

О. І. ШЕМІГОН, Й. З. СІРАЦЬКИЙ, Б. Є. ПОДОБА

ГЕНЕТИЧНІ МАРКЕРИ В СЕЛЕКЦІЇ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Викладено результати вивчення імуногенетичної структури стада великої рогатої худоби держплемзаводу "Михайлівка" Сумської області, який є репродуктором швіцької худоби по вирощуванню племінних бугаїв для поліпшення племінних і продуктивних якостей корів лебединської породи в зоні її розведення.

Важливу роль при оцінці генотипових особливостей тварин має аналіз генетичної структури провідних стад племзаводів країни. Нині головним напрямком селекційної роботи є створення нових порід і типів тварин, які відповідали б вимогам часу на основі схрещування з поліпшуючими породами, головним чином із чорно-рябою, червоно-рябою голштинською, швіцькою та ін. Тому на найбільшу увагу заслуговує аналіз алогофонду базових господарств по виведенню цих порід. У практичній селекційній роботі, крім експертизи походження, імуногенетичні дані дають можливість конкретизувати уявлення про ступінь консолідації й диференціації окремих порід та їх структурних одиниць. Вони створюють інформаційну базу для наступних досліджень з метою поглиблення генетико-математичного аналізу популяцій, конкретизації уявлення про генотипи племінних тварин. У цих дослідженнях поліморфні системи, зокрема групи крові, виступають як генетичні маркери спадкового матеріалу, а їх основою є аналіз успадковування факторів та алелей груп крові, вивчення алогофонду порід, стад, споріднених груп тварин.

Метою проведеної роботи є аналіз алогофонду стада корів ДПЗ "Михайлівка", визначення маркуючих алелей, їх концентрації у тварин різних генотипів. Це господарство є базовим щодо створення нового типу бурої худоби.

© О. І. Шемігон, Й. З. Сірацький,
Б. Є. Подоба, 1998

Методика досліджень. Вивчали групи крові у тварин швіцької породи, імпортованих з Німеччини (n=70) і Австрії (n=119), лебединської породи (n=69) і помісей (n=61), одержаних шляхом схрещування лебединської худоби з бугаями швіцької породи американської селекції у племзаводі "Михайлівка" Сумської області.

Наявність еритроцитарних антигенних факторів у кожній тварини встановлювали шляхом застосування гемолітичного тесту з використанням таких реагентів: $A_2, Z', F, V, J, L, M, Z, C_2, E_2, R_1, R_2, W, X_1, X_2, C, L', S, U, H', U', H'', U'', B, G_2, G_3, I_1, I_2, O, P_1, P_2, Q, T_1, T_2, Y_1, Y_2, A', B', D', E_2, G', I', J', K', O', P', Y', B'', G''$. У результаті тестування встановлено наявність еритроцитарних антигенів у окремих тварин досліджуваних порід, на основі чого підраховували повторюваність антигенних факторів у середньому по породі.

Для однофакторних систем J, L, M, Z , а також системи A , яку умовно розглядали як однофакторну, підраховували генні частоти відповідних антигенів, виходячи із закону незалежного розподілу Харді-Вайнберга, за формулою

$$q^A = 1 - \sqrt{1 - A},$$

де q^A — генна частота; A — частота тварин з відповідним антигеном.

Для системи F/V генну частоту розраховували за формулами

$$q^F = \frac{F + (n - V)}{2n}; \quad q^V = \frac{V + (n - F)}{2n}.$$

Алелі системи B встановлені шляхом сімейного аналізу поспадковості поєднань антигенів, їх генна частота визначена прямим підрахунком.

Ступінь однорідності генофонду досліджуваних груп тварин характеризує коефіцієнт гомозиготності (C_a), який розраховували як суму квадратів генних частот алелей.

Для оцінки ступеня генетичної подібності популяцій за частотою сукупності алелей користувались формулою Майяла і Ліндстрема (1975). Згідно з якою встановили індекс подібності r

$$r = \frac{\sum (x_i \cdot y_i)}{\sqrt{\sum x_i^2 \cdot \sum y_i^2}},$$

де x_i, y_i — частоти однойменних алелей у порівнюваних популяціях. Чим більший індекс r , тим більший ступінь генетичної подібності популяцій.

Зв'язок між рівнем молочної продуктивності тварин і маркуючими аелями визначали шляхом групування їх за певними генетичними маркерами.

Результати досліджень. При дослідженні генетичної структури порід, які розводять у племзаводі, а також їх помісей ми в першу чергу звернули увагу на їх антигенний спектр. Частоту повторюваності факторів груп крові В-системи різних порід і їх помісей наведено в табл. 1. Всього за В-системою у лебединській породі було встановлено 41 фактор, у швіцької породи німецької селекції — 34, австрійської селекції — 41 і у помісей — 40 факторів. Частота повторюваності окремих факторів В-системи у худоби різних порід і їх помісей неоднакова. Так, у лебединської худоби найбільше поширені фактори В (0,431), О' (0,320), Y₂ (0,297), О (0,205), G₃ (0,169), T₁ (0,134), G'' (0,134) у швіцької західнонімецької селекції — Y₂ (0,490), В (0,379), G' (0,358), T₁ (0,273), Y' (0,254), О (0,293), G₃ (0,189), P' (0,207), J' (0,164); у швіців австрійської селекції — Y₂ (0,369), В (0,365), T₁ (0,278), О (0,296), О' (0,256), G' (0,250) і у помісей — J₂ (0,539), В (0,472), О' (0,442), О (0,211), G' (0,200), T₁ (0,180). Слід зазначити, що повторюваність у корів лебединської породи факторів I₁, P₁, J', G₂, K' досить низька і становить лише 0,008—0,015. У швіців, імпортованих із Німеччини найбільш рідко зустрічаються фактори В', I₂, В'', P₂ (0,008—0,044), а в імпортованих із Австрії G₂, I₂, P₁, P₂ (0,005—0,013). У помісей найбільш рідкі фактори I₂, K', T₂, D', I', J' (0,009). Деякі фактори в окремих груп тварин відсутні зовсім: у лебединців не зустрічаються I₂, D', В'', у швіців Німеччини — G₂, K', P₁, T₂, A', у помісей — G₂, P₁, В''.

Повторюваність факторів G₃, Y' у швіцької породи, завезеної з Австрії незначна (0,017—0,043), у той час коли у німецьких швіців вона порівнюючи висока (0,189—0,164). І навпаки, у останніх фактор О зустрічається з частотою 0,074, тимчасом як у австрійських його частота 0,256.

Аналіз генетичної структури стада племзаводу за системами А, F, J, L, M свідчить про наявність певної різниці, а саме: частота фактора А коливаються від 0,406 у лебединської породи до 0,164 у швіцької породи німецької селекції (табл. 2). Помісі ж займають проміжне місце (0,347). У швіцькій породі австрійської селекції має місце найбільша частота аеля V (0,252) у системі F. У решти груп тварин вона знаходиться приблизно на одному рівні (0,108—0,117). Частота фактора J найбільша у тварин лебединської породи (0,160), дещо нижча у тварин імпортованих із Австрії (0,112). Із частотою 0,059 цей фактор зустрічається у швіців із Німеччини і помісних тварин.

фактор зустрічається у швіців із Німеччини і помісних тварин. Це виражена різниця і за фактором L. Коливання від 0,187 (у лебединців) до 0,013 (у австрійських швіців). Щодо фактора M, він зустрічається досить рідко у швіців обох груп, а в решті тварин зовсім відсутній. Різниця за фактором Z менше виражена і частота його в усіх групах знаходиться в межах 0,439—0,308.

Таблиця 1. Частота факторів груп крові В-системи

Фактор	Порода тварин			
	лебединська	швіцька		помісі (лебединська×швіцька)
		(ФРН)	(Австрія)	
	0,431	0,379	0,365	0,472
	0,015	0,000	0,005	0,000
	0,169	0,189	0,017	0,086
	0,008	0,082	0,043	0,042
	0,000	0,015	0,013	0,009
	0,205	0,293	0,296	0,211
	0,008	0,000	0,013	0,000
	0,023	0,044	0,013	0,034
	0,053	0,052	0,048	0,034
	0,134	0,273	0,278	0,180
	0,030	0,000	0,074	0,009
	0,297	0,490	0,369	0,539
	0,069	0,000	0,083	0,017
	0,085	0,008	0,022	0,059
	0,000	0,044	0,022	0,009
	0,151	0,067	0,070	0,042
	0,109	0,358	0,250	0,200
	0,015	0,074	0,026	0,009
	0,008	0,164	0,043	0,009
	0,015	0,000	0,180	0,015
	0,320	0,074	0,256	0,442
	0,077	0,207	0,155	0,151
	0,046	0,254	0,150	0,025
	0,000	0,015	0,022	0,000
	0,134	0,090	0,116	0,180

Таблиця 2. Генна частота антигенів систем A, F, J, L, M, Z

Антиген	Порода тварин			
	лебединська	швіцька		помісі (лебединська×швіцька)
		ФРН	Австрія	
A ₂	0,406	0,164	0,170	0,347
Z'	0,000	0,000	0,000	0,000
F	0,883	0,892	0,748	0,885
V	0,117	0,108	0,252	0,115
J	0,160	0,059	0,112	0,059
L	0,187	0,090	0,013	0,077
M	0,000	0,008	0,009	0,000
Z	0,418	0,439	0,308	0,360

Таблиця 3. Частота антигенів у системах С і S

Антиген	Порода тварин			
	лебединська	швіцька		помісі (лебединська×швіцька)
		ФРН	Австрія	
C	0,289	0,830	0,611	0,296
E	0,187	0,684	0,378	0,232
R ₁	0,053	0,052	0,017	0,034
R ₂	0,160	0,181	0,239	0,200
W	0,530	0,641	0,633	0,637
X ₁	0,053	0,038	0,088	0,104
X ₂	0,314	0,164	0,212	0,311
C'	0,030	0,029	0,026	0,034
L'	0,046	0,038	0,061	0,068
S	0,382	0,313	0,206	0,322
U	0,008	0,015	0,020	0,051
H'	0,293	0,661	0,669	0,442
U'	0,109	0,044	0,048	0,095
H''	0,016	0,000	0,013	0,042
U''	0,023	0,000	0,005	0,051

За частотою повторюваності антигенів у системах С і S слід відмітити деякі особливості розподілу цих факторів у окремих груп худоби (табл. 3). Частота фактора С у швіців із Німеччини найвища і становить 0,830, дещо нижча (0,611) у австрійських швіців. У корів лебединської породи і її помісей з швіцькою, частота цього фактора порівнюючи невисока і дорівнює відповідно 0,289 і 0,296. Така ж закономірність зберігається і щодо розподілу по групах тварин фактора Е, схожою — фактора Н'. Досить часто у всіх групах тварин зустрічається фактор W і частота його становить від 0,641 (швіці Німеччини) до 0,530 (чистопородні лебединці). Решта антигенів цих систем зустрічається з порівнюючи невисокою частотою у вивчених груп худоби і зберігає певну закономірність. Проте слід відмітити, що в німецьких швіців відсутні фактори Н'' і U'', у той час коли вони в швіців з Австрії хоч і рідко, але зустрічаються (відповідно 0,013 і 0,005). У лебединських і помісних корів частота їх дещо вища і становить 0,016–0,042 (Н'') і 0,023–0,051 (U'').

Найефективнішим є порівняння порід і груп худоби за алелями В-системи груп крові, про що свідчать дані табл. 4.

Частота алеля b становить 0,343 у швіців з Німеччини і 0,294 з Австрії. Дещо нижча його частота у лебединських (0,279) і по-

них (0,278) тварин. Щодо решти фенотипів, то в лебединській породі з відносно високою генною частотою зустрічаються алелі ОУ (0,085), ВКВ'О' (0,069), ВКЕ'G'О'G'' і ВКУЕ'О' (0,053). У швіців німецької та австрійської селекції найрозповсюдженіші алелі ОУ – відповідно 0,226 і 0,222, ВУG'P'Q' (0,090 і 0,074), В (0,082 і 0,061). Помісі займають проміжне місце. Фенотипи ВКЕ'О'G'', ВКО', В, ОУ, О, У є загальними для всіх вивчених груп худоби, хоча і зустрічаються з різною частотою, але є алелі, притаманні лише певній групі. ВУP', ВP'G'G'' зустрічаються тільки у швіців.

Таблиця 4. Частота основних алелів В-системи

Алелі	Порода тварин			
	лебединська	швіцька з		помісі (лебединська×швіцька)
		ФРН	Австрії	
О	0,279	0,343	0,294	0,288
У	0,053	0,082	0,061	0,025
ВКЕ'G'О'G''	0,053	0,015	0,039	0,009
ВКУЕ'О'	0,053	0,000	0,009	0,042
ВКЕ'О'	0,015	0,000	0,026	0,042
ВКВ'О'	0,069	0,000	0,022	0,059
ВКО'	0,038	0,008	0,018	0,086
В	0,015	0,022	0,005	0,000
ВУG'P'Q'	0,000	0,090	0,074	0,068
ВУ	0,000	0,022	0,009	0,000
ВУP'	0,000	0,015	0,005	0,000
ВУG'G''	0,000	0,008	0,005	0,009
ВP'G'G''	0,000	0,008	0,018	0,000
ВP'	0,085	0,226	0,222	0,151
ВP'G'	0,038	0,022	0,026	0,085
ВP'G'G'	0,038	0,023	0,018	0,051
ВP'G'G''	0,053	0,000	0,018	0,000
ВP'G'	0,311	0,117	0,144	0,145
ВP'G'G''	0,105	0,185	0,148	0,128
Відсутність антигенності				

Виявність низки однакових сполучень антигенів у порівнюваних породах набуває особливого змісту у світлі описаних в попередній частині роботи факторів незаконотворення окремих антигенних факторів у В-системі груп крові. При цьому на основі вихідних батьківських алелів утворюються нові, внаслідок приєднання, заміни або зникнення деяких антигенів при незамінності окремих стійкіших комбінацій.

Це явище зв'язують із кросинговером, вважаючи, що в даному випадку розрив і перекомбінація частин гомологічних хромосом у процесі мейозу відбуваються на ділянці складного локусу В. У зв'язку із цим останній розглядається як комплексний ген, розташований вздовж хромосоми і складається із серії простих щільно зчеплених генів, які і зумовлюють фенотипове виявлення антигенів. Частота кросинговеру в межах цього локусу оцінюється співвідношенням 1:250 [4]. З урахуванням цього явища наявність вказаних вище часто повторюваних серій антигенів у бурої худоби логічно розглядати як наслідок еволюційних алелів у результаті процесів кросинговеру.

Ступінь однорідності генофонду досліджених порід характеризує коефіцієнт гомозиготності (C_a). Найбільшу консолідацію має швіцька худоба (у німецьких швіців $C_a=0,185$ і австрійських $C_a=0,148$), а найменшу – лебединська ($C_a=0,105$).

За методом Майяла і Ліндстрема оцінено ступінь генетичної подібності популяцій по частоті алелів (табл. 5). Встановлено, що індекс подібності між вивченими групами худоби досить високий і коливається від 0,9537 (лебединська і швіцька Австрії) до 0,9887 (лебединська і помісі)

Таблиця 5. Результати оцінки генетичної подібності вивчених груп худоби за методом Майяла і Ліндстрема

Порода тварин	Порода тварин			
	лебединська	швіцька		помісі (лебединська × швіцька)
		ФРН	Австрія	
Лебединська	X	0,9671	0,9537	0,9887
Швіцька (ФРН)	0,09671	X	0,9744	0,9809
Швіцька (Австрія)	0,9537	0,9744	X	0,9696
Помісі (лебединська × швіцька)	0,9887	0,9809	0,9696	X

Проведено дослідження щодо пошуку зв'язків груп крові з надром і виходом молочного жиру (табл. 6). Дані свідчать, що порівняння груп тварин залежно від наявності або відсутності окремих факторів (у нашому випадку фактора J) може знайти практичне застосування. Так, корови лебединської породи в крові яких присутній фактор J мали продуктивність на 283 кг більшу (7,52 %, $P>0,95$), порівнюючи з коровами, в яких цей фактор був відсутній. Щодо кількості молочного жиру, то

різниця становить 8 кг (5,83 %, $P > 0,95$). Аналізуючи дані по решті групах бачимо, що різниця між ними менш значна, або зовсім відсутня.

Таблиця 6. Продуктивність худоби різних генотипів залежно від наявності (відсутності) фактора J у системах груп крові

Показник	Порода тварин			
	лебединська	швіцька		помісі (лебединськахшвіцька)
		ФРН	Австрія	
Надій, кг				
присутній	3762±191,9	5181±193,5	5377±247,6	4382±369,2
відсутній	3479±148,4	5150±111,9	5301±117,8	4237±122,6
Молочний жир, кг				
присутній	137±7,7	199±6,4	213±9,8	164±12,7
відсутній	129±6,2	200±4,6	209±4,7	161±4,7

Подібні дослідження проводили і інші вчені. Так, Машуров А. М. [5], Сороковой П. Ф., Букаров Н. Г. [6] звертають увагу на те, що в стадах майже завжди спостерігається певна відмінність між тваринами залежно від наявності у них різних алелів груп крові. Вони пропонують за алелями локуса В виділяти три класи тварин: I – корови з двома позитивними алелями, II – один позитивний, а інший негативний, III – обидва алелі негативні. При цьому одержані результати свідчать, що відбір за маркерами тим ефективніший, чим менша чисельність популяції і більша кількість маркерних генів.

Одним з оригінальних напрямів досліджень зв'язків груп крові з продуктивністю є виявлення найефективніших поєднань алелів. В. П. Павліченко та Н. Н. Берникова [7] визначили, що в племзаводі "Лісне" найвищу продуктивність одержали від нащадків Лукавого 183 з алелем G_3Y_2 на поголів'ї корів з алелем BO_3Y^P .

Про доцільність застосування маркуючих алелів при доборі відмічають і К. Ахмедов [8], В. И. Дмитрієва [9] та ін. На їхню думку при застосуванні названого вище методу при доборі можна підвищити ефективність селекції на 5–12 %. Результати наших досліджень співпадають з висновками названих вище авторів. Різниця за надоем корів лебединської породи становить 7,52 %, по стаду швіцької породи вона майже відсутня.

Ряд вчених, підсумовуючи результати досліджень у цьому напрямі не відмічають вірогідної залежності між показниками

продуктивності і алелями груп крові (Басовский М. З., Буркат В. П., Власов В. И. и Коваленко В. П. [10]).

Висновки. Застосування маркуючих алелів при доборі тварин у комплексі з іншими ознаками може значно підвищити ефективність селекції в окремих стадах.

1. *Sellei J., Rendel J.* A probable crossing-over between two B-alleles of cattle blood groups // XI-th European conference on animal blood groups and biochemical polymorphism. — Warsawa. — 1968. — P. 115–116.

2. *Glasnak W., Šulc J.* A case of irregular inheritance in the B system of cattle // Animal blood groups and biochemical genetics. — 1971. — V. 2. — № 3. — P. 185–187.

3. *Подоба Б. Е., Качура В. С., Дідик М. В.* Генетична експертиза у скотарстві. — К.: Урожай, 1991. — 176 с.

4. *Baw J., Fiorentini A.* Structure of loci controlling complex blood group systems in cattle // XI-th European Conference on animal blood groups and biochemical polymorphism. — Warsawa. — 1968. — P. 15–17.

5. *Машуров А. М.* Генетические маркеры в селекции животных: Автореф. дис... д-ра биол. наук. — Л., 1985. — 44 с.

6. *Сороковой П. Ф., Букаров Н. Г.* Оценка сочетаемости наследственных факторов по генетическим маркерам // Животноводство. — 1987. — № 1. — С. 22–23.

7. *Павличенко В. П., Берникова Н. Н.* Перспективы использования групп крови для повышения эффективности селекционной работы в молочном скотоводстве // Использование интерьерных показателей в селекционно-племенной работе. — Л., 1982. — С. 58–67.

8. *Ахмедов К.* Группы крови и связь их с молочной продуктивностью черно-пестрого скота Узбекистана // Труды Узбекского НИИ животноводства. — 1988. — Т. 51. — С. 14–19.

9. *Дмитриева В. И., Чернушенко В. К.* Группы крови в селекции коров по продуктивности // Генетические аспекты селекции. — К., 1992. — С. 37–40.

10. *Крупномасштабная селекция в животноводстве.* Н. З. Басовский, В. П. Буркат, В. И. Власов и В. П. Коваленко; под ред. Н. З. Басовского — К., ПНА по внедрению научно-технических достижений в животноводстве “Украина”, 1994. — 374 с.

Інститут розведення і генетики тварин УААН