

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕВОЛЮЦІЇ

БУРКАТ В.П., ПОДОБА Б.Є., ГУЗЄВ І.В., БОДРЯШОВА К.В.

Інститут розведення і генетики тварин УААН

Україна, 08321, Київська область, Бориспільський р-н, с. Чубинське, вул. Погребняка 1

МІКРОЕВОЛЮЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В ПОПУЛЯЦІЯХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

В світі сучасних тенденцій трансформації сільськогосподарського виробництва важливого значення набула глобальна проблема збереження генетичної різноманітності [5]. Основним фактором загострення цієї проблеми в тваринництві стало розширене використання обмеженого генофонду спеціалізованих порід. Це призвело до істотного зменшення поголів'я місцевих порід, які відзначаються адаптованістю до певних еколого-кліматичних умов, невибагливістю щодо кормової бази, міцністю конституції, мають підвищений рівень загальної резистентності, високу відтворювальну здатність, багатоплідність і ряд інших цінних якостей, є носіями унікальних генів і генних комплексів, відтворення яких методами сучасної селекції неможливе або потребує значних витрат [7].

Тому важливою проблемою селекційно-генетичних розробок в тваринництві є збереження генетичної різноманітності сільськогосподарських тварин, для конструктивного вирішення якої розроблена методологія, що передбачає регулювання структури і чисельності генофондових популяцій в поєднанні з кріоконсервацією і довгостроковим збереженням гамет, ембріонів і зразків ДНК. Проведення селекційної роботи в популяціях обмеженої чисельності спрямоване на добір генотипів, що забезпечують збереження генетичної специфіки порід, при гетерогенному підборі для зменшення інбредної депресії [6].

При цьому генофонд тварин розглядається як елемент біорізноманітності в поєднанні з його потенційною роллю у вирішенні завдань сільськогосподарського виробництва [1]. Загальнодержавною програмою селекції у тваринництві на період до 2010 року передбачено забезпечити збереження генофонду існуючих, локальних і зникаючих порід [8].

Найбільш прийнятною організаційною формою збереження генетичної специфіки племінних ресурсів визначено надання статусу генофондових відповідним суб'єктам племінної справи у тваринництві. При цьому роль генофондових популяцій не обмежується збереженням біорізноманітності, а вони перетворюються на своєрідні експериментальні полігони з проведення фундаментальних генетичних досліджень. Впровадження в широку практику генетичної експертизи походження і аномалій племінних тварин сприяло створенню інформаційної бази для маркірування генетичного матеріалу при вирішенні широкого кола проблем розведення і селекції тварин на індивідуальному і популяційному рівнях [4]. Перспективним є застосування генетичних маркерів для оцінки генофонду тварин і дослідження мікроеволюційних процесів популяцій великої рогатої худоби і свиней.

Матеріал і методи.

За матеріалами імуногенетичного тестування при експертизі походження племінних тварин досліджена імуногенетична структура 22 племінних стад великої рогатої худоби загальною чисельністю 13988 голів – сірої української, білоголової української, лебединської, бурої карпатської, симентальської, українських чорно-рябої і червоно-рябої молочних порід, а також трьох стад свиней загальною чисельністю 653 голови – великої білої, дюрк і миргородської порід.

Спрямованість мікроеволюційних процесів встановлювали шляхом співставлення теоретично очікуваної і фактичної гомозиготності досліджуваних популяцій великої рогатої худоби за генетичними системами груп крові F і B, за системами E і L – свиней. Очікувану гомозиготність (Ca) розраховували як суму

квадратів генних частот алелів відповідної генетичної системи, фактичну гомозиготність (H) – за часткою гомозиготних генотипів, а реалізацію гомозиготності (W) – як здобуток H від Ca [10].

Результати та обговорення.

За системою EAF великої рогатої худоби в усіх досліджених породах встановлена підвищена концентрація алелю F^F, в середньому його генна частота дорівнює 0,839 при найменшій частоті 0,661 у білоголової української та найвищій – 0,866 у чорно-рябої худоби. Оцінка розподілу генотипів в досліджених стадах засвідчує збалансованість більшості з них при деякому дефіциті гетерозигот F^{FV}. Лише в п'яти стадах встановлене вірогідне відхилення фактичного розподілу генотипів від теоретично очікуваного (табл. 1). Відносно підвищена частота алелю F^V в стадах ДПЗ «Терезине», ДПЗ «Поливанівка», Маслівського сільгосптехнікуму обумовлює найбільшу частку гетерозиготних генотипів.

Таблиця 1

Генетична структура деяких стад за системою F груп крові

Господарство	n	Частота генів		Розподіл генотипів, %						χ^2
		F	V	FF		FV		VV		
				Ф*	Т**	Ф	Т	Ф	Т	
ДПЗ «Поливанівка»	727	0,703	0,297	52,8	49,4	34,9	41,8	12,2	8,8	19,5
ДПЗ «Терезине»	715	0,740	0,260	61,0	54,7	26,0	38,5	13,0	6,7	75,3
ДПЗ «Олександрівка»	2183	0,882	0,118	79,7	77,8	17,1	20,8	3,2	1,4	68,8
ДПЗ «Чайка»	250	0,910	0,09	85,2	82,8	11,6	16,4	3,2	0,8	21,7
Маслівський сільгосптехнікум	444	0,820	0,180	70,0	67,2	23,9	29,5	6,1	3,2	16,5

*Ф – фактичний розподіл генотипів,

**Т – теоретично очікуваний

Найбільша незбалансованість спостерігається в стаді племзаводу «Терезине» ($\chi^2=75,3$), де дефіцит генотипів F^V досягає 0,125, а гомозигот VV на 0,063 більше очікуваної їх частоти. Основним фактором незбалансованості цього стада є досить інтенсивне використання на ньому гомозиготного за алелем V плідника Судина 1698624, який в даному випадку маркірує цінний спадковий матеріал родоначальника лінії.

Слід зауважити, що всі популяції великої рогатої худоби, які селекціонуються, не є строго панміктичними, тому що в них відсутнє вільне парування, а кількість самців різко обмежена, як правило, здійснюється спрямований добір і підбір. Тому саме незбалансованість, невідповідність розподілу генотипів закону Гарді-Вайнберга повинно бути не винятком, а нормою при використанні плідників із специфічними маркерами в порівнянні з алелофондом стада. Так, в стаді племзаводу «Христинівський» вірогідний ($P<0,001$) надлишок гетерозигот за алелями трансферинового локусу спричинив інтенсивне використання плідника Апельсина 3500 з генотипом AE при високій (більше 0,7) частоті в стаді алелю D.

Отже на формування генетичної структури популяцій істотно впливають генотипи плідників. Поряд з цим в еволюції генофонду стад певну роль відіграють генетичні процеси, які пов'язані з різною адаптаційною та селективною цінністю генетичного матеріалу, що успадковується від матерів (материнські алелі). Так, в генофондовому стаді сірої української породи племзаводу «Поливанівка» встановлена підвищена в середньому на 9% елімінація одержаних від плідників алелів системи B

груп крові, а успадкування материнського оригінального для породи алелю VI_{IQT1} становило 63,2%.

Переважає успадкування спадкового матеріалу матерів, який маркується алелями генетичної системи EAB, зафіксоване при аналізі імуногенетичної структури родин в стадах симентальської, червоної польської, чорно-рябої худоби.

Такий рух алелів в родинях дав підстави для розвитку уявлення про те, що в популяціях великої рогатої худоби відбуваються генетичні процеси, які сприяють збереженню генетичного матеріалу, що його вносять матері [11]. Зазначені особливості успадкування материнських алелів задовільно пояснюються припущенням щодо існування генетичних механізмів, які в оогенезі визначають переважне перетворення в яйцеклітину тих продуктів поділу ооцитів, які одержані від матерів, тобто є носіями материнських хромосом. Цю особливість поведінки генетичного матеріалу в оогенезі ми відносимо до одного з механізмів природного добору на гаметному рівні.

Існування презиготичної селекції, яка пов'язана з участю в формуванні генотипу гамети не тільки диплоїдного (премейотичного), а і гаплоїдного (постмейотичного) набору хромосом, встановлена як при сперматогенезі, так і на стадії оогенезу [3, 12].

Наявність мікроеволюційних процесів на гаметному рівні підтверджує припущення, що в популяціях тварин добір діє періодично протягом критичних етапів онтогенезу, які безпосередньо пов'язані з реалізацією генетичної інформації на певних стадіях відтворення та індивідуального розвитку [9].

Це дало підстави [2] вважати пренатальну стадію розвитку особин провідним селекційним станом у формоутворювальному процесі.

Очевидно, мікроеволюційні процеси на гаметному рівні сприяють підтриманню підвищеного рівня гетерозиготності в популяціях тварин на різних етапах генезису порід. Імуногенетичний аналіз генетичних ресурсів молочних і м'ясних порід великої рогатої худоби України показує, що в більшості племінних стад спостерігається дефіцит фактичної кількості гомозиготних генотипів в порівнянні з теоретично очікуваною. Зокрема, в українській чорно-рябій молочній породі в селекційних групах бажаного екстер'єрного типу теоретично очікувалось 11,8 % гомозигот при їх фактичній наявності 1,3%, тобто очікувана гомозиготність була реалізована лише на 11,0%.

Схожа закономірність спостерігається і в племінних стадах різних порід свиней при їх імуногенетичному аналізі за локусами EAE і EAL.

Порівняння генофондів порід за коефіцієнтом гомозиготності показує теоретично очікувану частку гомозигот в популяції, вказує на більшу консолідованість великої білої породи. Більшу мінливість генофонду за системами E і L має порода дюррок. В цій породі встановлений найбільший дефіцит (0,274) гомозиготних генотипів за системою EAL, що вказує на генетичні процеси, які сприяють підтриманню гетерозиготності популяції. Такі процеси притаманні всім породам, що показують значення коефіцієнту фактичної реалізації теоретично очікуваної гомозиготності (W): найбільший у великої білої в системі EAE – 0,809 та в системі EAL у миргородської – 0,813, а найменший у миргородській в системі E (0,439) і у дюррок в системі L (0,445).

Таблиця 2

Характеристика трьох порід свиней за генною частотою алелів

Алелі, показники гомозиготності	Велика біла (n=237)	Миргородська (n=293)	Дюррок (n=123)
E^{aeg}	0,105	0,123	0,150
E^{bdg}	0,278	0,352	0,175
E^{cdf}	0,282	0,195	0,337
E^{cdg}	0,355	0,331	0,338
Ca	0,29	0,29	0,28
H	0,24	0,13	0,15

W	0,81	0,44	0,52
L ^{adhi}	0,112	0,232	0,468
L ^{bcgi}	0,778	0,705	0,524
L ^{bdfi}	0,110	0,063	0,008
Ca	0,63	0,56	0,49
H	0,41	0,45	0,22
W	0,65	0,81	0,45

В середньому за двома системами найбільшою є реалізація гомозиготності у тварин великої білої – 0,73, середня у миргородської – 0,63, найменша у дюрок 0,48.

В найбільш поліморфній системі E (табл. 3) у всіх породах знайдено по 8 генотипів, при цьому миргородська порода відрізняється підвищеною концентрацією генотипів E^{bdg}/E^{edg} і E^{bdg}/E^{edf}, які перевищують ці частоти у великій білій на 13,4 і 7,8, а дюрок на 18,9 і 4,2 відсотків відповідно (P<0,001). Крім того в порівнянні з великою білою і дюрок миргородську породу характеризує відносно вища частота генотипу E^{aeg}/E^{bdg} – 12,4 % проти 5,5% і 4,9% відповідно (P<0,001). Одночасно генотипу E^{edf}/E^{edg} в миргородській породі значно менше – 12,5% проти 26,3 % і 28,5 % (P<0,001).

Таблиця 3

Частота генотипів тварин в стадах трьох порід свиней (%)

Генотипи	Велика біла	Миргородська	Дюрок
E ^{bdg} /E ^{bdg}	10,6	3,8	1,6
E ^{edf} /E ^{edf}	5,5	1,7	6,5
E ^{edg} /E ^{edg}	7,6	7,2	6,5
E ^{aeg} /E ^{bdg}	5,5	12,4	4,9
E ^{aeg} /E ^{edf}	7,2	3,8	10,6
E ^{aeg} /E ^{edg}	8,5	8,6	14,6
E ^{bdg} /E ^{edf}	11,9	19,7	15,5
E ^{bdg} /E ^{edg}	16,9	30,3	11,4
E ^{edf} /E ^{edg}	26,3	12,5	28,5
L ^{adhi} /L ^{adhi}	1,1	2,0	16,9
L ^{bcgi} /L ^{bcgi}	52,2	43,0	21,1
L ^{bdfi} /L ^{bdfi}	1,1	0,0	0,0
L ^{adhi} /L ^{bcgi}	19,7	42,4	59,2
L ^{adhi} /L ^{bdfi}	3,4	0,0	0,0
L ^{bcgi} /L ^{bdfi}	22,5	12,6	2,8

Висновки

Імуногенетичними дослідженнями мікроеволюційних процесів в стадах великої рогатої худоби і свиней встановлена дія генетичних механізмів, які забезпечують підтримання гетерозиготності при чистопородному розведенні цих видів тварин. Одним з факторів, що протидіє збільшенню гомозиготності генофондових популяцій, є природний добір, який в процесі онтогенезу обумовлює переважне успадкування в ряду поколінь спадкового матеріалу матерів.

Література

1. Буркат В.П., Подоба Б.Є., Гузев І.В. Генофонд тварин// Енциклопедія сучасної України. – 2006. – Т. 5. – С.467-470.
2. Вагин Ю.В., Вагина И.Н. Дарвиновский отбор у млекопитающих на пренатальной стадии онтогенеза// Фактори експериментальної еволюції організмів: Зб. наук. пр. /за ред. М.В.Роїка. – К.: КВІЦ, 2004. – С. 16-24.
3. Дыбан А.П. Структура и функция хромосом и действие генов в раннем эмбриональном развитии млекопитающих// Третий съезд всесоюзного общества генетиков и селекционеров им. Н.И.Вавилова, Л.: Наука, 1977. – С. 151.

4. Иммуногенетическая экспертиза в селекционном процессе/ Буркат В.П., Мельник Ю.Ф., Ефименко М.Я. и др.// Научное наследие П.Н. Кулешова и современное развитие зоотехнической науки и практики животноводства: Сб. матер. Междунар. научно-пр. конф., посв. 150-летию ... П.Н.Кулешова, 26-29 окт. 2004 г. – М., 2006. – С. 85-90.
5. Мельник Ю.Ф., Буркат В.П., Гузев И.В. Селекционный процесс и состояние генетических ресурсов животноводства в Украине. – К.: Аграрна наука. – 2002. – 68 с.
6. Методологічні аспекти збереження генофонду сільськогосподарських тварин/ М.В.Зубець, В.П.Буркат, Ю.Ф.Мельник та ін.; Наук. ред. І.В.Гузев. – К.: Аграрна наука, 2007. – 120 с.
7. Національна програма збереження та раціонального використання генетичних ресурсів сільськогосподарських тварин України/ М.В.Зубець, В.П.Буркат, М.Я.Єфіменко та ін.// Розвиток наукової спадщини акад. М.Ф.Іванова щодо породоутворення та селекції сільськогосподарських тварин. – К.: Асоціація «Україна», 1996. – С.53-56.
8. Закон України Про Загальнодержавну програму селекції у тваринництві на період до 2010 року// Нормативно-правові акти з питань плеємінної справи у тваринництві. – К., 2004. – С. 17-21.
9. Рэфф Р., Кофлан Т. Эмбрионы, гены и эволюция. – М.: Мир, 1986. – 402с.
10. Стоянов Р.О. Оцінка генетичної ситуації в популяціях сільськогосподарських тварин з використанням генетичних маркерів// Методики наукових досліджень із селекції, генетики та біотехнології у тваринництві. – К.: Аграрна наука, 2005. – С. 234-236.
11. Эйсер Ф.Ф., Подоба Б.Е. Исследование генетических процессов в популяции крупного рогатого скота с использованием иммуногенетических маркеров// III съезд Всесоюз. о-ва генетиков и селекционеров им. Н.И.Вавилова: Тез.докл/ АН СССР. Всесоюз. о-во генет.и селекционеров им. Н.И.Вавилова. – Л., 1977. – С. 67.
12. Hart D. Stochastic selection of gametes and zygotes// Gamete competition in plants and animals: Ed. D. L. Mulcahy. Amsterdam, Oxford. – 1975. – P. 233-242.

Резюме

Імуногенетичним аналізом генофондових популяцій великої рогатої худоби і свиней встановлена спрямованість мікроеволюційних процесів на відтворення гетерозиготних генотипів.

Иммуногенетическим анализом генофондовых популяций крупного рогатого скота и свиней установлено направление микроэволюционных процессов на воспроизводство гетерозиготных генотипов.

Immunogenetic analysis of cows and pigs gene pool populations has been used to establish that micro evolutionary processes are directed on reproduction of heterozygotic genotypes.

ГОРДЕЕВА Н.В.¹, АЛЕКСЕЕВ С.С.², САМУСЕНКО В.П.³, МАТВЕЕВ А.Н.³

¹Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН,
Россия, 119991, Москва, ул. Губкина, 3, e-mail: ribka04@mail.ru

²Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН,
Россия, 119991 Москва, ул. Вавилова, 26

³ Россия, Иркутск, Иркутский государственный университет