

УДК. 636.1.082

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПО ЛОКУСАМ СИСТЕМ КРОВИ
ЯКУТСКИХ ЛОШАДЕЙ ООО «ХОРОБУТ»****Евсюкова Виктория Кимовна**

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры «Традиционные отрасли Севера» агротехнологического факультета ФГБОУ ВО Арктического ГАТУ, viktoriya-snow@mail.ru

Плотников Степан Романович

студент 3 курса магистратуры по направлению подготовки 36.04.02 – Зоотехния заочной формы обучения ФГБОУ ВО Арктического ГАТУ, зоотехник-селекционер ООО «Хоробут»

Герасимов Семен Алексеевич

студент 1 курса по направлению подготовки 35.03.07 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции очной формы обучения ФГБОУ ВО Арктического ГАТУ

Аннотация: В статье приводится анализ биоразнообразия генотипов лошадей коренного типа якутской породы ООО «Хоробут».

Ключевые слова: лошади, якутская порода, локус альбумина, локус трансферрина, локус эстеразы, биоразнообразие.

**BIODIVERSITY BY LOCI OF BLOOD SYSTEMS OF
YAKUT HORSES IN LLC "KHOROBUT"****Evsyukova Victoria K.**

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department "Traditional Branches of the North" of the Agrotechnological Faculty, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia, viktoriya-snow@mail.ru

Plotnikov Stepan R.

3rd-year master's student in Zootechnics, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, zootechnician- breeder at LLC "Khorobut", Russia

Gerasimov Semyon A.

1st year student in Technology of production and processing of agricultural products, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

Abstract: The article provides an analysis of the biodiversity of the genotypes of horses of the indigenous type of the Yakut breed of LLC "Khorobut".

Keywords: horses, Yakut breed, albumin locus, transferrin locus, esterase locus, biodiversity.

Введение. Изучение полиморфных систем крови животных открывает возможности для контроля происхождения, оценки генетических особенностей пород, линий и маточных семейств, определения уровня генетического сходства между ними и прогнозирования эффекта гетерозиса [1,2,6,8,10,11].

Лошади якутской породы имеют сложную структуру в процессе адаптации к экстремальным природно-климатическим условиям обширной Якутии. Якутская порода лошадей неоднородна и не имеет усредненной генетической структуры в связи с большим разнообразием экологических условий [3,4,5,6,7].

У лошадей якутской породы коренного типа отмечена высокая степень полиморфности структурных генов. В локусе альбумина определено 2 аллели ($A1^A$ и $A1^B$) с преобладанием $A1^B$ ($0,655 \pm 0,057$). По локусу трансферрина выявлено 15 генотипов, детерминируемых пятью аллелями ($Tf^D, Tf^F, Tf^H, Tf^O, Tf^R$) с преимущественным распространением Tf^F ($0,392 \pm 0,041$) и низкой концентрацией Tf^O ($0,074 \pm 0,001$). В локусе эстеразы идентифицировано 4 аллели (Es^F, Es^G, Es^H и Es^I), а наиболее распространен генотип Es^G/Es^H ($0,356 \pm 0,017$).

Так, среди лошадей коренного типа по локусу трансферрина наиболее распространены генотипы Tf^{DF} (22,9 %) и Tf^{DR} (19,4 %), по системе эстеразы – Es^{FH} (16,5 %) и Es^{GH} (35,6 %), по локусу альбумина – $A1^{BB}$ (48,4 %) [3,4,5,6,7].

Анализ аллелофонда якутской породы лошадей Центральной Якутии показал:

- по локусу трансферрина выявлено 15 генотипов, к числу наиболее распространенных относятся генотипы Tf^D/Tf^F (21,5%) и Tf^F/Tf^F (20,8%), реже встречаются Tf^H/Tf^D (0,4%), Tf^O/Tf^O (0,6%) и Tf^O/Tf^R (0,7%);

- по локусу эстеразы ($p < 0,001$) у лошадей Центральной Якутии выявлено 9 генотипов, наиболее распространенными являются Es^F/Es^H (15,2%) и Es^G/Es^H (36,2%), редко встречаются Es^F/Es^F (9,8%).

Без необходимого генетического разнообразия животные теряют свою эволюционную приспособляемость и становятся неустойчивыми к негативным влияниям окружающей среды, что в конечном результате может привести к снижению плодовитости, жизнестойкости и других хозяйственно-полезных признаков. В связи с этим внедрение возможностей современной генетики в табунном коневодстве Республики Саха (Якутия) повысит эффективность селекционно-племенной работы, а также позволит изучить генетические процессы, протекающие в популяциях якутских лошадей [7].

С целью сохранения уникального генофонда и поддержания генетического разнообразия якутской породы лошадей, необходимо в производящий состав отбирать лошадей, имеющих в генотипе исчезающие в породе аллели Tf^H , Tf^O и Es^I . При формировании косяка следует учитывать генотипы родителей по локусу

альбумина (AI), с целью накопления в породе лошадей с типами альбумина AI^B /AI^B, который коррелирует с живой массой животных [7].

Целью исследования является изучение биоразнообразия по 3 полиморфным системам крови в популяции якутских лошадей ООО «Хоробут».

Для решения цели поставлены задачи:

- анализ генетического биоразнообразия по 3-м полиморфным белкам;
- анализ частоты встречаемости аллелей по локусу альбумина;
- анализ частоты встречаемости аллелей по локусу трансферрина;
- анализ частоты встречаемости аллелей по локусу эстеразы.

Материал и методика исследований. Объектом исследований были лошади коренного типа якутской породы в ООО «Хоробут». Предметом исследования являлись аллотипы и частота встречаемости аллелей локусов альбумина, трансферрина и эстеразы.

В исследованиях проанализированы результаты иммуногенетической экспертизы (заключение № 04/20 от 30.03.2020) сыворотки крови 149 голов лошадей коренного типа якутской породы, направленных в лабораторию ГБУ РС(Я) «Сахаагроплем». Использованы методы популяционной генетики:

Частота встречаемости генотипов вычислена по формуле (1):

$$P=n/N \quad (1),$$

где n-число гомозигот или гетерозигот, N-общее число животных.

Далее при расчетах частот генов (аллелей) в двухаллельной системе при кодоминировании использованы формулы (2,3):

$$\text{Частота аллеля А} \quad \frac{P_A=2n_1+n_3/2N}{2N} \quad (2),$$

$$\text{Частота аллеля В} \quad \frac{P_B=2n_2+n_3/2N}{2N} \quad (3),$$

где n₁-число гомозигот, n₂-число гомозигот, n₃-число гетерозигот, N-общее число животных.

Результаты и обсуждение. ООО «Хоробут» зарегистрировано в органах МРИ ФНС №4 РС(Я) в апреле 2012 г. Общество является племенным репродуктором якутской породы лошадей по лицензии №004165 серия ПЖ 77 выданной в 2013 году Министерством сельского хозяйства Российской Федерации. Основным направлением племенной работы является чистопородное улучшение племенного качества лошадей.



Рис.2. Молодняк в расколе для проведения зооветеринарных мероприятий



Рис.3-4. Взятие крови для иммуногенетической экспертизы

В исследованиях проанализированы результаты иммуногенетической экспертизы (заключение № 04/20 от 30.03.2020 лаборатория ГБУ РС(Я) «Сахаагроплем» [12]) сыворотки крови 149 голов лошадей коренного типа якутской породы.

Частоты генотипов по локусу альбумина следующие: AL^B/AL^B -14, AL^A/AL^A -53, AL^A/AL^B -82. Частота встречаемости генотипов в популяции составляет AL^A/AL^A -0,356, AL^B/AL^B -0,094, AL^A/AL^B -0,550. Наиболее распространенными по альбумину является генотип AL^A/AL^B (55,03%). Частота (гена) аллеля AL^A в популяции лошадей хозяйства составляет 0,63, а частота аллеля AL^B –0,37 (табл.1).

Таблица 1

**Частота генотипов по локусу альбумина, трансферрина и эстеразы
в популяции лошадей ООО «Хоробут»**

Локус	Генотип	Количество особей	Частота генотипов	
			По доле ед.	(%)
AL	AA	53	0,356	35,57
	BB	14	0,094	9,39
	AB	82	0,550	55,03
Tf	HR	7	0,0470	4,70
	FH	13	0,0872	8,72
	FO	14	0,0940	9,40
	FF	27	0,1812	18,12
	RR	5	0,0336	3,36
	FR	27	0,1812	18,12
	DR	14	0,0940	9,40
	DF	17	0,1141	11,4
	OR	8	0,0537	5,37
	DO	3	0,0201	2,01
	DH	9	0,0604	6,04
	DD	1	0,0067	0,67
	OO	2	0,0134	1,34
	HO	2	0,0134	1,34
Es	FG	75	0,5034	50,34
	FF	27	0,1812	18,12
	GG	47	0,3154	31,54

В сыворотке крови лошадей идентифицировано 14 видов трансферрина. Наиболее распространенными генотипами по системе трансферринов являются: Tf^F/Tf^F (18,12%) и Tf^F/Tf^R (18,12%) и редко – Tf^D/Tf^D (0,67%). Из 15 видов трансферринов встречающихся у якутских лошадей республики у лошадей хозяйства совсем не встречается генотип Tf^H/Tf^H .

По системе эстеразы идентифицировано 2 аллели (Es^F и Es^G), встречаемые генотипы Es^F/Es^G (50,34%), Es^F/Es^F (18,12%), Es^G/Es^G (31,54%). В сыворотке крови лошадей хозяйства отсутствуют аллели Es^H и Es^I . Часто встречаемым является генотип Es^F/Es^G (50,34%).

Обнаружено 63 разных вариаций генотипов (гаплотипов) (табл.2).

Таблица 2

Результаты анализа генотипов лошадей по 3-м полиморфным белкам

№	Полиморфные белки			Кол. особей	Частота встречаемости генотипов	
	Al	Tf	Es		в долях ед.	%
1.	AA	OR	GG	1	0,0067	0,671
2.	AA	OR	FG	1	0,0067	0,671
3.	AA	OR	FF	2	0,0134	1,342
4.	AA	FF	GG	1	0,0067	0,671
5.	AA	FF	FF	1	0,0067	0,671

6.	AA	FF	FG	3	0,0201	2,013
7.	AA	FR	FG	5	0,0335	3,356
8.	AA	FR	GG	3	0,0201	2,013
9.	AA	FH	FF	2	0,0134	1,342
10.	AA	FH	GG	3	0,0201	2,013
11.	AA	FH	FG	2	0,0134	1,342
12.	AA	FO	GG	1	0,0067	0,671
13.	AA	FO	FF	2	0,0134	1,342
14.	AA	FO	FG	4	0,0268	2,684
15.	AA	DD	FG	1	0,0067	0,671
16.	AA	DR	FF	1	0,0067	0,671
17.	AA	DR	FG	5	0,0335	3,356
18.	AA	DH	GG	2	0,0134	1,342
19.	AA	DF	GG	5	0,0335	3,356
20.	AA	DF	FF	1	0,0067	0,671
21.	AA	DF	FG	1	0,0067	0,671
22.	AA	HR	GG	1	0,0067	0,671
23.	AA	HR	FG	2	0,0134	1,342
24.	AA	HO	GG	1	0,0067	0,671
25.	AA	RR	FG	5	0,0335	3,356
26.	BB	DR	FG	2	0,0134	1,342
27.	BB	DF	FF	4	0,0268	2,684
28.	BB	DF	FG	5	0,0335	3,356
29.	BB	FF	FF	1	0,0067	0,671
30.	BB	FF	GG	1	0,0067	0,671
31.	BB	FF	FG	3	0,0201	2,013
32.	BB	FR	FF	1	0,0067	0,671
33.	BB	FR	GG	1	0,0067	0,671
34.	BB	FH	FG	1	0,0067	0,671
35.	BB	OO	FF	1	0,0067	0,671
36.	AB	DF	GG	1	0,0067	0,671
37.	AB	DR	GG	2	0,0134	1,342
38.	AB	DR	FG	4	0,0268	2,684
39.	AB	DH	FF	2	0,0134	1,342
40.	AB	DH	GG	2	0,0134	1,342
41.	AB	DH	FG	3	0,0201	2,013
42.	AB	DO	GG	1	0,0067	0,671
43.	AB	DO	FF	1	0,0067	0,671
44.	AB	DO	FG	1	0,0067	0,671
45.	AB	FF	GG	7	0,0469	4,698
46.	AB	FF	FF	1	0,0067	0,671
47.	AB	FF	FG	9	0,0604	6,040
48.	AB	FH	GG	2	0,0134	1,342
49.	AB	FH	FG	3	0,0201	2,013
50.	AB	FO	FF	1	0,0067	0,671
51.	AB	FO	GG	1	0,0067	0,671
52.	AB	FO	FG	4	0,0268	2,684
53.	AB	FO	FF	1	0,0067	0,671
54.	AB	FR	FF	3	0,0201	2,013
55.	AB	FR	GG	7	0,0469	4,698
56.	AB	FR	FG	7	0,0469	4,698
57.	AB	OO	FF	1	0,0067	0,671
58.	AB	HR	GG	2	0,0134	1,342
59.	AB	HR	FG	2	0,0134	1,342

60.	AB	HO	FG	1	0,0067	0,671
61.	AB	OR	GG	2	0,0134	1,342
62.	AB	OR	FF	1	0,0067	0,671
63.	AB	OR	FG	1	0,0067	0,671
				149	1	100

Генетическое биоразнообразие по локусу альбумина представлено 3-мя типами, по локусу трансферрина–14 типов, по локусу эстеразы –3 типами.

Исходя из полученных результатов, производству рекомендуется:

Для увеличения живой массы лошадей в ООО «Хоробут» следует отбирать или приобретать в воспроизводящий состав особей с генотипом AL^B/AL^B локуса альбумина, т.к. он коррелирует с живой массой лошадей.

Для увеличения генетического биоразнообразия лошадей по локусу эстеразы и трансферрина следует приобретать в воспроизводящий состав данного хозяйства особей с генотипами Es^H/Es^H , Es^I/Es^I и Tf^H/Tf^H соответственно.

Выводы

1. У якутских лошадей коренного типа ООО «Хоробут» биоразнообразие представлено 63 разных вариаций генотипов по локусам альбумина, трансферрина и эстеразы (табл.2).

2. В локусе альбумина встречается 3 типа белка (AL^A/AL^A -53, AL^B/AL^B -14, AL^A/AL^B -82), детерминируемых 2-мя аллелями (AL^A и AL^B). Наиболее распространенными по альбумину являются аллели AL^A/AL^B (55,03%). При этом концентрация аллеля AL^A (0,63) у лошадей ООО «Хоробут» доминирует по сравнению с аллелем AL^B (0,37).

3. По локусу трансферрина сыворотке крови лошадей в лаборатории иммуногенетической экспертизы идентифицировано 14 видов трансферрина. Наиболее распространенными аллелями по системе трансферринов являются: Tf^F/Tf^F (18,12%) и Tf^F/Tf^R (18,12%) и редко – Tf^D/ Tf^D (0,67%). Из 15 видов трансферринов встречающихся у якутских лошадей республики у лошадей хозяйства совсем не встречается генотип Tf^H/Tf^H .

4. По системе эстеразы идентифицировано 2 аллели (Es^F и Es^G), встречаемые генотипы: Es^F/Es^G (50,34%), Es^F/Es^F (18,12%), Es^G/Es^G (31,54%).

Список литературы

1. Базарон Б.З.. Генетический метод контроля достоверности происхождения забайкальской и бурятской пород лошадей / Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 10 (156). С. 118-121.
2. Дергунова М.М., Коломеец Ю.Ю., Храброва Л.А. Основные популяционно-генетические характеристики хакасских лошадей по системам полиморфных

- белков и групп крови. В сб.: Проблемы развития АПК Саяно-Алтая. Абакан, 2011.
3. Додохов В.В. Зоотехническая и генетическая характеристика лошадей янского типа якутской породы / Н.П. Филиппова, Н.П. Степанов, М.Н. Мартынов, В.В. Додохов // Коневодство и конный спорт. - 2015. - №3. - С. 34-36.
 4. Додохов В.В. Генетическая структура лошадей якутской породы по полиморфным белкам сыворотки крови / В.В. Додохов, Н.П. Филиппова Н.П. Степанов, Н.Н. Павлова // Достижения науки и техники АПК. — 2016. — Т. 30. - №11.-С. 100-102.
 5. Додохов В.В. Полиморфизм белков сыворотки крови лошадей якутской породы / В.В. Додохов, Н.П. Филиппова // Потенциал современной науки. - 2015. -№4(12). - С. 70-75.
 6. Додохов В.В., Филиппова Н. П. Генетическая характеристика лошадей якутской породы по 15 микросателлитным локусам ДНК / В.В. Додохов, Н.П. Филиппова // Эрэл-2016: материалы Всеросс. конф. научной молодежи / – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2016. - С. 315-317.
 7. Додохов В.В. Оценка биоразнообразия лошадей якутской породы с использованием ДНК маркеров: автореф. дис...канд. биол. наук: 06.02.07.– п. Лесные Поляны, Московская область, 2017.–21 с.
 8. Дубровская Р.М., Стародумов И.М., Банникова Л.В. Генетическая дифференциация пород лошадей по полиморфным локусам белков крови. Генетика, 1992, 28(4): 152-165.
 9. Евсюкова В.К., Плотников С.Р. Племенная работа с жеребцами-производителями якутской породы в ООО «Хоробут»/ Академический вестник Якутской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 5 (22). С. 44-49.
 10. Храброва Л.А. Сравнительная характеристика аллелофонда местных пород лошадей по ДНК маркерам. Мат. I Всерос. науч.-практ. конф. с межд. участием «Аборигенные породы лошадей: их роль и место в коневодстве Российской Федерации». Ижевск, 2016: 171-177.
 11. Чысыма Р.Б., Храброва Л.А., Зайцев А.М., Макарова Е.Ю., Федоров Ю.Н., Луду Б.М. Оценка генетического разнообразия в популяциях тувинских лошадей по локусам систем крови и микросателлитным ДНК/ Сельскохозяйственная биология, 2017, том 52, 4, С. 679-685.
 12. Заключение лаборатории иммуногенетической экспертизы № 04/20 от 30.03.2020 ГБУ РС(Я) «Сахаагроплем» о генетическом контроле происхождения и определение генотипа лошадей ООО «Хоробут».