

УДК 636.12.082.25

О ГЕНЕТИЧЕСКИХ СЦЕПЛЕНИЯХ МАСТИ

В. Х. ХОТОВ

(Кафедра коневодства)

Наследованию масти лошадей посвящено достаточно много работ [1, 4, 9, 12]. Большой интерес ученых к теории наследования окраса волос обусловлен тем, что в коневодстве племенная ценность животного определяется не только происхождением, статьями экстерьера, работоспособностью, качеством потомства, но также и мастью, способностью передавать ее своим потомкам. Поскольку масть является селекционируемым признаком, она, как правило, привлекает особое внимание селекционеров-коневодов. Весьма актуальна проблема наследуемости масти для селекционеров, занимающихся воссозданием пород лошадей, в частности, русской верховой породы, работа с которой ведется руководством кафедры коневодства Тимирязевской академии. Лошади этой воссоздаваемой породы наряду с комплексом хозяйственно полезных признаков должны обладать только вороной без отметины мастью.

Из всего многообразия исследований, посвященных разработке указанной проблемы, особенно интересными, на наш взгляд, следует

признать работы зарубежных ученых, изучавших генетически обусловленный полиморфизм белков, ферментов и групп крови лошадей и выявивших несколько групп сцепленности генов у них, в том числе с окрасом волос [2, 6, 9, 11]: 3 локуса сывороточных белков крови, контролирующих синтез альбумина, витамина D и эстеразы, сцеплены в одной хромосоме с 3 генами масти — тобиано (То), гнедой (Е) и чалой (Рп). Исследования в этом направлении, применение генетических маркеров крови в селекционной работе с некоторыми породами с целью получения приплода с желательной мастью позволит добиться определенных сдвигов в познании механизма наследования масти.

Наша работа посвящена определению тестов по локусу альбумина лошадей трех пород: арабской, чистокровной верховой и русской рысистой (включая стандартбредных жеребцов-производителей). Первые две породы были широко использованы в скрещиваниях при

воссоздании русской верховой породы лошадей.

Масти лошадей учитывали по данным Государственных племенных книг соответствующих пород. Определение полиморфизма альбумина, детерминированного двумя кодоминантными аллелями A_1^F и A_1 , проводили методом горизонтального электрофореза в крахмальном геле.

Анализировали данные:

— по потомству, полученному от спаривания жеребцов гетерозиготных по локусу альбумина и гнедой масти, с кобылами других мастей; по расщеплению масти в потомстве, полученном от спаривания гнедых жеребцов и кобыл (ожидаемое соотношение гнедого потомства к другим мастям 1:1);

— по потомству, полученному от спаривания жеребцов, гетерозиготных по локусу альбумина и гомозиготных по рыжей масти, с гетерозиготными по гнедой масти кобылами (согласно теории наследования мастей В. О. Витта рыжая масть является самой гипостатичной в ряду и всегда находится в гомозиготном состоянии).

Были рассмотрены все варианты скрещивания гнедых жеребцов с кобылами других мастей, рыжих жеребцов с гнедыми кобылами, исключение составили те из них, в которых как родители, так и потомство имели одинаковый гетерозиготный по локусу альбумина генотип. Последнее характерно для большей части проанализированных вариантов спаривания, поэтому в нашем анализе было небольшое количество животных.

Статистическую обработку данных по расщеплению проводили методом χ^2 , предложенным Мэзером.

С учетом указанных критериев нами были отобраны следующие жеребцы-производители:

Эльфур — арабской породы, гнедой, 1966 г. рождения, от Черта

Эллоры Терского конного завода. Почти все варианты спаривания ($n=20$) его с кобылами были информативными.

Элемент — чистокровной верховой породы, гнедой, 1953 г. рождения, от Эталона Ора и Маргаритки; *Анилин* — сын Элемента, гнедой, 1961 г. рождения, от Аналогичной. Оба принадлежали конному заводу «Восход» ($n=10$ и $n=8$).

Лоу ГанOVER — американской рысистой породы, гнедой, 1957 г. рождения, от Старс Прайда и Линды Дин, куплен в США; *Гемлок* — той же породы, вороной, 1970 г. рождения от Микс ГанOVERа и Грин Айз, из Злынского конного завода. Оба жеребца, особенно первый, широко использовались для спариваний с кобылами русской рысистой породы.

Лель — русской рысистой породы, бурый, 1963 г. рождения, от Лоу ГанOVERа и Ласточки; *Гандикап*, той же породы, рыжий, 1971 г. рождения, от Пароля и Галеты, использовались в Уфимском конном заводе.

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что гены альбуминового локуса сцеплены в одной хромосоме с генами, определяющими проявление гнедой масти у лошадей исследуемых пород. О силе сцепления можно судить по количеству рекомбинантных особей, появляющихся при скрещиваниях вследствие кроссинговера — обмена участками гомологичных хромосом в процессе мейотического деления клеток.

Самая низкая частота рекомбинаций (5,0 %) выявлена у арабского жеребца Эльфура (χ^2 сцепленных признаков 18,05). Несколько выше она была у жеребцов чистокровной верховой породы (20 и 25 % соответственно, где χ^2 5,56). Наиболее высокой частотой рекомбинации у приплода обладал американский рысак Лоу ГанOVER (31,8 %). У жеребца Гемлока не

выявлено рекомбинантных особей в потомстве вероятнее всего из-за малого количества информативного приплода (в противном случае можно предположить, что отсутствие рекомбинаций связано с действием супрессора кроссинговера).

В целом по стандартбредной породе значение χ^2 сцепления равно 5,54.

В результате анализа частоты рекомбинаций по породам было установлено, что из 12 гол. рекомбинантного приплода 66,7 % приходится на долю кобылок и 33,3 % — на жеребчиков. Аналогичные результаты получены другими авторами [7, 8].

Поскольку вороная и гнедая масти зависят от совместного действия генов — в первом случае Ri^B (рыжей и вороной), во втором — Ri^G (рыжей, вороной, гнедой), мы предположили, что в группу сцепления должны входить и гены рыжей масти, задатки которой имеются у

любой другой масти. В связи с этим мы провели исследование по жеребцам русской рысистой породы, используя ту же схему (табл. 2).

Были проанализированы 11 вариантов спаривания гетерозиготных по локусу альбумина жеребцов рыжей масти этой породы (7 потомков Леля и 4 — Гандикапа). Из 11 гол. приплода 1 особь рекомбинантна. У остальных фенотипическое проявление исследуемых признаков распределилось следующим образом: 3 гол. рыжей масти получили от Леля ген Al^F , столько же гнедых — Al^S . У Гандикапа аналогичное распределение — 1 гол. рыжей масти — Al^F , 3 гол. гнедых — Al^S . Наличие сцепления подтверждается значением χ^2 .

Жеребцы исследованных пород различались между собой по характеру сцепления: в одном случае аллель Al^F сцеплен в одной хромосоме с генами гнедой масти,

Таблица 1

Распределение в потомстве, полученном от скрещивания гнедых жеребцов (E/e) с кобылами других мастей (e/e), аллельных генов альбуминового локуса

Кличка жеребца	Гамета, переданная потомству жеребцом				Кол-во голов	Кол-во рекомбинаций, %	χ^2 Al	χ^2 E	χ^2 сцепления
	Al^FE	Al^Fe	Al^S	Al^Se					
<i>Арабская чистокровная</i>									
Эльфур	2	0	1*	17	20	5,0	12,8	9,8	18,05***
<i>Чистокровная верховая</i>									
Элемент	1 ^k	3	5	1*	10	20,0	0,4	0,4	6,40**
Анилин	2 ^k	1	5	—	8	25,0	0,5	4,5	2,0
По породе	3 ^k	4	10	1*	18	22,1	0,89	3,56	5,56**
<i>Русская рысистая</i>									
Лоу Гановер	3	2*	5 ^k	12	22	31,8	6,5	1,64	2,91
Гемлок	2	—	—	2	4	0,0	—	—	4,00*
По породе	5	2*	5 ^k	14	26	27,9	5,54	9,84	5,54**

Примечания: 1. Для всех жеребцов Al^FE . 2. Одной звездочкой обозначено $P < 0,05$; двумя — $P < 0,10$, тремя — $P < 0,01$. 3. ж — жеребчики; к — кобылки.

Таблица 2

Распределение в потомстве, полученном от скрещивания рыжих жеребцов с гнедыми кобылами русской рысистой породы, аллельных генов альбуминового локуса

Кличка жеребца	Гамета, переданная потомству жеребцов (в скобках — кобылой)				Кол-во голов	Кол-во рекомбинаций, %	χ^2 Al	χ^2 сцепления
	Al ^F e(E)	Al ^F e(e)	Al ^S e(E)	Al ^S e(e)				
Лель	1	3	3	—	7	14,3	0,1430	3,57
Гандикап	—	1	3	—	4	0,0	1,00	4,00*
По породе	1	4	6		11	9,1	0,09	7,36***

Примечания: 1. Для всех жеребцов Al^Fe/Al^Se. 2. одной звездочкой обозначено $P < 0,05$; двумя — $P < 0,10$; тремя — $P < 0,01$.

аллель Al^S получают все негнедые потомки (Эльфур, Лоу ГанOVER, Гемлок), в другом — наоборот: аллель Al^S имеют гнедые потомки, Al^F — негнедые (Элемент, Анилин).

Если сравнить распределение исследованных признаков в потомстве жеребца Элемента и его сына Анилина, с одной стороны, и жеребца Лоу ГанOVERа и его сына Леля, с другой, то можно отметить, что в первом случае сын, унаследовав от гнедого отца гнедую масть, имел одинаковую с ним фазу сцепления генов, во втором — сын гнедого отца имел рыжую масть и противополож-

ную ему фазу сцепления генов. Возможно, это явление закономерно.

Нами изучались породы, различающиеся не только по направленности их разведения, экстерьеру, способам испытания, но и по частотам анализируемых на сцепление признаков.

Из табл. 3 видно, что у лошадей исследуемых пород неодинаковы частоты встречаемости аллелей локуса и распространение особой с гнедой мастью. Различия по частотам аллелей альбуминового локуса отмечаются и в пределах одной породы между особями разных линий [3].

Таблица 3

Частоты встречаемости аллелей альбуминового локуса и гнедой масти у лошадей исследуемых пород

Порода	Частоты аллелей		Гнедая масть, % к общей численности по группам		
	Al ^F	Al ^S	жеребцы	кобылы	всего
Арабская	0,272±0,013	0,728±0,013	13,7	21,8	21,0
Чистокровная верховая	0,2107±0,010	0,790±0,010	50,0	59,9	58,4
Русская рысистая	0,440±0,014	0,560±0,014	Большую часть составляют гнедые и воронные лошади		

Сопоставление данных табл. 1, 2 и 3 позволяет предположить, что фазу сцепления исследуемых признаков могут предопределять частоты встречаемости их в популяциях. Так, у жеребца Эльфура при высокой частоте встречаемости аллеля $A1^S$ и низкой частоте гнедой масти в породе ген гнедой масти сцеплен в одной хромосоме с геном $A1^F$.

Видимо, для правильного расчета фазы сцепления и частоты рекомбинаций необходимо включить в анализ не менее 15—20 информативных потомков.

Выводы

1. Генц альбуминового локуса сцеплены в одной хромосоме с генами, определяющими проявление гнедой масти (в том числе рыжей и вороной) у лошадей арабской, чистокровной верховой и русской рысистой пород.

2. Лошади исследованных пород различались между собой по частотам встречаемости аллелей альбуминового локуса и распространению в породах особей с гнедой мастью, частотам рекомбинаций и фазам сцепления генов.

Возможно, что фазы сцепления признаков предопределяют частоты встречаемости их в популяциях.

3. Среди рекомбинантного приплода большей частотой рекомбинаций отличались кобылки (66,7 % против 33,3 % у жеребчиков).

4. Потомки, унаследовавшие от гетерозиготного отца генотип по локусу альбумина и гнедую масть, обладают аналогичной фазой сцепления (Анилин и Элемент), имеющие

расщепление масти — противоположной фазой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Витт В. О. Новые данные по вопросу о наследовании мастей у лошадей.— М.: Новая деревня, 1928.— 2. Дубровская Р. М., Стародумов И. М. Полиморфизм трансферрина и альбумина сыворотки крови лошадей чистокровной верховой лошади.— С.-х. биология, 1976, т. 11, № 6, с. 862—867.— 3. Камбеков Б. Д., Лукаш Н. С. Анализ генетической структуры поголовья лошадей чистокровной верховой породы лошадей линии Тедди, Массина и Тагара по некоторым полиморфным белковым системам крови.— В кн.: Теория и практика разведения с.-х. животных.— М.: Колос, 1981, с. 45—52.— 4. Кисловский Д. А. Изб. соч.— М., 1965.— 5. Лукаш Н. С. Генетический полиморфизм каталазы эритроцитов у лошадей чистокровной верховой породы.— В кн.: Теор. и практ. разведения с.-х. животных.— М.: Колос, 1981, с. 53—57.— 6. Adalsteinsson S.— European Assn. Anim. Product. Ann. Meeting. 28th.— Brussels, 1977, p. 1—14.— 7. Anderson M. G. Equine veter. J., 1975, vol. 7, N 1, p. 27—33.— 8. Богданова Ц., Добрев Д. Изследване на трансферините, албутините, преалбумините и естеразата в кръвния серум при няком породе коне.— Генет. селекция, 1975, 8, № 5, с. 393—399.— 9. Weitkamp L. R., Bailey E.— Blood Groups biochem Genet., 1985, vol. 16, N 1, p. 61—63.— 10. Jones W. E., Bogart R.— Genetics of the horse Second / Edition, Revised, 1973.— 11. Castle W. E.— J. Heredity, 1940, vol. 31, p. 127—128.— 12. Lasley, John F., Bradley, Melvin.— Genetics of coat color of horses. Toronto / Ontario. Min. of a agr. a. food Factisheet. Agdex, 460/35, 1976, July.

Статья поступила 17 июня 1991 г.