групах корів монбельярдської породи і помісей ситуація протилежна: фактична гетерозиготність перевищує очікувану і індекс фіксації має від'ємне значення. Аналіз молочної продуктивності корів трьох досліджених груп виявив одну і ту ж тенденцію: корови з генотипом AA за геном бета-лактоглобуліну переважали ровесниць з генотипами AA і AB. Найвищий надій за 305 днів першої лактації виявлено у корів-помісей з генотипом AA (6728 кг). Різниця за надоем у помісей з генотипами BB і AB склала 311 кг (5%) і 195 кг (3%) відповідно. Найвищі показники вмісту жиру виявлені у молоці первісток-помісей з генотипом AA, що на 0,1 і 0,75% вище, ніж у первісток з генотипом AA монбельярдської і української червоно-рябої молочної порід відповідно. Серед корів з генотипом AB найвища масова частка жиру виявлена у помісей (4,15%). Масова частка білка найвища у первісток з генотипом BB — 3,89%, на 0,51% переважала цей показник у корів монбельярдської породи і на 0,43% — в української червоно-рябої молочної породи. Отже, результати молекулярно-генетичного аналізу досліджених порід відображають специфічність генетичної структури за окремими локусами кількісних ознак, зокрема за геном бета-лактоглобуліну, що дає підстави для використання цієї закономірності з метою удосконалення селекційної роботи з породами молочної худоби.

Ключові слова: українська червоно-ряба молочна порода, монбельярдська порода, помісі, ген бета-лактоглобуліну, генотипи, алелі, молочна продуктивність

Полімеразна ланцюгова реакція дає змогу ідентифікувати поліморфізм білків у кодуючій послідовності відповідного гена незалежно від віку, статі і фізіологічного стану тварини [17]. Доцільність ви-

користання поліморфізму алелів генів, що кодують певні білки, як маркерів господарсько корисних ознак вже доведена науковцями і селекціонерами [18].

Такими маркерами молочної продуктивності у корів є низка генів молочних білків, зокрема поліморфізм гена бета-лактоглобуліну (BLG), який є основним сироватковим сірковмісним білком. Його біологічну функцію ще детально не визначили, тому припускають, що цей білок бере участь у метаболізмі фосфатів у вимені і перенесенні в кишечнику заліза, вітамінів, жирних кислот. Важливою технологічною властивістю білка BLG є реакція з казеїном, в результаті чого змінюється теплова стабільність молока і затримується процес сичужного згортання [7]. Білок BLG містить 162 амінокислоти [1]. Ген, що кодує бета-лактоглобулін, має довжину 4662 п.н., міститься в 11 хромосомі, складається із 7 екзонів і 6 інтронів [13]. Найчастіше трапляються алельні варіанти гена BLG — А і В і варіанти генотипів — АА, ВВ і АВ.

Алель А асоціюється із рівнем надою, вмістом сироваткових білків і загальним вмістом білків у молоці [3]. В алеля В простежується зв'язок із рівнем казеїнових білків і казеїнового коагуляту і з високою масовою часткою жиру в молоці [16]. Внаслідок міжпородних генетичних комбінацій білок BLG існує у двох алельних варіантах: за А-варіанту в його амінокислотній послідовності у 64 положенні міститься аспарагінова кислота, у В-варіанті в 118 положенні — амінокислоти валін і аланін [5].

Знання поліморфізму гена бета-лактоглобуліну дасть змогу селекціонерам покращити молочну продуктивність порід і стад великої рогатої худоби.

Метою роботи було дослідження поліморфізму гена бета-лактоглобуліну у корів української червоно-рябої молочної і монбельярдської порід та корів, отриманих внаслідок схрещування місцевої української червоно-рябої молочної породи з бугаями монбельярдської породи, та його зв'язок із молочною продуктивністю.

Матеріали і методи

Для дослідження відібрані проби крові у корів української червоно-рябої молочної породи (УЧЕРМ, 30 гол.) і помісних корів, отриманих від схрещування української червоно-рябої породи з монбельярдською (УЧЕРМ×М, 23 гол.) (ДП «ДГ «Нива» Інституту розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН) та у корів монбельярдської породи (М, 30 гол.) (ПСП «Жадківське» Чернігівської обл.) із завершеною першою лактацією. Всього досліджено 83 тварини.

Молекулярні дослідження виконані у відділі генетики і біотехнології тварин Інституту розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН.

Для дослідження одонуклеотидного поліморфізму гена бета-лактоглобуліну (BLG) використали метод ПЛР-ПДРФ зі специфічними праймерами і рестриктазами.

ДНК виділяли із лейкоцитів крові за стандартною методикою набором «ДНК-сорб-В» («Ампі-Сенс»,

РФ). Ампліфікацію фрагменту гена BLG проводили на термоциклері «Терцик» («ДНК-технології») з використанням таких праймерів:

5'-TGTGCTGGACACCGACTACAAAAAG-3';
5'-GCTCCCGGTATATGACCACCCTCT-3» [15].

ПЛР-суміш (10 мл) складалась із: буфера для ДНК-полімерази (2 мкл), ДНК-полімерази («Fermetas», Литва, 0,2 мкл), трифосфатів (1 мкл), праймерів (0,8 мкл) деіонізованої води (4 мкл), ДНК (2 мкл). Температурний режим: початкова денатурація — 4 хв при 95°C, наступні 40 циклів — 95°C 30 сек., 58°C 30 сек., 72°C 1 хв., кінцевий синтез при 72°C 5 хв. Продукти ампліфікації розщеплювали ендонуклеазою Hae III. Число і довжину отриманих фрагментів продуктів рестрикції визначали електрофорезом у 3% агарозному гелі у буфері 1xTBE. Візуалізацію результатів проводили в УФ-світлі після фарбування гелю бромистим етидієм.

Молочну продуктивність корів визначали за контрольними доїннями.

Статистичну обробку отриманих результатів досліджень здійснювали методами біологічної статистики з використанням комп'ютерної програми *Microsoft Excel*.

Результати й обговорення

Згідно з рис. 1 (а, б, в), у досліджених групах тварин у результаті полімеразної ланцюгової реакції нами отримані ампліфікати гена бета-лактоглобуліну розміром 262 пари нуклеотидів. Гомозиготному генотипу АА відповідають фрагменти рестрикції довжиною 153 і 109 пар нуклеотидів, для гетерозиготного генотипу АВ характерні фрагменти 153, 109 і 79/74 пар нуклеотидів.

У досліджених нами групах корів виявлені три варіанти генотипів за локусом гена бета-лактоглобуліну — гомозиготні АА і ВВ і гетерозиготний АВ (табл. 1).

Таблиця 1. Частота генотипів і алелей гена бета-лактоглобуліну (BLG) у досліджених корів-первісток
Table 1. Frequency of genotypes and alleles of the beta-lactoglobulin (BLG) gene in the studied cows

Показники Parameters	Порода / Breed		
	УЧЕРМ URSD	М	УЧЕРМ×М URSD×М
Генотипи, частоти / Genotypes, frequencies			
АА	0,200	0,200	0,095
АВ	0,366	0,570	0,524
ВВ	0,433	0,230	0,381
Алелі, частоти / Alleles, frequencies			
А	0,383	0,480	0,357
В	0,616	0,520	0,643

Аналізуючи характер розподілу генотипів за геном бета-лактоглобуліну, варто зауважити, що у первісток монбельярдської породи і помісей УЧеРМ з монбельярдськими бугаями найчастіше зустрічались тварини з генотипом АВ. Достатньо високий рівень гетерозигот АВ (понад 0,5) у цих групах тварин свідчить про наявність значного резерву за алелем В гену бета-лактоглобуліну, який асоціюється із жирномолочністю.

У групі ж корів УЧеРМ найчастіше трапляються гомозиготні носії генотипу ВВ з частотою 0,433.

Щодо розподілу алелів А і В за геном бета-лактоглобуліну, спостерігається значна різниця між їх частотами. Частота алелю В у всіх досліджених груп переважає частоту алелю А. Найбільш виражена різниця між первістками УЧеРМ і помісєй — майже вдвічі.

Алель А, який асоціюється із рівнем надою, вмістом сироваткових білків і загальним вмістом білків у молоці, має найменше значення у первісток УЧеРМ (0,383) серед усіх досліджених груп тварин, і то завдяки високому рівню гетерозиготних його носіїв у цій групі тварин. Дещо вищою (0,480) була частота алелю А у корів монбельярдської породи і майже на одному рівні із тваринами УЧеРМ була частота цього алелю у первісток УЧеРМ×М.

Інші дослідники теж вказували на переважання алеля В над алелем А у різних порід великої рогатої худоби, зокрема у чорно-рябої породи [14], джерсейської породи [1], румунських монбельярдів [6], польської чорно-рябої породи [11, 15] та індійських буйволів [12].

Результати досліджень іранських вчених показали, що частота В-алеля BLG у місцевої іранської худоби була значно вищою (0,9125), ніж частота А-алеля (0,0875). Частота генотипів АВ і ВВ становила 0,175 та 0,825 відповідно, тоді як генотип АА взагалі був відсутній [8, 9].

За повідомленням [2], у популяції української чорно-рябої молочної породи частіше траплялися корови з алелем А (0,650), ніж корови з алелем В (0,350).

Як видно із рис. 2, за геном бета-лактоглобуліну у групі корів УЧеРМ очікувана гетерозиготність (H_e) перевищує фактичну (H_o), що свідчить про зниження гетерозиготності у стаді корів цієї породи. У групах корів монбельярдської породи і помісей ситуація протилежна: фактична гетерозиготність перевищує очікувану і індекс фіксації має від'ємне значення.

Аналіз молочної продуктивності корів трьох досліджених груп виявив одну і ту ж тенденцію: корови з генотипом АА переважали ровесниць з генотипами АА і АВ. Найвищий надій за 305 днів першої лактації виявлено у помісних корів УЧеРМ×М з генотипом АА (6728 кг) (табл. 2). Різниця з надоєм їхніх ровесниць-помісєй з генотипами ВВ і АВ склала 311 кг (5%) і 195 кг (3%) відповідно.

Найнижчий надій серед досліджених тварин виявлено у первісток УЧеРМ з генотипом АВ (6293 кг). У корів УЧеРМ з гомозиготними генотипами АА і ВВ відзначили вищі показники надою — на 385 і 377 кг відповідно з вірогідною різницею ($P < 0,001$).

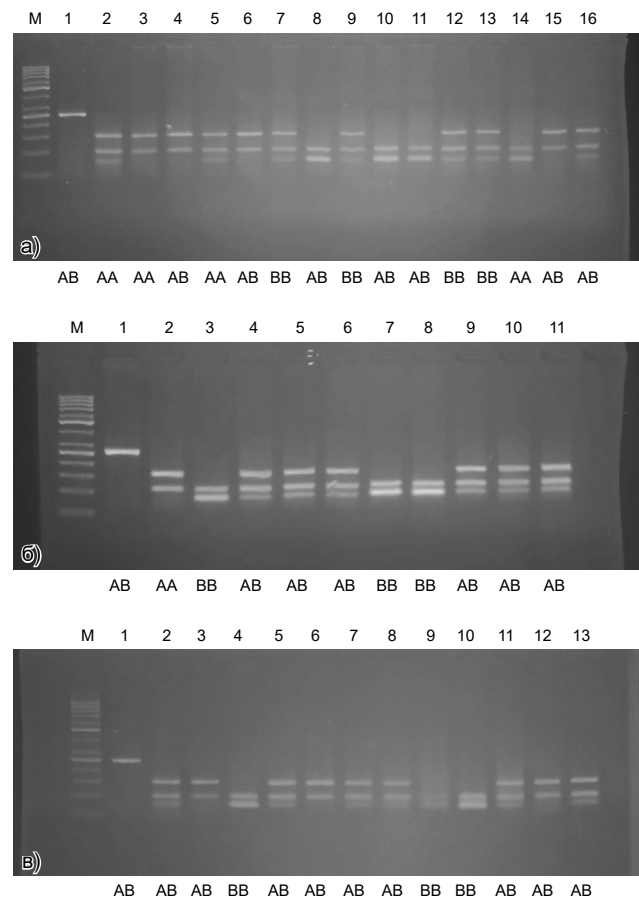


Рис. 1. Електрофореграма продуктів рестрикції гену бета-лактоглобуліну у тварин монбельярдської (а), української червоно-рябої молочної порід (б) та помісей української червоно-рябої молочної породи із монбельярдською (в)

Fig. 1. Electrophoregram of restriction products of beta-lactoglobulin gene in animals of Montbeliarde (a), Ukrainian Red-Spotted dairy breeds (b) and crossbreeds of Ukrainian Red-Spotted dairy breed with Montbeliarde (b)

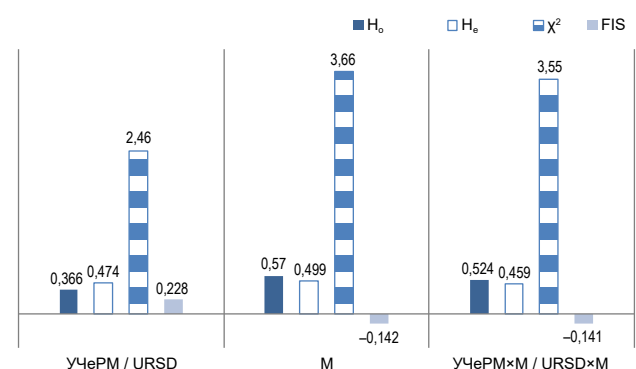


Рис. 2. Показники гетерозиготності у досліджених груп тварин за геном бета-лактоглобуліну

Fig. 2. Parameters of heterozygosity in the studied groups of animals by the beta-lactoglobulin gene

Примітка. H_o — експериментальна (фактична) гетерозиготність; H_e — очікувана гетерозиготність; Fis — фіксаційний індекс, χ^2 — критерій хі-квадрат.

Note. H_o — experimental (actual) heterozygosity; H_e — expected heterozygosity; Fis — fixation index, χ^2 — chi-square criterion.

Таблиця 2. Молочна продуктивність корів-первісток
Table 2. Dairy productivity of first-born cows

Показники Parameters	Генотипи Genotypes	Порода / Breed		
		УЧЕРМ / URSD (n=30)	М (n=30)	УЧЕРМ×М / URSD×М (n=23)
Надій за 305 днів, кг Milk yield for 305 days, kg	AA	6678±56	6644±98	6728±102
	AB	6293±57	6487±89	6417±99
	BB	6670±60	6345±127	6533±111
Вміст жиру, % Fat content, %	AA	3,75±0,050	4,40±0,030	4,50±0,040
	AB	3,76±0,030	3,90±0,020	4,15±0,050
	BB	3,73±0,030	4,10±0,050	4,00±0,030
Вміст білка, % Protein content, %	AA	3,40±0,070	3,30±0,030	3,40±0,050
	AB	3,37±0,039	3,45±0,020	3,34±0,600
	BB	3,16±0,063	3,38±0,050	3,89±0,050

В описі особливостей генетичної структури корів української червоно-рябої молочної породи [10] наведено дані досліджень щодо вищого рівню надою у корів з генотипом AA — 5523 кг проти 5021 кг у корів з генотипом BB і 5046 з генотипом AB у стаді ДП ДГ «Христинівське» Інституту розведення і генетики тварин НААН, як і в наших дослідженнях. Про вищі надої і жирномолочність у корів з генотипом BB білоруської чорно-рябої породи порівняно з тваринами із генотипами AA і AB повідомляють білоруські вчені [4].

Найвищі показники вмісту жиру виявлені у молоці особин УЧЕРМ×М з генотипом AA, що на 0,1% і 0,75% вище, ніж у первісток з генотипом AA монбельярдської і української червоно-рябої молочної порід відповідно. Серед корів з генотипом AB досліджених груп найвища масова частка жиру виявлена у помісей (4,15%). Серед особин з генотипом BB масова частка жиру була вищою у первісток монбельярдської породи, що лише на 0,1% ($P<0,05$) переважала аналогічний показник у помісей. Різниця вмісту жиру в молоці корів УЧЕРМ з ровесницями М і УЧЕРМ×М суттєвіша — 0,37% і 0,27% ($P<0,001$) відповідно.

Найвищі показники вмісту жиру виявлені у молоці особин УЧЕРМ×М з генотипом AA, що на 0,1% і 0,75% вище ($P<0,001$), ніж у первісток з генотипом AA монбельярдської і української червоно-рябої молочної порід відповідно. Серед корів з генотипом AB досліджених груп найвищу масову частку жиру виявлено в помісей (4,15%). Серед особин з генотипом BB масова частка жиру була вищою в первісток монбельярдської породи, що лише на 0,1% переважало аналогічний показник у ровесниць помісей. Різниця вмісту жиру в молоці корів УЧЕРМ з ровесницями М і УЧЕРМ×М суттєвіша — 0,37% і 0,27% ($P<0,01$) відповідно.

Масова частка білка виявилась найвищою у помісних первісток з генотипом BB — 3,89%, що на 0,51% переважало цей показник у М ($P<0,001$) і на 0,43% — в УЧЕРМ ($P<0,001$).

Найнижче значення вмісту білка в молоці (3,16) було теж у носіїв генотипу BB в УЧЕРМ. Різниця між найвищим і найнижчим значеннями цієї ознаки склала 0,73% ($P<0,05$).

Висновки

Досліджені групи великої рогатої худоби порід української червоно-рябої молочної і монбельярдської порід та міжпородних помісей української червоно-рябої молочної з монбельярдською характеризуються поліморфізмом за локусами гена бета-лактоглобуліну. В усіх групах корів-первісток переважає алель В, який відповідає за вміст білків і є бажаним за технологічними властивостями.

Вищий рівень надою характерний для корів з генотипом AA, а наявність у генотипі алеля В у гомозиготній чи гетерозиготній формі позитивно впливає на рівень білка в молоці.

Результати молекулярно-генетичного аналізу досліджених порід відображають специфічність генетичної структури за окремими локусами кількісних ознак, зокрема за геном бета-лактоглобуліну, що дає підстави використати цю закономірність для удосконалення селекційної роботи з породами молочної худоби.

Перспективи подальших досліджень

Плануємо дослідити рівень асоціативного зв'язку кількісних і якісних показників продуктивності молочної худоби різних порід із іншими генами кількісних ознак, зокрема з генами гормону росту, капа-казеїну тощо.

1. Botaro BG, Lima YVR, Aquino AA, Fernandes RHR, Garcia JF, Santos MV. Effect of beta-lactoglobulin polymorphism and seasonality on bovine milk composition. *J. Dairy Res.* 2008; 75 (2): 176–181. DOI: 10.1017/S0022029908003269.

2. Dubin OV, Dyman TM. Genetic structure of herd of Ukrainian Black and White dairy breed of Ltd. "Agrosvit" on QTL-genes. *Anim. Husb. Prod. Product. Proc.* 2013; 9 (103): 5–8. Available at: http://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/2814/1/Henetychna_struktura.pdf (in Ukrainian)
3. Dybus A, Grzesiak W, Kamieniecki H, Szatkowska I, Sobek Z, Błaszczak P, Czerniawska-Piatkowska E, Zych S, Muszyńska M. Association of genetic variants of bovine prolactin with milk production traits of Black-and-White and Jersey cattle. *Arch. Anim. Breed.* 2005; 48: 149–156. DOI: 10.5194/aab-48-149-2005.
4. Epishko OA, Peshko VV, Peshko NN. Association of polymorphism of the beta-lactoglobulin gene from milk production of cows of the Belarusian black-motley breed. *Anim. Breed. Genet.* 2017; 53: 215–221. DOI: 10.31073/abg.53.29. (in Russian)
5. Farrell HM, Jimenez-Flores R, Bleck GT, Brown EM, Butler JE, Creamer LK, Hicks CL, Hollar CM, Ng-Kwai-Hang KF, Swaisgood HE. Nomenclature of the proteins of cows' milk — sixth revision. *J. Dairy Sci.* 2004; 87 (6):1641–1674. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73319-6.
6. Grădinaru A, Ilie D, Creangă Ș. Milk protein genetic variants in Romanian Spotted, Holstein Friesian and Montbéliarde cows and some correlations with milk parameters. *Res. J. Biotechnol.* 2013; 8 (11): 3–9.
7. Gudkov AV. *Cheese making: technological, biological and physico-chemical aspects*. Moscow, DeLi print, 2004: 804 p. ISBN 5-94343-071-7. (in Russian)
8. Karimi K, Beigi Nassiri MT, Fayyazi J, Mirzadeh KH, Roushanfekr H. Allele and genotype frequencies of β -lactoglobulin gene in Iranian Najdi cattle and buffalo populations using PCR-RFLP. *Afr. J. Biotechnol.* 2009; 8 (15): 3654–3657. Available at: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/61868>
9. Karimi K, Beigi Nassiri MT, Mirzadeh K, Ashayerizadeh A, Roushanfekr H, Fayyazi J. Polymorphism of the β -Lactoglobulin gene and its association with milk production traits in Iranian Najdi cattle. *Iran. J. Biotechnol.* 2009; 7 (2): 82–85. Available at: http://www.ijbiotech.com/article_7082.html
10. Kopylov KV, Biryukova OD, Berezovsky OV, Basovsky DM. Genetic monitoring in the herd of Ukrainian Red-Spotted dairy breed by gene complex. *Anim. Husb. Prod. Product. Proc.* 2005; 1: 28–31. (in Ukrainian)
11. Pareek CS, Czarnik U, Zabolewicz T, Pareek RS, Walawski K. DGAT1 K232A quantitative trait nucleotide polymorphism in Polish Black-and-White cattle. *J. Appl. Genet.* 2005; 46(1): 85–87. PMID: 15741668.
12. Patel RK, Chauhan JB, Singh KM, Soni KJ. Genotype and allele frequencies of κ -casein and β -lactoglobulin in Indian river buffalo bulls (*Bubalus bubalis*). *Buff. Bull.* 2007; 26 (3): 63–66. Available at: https://kukr.lib.ku.ac.th/journal/BufaloBulletin/search_detail/result/286151
13. Podoba YV, Jachuk TS, Dobryanska ML, Berezovsky OV, Dzhus PP, Kopylov KV, Kopylova KV, Sydorenko OV. Research of the Polish Red breed cattle by genes kappa-casein (CSN3) and beta-lactoglobulin (BLG). *Fact. Exp. Evolut. Organisms.* 2013; 13: 234–236. Available at: <http://www.utgis.org.ua/journals/index.php/Faktyr/article/view/167> (in Ukrainian)
14. Pogorelskiy IA, Pozovnikova MV. Polymorphism of β -lactoglobulin gene in black and white cattle population and the effect of β -lactoglobulin gene on cow's milk productivity indicators. *Genet. Anim. Breed.* 2014; 1: 45–48. Available at: <http://vniigen.ru/wp-content/uploads/2017/06/11.1.2014.pdf> (in Russian)
15. Strzalkowska N, Krzyzewski J, Zwierzchowski L, Ryniewicz Z. Effect of kappa-casein and beta-lactoglobulin polymorphism cows age, stage of lactation and somatic cell count on daily milk yield and milk composition in Polish Black and white cattle. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 2002; 20: 21–35.
16. Tsiaras AM, Bargouli GG, Banos G, Boscós CM. Effect of κ -casein and β -lactoglobulin loci on milk production traits and reproductive performance of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 2005; 88 (1): 327–334. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72692-8.
17. Zepeda-Batista JL, Alarcón-Zúñiga B, Ruiz-Flores A, Núñez-Domínguez R, Ramírez-Valverde R. Polymorphism of three milk protein genes in Mexican Jersey cattle. *Electr. J. Biotechnol.* 2015; 18 (1): 1–4. DOI: 10.1016/j.ejbt.2014.10.002.
18. Zinovieva NA, Gladyr EA, Kostyunina OV. DNA diagnostics of polymorphism of genes of milk proteins in cattle. *Res. Method. Biotechnol. Farm Anim. VIZH*, 2004: 7–22. (in Russian)

Beta-lactoglobulin (BLG) gene polymorphism in Ukrainian and foreign cows

I. Mitioglo

ilia.mitioglo77@gmail.com

Institute of Animal Breeding and Genetics named after M. V. Zubets NAAS,
1 Pohrebniaka str, Chubynske village, Boryspil district, Kyiv region, 08321 Ukraine

The aim of the study was to study the polymorphism of the beta-lactoglobulin gene in cows of Ukrainian Red-Spotted dairy cattle and Montbéliarde breeds and animals obtained by crossing the local Ukrainian Red-Spotted dairy cattle with bulls of Montbéliarde breed and its relationship with milk productivity. Blood samples were taken from the cows Ukrainian Red-Spotted dairy cattle and crossbreeds (SE DG "Niva" of the Institute of Animal Breeding and Genetics named after M. V. Zubets) and from cows of Montbéliarde breed (PSP "Zhadkivske", Chernihiv region). with the end of the first lactation. To study the single nucleotide polymorphism of the beta-lactoglobulin (BLG) gene, the PCR-RFLP method with specific primers and restrictases was used. Dairy productivity of cows was determined by control milkings. Statistical processing of the obtained research results was carried out by the methods of biological statistics using the computer program *Microsoft Excel*. In our groups of cows, we have found three variants of genotypes at the locus of the beta-lactoglobulin gene — homozygous AA and BB and heterozygous AB. In the firstborns of the Montbéliarde breed and crossbreeds of the Ukrainian Red-Spotted dairy cattle with the Montbéliarde bulls, animals with the AB genotype were most common (0.57 and 0.524), in the group of the Ukrainian Red-Spotted dairy cattle — homozygous carriers of the BB genotype with a frequency of 0.433. In individuals of the Ukrainian Red-Spotted dairy breed, the expected heterozygosity (H_e) exceeds the actual (H_o), which indicates a decrease in heterozygosity in the herd of cows of this breed. In groups of Montbéliarde cows and crossbreeds, the situation is opposite: the actual heterozygosity exceeds the expected one and the fixation index is negative. Analysis of milk productivity of cows of the three studied groups revealed the same trend: cows with the AA genotype for the beta-lactoglobulin gene were dominated by peers with the AA and AB genotypes. The highest hopes for 305 days of the first lactation were found in crossbred cows with genotype AA (6728 kg). The difference in milk yield in crossbreeds with genotypes BB and AB was 311 (5%) and 195 (3%) kg, respectively. The highest indicators of fat content were found in the milk of first-born crossbreeds with the AA genotype, which is 0.1% and 0.75% higher than in the first-born with the AA genotype of Montbéliarde and Ukrainian Red-Spotted dairy cattle, respectively. Among cows with genotype AB, the highest mass fraction of fat was found in crossbreeds — 4.15%. The mass fraction of protein is highest in first-borns with the BB genotype — 3.89%, which was 0.51 higher than in Montbéliarde cows and 0.43% in the Ukrainian Red-Spotted dairy cattle. Thus, the results of molecular genetic analysis of the studied breeds reflect the specificity of the genetic structure at individual loci of quantitative traits, in particular the beta-lactoglobulin gene, which gives grounds to use this pattern to improve breeding work with dairy breeds.

Key words: Ukrainian Red-Spotted dairy cattle, Montbéliarde breed, crossbreeds, beta-lactoglobulin gene, genotypes, alleles, milk productivity