

## ГЕНЕТИЧНА СТРУКТУРА ПОЛІМОРФНИХ СИСТЕМ І ЇХ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК З ГОСПОДАРСЬКИ КОРИСНИМИ ОЗНАКАМИ У ХУДОБИ ЧОРНО-РЯБОЇ ПОРОДИ

*Вивчена структура генетичного поліморфізму білків та ферментів крові і білків молока у худоби чорно-рябої породи. Встановлений взаємозв'язок окремих систем і рівня гетерозиготності за поліморфними білковими системами та ферментами крові з господарськи корисними ознаками.*

Важливим елементом підвищення ефективності селекційної роботи у скотарстві є застосування поряд з традиційними імуногенетичних методів. Використання генетичного поліморфізму для раннього прогнозування продуктивності сільськогосподарських тварин недостатнє. Відносно значного поширення набули нині експертиза походження тварин та аналіз генетичної структури порід, стад, ліній, родин за поліморфними системами крові. Недостатньо вивчено використання поліморфних систем крові та молока як маркерів продуктивних ознак тварин, що свідчить про необхідність більш глибокого вивчення цього питання.

Виходячи з цього, в цій статті поставлено за мету вивчити генетичний поліморфізм гемоглобіну, трансферину, амілази, лужної фосфатази, церулоплазміну, бета-лактоглобуліну і казеїну, а також встановити взаємозв'язок їх з продуктивними ознаками худоби чорно-рябої породи.

**Матеріали і методика.** Вивчення поліморфних білків, ферментів крові та білків молока здійснено в племзаводі Кожанського цукрокомбінату на 1136 коровах і на Центральній дослідній станції штучного осіменіння сільськогосподарських тварин, Київській дослідній станції тваринництва «Терезине», Веселодолянській держплемстанції на 123 бугаях чорно-рябої породи. Методика визначення гемоглобіну, трансферину, лужної фосфатази, церулоплазміну, амілази, бета-глобулінів, казеїну та рівня гетерозиготності викладена автором раніше (Цитология и генетика. — 1992. — Т. 26. — № 2. — С. 41—50).

**Результати досліджень.** При електрофоретичному дослідженні крові чорно-рябої породи виявлено шість фенотипів трансферинового локусу: АА, АА, ЕЕ, АА, АЕ і ДЕ. Генна частота ГА становила  $0,276 \pm 0,009$ , ГА —  $0,721 \pm 0,009$ , ГЕ —  $0,003 \pm 0,054$ . Встановлено, що тварини з різними типами трансферину мають різну частку вибраковування. За типом гемоглобіну тварини чорно-рябої породи мономорфні, тобто мають один тип гемоглобіну АА. У худоби чорно-рябої встановлено три фенотипи амілази: ВВ, СС, ВС. Генна частота локусу амілази становила  $AmB 0,648 \pm 0,013$  і  $AmC — 0,362 \pm 0,013$ . У тварин чорно-рябої породи виявлено п'ять фенотипів лужної фосфатази. Генна частота алеля  $P^1_p — 0,831 \pm 0,011$ ,  $P^2_p — 0,143 \pm 0,010$  і  $P^3_p — 0,026 \pm 0,005$ . У досліджених тварин чорно-рябої породи встановлено шість фенотипів церулоплазмінового локусу: АА, ВВ, СС, АВ, АС, ВС. Генна частота алеля  $CrA 0,502 \pm 0,013$ ,  $CrB — 0,127 \pm 0,009$  і  $CrC — 0,371 \pm 0,013$ . Шість фенотипів церулоплазміну у різних порід великої рогатої худоби встановлено й іншими дослідниками (Я. Димов, Ц. Мановлев, Д. Драгнев, 1972; Ц. Мановлев, С. Тянков, Ц. Яблонски, 1985; А.Ф. Садик, М.С. Бердичевський, 1975; J. Schroffell, А. Кивек, V. Glasnak, 1968). У німецької чорно-рябої худоби, крім уже відомих алелей  $CrA$ ,  $CrB$ ,  $CrC$ , виявлено генотип  $CrAf$  (P. Gabiscke, H. Helderemann, 1975). За поліморфізмом бета-лактоглобулінів у худоби чорно-рябої породи встановлено п'ять локусів АА, ВВ, СС, АВ і ВС. Генна частота алеля  $\beta-LgA 0,420 \pm 0,014$ ,  $\beta-LgB — 0,560 \pm 0,14$  і  $\beta-LgC — 0,020 \pm 0,004$ . В локусі  $\alpha_{SI}-Sp$  виявлено три локуси: АА, ВВ і АВ. Генна частота  $\alpha_{SI}-SpA — 0,086 \pm 0,008$  і  $\alpha_{SI}-SpB — 0,912 \pm 0,008$ . У бета-казеїновому локусі також виявлено три фенотипи: АА, ВВ і АВ. Генна частота  $\beta-SpA — 0,940 \pm 0,006$  і  $\beta-SpB — 0,060 \pm 0,006$ .

У наших дослідженнях встановлено, що кожна порода має свою генну структуру. Лінія бугаїв однієї і тієї ж породи має відмінності між собою за генними частотами, зустрічністю генотипів і за зустрічністю тієї чи іншої системи білків та ферментів. Тому генетична мінливість поліморфних систем білків і ферментів крові та молока може використовуватися для контролю змін у популяції внаслідок селекційного процесу. Поліморфні системи можуть також використовуватися при роботі з лініями як їх генетичні маркери.

Для селекційного процесу велике значення має виявлення зв'язків генетично зумовлених типів поліморфних білкових та ферментних систем з продуктивними ознаками великої рогатої худоби.

Результати наших досліджень показують, що у корів чорно-рябкої породи встановлений зв'язок трансферинового локусу з молочною продуктивністю. Так, 361 корова за першу лактацію з надоем до 3000 кг мала концентрацію трансферина АА 0,320, алеля ДД — 0,679 і ЕЕ — 0,001; у 494 корів з надоем за першу лактацію від 3001 до 4000 кг генна частота алеля АА була 0,282, ДД — 0,716 і ЕЕ — 0,002; у 102 корів з надоем від 4001 до 5000 кг генна частота алеля АА становила 0,255 і ДД — 0,745 і у 16 корів з надоем від 5001 до 6000 кг генна частота алеля АА була 0,250 і ДД — 0,750. За другу лактацію у 118 корів із надоем до 3000 кг генна частота алеля АА сягала 0,427 і ДД — 0,573; у 285 корів з надоем від 3001 до 4000 кг генна частота алеля АА — 0,314; ДД — 0,681 і ЕЕ — 0,005; у 199 корів з надоем від 4001 до 5000 кг генна частота алеля АА — 0,289, ДД — 0,709 і ЕЕ — 0,002 і у 82 корів із надоем від 5001 до 6000 кг генна частота алеля становила АА — 0,262 і ДД — 0,738. За третю лактацію у 61 корови з надоем до 3000 кг генна частота алеля АА була 0,350 і ДД — 0,650; у 173 корів з надоем від 3001 до 4000 кг генна частота алеля АА — 0,335 і ДД — 0,665; у 211 корів з надоем від 4001 до 5000 кг генна частота алеля АА — 0,308, ДД — 0,687 і ЕЕ — 0,805 і у 118 корів з надоем від 5001 до 6000 кг генна частота алеля АА — 0,304, ДД — 0,688 і ЕЕ — 0,008. Така ж картина спостерігається і за вмістом жиру в молоці. У 572 корів за першу лактацію при вмісті жиру в молоці від 3,60 до 3,70% частота алеля АА була 0,320, ДД — 0,677 і ЕЕ — 0,003. У 100 корів із вмістом жиру в молоці від 3,71 до 3,80 частота алеля АА — 0,290 і ДД — 0,710; у 62 корів із вмістом жиру в молоці від 3,81 до 3,90% частота алеля АА — 0,242 і ДД — 0,758; у 99 корів із вмістом жиру в молоці 3,91% і більше частота алеля АА — 0,232 і ДД — 0,768. За другу лактацію у 385 корів із вмістом жиру в молоці від 3,60 до 3,70% частота алеля АА — 0,329, ДД — 0,669 і ЕЕ — 0,002; у 110 корів із вмістом жиру в молоці від 3,71 до 3,80% частота алеля АА — 0,291 і ДД — 0,709; у 71 корови із вмістом жиру в молоці від 3,81 до 3,90% частота алеля АА — 0,290 і ДД — 0,710 і у 128 корів із вмістом жиру 3,91 і більше частота алеля АА — 0,285, ДД — 0,707 і ЕЕ — 0,008. За третю лактацію у 326 корів із вмістом жиру в молоці від 3,60 до 3,70% частота алеля АА — 0,359, ДД — 0,638 і ЕЕ — 0,003. У 93 корів із жирністю молока від 3,71 до 3,80% частота алеля АА — 0,301, ДД — 0,699; у 57 корів із вмістом жиру від 3,81 до 3,90% частота алеля АА — 0,258 і ДД — 0,742 і у 87 корів із вмістом жиру в молоці 3,91% і більше частота алеля становила АА — 0,247, ДД — 0,741 і ЕЕ — 0,012.

Із наведених даних видно, що у випадках відбору більш високоточних і жиромолочних корів відбуватиметься збільшення концентрації гена ГД і зменшення ГА. Таким чином, одночасно з селекцією на підвищення молочності та жиромолочності здійснюється автоматично селекція і на типи трансферину. Для практики плеємної справи велике значення має виявлення зв'язків генетично зумовлених поліморфних білків і ферментів крові з продуктивними ознаками великої рогатої худоби (Л.С. Жебровський, В.Є. Митюцько, 1979).

Корови з різним ступенем гетерозиготності за локусами гемоглобіну, трансферину, амілази, фосфатази та церулоплазміну мали різну заплідненість (табл. 1).

### 1. Заплідненість корів чорно-рябої породи залежно від ступеня гетерозиготності за поліморфними білками та ферментами крові

Рівень гетерозиготності, %	Осіменено корів, голів	Запліднилось корів від одного осіменіння, голів	Заплідненість, %
0	783	381	48,66±1,79
20	539	265	49,17±2,16
40	172	89	51,74±2,41
60	51	28	54,90±2,97
Усього	1545	763	49,39±1,27

Найвищу заплідненість мали корови із 60%-ним рівнем гетерозиготності. Вказана залежність зумовлена, мабуть, скоріше генетичним щепленням генів, які склалися історично. Є.В. Полякова (1985) приходиться до висновку, що білковий поліморфізм забезпечує узгодженість різних систем між собою. Виходячи з цього, гетерозисний ефект, відображений у збільшенні плодючості, не можна розглядати як результат взаємодії окремих алельних або неалельних генів. Вона зауважує, що це, мабуть, наслідок комплементарної взаємодії структурно і функціонально зв'язаних комплексів генів, що досягається завдяки рідкісному поєднанню підходящих один одному батьківських генотипів.

Нами виявлена також різниця в кількісних та якісних показниках спермопродукції бугаїв чорно-рябої породи залежно від рівня гетерозиготності за поліморфними білками та ферментами крові. Найвищими вони були у плідників із 40%-ним рівнем гетерозиготності. К. Цочева і співавтори (1983) і В.А. Мельник (1985) встановили у бугаїв-плідників взаємозв'язок показників сперми з рівнем гомо- і гетерозиготності за поліморфними локусами крові. В нашому досліді найвища запліднювальна здат-

ність сперми бугаїв була при поєднанні рівня гомозиготності 60% та гетерозиготності 40% —  $68,35 \pm 0,17$  ( $P = 0,999$ ).

Залежно від поєднання при спаровуванні рівня гомо- і гетерозиготності корів та бугаїв за поліморфними білками і ферментами крові заплідненість корів була різною (табл. 2). Найвищою вона була при поєднанні 20% гомозигот і 40% — гетерозигот, 20% і 60%, 40 і 40%, 40 і 60%, 60% — гетерозигот з 20% — гетерозигот, 60 і 40% гетерозигот, тобто при середньому рівні від 30 до 50% гетерозиготності у нащадків, які будуть одержані. Встановлено, що із збільшенням індексу схожості за поліморфними білками і ферментами крові між особинами, які спаровуються, заплідненість знижується і збільшується число осіменінь на запліднення, на підставі даних осіменіння корів з однаковим поєднанням рівня гомо- і гетерозиготності за локусами гемоглобіну, трансферину, амілази, фосфатазу, церулоплазміну спермою бугаїв з різним рівнем гомо- та гетерозиготності за цими ж

## 2. Показники заплідненості при спаровуванні залежно від поєднання рівня гомо- та гетерозиготності корів і бугаїв

Поєднання рівня гомо- і гетерозиготності корів та бугаїв	Всього осіменено, голів	Заплідненість від 1 осіменіння, голів	Заплідненість, %
1	2	3	4
0x0	967	561	$53,01 \pm 1,39$
0x20	707	441	$62,38 \pm 1,44$
0x40	547	353	$64,53 \pm 1,75$
0x60	482	313	$64,94 \pm 1,86$
Всього	2703	1668	$61,71 \pm 0,93$
20x0	1179	686	$58,16 \pm 1,24$
20x20	1239	797	$64,33 \pm 1,16$
20x40	605	422	$69,75 \pm 1,46$
20x60	361	248	$68,70 \pm 1,64$
Всього	3384	2153	$63,62 \pm 0,83$
40x0	848	517	$60,97 \pm 1,38$
40x20	665	425	$63,91 \pm 1,51$
40x40	361	253	$70,08 \pm 1,73$
40x60	81	57	$70,37 \pm 2,67$
Всього	1955	1252	$64,04 \pm 0,99$
60x0	75	54	$72,00 \pm 2,92$
60x20	172	123	$71,51 \pm 1,44$
60x40	152	105	$69,08 \pm 2,05$
60x60	151	99	$65,56 \pm 2,07$
Всього	550	381	$69,27 \pm 1,67$
Разом	8592	5454	$63,48 \pm 0,52$

локусами можна зробити висновок про переважаючий вплив генотипу бугаїв на ефективність осіменіння.

Встановлено вплив генотипу батьків за поєднанням локусів гемоглобіну, трансферину, амілази, фосфатази і церулоплазміну на заплідненість їх дочок (табл. 3). Дочки осіменялися спермою одного і того ж бугая. Між окремими групами напівсибсів є високовірогідна різниця, що вказує на роль генетичних фактів у заплідненості тварин. Коефіцієнт успадковуваності, отриманий за батьківськими напівсибсами в дисперсійному комплексі, становив  $0,38 \pm 0,05$ . Критерій вірогідності та критерій гетерогенності показують і підтверджують вплив генотипу батька на запліднюючу здатність телиць.

### 3. Вплив генотипу батьків на заплідненість дочок

Тип батька дочок за рівнем гетерозиготності, %	Всього осіменено телиць, голів	Запліднилось від одного осіменіння телиць, голів	Заплідненість, %
0	2179	1362	$62,50 \pm 1,04$
20	3355	2162	$64,10 \pm 0,83$
40	2018	1367	$67,81 \pm 1,04$
60	735	536	$68,30 \pm 1,36$
Усього	8335	5417	$64,99 \pm 0,52$

С.В. Мажжерін (1991) приходить до висновку, що фактори популяційного рівня вносять певний вклад у різницю гетерозиготності класів хребетних. Так, вищий рівень гетерозиготності птиці порівняно із ссавцями найбільш вірогідно зумовлений певними відмінностями в організації популяційної структури виду, насамперед зменшенням розмірів та більшою інбредністю популяцій ссавців. І все ж таки в ряду хребетних найбільше значення має еволюційний аспект, зв'язаний з особливостями організації генних систем у різних класів хребетних, різницею темпів і, можливо, механізмів еволюції на молекулярному рівні.

**Висновки.** Комплексне вивчення показників поліморфізму білкових систем та ферментів дає змогу знайти тісніші зв'язки між генетичними тестами і відтворювальною здатністю. Пізнання відмінностей ферментативної активності за швидкістю біосинтетичних процесів у зв'язку з різницею за типами поліморфних білків дає можливість розробляти нові, ефективніші методи вивчення генетики кількісних ознак та прогнозуючої оцінки тварин. Рівень гомозиготності за поліморфними білками та ферментами криво з'єднаний із показниками відтворювальної здатності.

*Інститут розведення і генетики тварин УААН*