

ЗВ'ЯЗОК ПОЛІМОРФІЗМУ ЗА ГЕНАМИ κ -CN, TG5, LEP З МОЛОЧНОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ КОРІВ УКРАЇНСЬКИХ МОЛОЧНИХ ПОРІД

О. В. БЕРЕЗОВСЬКИЙ, Ю. П. ПОЛУПАН, С. Ю. РУБАН, К. В. КОПИЛОВ[©]

Институт розведення і генетики тварин ім. В.М.Зубця НААН (Чубинське, Україна)
ol11111bz@gmail.com

Представлено результати оцінки поліморфізму генів капа-казеїну, тиреоглобуліну та лептину в популяціях великої рогатої худоби українських молочних порід з використанням методу ПЛР-ПДРФ. Встановлено частоти алелів і генотипів в кожному господарстві і досліджено вплив генотипу на показники молочної продуктивності у корів.

За геном тиреоглобуліну спостерігався достовірно вищий ($P < 0,05$) вміст жиру в молоці корів із ЗАТ «Агро-регіон» з генотипом СС в порівнянні із носіями СТ. У корів господарства ФГ «Лелик» з генотипом АВ за геном капа-казеїну виявлено достовірно вищий ($P < 0,01$) вміст білка в молоці, ніж у корів з генотипом АА.

Ключові слова: молочні породи великої рогатої худоби, поліморфізм, локуси кількісних ознак, капа-казеїн, тиреоглобулін, лептин

HOW POLYMORPHISMS FOR GENES κ -CN, TG5, LEP MILK PRODUCTION OF COWS OF UKRAINIAN DAIRY BREEDS

A. V. Berezovsky, Yu. P. Polupan, S. Yu. Ruban, K. V. Kopylov

Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V.Zubets NAAS (Chubynske, Ukraine)
ol11111bz@gmail.com

The results of evaluation of polymorphisms of genes kappa-casein, thyroglobulin and leptin in populations of cattle Ukrainian dairy breeds using PCR-RFLP. The frequency of alleles and genotypes in each of the farms and the effect of genotype on milk production parameters in cows.

For thyroglobulin gene was observed significantly higher ($P < 0,05$) fat content in the milk of cows with JSC «Agro-region» with CC genotype carriers compared with CT. In cattle farm «Lelyk» with genotype AB for kappa-casein gene revealed significantly higher ($P < 0,01$) protein content in milk than cows with genotype AA.

Keywords: dairy cattle breeds, polymorphism, quantitative trait loci, kappa-casein, thyroglobulin, leptin

СВЯЗЬ ПОЛИМОРФИЗМА ПО ГЕНАМ κ -CN, TG5, LEP С МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ КОРОВ УКРАИНСКИХ МОЛОЧНЫХ ПОРОД

А. В. Березовский, Ю. П. Полупан, С. Ю. Рубан, К. В. Копылов

Институт разведения и генетики животных имени В.М.Зубца НААН (Чубинское, Украина)
ol11111bz@gmail.com

Представлены результаты оценки полиморфизма генов каппа-казеина, тиреоглобулина и лептина в популяциях крупного рогатого скота украинских молочных пород с использованием метода ПЦР-ПДРФ. Установлены частоты аллелей и генотипов в каждом из хозяйств, исследовано влияние генотипа на показатели молочной продуктивности у коров.

По гену тиреоглобуліна наблюдалось достоверно высшее ($P < 0,05$) содержание жира в молоке коров с ЗАО «Агро-регион» с генотипом СС по сравнению с носителями СТ. В коров хозяйства ФГ «Лельк» с генотипом АВ за геном каппа-казеина выявлено достоверно высшее ($P < 0,01$) содержание белка в молоке, чем у коров с генотипом АА.

Ключевые слова: молочные породы крупного рогатого скота, полиморфизм, локусы количественных признаков, каппа-казеин, тиреоглобулин, лептин

Вступ. За останні тридцять років були проведені широкомасштабні дослідження в різних країнах з вивчення генетичного поліморфізму білків молока. Були встановлені частоти їх алельних варіантів у тварин різних порід великої рогатої худоби. Одержано масив даних щодо впливу алельних варіантів цих генів на показники молочної продуктивності, що дає можливість їх застосування для вдосконалення існуючих методів селекції в молочному скотарстві [1, 2, 3, 4].

Одним із найважливіших генів, асоційованих із кількістю білка в молоці, є ген капа-казеїну (*k-Cn*), який локалізований в 6 хромосомі. Варіанти капа-казеїну А і В відрізняються двома амінокислотними замінами – Thr136(ACC)/Phe(ATC) та Asp148(GAT) /Ala(GCT) відповідно [1]. Встановлено, що алель В *k-Cn* пов'язаний із більшим вмістом білків у молоці і має кращі показники часу сичужного зсідання молока та щільності одержаного сиру [2]. Було також показано вплив генотипу ВВ на підвищення вмісту жиру і білка в стадах молочних порід, проведених в Україні [3,5]. В таких країнах, як Німеччина та США, селекція за алелем В включена в програми з розведення великої рогатої худоби [4].

Тиреоглобулін (TG5) є глікопротеїновим гормоном, який синтезується у фолікулярних клітинах щитовидної залози. Він є попередником трийодтиронину (Т3) та тетраіодтиронину (Т4), які беруть участь у рості жирових клітин, їх диференціації та гомеостазі жирових відкладень [6]. Ген тиреоглобуліну розташований на 14 хромосомі і має розмір 1068 п.н. Точкова заміна С→Т у позиції 422 гена тиреоглобуліну викликає появу двох алельних варіантів [7]. Визначено вплив поліморфізму тиреоглобуліну на мрамуровість м'яса у великої рогатої худоби [8]. Для популяцій великої рогатої худоби м'ясного напрямку продуктивності характерна досить висока частота бажаного алеля Т. Наприклад, за даними проведених досліджень в Україні, для породи абердин-ангус частота алеля Т встановлена на рівні 0,240; симентальської породи – 0,400; сірої української – 0,405 [9]. За даними російських авторів, у корів з генотипами СС спостерігалась тенденція до збільшення вмісту білка і жиру в молоці порівняно із носіями генотипу СТ [10]. В іншому дослідженні, проведеному з російськими породами, навпаки, було показано достовірно вищі показники жирномолочності в корів, що є носіями генотипу СТ, ніж з генотипом СС [11].

Лептин – це поліпептид, який побудований із 167 амінокислотних залишків, молекулярна маса якого складає 16 кДа. Цей білок є гормоном, який синтезується переважно в жировій тканині. Він бере участь у регуляції імунної відповіді в організмі тварин та засвоєння кормів, їх метаболізмі, а також пов'язаний із репродуктивною функцією. Ген LEP, який кодує цей білок, розташований в 4 хромосомі великої рогатої худоби [12, 13].

Метою роботи було оцінити молочну продуктивність корів трьох українських молочних порід (українська червоно-ряба молочна, українська чорно-ряба молочна та українська червона молочна порода) з різними генотипами за генами капа-казеїну тиреоглобуліну та лептину в популяціях господарств різних регіонів України.

Матеріали та методи досліджень. Оцінку поліморфізму гена *k-Cn*, *TG5*, *LEP* проводили методом ПЛР-ПДРФ на зразках ДНК, що виділені з крові 377 дійних корів української червоно-рябої молочної породи (ДПДГ «Христинівське», Черкаська обл., 64 гол.; ПГ «Свято-Успенської Києво-Печерської Лаври», Київська обл., 27 гол.; «ПЗ ТОВ Крок-Укрзалізбуд», 30 гол.; СВК «Зоря», Чернівецька обл., 61 гол.); української чорно-рябої молочної породи (ЗАТ «Агро-Регіон», Київська обл., 80 гол.; ФГ «Лелик», Львівська обл., 50 гол.; ПГ «Поточище», Івано-Франківська обл., 27 гол.) та української червоної молочної породи племзаводу ВАТ «Партизан» (АР Крим, 38 гол.).

Оцінку поліморфізму генів капа-казеїну та тиреоглобуліну проводили методом ПЛР-ПДРФ на зразках ДНК виділених з крові тварин. Виділяли ДНК з використанням стандартного комерційного набору «ДНК-сорб» В виробництва компанії «АмпліСенс» (НДІ Епідеміології, Москва, Росія) згідно рекомендації виробника.

Для проведення ПЛР в роботі використовували реакційну суміш об'ємом 10 мкл: 5,6 мкл H₂O; 1,5 мкл буфера ПЛР 5-х (15 м Mg-1,0 мол); 0,5 мкл dNTP суміші 10-х (2мМ кожного); 0,8 мкл двох праймерів (70 нг кожного); 0,1 мкл Таq-полімерази (1мол/1000 U); 1,5 мкл ДНК 50-100 нг.

Для ампліфікації фрагменту гена *k-Cn* використовували наступні праймери:

5'-GAAATCCCTACCATCAATACC-3' ,

5'-CCATCTACCTAGTTTAGATG-3' [1].

Довжина ампліфікованого фрагменту складає 273 п.н. Після рестрикції цього фрагменту рестриктазою *HinfI*, виявляються два алельних варіанти А і В гену *k-Cn*.

Для ампліфікації гену тиреоглобуліну (TG) були використані праймери:

5'-GGGGATGACTACGAGTATGACTG-3' ,

5'-GTGAAAATCTTGTGGAGGCTGT-3'[14].

Довжина ампліфікованого фрагменту складає 548 п.н. Для виявлення алельних варіантів С і Т гена TG продукт ампліфікації обробляли рестриктазою *PsuI*.

Для ампліфікації фрагменту гена LEP використовували наступні праймери:

5' GTCACCAGGATCAATGACAT-3';

5' AGCCCAGGAATGAAGTCCAA- 3'

Для рестрикції гена LEP використовували рестриктазу *Sau3A*[15].

Електрофоретичне розділення рестриктних ферментів ДНК проводилося в 2% агарозному гелі. Візуалізацію проводили на транслюмінаторі в УФ-світлі при довжині хвилі 380 нм після забарвлення гелю етидієм бромідом. Розмір ДНК-продуктів визначали за допомогою маркеру молекулярних мас *Ladder Low Range*.

Статистична обробка даних проводилась за стандартними методиками [16] з використанням програмного забезпечення MS Excel, STATISTICA 10.

Результати досліджень. Прогенотиповано корів трьох українських молочних порід за геном капа-казеїну (рис. 1).

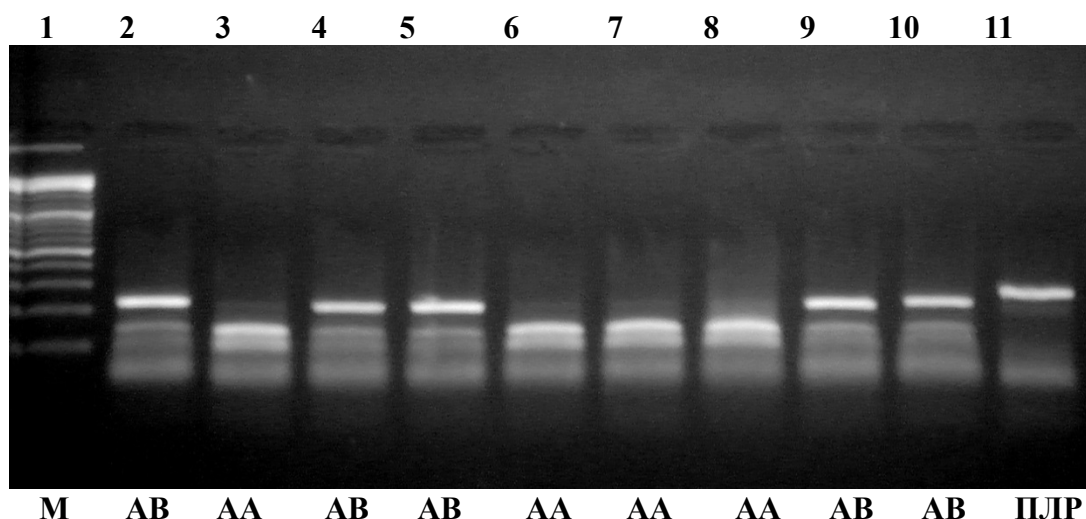


Рис. 1. Доріжки: 1 – маркер молекулярних мас *DNA Ladder, GeneRuler™ 100 bp*; 6, 7, 9, 12, 15, 16, 17 – гомозиготні тварини з генотипом AA (133, 91, 49 п.н.); 2, 4, 5, 9, 10 – гетерозиготні тварини з генотипом AB (224, 133, 91, 49 п.н.); 11 – ПЛР продукт без рестрикції (273 п.н.).

За розподілом частот алелів і генотипів за геном *k-Cn* в корів трьох українських молочних порід спостерігалась тенденція до збільшення концентрації алеля А (табл 1). Подібність за генетичною структурою і низька концентрація В-алельного варіанту

досліджених порід пояснюється тим, що в створенні вітчизняних порід використовували бугаїв голштинської породи, популяції яких несуть не більше 20 % цього алеля і що пов'язано з більш жорстким відбором бугаїв і вірогідно, що різні фактори штучного добору спрямовані на елімінацію В алеля гена k-Cn, одним з яких є добір тварин за ознакою надій і, таким чином, збільшується концентрація тварин – носіїв альтернативного алеля А.

Отриманий результат узгоджується з літературними даними щодо низької частоти алеля В в більшості популяцій українських молочних порід в порівнянні із зарубіжними породами великої рогатої худоби [17, 18]. Можливою причиною є добір тварин лише за надоєм.

Було прогенотиповано (рис. 2) корів української червоно-рябої породи, української чорно-рябої породи та української червоної молочної породи, встановлено частоти алелів гена TG в досліджених порід.

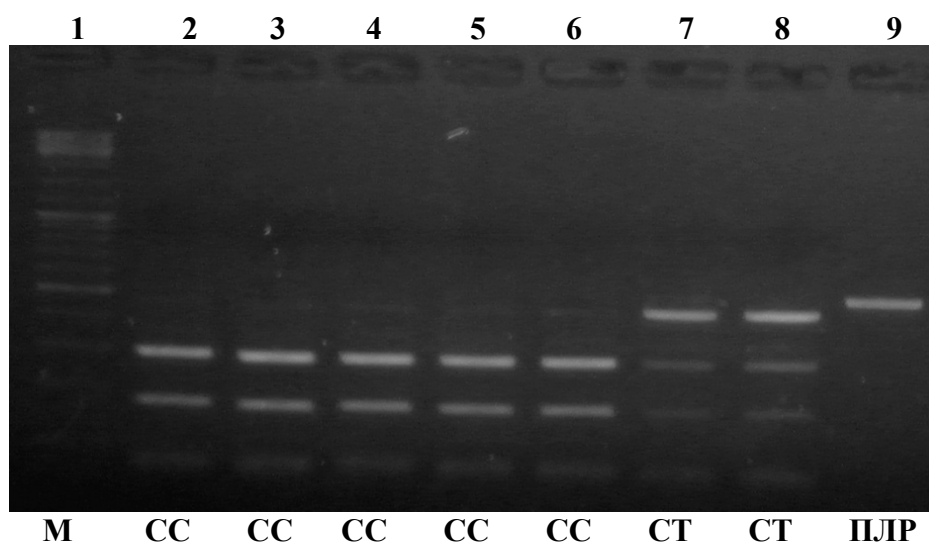


Рис. 2. Продукти рестрикції гена TG. Доріжки: 1 – маркер молекулярних мас DNA Ladder; 2-6 – тварини з генотипом CC (75, 178, 295 п. н.) ; 7,8 – тварини з генотипом CT (75, 178, 295,473 п.н.); 9– ПЛР продукт, 548 п.н.

У тварин, відібраних з чотирьох господарств, що належали до української червоно-рябої молочної породи, переважали тварини з генотипами CC за геном TG5 (табл. 1.). Частота алеля С – 0,88. Виявлена тільки одна гомозигота ТТ.

1. Частота генотипів і алелей за геном капа-казеїну в корів українських молочних порід

Порода	n	Частота алелів гена k-Cn	Частота генотипу за геном k-Cn	Частота алелів гена TG5	Частота генотипу за геном TG5
Українська червоно-ряба молочна	182	A – 0,756 B – 0,244	AA – 0,628 AB – 0,256 BB – 0,116	C – 0,880 T – 0,120	CC – 0,740 CT – 0,250 TT – 0,010
Українська чорно-ряба молочна	157	A – 0,803 B – 0,197	AA – 0,618 AB – 0,369 BB – 0,013	C – 0,939 T – 0,061	CC – 0,879 CT – 0,121 TT – 0
Українська червона молочна	38	A – 0,790 B – 0,210	AA – 0,605 AB – 0,369 BB – 0,036	C – 0,908 T – 0,092	CC – 0,816 CT – 0,184 TT – 0

У корів української чорно-рябої молочної породи частота алеля С була найвищою і складала 0,939; частота алеля Т-0,061. Не було виявлено жодної гомозиготи ТТ.

Серед досліджених тварин української червоної молочної породи ВАТ «Партизан» також спостерігалась низька частота алеля Т гена *TG5* на рівні 0,092 і були відсутні гомозиготи ТТ, частота алеля С складала 0,908.

Низька частота алеля Т гена *TG5* у популяціях великої рогатої худоби, що належать до порід молочного напрямку продуктивності, в порівнянні із частотою цього алеля в популяціях м'ясних порід великої рогатої худоби може свідчити про вплив добору тварин певного напрямку селекції ВРХ на зміну частоти алеля Т, оскільки він впливає на прояв ознаки мармуровості м'яса і є бажаним саме для м'ясних порід.

Висока концентрація алеля С за геном тиреоглобуліну в досліджених популяціях молочних порід може бути пов'язана із його позитивним впливом на показники жирності молока, що було показано на прикладі проведених подібних досліджень російськими авторами [10, 11].

Проведено аналіз генетичної структури української червоно-рябої молочної породи господарства ДПДГ «Христинівське» (n=64), української чорно-рябої молочної породи господарства ЗАТ «Агро-регіон» (n=40) та української червоної молочної породи ВАТ «Партизан» (n=38) великої рогатої худоби за трьома алельними варіантами гена лептину. Електрофореграму розділення продуктів рестрикції гена *LEP* представлено на рис. 3.

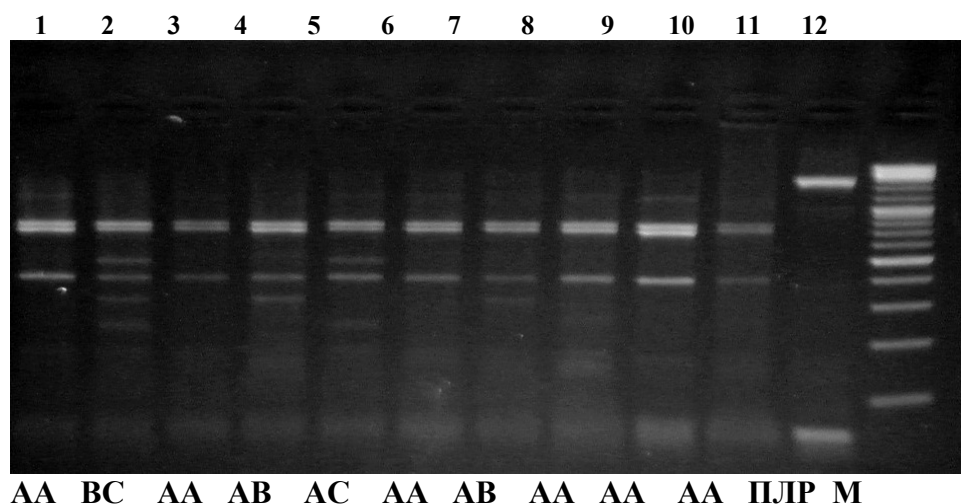


Рис. 3. Продукти рестрикції фрагменту гена лептину. Доріжки: 1,3,6,8,9,10 – тварини з генотипом АА(730 п.н., 690 п.н., 400 п.н.); 4,7 – тварини з генотипом АВ(730 п.н., 690 п.н., 400 п.н., 310 п.н. і 90 п.н.); 5 – тварини з генотипом АС(730 п.н., 690 п.н., 470 п.н., 400 п.н. і 220 п.н.); 2 – тварини з генотипом ВС(730 п.н., 690 п.н., 470 п.н., 310 п.н. і 90 п.н., 220 п.н.); 11 – ПЛР продукт, 1820 п.н.; 12 – маркер, молекулярних мас DNA Ladder.

У трьох досліджених породах найвищою була частота алеля А і присутні всі три алельні варіанти гена. В популяції української червоно-рябої молочної породи одна тварина була носієм генотипу СС, в інших двох популяціях тварин не виявлено жодної тварини з генотипом СС (табл. 2.).

У трьох досліджених популяціях різних українських молочних порід спостерігається відмінність за часткою тварин з генотипом АС, який за даними подібного дослідження, проведеного в Польщі, впливає на підвищення вмісту жиру, білка та лактози в молоці корів [19]. Найвищою була частота носіїв генотипу АС за геном *LEP* у тварин чорно-рябої молочної породи і становила 0,351, а найнижчою у тварин української червоно-рябої молочної породи на рівні 0,05.

2. Генетична структура українських молочних порід ВРХ за локусом гена лептину

Порода	n	Частота алеля	Частота генотипу
Українська червоно-ряба молочна (ДПДГ «Христинівка»)	64	A – 0,77 B – 0,06 C – 0,17	AA – 0,59 AB – 0,06 BB – 0 AC – 0,05 BC – 0,28 CC – 0,02
Українська чорно-ряба молочна (ЗАТ «Агро-регіон»)	40	A – 0,676 B – 0,135 C – 0,189	AA – 0,432 AB – 0,135 BB – 0,054 AC – 0,351 BC – 0,027 CC – 0
Українська червона молочна (ВАТ «Партизан»)	38	A – 0,742 B – 0,152 C – 0,106	AA – 0,607 AB – 0,152 BB – 0,003 AC – 0,121 BC – 0,090 CC – 0

З метою аналізу впливу різних генотипів на формування показників молочної продуктивності на внутрішньопородному рівні був проведений аналіз популяцій української червоно-рябої молочної породи по різних господарствах.

Результати проведеного аналізу щодо встановлення асоціацій між показниками продуктивності і різними генотипами досліджуваних локусів дали змогу встановити відмінність впливу окремих генотипів на вміст жиру і білка в молоці в популяціях різних господарств (табл. 3).

3. Внутрішньопородний аналіз впливу різних генотипів за геном *κ-Сп* на якісні показники молочної продуктивності в тварин української червоно-рябої молочної породи

Господарство	n	Генотип	вміст білка, %	Вміст жиру, %
ДПДГ «Христинівське» (n=64)	43	AA	2,86±0,19	3,74±0,32
	17	AB	2,92±0,13	3,65±0,41
	1	BB	2,69	3,23
ПГ «Свято-Успенської Києво-Печерської Лаври» (n=27)	8	AA	3,06±0,07	3,75±0,09
	7	AB	3,07±0,12	3,78±0,08
	10	BB	3,13±0,10*	3,78±0,06
ТОВ «Крок-Укрзалізбуд» (n=30)	24	AA	3,12±0,08	3,92±0,04
	5	AB	3,08±0,08	3,91±0,08
	0	BB	–	–

Примітка. * - $P < 0,05$ (критерій Манна-Уїтні)

Вплив генотипу BB за геном капа-казеїну на підвищення ($P < 0,05$) вмісту білка в молоці спостерігався тільки у тварин з підсобного господарства «Свято-Успенської Києво-Печерської лаври», в інших двох господарствах не спостерігалось впливу генотипу BB на білковомолочність.

В жодній з досліджених популяцій української червоно-рябої молочної породи трьох господарств не спостерігалось достовірної різниці між жирністю молока в носіїв різних генотипів за геном тиреоглобуліну (табл. 4.). Хоча в кожній групі тварин відібраних з трьох господарств також спостерігались тенденції до збільшення вмісту жиру в молоці корів з

генотипом СС за геном TG5 за недостовірної різниці, що разом з даними подібних досліджень, проведених для трьох молочних порід і аналізу їх генетичної структури за поліморфізмом гена TG5, підтверджує позитивний вплив алеля С на збільшення вмісту жиру в молоці. Тому збільшення його частоти в популяціях українських молочних порід ймовірно пов'язано із впливом різних факторів штучного добору за ознаками, прояв яких пов'язаний із поліморфізмом цього гена.

4. Внутрішньопородний аналіз впливу різних генотипів за геном TG5 на якісні показники молочної продуктивності у тварин української червоно-рябої молочної породи різних господарств

Господарство	n	Генотип	Вміст жиру, %	Вміст білка, %
ДПДГ «Христинівське» (n=64)	49	СС	3,73±0,34	2,89±0,16
	11	СТ	3,62±0,42	2,82±0,23
	1	ТТ	3,61	2,89
ПП«Свято-Успенської Києво-Печерської Лаври» (n=27)	18	СС	3,78±0,07	3,10±0,10
	6	СТ	3,75±0,06	3,08±0,10
	1	ТТ	3,68	3,01
ТОВ «Крок-Укрзалізбуд» (n=30)	20	СС	3,92±0,05	3,13±0,08
	9	СТ	3,90±0,04	3,08±0,08
	0	ТТ	–	–

Серед досліджених корів господарства ЗАТ «Агро-регіон», що належали до української чорно-рябої молочної породи, з генотипом СС за локусом гена тиреоглобуліну спостерігався достовірно вищий ($P<0,05$) вміст жиру в молоці, ніж у корів з генотипом СТ (табл. 5).

5. Якісні показники молочної продуктивності у корів української чорно-рябої молочної породи господарства ЗАТ «Агро-регіон» з різними генотипами за геном тиреоглобуліну

Господарство	n	Генотип	Вміст жиру, %	Вміст білка, %
ЗАТ «Агро-регіон» (n=40)	35	СС	4,13±0,58*	3,05±0,13
	5	СТ	3,58±0,35	3,06±0,25
	0	ТТ	–	–

Примітка. * - $P<0,05$ (Н-критерій Крускала-Уолліса)

Встановлено достовірно ($P<0,01$) вищий вміст білка в молоці корів української чорно-рябої молочної породи господарства ФГ «Лелик» з генотипом АВ за геном капа-казеїну в порівнянні з групою з генотипом АА, що показано за результатами, отриманими за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу (рис. 4.).

Не спостерігалось достовірної різниці за вмістом жиру і білка в молоці корів, що належали до трьох українських молочних порід з різними генотипами за геном лептину.

Висновки. Вплив поліморфізму гена к-Сп на показники вмісту білка в молоці корів та показники надоїв серед трьох досліджених порід спостерігався тільки у тварин української червоно-рябої молочної породи і не в кожній з досліджених популяцій даної породи, що свідчить про неоднаковий вплив цього генетичного фактора на прояв ознак молочної продуктивності в межах різних молочних порід великої рогатої худоби та популяцій окремих господарств.

Тенденції до підвищення вмісту жиру в молоці носіїв генотипу СС за геном TG5 в тварин різних молочних порід і популяцій окремих господарств та достовірно вищий вміст жиру в молоці корів української чорно-рябої молочної породи із генотипом СС, підтверджують позитивний вплив цього генотипу на підвищення жирномолочності у молочних порід великої рогатої худоби.

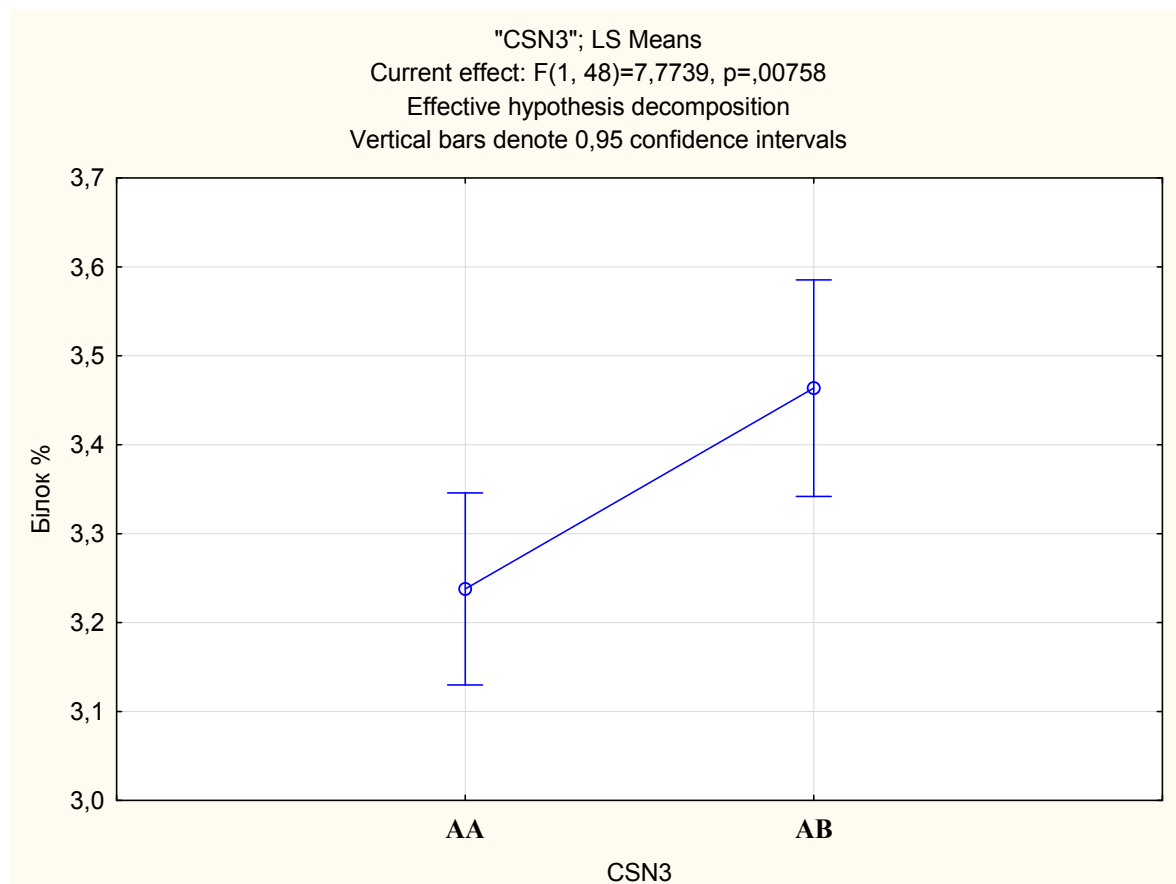


Рис. 4. Результати однофакторного дисперсійного аналізу отриманого за допомогою програми STATISTICA 10 для вмісту білка в молоці корів з генотипами АВ та ВВ за геном капа-казеїну

Підвищений вміст білка в молоці корів української червоно-рябої молочної породи з генотипом ВВ за геном κ -Сп та в корів української чорно-рябої молочної породи з генотипом АВ, підтверджують вплив поліморфізму гена капа-казеїну на прояв даної ознаки і можливість використання даного генетичного маркера для вдосконалення існуючих методів селекції у вітчизняному молочному скотарстві за прикладом країн із розвинутим тваринництвом, оскільки отримані нами дані підтверджуються в подібних дослідженнях як закордонних, так і вітчизняних авторів, проведених з різними породами великої рогатої худоби.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of polymerase chain reaction / S. J. Pinder., B. N. Perry., C. J. Skidmore., D. Savva // *Anim. Genet.* – 1991. – Vol. 22. – P. 11–20.
2. Effects of milk protein genetic variants on milk yield and composition / D. M. McLean, E. R. Graham, R. W. Ponzoni, H. A. McKenzie // *J. Dairy Res.* – 1985. – Vol. 51 – P. 531–546.
3. Аналіз залежності молочної продуктивності корів від поліморфізму окремих структурних генів / М. І. Гиль, О. В. Городна, С. С. Крамаренко, О. Ю. Сметана // *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва.* – К, 2011. – Вип. 160. – Ч. 2. – С. 285–293.
4. Schaar, J. Effects of genetic variants of κ -casein and β -lactoglobulin on cheese making / J. Schaar, B. Hansson, H.-E. Pettersson // *Journal of dairy research.* – 1985. – Vol. 52. □ № 3. – P. 429–437.
5. Молекулярно-генетичні маркери селекційної роботи і стійкості, щодо чинників екологічного стресу / В. І. Глазко, К. В. Иванченко, Р. В. Облап, Г. В. Глазко // *Вісник аграрної науки.* – 2002. – № 11. – С. 17.

6. Cellular and molecular aspects of adipose tissue development / G. Ailhaud [et al.] // *Annu Rev Nutr.* – 1992. – Vol. 12. – P. 207–233.
7. Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle / E. Casas [et al.] // *J. Anim. Sci.* – 2005. – Vol. 83. – P. 13–19.
8. Bovine gene polymorphisms related to fat deposition and meattenderness / R. S. Marina Fortes [et al.] // *Genetics and Molecular Biology* – 2009. – Vol. 32. – P. 75–82.
9. Добрянська, М. Л. Поліморфізм гена тиреоглобуліну (TG) в популяціях великої рогатої худоби м'ясного напрямку продуктивності / М. Л. Добрянська, К. В. Копилов // *Розведення і генетика тварин.* – К., 2012. – Вип. 46. – С. 273–274.
10. Ларионова, П. В. Разработка и экспериментальная апробация систем анализа полиморфизма генов-кандидатов липидного обмена у крупного рогатого скота: автореф. дис. ... канд. / П. В. Ларионова. – Дубровицы, 2006.
11. Харзинова, В. Р. Изучение генотипов ДНК-маркеров GH, DGAT1 и TG5 в связи с линейной принадлежностью и уровнем молочной продуктивности коров черно-пестрой породы: автореф. дис. ... канд. / В. Р. Харзинова. – Дубровицы, 2011.
12. Kulig, H. Association between Leptin Gene Polymorphisms and Growth Traits in Limousin Cattle / H. Kulig, M. Kmie // *J. Genet.* – 2009. – Vol. 45. – № 6. – P. 738–741.
13. The biology of leptin: a review / K. L. Houseknecht, C. A. Baile, R. L. Matteri, M. E. Spurlock // *J Anim Sci.* – 1998. – Vol. 76. – P. 1405–1420.
14. Alison, V. E. Marker - assisted selection in beef cattle / V. E. Alison, // *UC Davis.* – 2007. – P. 1–2.
15. Detection of single base substitutions in total genomic DNA / R. M. Myers, N. Lumelsky, L. S. Lerman [et al.] // *Nature.* – 1985. – Vol. 313. – № 6002. – P. 495.
16. Плохинский, Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский – М. : Колос, 1967. – 255 с.
16. Association of cattle genetic markers with performance traits / I. Miceikienė [et al.] // *BIOLOGIJA.* – 2006. – № 1. – P. 24–29.
18. Tambasco, M. D. Detecao de polimorfismo dos genes de κ -caseína, β -lactoglobulina em animais da raça Jersey / M. D. Tambasco // *Monografia: Universidad Federal de Sao Carlos. S. P.* – 1998.
19. Polymorphisms at loci of leptin (LEP), Pit1 and STAT5A and their association with growth, feed conversion and carcass quality in Black-and-White bulls / J. Oprządek, K. Flisikowski, L. Zwierzchowski, E. Dymnicki // *Animal Science Papers and Reports.* – 2003. – Vol. 21. – №. 3. – P. 135–145.

PEFERENCES

1. Pinder, S. J., B. N. Perry, C. J. Skidmore, and D. Savva. 1991. Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of polymerase chain reaction. *Anim. Genet.* 22: 11–20.
2. McLean, D. M., E. R. Graham, R. W. Ponzoniand, and H. A. Mckenzie. 1985. Effects of milk protein genetic variants on milk yield and composition. *J. Dairy Res.* 51: 531–546.
3. Hyl', M. I., O. V. Horodna, S. S. Kramarenko, and O. Yu. Smetana. 2011. Analiz zalezhnosti molochnoyi produktyvnosti koriv vid polimorfizmu okremykh strukturnykh heniv – Analysis of milk production of cows depending on individual structural gene polymorphism. *Nauchnyi vestnyk Natsyonal'noho unyversyteta byoresursov y pryrodopol'zovanyya Ukrainy: Tekhnolohiya vyrobnytstva i pererobky produktsiyi tvarynnystva – Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine: Manufacturing and processing of livestock products.* 160 (2): 285–293 (in Ukrainian).
4. Schaar, J. B., and H. E. Hansson. 1985. Petterson Effects of genetic variants of κ -casein and β -lactoglobulin on cheese making. *Journal of dairy research.* 52: 429–437.
5. Hlazko, V. I., K. V. Yvanchenko, R. V. Oblap, and H. V. Hlazko. 2002. Molekulyarno-henetychni markery selektsiynoyi roboty i stiykosti, shchodo chynnykiv ekolohichnoho stresu –

Molecular genetic markers and resistance breeding concerning environmental stress factors. *Byulleten selskohozyaystvennyih nauk – Bulletin of Agricultural Science*. 1: 17 (in Ukrainian).

6. Ailhaud, G. 1992. Cellular and molecular aspects of adipose tissue development. *Annu Rev Nutr*. 12: 207–233.

7. Casas, E. 2005. Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle. *J. Anim. Sci.* 83: 1-19.

8. Marina Fortes, R. S. 2009. Bovine gene polymorphisms related to fat deposition and meat tenderness. *Genetics and Molecular Biology*. 32: 75–82.

9. Dobryans'ka, M. L., and K. V. Kopylov. 2012. Polimorfizm gena tyreoglobulinu (TG) v populatsiyakh velykoi rohatoyi khudoby m"yasnoho napryamku produktyvnosti– Polymorphism of gene thyroglobulin (TG) in populations cattle / *Rozvedennya i henetyka tvaryn : mizhvid. tem.nauk. zb. – interagency thematic of science collection*. Kyiv. 46: 273–274 (in Ukrainian).

10. Larionova, P. V. 2006. *Razrabotka i eksperimentalnaya aprobatsiya sistem analiza polimorfizma genov-kandidatov lipidnogo obmena u krupnogo rohatogo skota: avtorief. dis. ... kand. nauk – Development and experimental testing of systems polymorphism analysis of candidate genes of lipid metabolism in cattle: abstract IA Candidate of Science*. Dubrovitsy (in Russian).

11. Harzinova, V. R. 2011. *Izuchenie genotipov DNK-markerov GH, DGAT1 i TG5 v svyazi s lineynoy prynadlezhnostyu i urovnem molochnoy produktivnosti korov cherno-pestroy porodyi: avtorief. dis. ... kand. nauk – Study of genotypes of DNA markers GH, DGAT1 and TG5 in connection with linear affiliation and level of milk production of cows of black-motley breed: abstract IA Candidate of Science*. Dubrovitsy (in Russian).

12. Kulig, H., and M. Kmiec. 2009. Association between Leptin Gene Polymorphisms and Growth Traits in Limousin Cattle. *J. Genet.* 45 (6): 738–741.

13. Houseknecht, K. L., C. A. Baile, R. L. Mather, and M. E. Spurlock. 1998. The biology of leptin: a review. *J Anim Sci*. 76: 1405–1420.

14. Alison, V. E. 2007. Marker – assisted selection in beef cattle. *UC Davis*. 1–2.

15. Myers, R. M., N. Lumelsky, and L. S. Lerman. 1985. Detection of single base substitutions in total genomic DNA. *Nature*. 313 (6002): 495.

16. Plohinskiy, N. A. 1969. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootehnikov – Guidance on biometrics for zootechnician*. Moskov, Spica, 255 (in Russian).

17. Miceikiene, I. 2006. Association of cattle genetic markers with performance traits. *BIOLOGIJA*. 1. : 24–29.

18. Tambasco, M. D. 1998. Detection of polymorphism of κ -casein, β -lactoglobulin genes in animals breed Jersey. *Monografia: Universidad Federal de Sao Carlos*. S. P.

19. Oprządek, J., K. Flisikowski, L. Zwierzchowski, and E. Dymnicki. 2003. Polymorphisms at loci of leptin (LEP), Pit1 and STAT5A and their association with growth, feed conversion and carcass quality in Black-and-White bulls. *Animal Science Papers and Reports*. 21 (3): 135–145.