

6. Зубець М.В., Буркат В.П., Полупан Ю.П. Стан та перспективи породоутворення у молочному скотарстві півдня України //Наук. вісн. Нац. аграр. ун-ту.-2000.- Вип.21.

7. Ничик Б.А. Совершенствование молочного типа симментальской породы - резерв повышения удоев стад // Животноводство. - 1987. - № 12.- С.14-16.

8. Пелехатый Н.С. Совершенствование пород на основе принципов крупно-масштабной селекции //Породы и породообразовательные процессы // Киев, 1989.

9. Полупан Ю.П. Методи визначення ступеня фенотипової консолідації селекційних груп тварин // Вісн. аграр. науки. -2002.- №1.

10. Сірацький Й. З., Меркушин В.В., Федорович Є.І., Данилків Я.Н. Методи оцінки адаптаційної здатності тварин.// Методики наукових досліджень із селекції, генетики та біотехнології у тваринництві.-К.: Аграрна наука, 2005.

УДК 636. 22/28.082.12

ІМУНОГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІНІЙ ЖИРНОМОЛОЧНОГО ТИПУ УКРАЇНСЬКОЇ ЧЕРВОНОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ

**В.І. Вороненко, В.Г. Назаренко, Ю.П. Полупан, А.В. Вороненко,
Г.І. Рукавникова, Г.М. Хлюст**

Інститут тваринництва степових районів ім. М.Ф. Іванова «Асканія-Нова» - Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства

Викладено результати досліджень з визначення генетичних особливостей заводських ліній і споріднених груп жирномолочного типу української червоної молочної породи за антигенами та алелями систем груп крові. При паралельному застосуванні ряду методів порівняльного аналізу виявлена імуногенетична диференціація і генотипова специфічність створених селекційних формувань.

Ключові слова: заводські лінії, антигени, алелі, генетична структура, імуногенетична схожість, генетичні дистанції.

На сучасному етапі удосконалення існуючих та створення нових високопродуктивних порід, типів і ліній молочної худоби як теоретично так і практично пов'язане із широким застосуванням новітніх методів генетики та біотехнології. В цьому плані серед комплексу заходів, що забезпечують якісне перетворення великих масивів худоби, поліпшення її продуктивних і технологічних якостей, одне з важливих місць займають імуногенетичні методи [1], які ефективно використовуються в селекції у поєднанні з зоотехнічними і популяційно-генетичними методами досліджень. Тому, з метою інтенсифікації породотворчого процесу, багатопланове розповсюдження знайшло використання імуногенетичних маркерів для експертизи походження тварин; визначення алелофонду, генетичних особливостей, структури та рівня диференціації порід, типів, заводських ліній і популяцій; об'єктивної і вірогідної оцінки генотипу плідників за якістю нащадків; визначення селективної цінності окремих генотипів, тощо [2].

На всіх етапах виведення української червоної молочної породи системно здійснювався імуногенетичний контроль селекційних процесів, створено базу імуногенетичних маркерів тварин, вивчено структуру і алелофонд породи в цілому та встановлено особливості генофонду внутріпородних голштинізованого і жирномолочного типів за системами груп крові [3], але недостатньо вивчено генетичну структуру складових елементів вказаних типів за молекулярно-генетичними маркерами, що є актуальним як з теоретичної, так і практичної точок зору.

З огляду на наведене та враховуючи те, що інтенсифікація галузі молочного скотарства в значній мірі залежить від застосування в племінній роботі ефективною системою розведення порід за лініями [4,5], в основу досліджень поставлено завдання вивчити алелофонд груп крові, імуногенетичну структуру і особливості заводських ліній та споріднених груп жирномолочного типу української червоної молочної породи та визначити рівень диференціації ліній за імуногенетичними параметрами.

Матеріал і методика досліджень. Комплексний імуногенетичний аналіз проведено на тваринах жирномолочного типу у стаді племзаводу червоної молочної породи приватно-орендного кооперативу "Зоря" Білозерського району Херсонської області. Для досліджень було відібрано шість найбільш чисельних заводських ліній та споріднених груп. Наукові дослідження базувалися на визначенні та генетичному аналізі успадкування еритроцитарних антигенів і алелів груп крові. В обробку включено експериментальні дані імуногенетичного типування тварин у період з 1990 по 2005 роки за загальноприйнятою методикою [6] стандартними монодіагностикумами 53 еритроцитарних антигенів 9 систем груп

крові. Оцінку диференціації ліній та споріднених груп проводили на основі визначення генетичних параметрів [7], індексів імуногенетичної схожості [8] та генетичних дистанцій [9].

Результати досліджень. Проведений комплексний аналіз показав, що в обстежених лініях та споріднених групах виявлені майже всі антигени з частотою від 0,0011 до 0,9387 (табл. 1). Показник антигенонасиченості має коливання від 0,2191 (група Ліера) до 0,2873 (лінія Корбітця).

Групи тварин різної лінійної належності мають суттєві і вірогідні відмінності за частотою значної кількості антигенів. Так, наприклад, між заводськими лініями Фрема і Корбітця достовірно різниця виявляється за частотою 24 кровогрупових факторів ($A_1, A_2, G_2, G_3, K, P_2, Y_2, E'_2, G', O', P', C_2, E, R_2, W, X_2, L', M, U, H', U', H'', U'', Z$), між лінією Корбітця і спорідненою групою Банко - за 22 антигенами ($G_2, G_3, K, Y_2, E'_2, G', O', P', C_2, E, R_2, W, X_2, L', L, M, U, H', U', H'', U'', Z$), між найбільш чисельними групами тварин лінії Фрема і спорідненої групи Банко встановлено вірогідну різницю за частотою 6 антигенів ($A_1, A_2, B_2, P_2, C_2, i W$).

Таблиця 1. Структура за антигенами груп крові заводських ліній та споріднених груп жирномолочного типу, %

Групи крові		Лінії та споріднені групи					
сис-те-ма	анти-ген	Цирруса 16497	Фрема 17291	Корбітця 16496	Банко 19665	Ліера 32605	Кадета 13164
1	2	3	4	5	6	7	8
A	A ₁	82,14	58,69	71,16	73,13	47,06	82,35
	A ₂	82,14	58,79	71,47	73,40	47,06	82,35
	Z'	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B	B ₂	46,43	65,36	59,20	50,14	43,14	26,47
	G ₂	10,71	26,06	44,17	20,78	15,69	17,65
	G ₃	17,86	29,45	49,08	24,10	19,61	20,59
	K	10,71	20,02	42,64	13,30	7,84	11,76
	I ₁	3,57	3,92	3,68	3,05	0,0	5,88
	I ₂	14,29	11,86	16,26	18,01	7,84	20,59
	O ₁	32,14	28,18	21,17	24,65	35,29	29,41
	O ₂	46,43	35,91	29,75	33,52	39,22	50,00
	P ₂	3,57	20,76	5,21	6,92	15,69	8,82
	Q	7,14	8,05	6,13	9,14	1,96	32,35
	T ₁	3,57	4,13	3,68	3,32	3,92	2,94
	T ₂	3,57	4,45	3,68	3,32	3,92	2,94
	Y ₂	60,71	47,46	61,96	45,15	45,10	32,35
	A' ₁	46,43	13,98	1,23	9,69	23,53	26,47
A' ₂	50,00	18,11	11,66	16,62	23,53	26,47	

1	2	3	4	5	6	7	8
B	B'	0,0	0,21	0,31	0,55	0,0	0,0
	D'	14,28	7,31	6,44	6,09	13,72	14,71
	E' ₂	21,43	29,45	48,77	21,33	13,72	26,47
	G'	14,28	29,66	50,92	22,44	21,57	8,82
	I'	0,0	9,53	6,13	3,88	3,92	2,94
	K'	10,71	10,80	12,58	14,96	1,96	29,41
	J' ₂	10,71	9,00	9,82	13,02	1,96	35,29
	O'	17,86	30,83	44,48	25,21	13,72	50,00
	P'	25,00	27,44	15,34	27,70	15,69	5,88
	Q'	28,57	25,21	25,15	21,88	43,14	41,88
	Y'	14,29	10,59	6,13	14,40	9,80	2,94
B''	B''	0,0	0,42	0,31	0,0	0,0	2,94
	G''	10,71	19,07	19,94	18,56	39,22	14,71
C	C ₁	21,43	29,13	21,47	22,44	15,69	50,00
	C ₂	35,71	40,04	60,12	22,44	27,45	61,76
	E	32,14	31,88	56,44	35,18	29,41	47,06
	R ₁	0,0	0,11	0,0	1,11	0,0	0,0
	R ₂	21,43	57,41	27,61	49,31	66,67	32,35
	W	25,00	19,91	50,92	31,86	17,65	26,47
	X ₁	21,43	15,57	18,71	11,36	5,88	23,53
	X ₂	78,57	47,46	33,13	43,21	58,82	52,94
	C'	28,57	49,47	59,82	55,68	45,10	58,82
L'	17,86	12,71	43,86	13,57	5,88	14,71	
F	F	85,71	87,82	93,87	91,41	93,14	76,47
	V	14,29	12,18	6,13	8,59	6,86	23,53
J	J	7,42	8,81	7,99	8,69	11,44	21,41
L	L	11,36	13,03	9,33	21,40	15,98	15,98
M	M	5,51	2,36	18,98	1,40	14,82	15,98
S	S ₁	28,00	10,91	11,96	11,91	35,29	17,65
	U	7,14	7,31	36,50	9,14	5,88	25,00
	H'	78,57	76,69	93,86	79,50	80,39	85,29
	U'	21,43	47,88	15,64	45,15	31,37	29,17
	H''	7,14	6,78	33,13	8,03	5,88	14,71
U''	7,14	6,04	34,97	7,48	1,96	11,76	
Z	Z	29,29	24,65	39,84	23,73	27,24	23,30
Голів		28	944	326	361	51	34

Таким чином, вірогідна різниця між основними і найбільш чисельними заводськими лініями та спорідненими групами, які розводяться в стаді племзаводу ПОК "Зоря", виявлена за частотою 11,32 - 45,28% визначених еритроцитарних антигенів тварин, що вказує на наявність значних генотипових відмінностей новостворених внутріпорідних формувань червоної молочної породи. Цей висновок підтверджують і дані таблиці 2, де наведено

показники імуногенетичної схожості за сукупністю всіх антигенів груп крові ліній та споріднених груп жирномолочного типу.

За комплексом встановлених антигенів у популяції жирномолочного типу найбільші відмінності виявлено між слідуючими лініями та спорідненими групами: Корбітця - Лієра ($r=0,7988\pm 0,0453$), Корбітця -Цирруса ($r=0,8042\pm 0,0585$) і Корбітця - Кадета ($r=0,8250\pm 0,0509$), а саму високу подібність визначено у порівнюваних парах: Фрема - Банко ($r=0,9229\pm 0,0119$), Фрема - Лієра ($r=0,9026\pm 0,0309$) і Лієра - Банко ($r=0,8973\pm 0,0330$).

Таблиця 2. Індeksi генетичної схожості ліній та споріднених груп за антигенами груп крові

Лінії та групи	Цирруса 16497	Фрема 17291	Корбітця 16496	Банко 19665	Лієра 32605
Фрема 17291	0,8667				
Корбітця 16496	0,8042	0,8477			
Банко 19665	0,8585	0,9229	0,8354		
Лієра 32605	0,8616	0,9026	0,7988	0,8973	
Кадета 13164	0,8569	0,8576	0,8250	0,8423	0,8289

Наведені результати аналізу заводських ліній і споріднених груп підтверджуються визначенням їх відмінності за окремими антигенами. Так, вірогідна різниця за частотою найбільшої кількості кровогрупових факторів виявилася між слідуючими заводськими лініями і спорідненими групами: Корбітця і Лієра (34 антигени - 64,15%), Корбітця і Цирруса (31 антиген - 58,49%), Корбітця і Кадета (30 антигенів - 56,60%), а найменша різниця встановлена між групами тварин Фрема і Банко (6 антигенів - 11,32%), Фрема і Лієра (14 антигенів - 26,41%), Лієра і Банко (16 антигенів - 30,19%). Таким чином, в дослідженнях встановлено абсолютний ранговий зв'язок оцінок різними методами, тобто оцінки співвідношень ліній за сумою окремих антигенів і за їх сукупністю співпали, що свідчить про ефективність і високу повторюваність результатів визначення рівня диференціації при застосуванні двох методів аналізу імуногенетичних структур селекційних формувань на антигенному рівні.

Паралельно з дослідженнями структури заводських ліній за еритроцитарними антигенами проведено аналіз алелофонду за В-

локусом груп крові. В лініях та споріднених групах жирномолочного типу всього встановлено 99 алелів, що свідчить про широку варіабельність алелофонду. Результати аналізу ліній і споріднених груп за рядом основних алелів та параметрами генетичної структури В-локусу груп крові наведено в таблиці 3.

В лінійних групах тварин жирномолочного типу всього встановлено від 21 (споріднена група Кадета) до 88 (лінія Фрема) алелів EAB-локусу, що вказує на наявність значного різноманіття ліній та споріднених груп за спектром виявлених алельних варіантів та на пропорційну залежність загальної кількості встановлених алелів від чисельності тварин у відповідних популяціях. В той же час за кількістю основних алелів, частота яких перевищує один відсоток, спостерігається зворотно-пропорційна залежність: у найбільш чисельній лінії Фрема їх встановлено 18, а у невеликій за кількістю тварин спорідненій групі Ліера - 29.

Таблиця 3. Генетична структура ліній і споріднених груп жирномолочного типу за основними алелями системи EAB

Алель	Заводська лінія			Споріднена група		
	Цирруса 16497	Фрема 17291	Корбітця 16496	Банко 19665	Ліера 32605	Кадета 13164
1	2	3	4	5	6	7
B ₁ G ₂ KE ₁ F ₂ O'	0,0556	0,0864	0,2007	0,0449	0,0306	0,0476
B ₁ P ₁ Y ₁ G'	0,0185	0,1034	0,0246	0,0314	0,0408	0,0
B ₁ Y ₂ A ₁ E ₁ G'P'Q'G'	0,0	0,0034	0,0193	0,0015	0,0102	0,0
B ₁ P'	0,0741	0,1220	0,0334	0,1198	0,0714	0,0238
B ₁ P'Q'	0,0185	0,0017	0,0018	0,0045	0,0	0,0
B ₂ O ₁	0,0370	0,0316	0,0211	0,0509	0,0408	0,0714
B ₂ O ₁ Y ₂ D'	0,0370	0,0062	0,0088	0,0030	0,0306	0,0238
G ₂ Y ₂ D'	0,0	0,0034	0,0018	0,0060	0,0102	0,0238
G ₂ Y ₂ D'E ₁ J ₂ O'	0,0	0,0073	0,0053	0,0075	0,0102	0,0238
G ₂ Y ₂ E ₁ Q'	0,0	0,0096	0,0070	0,0180	0,0204	0,0
G ₃ O ₁ T ₁ A ₁ E ₃ F ₂ K'	0,0	0,0113	0,0088	0,0105	0,0204	0,0
I ₂	0,0185	0,0107	0,0299	0,0464	0,0102	0,0238
I ₂ O ₂ QA ₁ E ₁ KO'	0,0185	0,0136	0,0105	0,0045	0,0	0,0238
I ₂ Y ₂ E ₁	0,0	0,0186	0,0334	0,0224	0,0204	0,0238
O ₁	0,0741	0,0079	0,0053	0,0105	0,0	0,0
O ₁ QA ₁ J ₂ KO'	0,0	0,0090	0,0105	0,0284	0,0	0,0952
O ₁ A ₁	0,0556	0,0265	0,0035	0,0164	0,0408	0,0
O ₁ J ₂ KO'	0,0370	0,0249	0,0193	0,0269	0,0102	0,0238
O ₁ I'Q'	0,0	0,0260	0,0193	0,0164	0,0102	0,0
O ₁ Q'	0,0	0,0045	0,0105	0,0060	0,0	0,0238
Y ₂ A ₁	0,1296	0,0215	0,0035	0,0299	0,0408	0,0238
Y ₂ DE ₁ O'	0,0185	0,0040	0,0053	0,0030	0,0	0,0238

1	2	3	4	5	6	7
Y ₂ G ₃ Y ₁ G ["]	0,0	0,0141	0,1460	0,0329	0,0	0,0238
Y ₂ Y [']	0,0556	0,0452	0,0282	0,0778	0,0408	0,0
A ₁ [']	0,0	0,0130	0,0	0,0075	0,0102	0,0476
D'E ₃ F ₂ G ['] O [']	0,0	0,0067	0,0035	0,0105	0,0102	0,0
G [']	0,0185	0,0028	0,0370	0,0075	0,0102	0,0
Q [']	0,0741	0,0989	0,0299	0,0419	0,2041	0,2143
G ["]	0,0185	0,0537	0,0511	0,0539	0,1224	0,0714
"b"	0,1667	0,1169	0,1232	0,1796	0,0816	0,1190
Кількість голів	27	885	284	334	49	21
Всього В-алелів	22	88	57	57	29	21
Основних алелів	22	18	21	20	29	21
Частота основних алелів	0,9999	0,8383	0,8761	0,8694	0,9997	0,9997
Ca	0,0782	0,0666	0,0828	0,0704	0,0829	0,0918
Na	12,79	15,01	12,08	14,20	12,06	10,89

У тварин лінії Фрема сумарна частота основних алелів склала 0,8383, найбільш розповсюдженими є В₁Р₁Y₁G['], В₁Р['] і Q[']. Ця лінія характеризується самим високим рівнем поліморфності за кількістю ефективних алелів (Na=15,01) і має саму низьку гомозиготність (Ca=0,0666). У лінії Корбітця сумарна концентрація 21 основного алотипу дорівнює 0,8761 при маркерних алелях В₁G₂KE₁F₂O['] та Y₂G₃Y₁G["]. Дана популяція характеризується найбільшою генетичною однорідністю. Разом із спорідненою групою Ліера лінія Корбітця має найвищий показник гомозиготності (Ca=0,0829 і 0,0828) та найменший рівень поліморфності (Na=12,06 і 12,08). Багаточисельна споріднена група Банко за частотою 20 основних алелів охоплює 86,9% тварин, маркерними для неї є В₁Р['] і Y₂Y['] при низькому значенні коефіцієнту гомозиготності (0,0704) і великій кількості ефективних алелів (Na=14,2). Для лінії Цирруса найбільш характерними є алелі В₁Р['], O₁, Y₂A₁['] та Q['], а для найменше чисельної спорідненої групи Кадета попередньо маркерами визначені алеломорфи В₂O₁, O₁QA₁J₂KO['], Q['] і G["]. За сумарною частотою в межах кожної з ліній та споріднених груп основні 18-29 алелів охоплюють 83,8- 99,9 відсотків тварин. В цілому лінійні формування жирномолочного типу характеризуються достатнім рівнем консолідованості при середньому коефіцієнту гомозиготності 0,0788 з інтервалом відмінностей від 0,0666 до 0,0918.

Для оцінки рівня імуногенетичної однорідності ліній і споріднених груп жирномолочного типу за сукупністю алелів EAB-локусу проведено визначення ступеня їх подібності шляхом обрахування індексів імуногенетичної схожості (r) за Майалою-Ліндстремом та генетичних дистанцій (DN) за Неєм (табл. 4).

При попарному порівнянні ліній і споріднених груп індекси імуногенетичної схожості за сукупністю В-алелів груп крові мають коливання від 0,4453 до 0,8674, а генетичної дистанції - від 0,1423 до 0,8090.

У популяції жирномолочного типу стада племзаводу "Зоря" найвища схожість за алеломорфами встановлена між слідуючими лініями та спорідненими групами: Фрема - Банко ($r=0,8674$, $DN=0,1423$), Ліера - Кадета ($r=0,8299$, $DN=0,1864$) і Цирруса - Банко ($r=0,8105$, $DN=0,2101$), а найменша подібність виявлена між групами тварин ліній Корбітця - Цирруса ($r=0,5431$, $DN=0,6104$), Корбітця - Кадета ($r=0,4702$, $DN=0,7547$) і Корбітця - Ліера ($r=0,4453$, $DN=0,8090$).

Таблиця 4. Рівень генетичної диференціації ліній та споріднених груп за алелями EAB-локусу

Лінії та групи	Цирруса	Фрема	Корбітця	Банко	Ліера	Кадета
Цирруса	x	0,2911	0,6104	0,2101	0,4341	0,5312
Фрема	0,7474	x	0,3987	0,1423	0,2289	0,3965
Корбітця	0,5431	0,6712	x	0,4202	0,8090	0,7547
Банко	0,8105	0,8674	0,6569	x	0,4121	0,4789
Ліера	0,6478	0,7954	0,4453	0,6622	x	0,1864
Кадета	0,5879	0,6726	0,4702	0,6195	0,8299	x

Примітка: у нижній лівій частині таблиці наведені індекси імуногенетичної схожості, у правій верхній - генетичні дистанції

У проведених раніше дослідженнях було показано, що заводські лінії та споріднені групи жирномолочного типу мають якісну специфічність за основними селекціонованими ознаками [10], а наведені експериментальні дані підтверджують наявність значних відмінностей цих структурних формувань новоствореної української червоної молочної породи і за генетичними параметрами.

В 15 варіантах порівнювання ступеня схожості пар ранги оцінок різними методами ліній та споріднених груп за сукупністю антигенів і алелів EAB-локусу повністю співпали тільки у 4 випадках, в той час як коефіцієнт рангової кореляції виявився достатньо високим ($r_s=0,81$), що вказує на необхідність застосування методів аналізу та контролю генетичних процесів у заводських лініях паралельно на антигенному і алельному рівнях.

Висновки. Заводські лінії та споріднені групи жирномолочного типу української червоної молочної породи за імуногенетичними

параметрами характеризуються значною генетичною різноманітністю і достатньо високою міжгруповою диференціацією, що підтверджує специфічність і оригінальність генофонду, а також свідчить про доцільність подальшої консолідації створеного типу і його структурних формувань із застосуванням системного комплексного імуногенетичного моніторингу на антигенному, алельному і генотиповому рівнях.

Список використаної літератури

1. Буркат В.П., Дідик М.В., Подоба Б.Е. Імуногенетичні дослідження в заводських стадах великої рогатої худоби //Нові методи селекції і відтворення високопродуктивних порід і типів тварин: Матеріали науково-виробничої конференції - К.: Асоціація "Україна". - 1996. - С. 31.

2. Вороненко В.І., Іовенко В.М., Назаренко В.Г., Герасименко В.В., Вороненко А.В., Кириченко В.А., Рукавникова Г.І., Карвацька І.М., Поліщук В.М. Актуальні питання використання імуногенетичних маркерів у селекції сільськогосподарських тварин //Збірник наукових праць ІТСП. - Нова Каховка: ПІЕЛ, 2006. - С. 122-132.

3. Вороненко В.І., Назаренко В.Г., Вороненко А.В., Хлюст Г.М., Рукавникова Г.І. Імуногенетичні особливості порід молочної худоби південного регіону України // Збірник наукових праць ІТСП. - Нова Каховка: ПІЕЛ, 2006. - С. 133-142.

4. Генетико-популяційні процеси при розведенні тварин /І.П. Петренко, М.В. Зубець, Д.Т. Вінничук, А.П. Петренко / За ред. І.П. Петренка. - К.: Аграрна наука, 1997. - 478 с.

5. Буркат В.П., Полупан Ю.П. Розведення тварин за лініями: генезис понять і методів та сучасний селекційний контекст. - К.: Аграрна наука, 2004. - 68 с.

6. Матушек И. Группы крови крупного рогатого скота. - К.: Урожай, 1964. - 170 с.

7. Животовский Л.А. Популяционная биометрия. - М.: Наука, 1991. - 271 с.

8. Maijala K., Lindstrom G. Frequencies of groups genes and factors in the Finnish cattle breeds with special regard to breed comparisons //Am. Agric. Fennial. - 1996. - N 5. - P. 76-93.

9. Nei M. Molecular population genetics and evolution. - Amsterdam: North-Holland. Publ. Comp., 1975. - 360 p.

10. Полупан Ю.П. Генеалогічна структуризація новоствореної української червоної молочної породи за лініями //Розведення і генетика тварин. - 2005. - Вип. 38. - С. 97-107.