

УДК 636.1.082.11

## ТИПЫ АЛЬБУМИНА И ИХ НАСЛЕДОВАНИЕ У ЛОШАДЕЙ РАЗНЫХ ПОРОД

Б. Д. КАМБЕГОВ, Н. С. ЛУКАШ, А. М. ЕСАЯН, В. А. ШИНГАЛОВ

(Кафедра коневодства)

Для дальнейшего развития теории и практики разведения сельскохозяйственных животных все большее значение приобретают исследования генетически обусловленного биохимического полиморфизма белков и ферментов биологических жидкостей организма, в частности крови. Особое внимание уделяется возможности применения белков и ферментов крови в качестве маркеров селекционируемых признаков. Прогнозирование хозяйственной и племенной ценности потомства по косвенным показателям, в том числе по белкам крови, становится одним из важных элементов в племенной работе.

К настоящему времени в отечественной зарубежной литературе в области биохимической генетики накоплено большое количество данных о корреляции наследственных факторов, обуславливающих типы полиморфных белков, и хозяйственно-полезных признаков [2—4, 7—9].

Стремление к расширению сферы прикладного применения биохимической генетики привело к увеличению потока научной информации, имеющей разноречивый характер. Вместе с тем остаются пока не изученными закономерности распределения частот аллелей и генотипов полиморфных белков, а также биологические механизмы, лежащие в основе данных процессов. Все это определяет необходимость теоретического осмысления биологической сущности явления генетического полиморфизма по каждому конкретному хромосомному локусу, определения видовых, породных и популяционных особенностей или отсутствия таковых, что важно для последующих фундаментальных исследований.

Исследования, проведенные на кафедре коневодства Тимирязевской академии [1—5, 7], показали наличие у лошадей разных пород особенностей по частотам аллелей и распределению типов сывороточ-

Т а б л и ц а 1

Частоты аллелей альбуминового локуса у лошадей разных пород

Порода	$A_1^F$	$A_1^S$	Порода	$A_1^F$	$A_1^S$
Кабардинская	$0,486 \pm 0,0405$	$0,514 \pm 0,0405$	Орловская рысистая	$0,392 \pm 0,0142$	$0,608 \pm 0,0142$
Эстонский клеппер	$0,509 \pm 0,0274$	$0,491 \pm 0,0274$	Русская рысистая	$0,419 \pm 0,0102$	$0,581 \pm 0,0102$
Буденовская	$0,397 \pm 0,0285$	$0,603 \pm 0,0285$	Арабская	$0,318 \pm 0,0136$	$0,682 \pm 0,0136$
Англо-кабардинская	$0,325 \pm 0,0357$	$0,675 \pm 0,0357$	Чистокровная верховая	$0,204 \pm 0,0092$	$0,796 \pm 0,0092$
Торийская	$0,399 \pm 0,0332$	$0,601 \pm 0,0332$			

Распределение типов альбумина у лошадей разных пород  
(в числителе — фактическое, в знаменателе — теоретическое)

Порода	FF		FS		SS	
	гол.	%	гол.	%	гол.	%
Кабардинская	21	27,6	32	42,2	23	30,2
	17,9	23,5	40,0	50,1	20,1	26,4
Эстонский клеппер	28	25,2	57	51,4	26	23,4
	28,7	25,8	55,6	50,2	26,7	24,0
Буденновская	26	17,7	65	44,2	56	38,1
	23,2	15,8	70,4	47,6	53,4	36,3
Англо-кабардинская	14	16,3	28	32,5	44	51,2
	9,1	10,6	37,7	43,8	39,2	45,6
Торийская	16	14,7	55	50,4	38	34,9
	17,3	15,9	52,3	48,0	39,4	36,1
Орловская рысистая	71	12,1	318	54,3	197	33,6
	90,0	15,3	279,4	47,7	216,6	37,0
Русская рысистая	180	15,0	614	52,8	367	32,2
	203,8	17,5	565,3	48,8	391,9	33,7
Арабская	35	6,0	301	51,6	247	42,4
	58,9	10,1	252,9	43,4	271,2	46,5
Чистокровная верховая	37	3,9	318	33,1	605	63,0
	39,9	4,1	311,8	32,5	608,3	63,4

Таблица 3

Частоты аллелей альбуминового локуса у родителей и их потомства разных ставок  
(лет рождения)

год	Потомство			Родители		
	n	A1 <sup>F</sup>	A1 <sup>S</sup>	n	A1 <sup>F</sup>	A1 <sup>S</sup>
Арабская						
1974	47	0,271 ±0,0458	0,729 ±0,0458	53	0,333 ±0,0457	0,667 ±0,0457
1975	78	0,239 ±0,0342	0,761 ±0,0342	88	0,351 ±0,0359	0,649 ±0,0359
1976	89	0,260 ±0,0329	0,740 ±0,0329	97	0,342 ±0,0340	0,658 ±0,0340
1977	59	0,210 ±0,0375	0,790 ±0,0375	66	0,330 ±0,0409	0,670 ±0,0409
1978	81	0,228 ±0,0331	0,772 ±0,0331	89	0,300 ±0,0343	0,700 ±0,0343
Чистокровная верховая						
1975	9	0,333 ±0,1111	0,667 ±0,1111	11	0,227 ±0,0893	0,773 ±0,0893
1976	58	0,215 ±0,0381	0,785 ±0,0381	66	0,280 ±0,0391	0,720 ±0,0391
1977	44	0,182 ±0,0411	0,818 ±0,0411	42	0,202 ±0,0438	0,798 ±0,0438
1978	112	0,170 ±0,0251	0,830 ±0,0251	108	0,255 ±0,0296	0,745 ±0,0296
1979	129	0,174 ±0,0236	0,826 ±0,0236	136	0,209 ±0,0246	0,791 ±0,0246
Русская рысистая						
1977	69	0,464 ±0,0424	0,536 ±0,0424	71	0,401 ±0,0411	0,599 ±0,0411
1978	61	0,434 ±0,0448	0,566 ±0,0448	64	0,344 ±0,0420	0,656 ±0,0420
1979	127	0,457 ±0,0312	0,543 ±0,0312	120	0,417 ±0,0318	0,583 ±0,0318
1980	25	0,480 ±0,0706	0,520 ±0,0706	29	0,379 ±0,0637	0,621 ±0,0637

Распределение типов альбумина в потомстве при различных вариантах подбора родительских пар (в числителе — фактическое, в знаменателе — теоретическое)

Вариант подбора	n	FF		FS		SS	
		гол.	%	гол.	%	гол.	%
Арабская							
FF×FS	48	$\frac{17}{24,0}$	$\frac{35,4}{50,0}$	$\frac{31}{24,0}$	$\frac{64,6}{50,0}$	—	—
FS×FS	46	$\frac{6}{12,0}$	$\frac{13,0}{25,0}$	$\frac{20}{23,0}$	$\frac{43,5}{50,0}$	$\frac{20}{12,0}$	$\frac{43,5}{25,0}$
FS×SS	172	—	—	$\frac{86}{86,0}$	$\frac{50,0}{50,0}$	$\frac{86}{86,0}$	$\frac{50,0}{50,0}$
Чистокровная верховая							
FF×FS	10	$\frac{2}{5,0}$	$\frac{20,0}{50,0}$	$\frac{8}{5,0}$	$\frac{80,0}{50,0}$	—	—
FS×FS	58	$\frac{12}{14,5}$	$\frac{20,6}{25,0}$	$\frac{27}{29,0}$	$\frac{46,6}{50,0}$	$\frac{19}{14,5}$	$\frac{32,8}{25,0}$
FS×SS	266	—	—	$\frac{131}{133,0}$	$\frac{49,2}{50,0}$	$\frac{135}{133,0}$	$\frac{50,0}{50,0}$
Русская рысистая							
FF×FS	45	$\frac{18}{22,5}$	$\frac{40,0}{50,0}$	$\frac{27}{22,5}$	$\frac{60,0}{50,0}$	—	—
FS×FS	21	$\frac{5}{5,25}$	$\frac{23,8}{25,0}$	$\frac{8}{10,5}$	$\frac{38,1}{50,0}$	$\frac{8}{5,25}$	$\frac{38,1}{25,0}$
FS×SS	43	—	—	$\frac{21}{21,5}$	$\frac{48,8}{50,0}$	$\frac{22}{21,5}$	$\frac{51,2}{50,0}$

ного белка альбумина. В настоящей работе представлены данные о наследовании типов альбумина у лошадей некоторых пород, разводимых в нашей стране.

#### Материал и методика

Для исследований, проведенных в некоторых коневодческих хозяйствах, были отобраны образцы сыворотки крови лошадей разных пород: кабардинской (76 гол.); эстонской местной — клеппер (111); буденновской (147); торийской (109); орловской (586) и русской (1161) рысистых; арабской (583); чистокровной верховой (960) и англо-кабардинской породной группы (86 гол.).

Типы альбумина определяли методом горизонтального электрофореза в крахмальном геле по Смитису [9] в модификации Ганэ [8].

Для обработки полученных результатов использовали методики, принятые при генетико-статистическом анализе популяций в исследованиях биохимического полиморфизма [6].

#### Результаты исследований

Установлено наличие породных особенностей (табл. 1) по частотам аллелей альбуминового локуса ( $A_1^F$  и  $A_1^S$ ). Так, у всех пород, за исключением кабардинской и эстонского клеппера, на фоне преимущественного распространения аллеля  $A_1^S$  отмечается характерная специфика в отклонении частот аллелей  $A_1^F$ ,  $A_1^S$ , от незначительного (русская рысистая) до

весьма заметного (чистокровная верховая, арабская, англо-кабардинская). В связи с этим наблюдается фенотипическое разнообразие этого сывороточного белка у лошадей разных пород (табл. 2).

В первую очередь следует обратить внимание на нормальное распределение генотипов альбумина у лошадей местных пород (кабардинская и эстонский клеппер). Во всех остальных случаях отмечается тенденция к повышению процента гомозигот  $A_1SS$ , в основном за счет уменьшения количества гомозигот  $A_1FF$ . Наиболее четко это проявляется у лошадей арабской и чистокровной верховой пород, у которых процент гомозигот  $A_1FF$  составляет соответственно 6 и 3,9, а  $A_1SS$  — 42,4 и 63. Количество гетерозиготных особей у лошадей большинства пород находится в пределах 50%, что свидетельствует об обычном расщеплении при моногибридном скрещивании. Следует отметить, что разница между фактическим и теоретически ожидаемым распределением генотипов оказалась недостоверной у эстонского клеппера, торийской и чистокровной верховой пород.

Разумеется, всякое нарушение равновесия частот аллелей, равно как и нормального распределения генотипов по какому-либо признаку, обусловлено определенными причинами, тем более если это касается таких генетически детерминированных биологически активных веществ, как сывороточный белок альбумин. Выяснение этих причин связано с решением следующих вопросов:

1. какова степень влияния отбора на сдвиги в частотах аллелей и обычное расщепление у изучаемого признака;

2) какие биологические явления лежат в основе этих сдвигов.

В настоящем сообщении приводятся данные о частотах аллелей альбуминового локуса у потомства лошадей арабской, чистокровной верховой и русской рысистой пород нескольких ставок (по годам рождения) и их родителей (табл. 3), а также о распределении типов альбумина в потомстве при различных вариантах подбора родительских пар (табл. 4).

На основании данных табл. 3 нельзя сделать предположение о влиянии отбора на соотношение аллелей и генотипов исследуемого локуса в популяциях. К примеру, соотношение частот  $A1^F$  и  $A1^S$  у родительского поголовья разноплановых по экстерьерным и интерьерным характеристикам пород лошадей (арабская, чистокровная верховая, русская рысистая), отобранных в соответствии с их племенной ценностью, повторяет соотношения частот этих аллелей, вычисленных по большому числу вариантов в целом по породам (табл. 1). Так, у лошадей арабской породы соотношение частот аллелей  $A1^F$  и  $A1^S$  в целом по породе соответственно составляет 0,318 и 0,682; у родительского поголовья—0,329 и 0,671; по чистокровной верховой породе—0,204 и 0,796, у родительского поголовья—0,235 и 0,765; у русской рысистой—0,419 и 0,581, у родительского поголовья—0,371 и 0,629. Вместе с тем соотношение частот аллелей у потомства лошадей арабской и чистокровной верховой пород в основном смещается в сторону увеличения частот аллеля  $A1^S$ . У лошадей русской рысистой породы это соотношение остается на прежнем уровне (табл. 3).

Анализ данных табл. 4 позволяет прежде всего отметить строгое соответствие фактического и ожидаемого распределения генотипов в потомстве лошадей всех ука-

занных пород только в случае спаривания гетерозиготных особей с гомозиготными AISS. В остальных вариантах подбора ( $A1^F \times A1^S$  и  $A1^S \times A1^F$ ) число потомков с гомозиготным генотипом A1FF ниже ожидаемого. Причем разница между фактическим и теоретически ожидаемым распределением типов альбумина в этих вариантах подбора достоверна у лошадей арабской ( $P > 0,01$ ) и чистокровной верховой ( $P = 0,05$ ) пород и близка к достоверной у русской рысистой породы ( $P < 0,05$ ).

### Выводы

1. По локусу альбумина у лошадей всех пород, за исключением пород местного значения, преимущественно распространен аллель  $A1^S$ .

2. Количество гомозигот AISS возрастает за счет уменьшения гомозигот по аллелю  $A1^F$ . У лошадей местных пород распределение типов альбумина находится в пределах нормы.

3. Соотношение частот аллелей альбуминового локуса у родительского поголовья лошадей чистокровной верховой, арабской и русской рысистой пород повторяет частоты этих аллелей по породам в целом и практически не отличается от такового у молодняка нескольких ставок (лет рождения). Предполагается, что отбор не влияет на соотношения частот аллелей и типов белка.

4. Преобладание частот аллеля  $A1^S$  лошадей арабской, чистокровной верховой и русской рысистой пород обусловлено, по-видимому, нарушением распределения типов белка в потомстве при некоторых вариантах подбора родительских пар.

5. Выявленные закономерности неравномерного распределения типов альбумина, несомненно, имеют генетическую основу, сущность которой остается пока еще не выясненной, однако можно предположить, что элиминация гомозигот с генотипом A1FF происходит в период гаметогенеза.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Камбегов Б. Д., Храброва Л. А. Генетический полиморфизм альбумина, трансферрина, церулоплазмينا и эстеразы в крови лошадей орловской рысистой породы. — Изв. ТСХА, 1979, вып. 5, с. 179—183. — 2. Камбегов Б. Д., Храброва Л. А. Генетический полиморфизм белков и ферментов крови лошадей разных пород. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 1, с. 156—163. — 3. Камбегов Б. Д., Лукаш Н. С. Анализ генетической структуры поголовья лошадей чистокровной верховой породы линий Тедди, Массина и Тагора по некоторым полиморфным белковым системам крови. — Теория и практика разведения с.-х. животных. М.: ТСХА, 1981, с. 45—52. — 4. Климчук О. М., Камбегов Б. Д. Генетический полиморфизм трансферрина, альбумина и церу-

лоплазмينا в крови лошадей чистокровной арабской породы. — Изв. ТСХА, 1976, вып. 6, с. 170—178. — 5. Климчук О. М. Особенности генетического полиморфизма белков крови лошадей в связи с межпородной дифференциацией. — Докл. ТСХА, 1978, вып. 240, с. 132—135. — 6. Меркурьева Е. К. Генетические основы селекции в скотоводстве. М.: Колос, 1977. — 7. Пономарева Т. А. Генетический полиморфизм некоторых белков и ферментов сыворотки крови и возможность его использования в селекции лошадей арабской породы в СССР. — Автореф. канд. дис. М., 1981. — 8. Gahne B. — Genetics, 1966, vol. 53, N 4, p. 680—694. — 9. Smithies O. — Biochem., 1955, vol. 61, N 4, p. 629—641.

Статья поступила 24 декабря 1982 г.

### SUMMARY

It should be noted that there is disturbance of normal distribution of albumen genotypes in all examined horse breeds except local ones. Analysis of frequency of alleles of albumen locus in offsprings of Arab, Thoroughbred and Russian trotter breeds of dif-

ferent years of birth and their parents did not show that selection affect the correlation of alleles and genotypes of polymorphous protein examined.

Displacement of ratio of frequencies of alleles was found in offsprings of the horses of Arab and Thoroughbred breeds in accordance with the increasing of frequencies of A1<sup>S</sup>.

The distribution of genotypes in the offsprings in the Arab, Thoroughbred and Russian trotter breeds is strictly respondant to the normal distribution in mating of heterozygote individuals with homozygote ones A1<sup>SS</sup>. In other cases the natural decreasing of the number of offspring with genotypes A1<sup>FF</sup> is observed.