

ВЛИЯНИЕ ГРУПП КРОВИ, АЛЛЕЛЕЙ И АНТИГЕНОВ ЭРИТРОЦИТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО БЕЛКА В МОЛОКЕ КОБЫЛ ТЯЖЕЛОВОЗНОЙ ПОРОДЫ

Семенов Владимир Григорьевич¹, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Морфология, акушерство и терапия»

Онегов Андрей Владимирович², кандидат биологических наук, доцент кафедры «Технологии производства продукции животноводства»

Стрельников Артём Игоревич², аспирант кафедры технологии производства продукции животноводства

¹ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», 428003 Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29. Тел. 8-927-851-92-11.

E-mail: semenov_v.g@list.ru

²ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», 424000 Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, Площадь Ленина, 1, Тел. 8-902-430-35-91. E-mail: a.onegov@mail.ru, weiserzi13@gmail.com

Ключевые слова: содержание белка в молоке, антигены эритроцитов, аллели, генотипы, группы крови, кобылы.

В последние годы всё больше внимания уделяют изучению полиморфных генетических систем белков крови и их использованию в качестве показателей наиболее объективной оценки племенных качеств сельскохозяйственных животных. Определение групп крови у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы проводилось по методическим рекомендациям, разработанным Р. М. Дубровской и И. М. Стародумовым. С помощью моноспецифических сывороток типировали антигены эритроцитов систем А и D групп крови лошадей. Методом семейного анализа установили аллели и генотипы кобыл по системе D групп крови. Используя формулу Харди – Вайнберга путем простого подсчета, определяли частоты возникновения генов. С помощью анализатора АМ-2 проводили анализ кобыльего молока на содержание общего белка. Для изученных пород кобыл характерна высокая частота встречаемости аллелей D^{ad} , D^{de} , D^{dghm} . Высокая значимость антигенного сходства по системе D групп крови между литовскими и русскими тяжеловозами свидетельствует о генетическом сходстве этих пород. Определена связь содержания общего белка с иммуногенетическими показателями. У литовских тяжеловозных кобыл высокое содержание белка связано с наличием генотипов $D^{ak}D^{cgm}$; у русских тяжеловозов – генотипов $D^{bcm}D^{dghm}$. С учетом выявленных положительных связей иммуногенетических показателей с содержанием в молоке кобыл тяжеловозной породы белка можно рекомендовать использование полученных результатов для корректировки отбора в плане селекционно-племенной работы.

Введение

На сегодняшний день применяемые методы оценки сельскохозяйственных животных, которые основываются на сравнительном анализе фенотипических показателей потомков и их родителей, не могут в полном объеме удовлетворить требования, предъявляемые к сельскохозяйственной селекции. В связи с этим в последние годы всё больше внимания уделяют изучению полиморфных генетических систем белков крови и их использованию в качестве показателей наиболее объективной оценки племенных качеств сельскохозяйственных животных, а также для управления селекционными процессами в области продуктивного животноводства [1, 2, 3, 4]. Наибольший интерес вызывает полиморфизм эритроцитарных антигенов, то есть групп крови животных [5, 6]. Установив антигенный состав эритроцитов и их влияние на показатели мясной и молочной продуктивности у сельскохозяйственных животных, можно более эффек-

тивно управлять генетической структурой стада, концентрируя только те генотипы, которые положительно сочетаются с хозяйственно-полезными признаками, необходимыми для данного производства [7, 8]. Для изучения наследственных особенностей сельскохозяйственных животных и их потенциальных возможностей важно определить сигнальные маркеры, которые в дальнейшем можно будет рекомендовать для использования при ведении селекционной работы в области животноводства [9, 10, 11, 12].

В настоящее время у лошадей установлено 9 систем групп крови. Наиболее сложной из них является система D, она состоит из 12 аллелей, которые контролируют 14 антигенных факторов: Da, Db, De, Dd, Dc, Df, Dh, Dg, Di, Dk, Dn, Dm, Dl и Do. Эти антигенные факторы связаны между собой и наблюдаются в определенных постоянных, не дающих свободных комбинаций, сочетаниях друг с другом [13]. Родители передают своим потомкам комплекс антигенов

этой системе, контролируемый аллелями [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Цель: Выявление групп крови, аллелей и антигенов эритроцитов, оказывающих влияние на уровень белка в молоке кобыл тяжеловозной породы.

Материалы и методы исследований

Исследования по влиянию групп крови, аллелей и антигенов эритроцитов были проведены на молочно-товарной ферме ЗАО Племенной Завод «Семёновский» республики Марий Эл и в лаборатории клинической диагностики и биохимических исследований МарГУ, кафедры технологии производства продукции животноводства. У кобыл русской и литовской тяжеловозной породы был произведен забор крови для характеристики аллелофонда и генетической структуры. Определение групп крови у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы проводилось по методическим рекомендациям, разработанным Р. М. Дубровской и И. М. Стародумовым [1]. С помощью моноспецифических сывороток типировали антигены эритроцитов систем А и D групп крови лошадей. Методом семейного анализа установили аллели и генотипы кобыл тяжеловозной породы по системе D групп крови. Используя формулу Харди – Вайнберга путем простого подсчета определяли частоты возникновения генов. По общепринятой методике проводили отбор проб молока кобыл тяжеловозной породы для его исследования на содержание общего белка. Химический состав молока кобыл тяжеловозных пород определяли в лаборатории по контролю качества выпускаемой продукции племенного кумысного комплекса ЗАО ПЗ «Семёновский». Анализ молока на содержание общего белка проводили на анализаторе АМ-2.

Результаты исследований

На рисунке 1 представлен график частоты встречаемости генотипов групп крови системы D у исследуемого поголовья кобыл.

Проанализировав частоту встречаемости отдельных генотипов групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы, их можно подразделить на три группы: наиболее часто встречающиеся ad/dghm (16,28 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и ad/dghm (25,81 %) и de/dghm (25,80 %) у кобыл русской тяжеловозной породы; средняя частота встречаемости ad/cgm (11,63 %), ad/de (11,63 %), de/dghm (11,63 %), cgm/dghm (9,30 %), de/dk (9,30 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и ad/de (16,13 %), ad/cgm (9,68 %), cgm/dghm

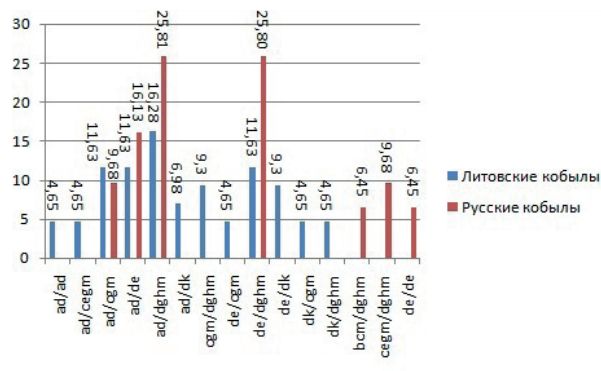


Рис. 1 – Частота встречаемости генотипов групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы, %

(9,68 %) у кобыл русской тяжеловозной породы; редко встречающиеся ad/ad (4,65 %), ad/cgm (4,65 %), ad/dk (6,98 %), de/cgm (4,65 %), dk/cgm (4,65 %), dk/dghm (4,65 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и bcm/dghm (6,45 %), de/de (6,45 %) у кобыл русской тяжеловозной породы.

В таблице 1 представлены данные, отражающие белкомолочность и группы крови кобыл русской и литовской тяжеловозной породы. Самый низкий уровень общего белка был отмечен у кобыл литовской тяжеловозной породы с группой крови $D^{ad}D^{ad}$ – 1,38 %. Кобылы той же породы с другими группами крови имели белкомолочность выше этого показателя на: $D^{dk}D^{dghm}$ – 0,35 %, $D^{dk}D^{cgm}$ – 0,68 %, $D^{de}D^{dk}$ – 0,24 %, $D^{de}D^{dghm}$ – 0,51 %, $D^{de}D^{cgm}$ – 0,10 %, $D^{cgm}D^{dghm}$ – 0,54 %, $D^{ad}D^{dghm}$ – 0,67 %, $D^{ad}D^{de}$ – 0,28 %, $D^{ad}D^{cgm}$ – 0,58 %, $D^{ad}D^{cgm}$ – 0,36.

Литовские кобылы с группами крови $D^{dk}D^{cgm}$, $D^{ad}D^{dghm}$, $D^{cgm}D^{dghm}$ имели достоверную разницу $p > 0,95$ – $p > 0,999$ по уровню белка в сравнении с кобылами, у которых указанные группы крови отсутствовали. Кроме перечисленных выше групп крови, положительно влияло на содержание белка в молоке наличие у кобыл литовской тяжеловозной породы групп крови $D^{de}D^{dghm}$, $D^{ad}D^{ad}$. Присутствие у кобыл групп крови $D^{dk}D^{dghm}$, $D^{de}D^{dk}$, $D^{de}D^{cgm}$, $D^{ad}D^{dk}$, $D^{ad}D^{de}$, $D^{ad}D^{cgm}$, $D^{ad}D^{ad}$ снижало уровень белка в молоке на 0,05 – 0,42 % по сравнению с кобылами, у которых данных групп не было.

Самое низкое содержание белка в молоке – 1,71 % оказалось у кобыл русской тяжеловозной породы с группой крови $D^{de}D^{dghm}$. Кобылы той же породы, у которых группы крови были другие, имели более высокое содержание белка в молоке по сравнению с минимальным уровнем на: $D^{ad}D^{cgm}$ – 0,27 %, $D^{ad}D^{de}$ – 0,03 %, $D^{ad}D^{dghm}$ – 0,09 %, $D^{bcm}D^{dghm}$ – 0,42 % ($p > 0,99$), $D^{cgm}D^{dghm}$ –

Таблица 1

Связь содержания общего белка в молоке с группами крови системы D у кобыл тяжеловозной

породы

Порода	Группа крови	Содержание общего белка в молоке, %		
		M±m	σ	Cv, %
Русская	ad/ad	-	-	-
Литовская		1,38±0,29	0,41	29,45
Русская	ad/de	1,74±0,19	0,42	24,21
Литовская		1,65±0,12	0,27	16,52
Русская	ad/dk	-	-	-
Литовская		1,39±0,24	0,49	35,18
Русская	ad/cgm	1,98±0,30	0,52	26,08
Литовская		1,95±0,29	0,18	9,47
Русская	ad/dghm	1,80±0,04	0,12	6,94
Литовская		2,04±0,04**	0,09	4,55
Русская	de/de	1,82±0,08	0,11	6,04
Литовская		-	-	-
Русская	de/dghm	1,71±0,13	0,38	22,10
Литовская		1,89±0,05	0,11	5,58
Русская	dghm/bcm	2,13±0,04**	0,06	2,82
Литовская		-	-	-
Русская	dk/dghm	-	-	-
Литовская		1,73±0,23	0,33	18,84
Русская	ad/cegm	-	-	-
Литовская		1,74±0,07	0,11	6,05
Русская	cgm/dghm	2,02±0,03**	0,05	2,43
Литовская		1,91±0,03*	0,07	3,65
Русская	de/cgm	-	-	-
Литовская		1,48±0,02	0,03	2,85
Русская	de/dk	-	-	-
Литовская		1,62±0,28	0,56	34,59
Русская	dk/cgm	-	-	-
Литовская		2,06±0,07**	0,11	5,11
Среднее Русская тяжеловозная порода		1,83±0,06	0,34	18,44
Среднее Литовская тяжеловозная порода		1,78±0,05	0,36	20,26

Примечание * $p > 0,95$; ** $p > 0,999$

0,32 % ($p > 0,99$), $D^{de}D^{de}$ – 0,11 %. Средний процент белка в молоке по группе кобыл русской тяжеловозной породы составил 1,83 %. Больше этого значения были показатели по содержанию белка у кобыл, имевших группы крови $D^{ad}D^{cgm}$ – 1,98%, $D^{bcm}D^{dghm}$ – 2,13%, $D^{cegm}D^{dghm}$ – 2,02%.

Было установлено, что содержание белка в молоке повышалось при наличии у кобыл русской тяжеловозной породы групп крови $D^{ad}D^{cgm}$ на 0,21 %, $D^{ad}D^{dghm}$ на 0,01 %, $D^{bcm}D^{dghm}$ на 0,36 %, $D^{cegm}D^{dghm}$ на 0,25 % ($p > 0,99$), $D^{de}D^{de}$ на 0,03 % по сравнению с кобылами, не обладавшим данными группами крови. Присутствие у кобыл групп крови $D^{ad}D^{de}$, $D^{de}D^{dghm}$ снижало белкомолочность.

На рисунке 2 представлен график частоты встречаемости аллелей групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы.

Изучив частоту встречаемости отдельных аллелей групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы, их можно подразделить на три группы: наиболее часто встречающиеся D^{ad} (28,87 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и D^{dghm} (32,89 %) у кобыл русской тяжеловозной породы; средняя частота встречаемости D^{cgm} (14,43 %), D^{de} (18,56%), D^{dghm} (19,59 %), D^{dk} (13,40 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и D^{ad} (23,68 %), D^{de} (22,37 %) у кобыл русской тяжеловозной породы; редко встречающиеся D^{bcm} (3,09 %), D^{cegm} (2,06%) у кобыл литовской тяжеловозной породы и D^{bcm} (5,28 %), D^{cegm} (7,89 %), D^{cgm} (7,89 %) у кобыл русской тяжеловозной породы.

Обнаруженные количественные различия по содержанию общего белка между кобылами тяжеловозной породы с разными группами кро-

ви могут быть обусловлены влиянием соответствующих аллелей (табл. 2).

Самый низкий процент белка в молоке – 1,63 связан с присутствием у кобыл литовской тяжеловозной породы аллеля D^{dk} . При наличии других аллелей уровень белка в молоке кобыл той же породы был выше минимального на: D^{dghm} – 0,3 % ($p > 0,95$), D^{de} – 0,07 %, D^{cgm} – 0,26 % ($p > 0,95$), D^{cegm} – 0,11 %, D^{bcm} – 0,23 %, D^{ad} – 0,13 %.

Изучая уровень белка в молоке в зависимости от наличия или отсутствия у кобыл литовской тяжеловозной породы тех или иных аллелей, установили, что присутствие аллелей D^{cgm} , D^{bcm} и D^{dghm} у кобыл повышало содержание белка в молоке, а наличие аллелей D^{dk} , D^{ad} , D^{de} и D^{cegm} – понижало. Кобылы литовской тяжеловозной породы – носительницы аллеля D^{dghm} – имели содержание белка в молоке на 0,25 % ($p > 0,99$) больше, чем неносительницы данного аллеля. У кобыл той же породы, имевших аллель D^{dk} , уровень белка был на 0,2 % меньше, чем у кобыл без этого аллеля.

Группы крови $D^{ad}D^{de}$, $D^{de}D^{dghm}$ у кобыл русской тяжеловозной породы, отрицательно влиявшие на содержание белка в молоке, контролировались аллелями D^{ad} , D^{de} , D^{dghm} , которые действовали в том же направлении.

Кобылы-носители аллелей D^{ad} , D^{bcm} , D^{cegm} , D^{cgm} по сравнению с кобылами, не имевшими этих аллелей, обладали лучшей белкомолочностью.

На рисунке 3 представлен график частоты встречаемости антигенов эритроцитов групп крови

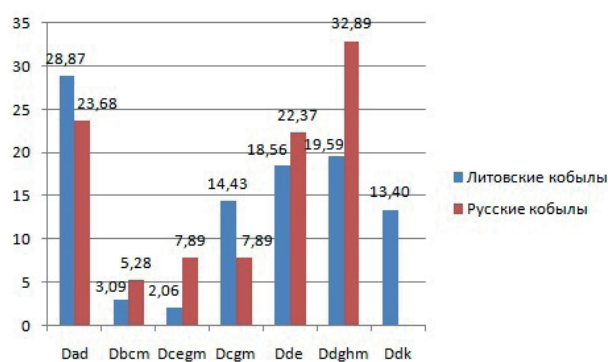


Рис. 2 – Частота встречаемости аллелей групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы, %

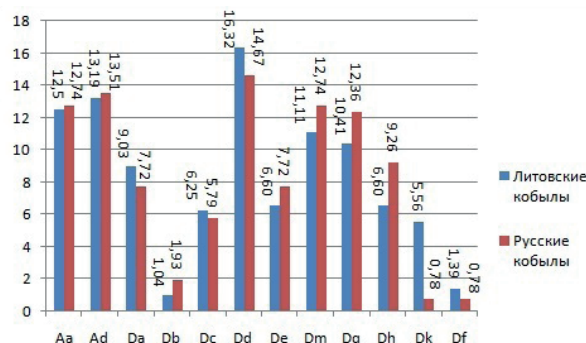


Рис. 3 – Частота встречаемости антигенов эритроцитов групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы, %

Таблица 2

Связь содержания общего белка в молоке с аллелями групп крови системы D кобыл тяжеловозной породы

Порода	Аллели	Содержание общего белка в молоке, %		
		M±m	σ	Cv, %
Русская	D^{ad}	1,83±0,08	0,33	18,17
Литовская		1,76±0,07	0,37	21,00
Русская	D^{bcm}	2,02±0,07	0,14	6,79
Литовская		1,86±0,10	0,18	9,42
Русская	D^{cegm}	2,02±0,02	0,05	2,48
Литовская		1,74±0,07	0,11	6,05
Русская	D^{cgm}	1,90±0,17	0,43	22,43
Литовская		1,90±0,06*	0,22	11,44
Русская	D^{de}	1,73±0,10	0,37	21,43
Литовская		1,70±0,08	0,34	20,19
Русская	D^{dghm}	1,75±0,09	0,42	23,77
Литовская		1,93±0,04*	0,17	8,64
Русская	D^{dk}	-	-	-
Литовская		1,63±0,13	0,48	29,70
Среднее Русская тяжеловозная порода		1,81±0,04	0,37	20,58
Среднее Литовская тяжеловозная порода		1,79±0,04	0,34	19,07

Примечание * $p > 0,95$; ** $p > 0,999$

Таблица 3

Связь содержания общего белка с антигенным составом эритроцитов крови у кобыл тяжело-возной породы

Порода	Аллели	Содержание общего белка в молоке, %		
		M±m	σ	Cv, %
Русская	Aa	1,82±0,06**	0,33	18,21
Литовская		1,77±0,06	0,36	20,54
Русская	Ad	1,82±0,06**	0,34	18,44
Литовская		1,78±0,06	0,36	20,41
Русская	Da	1,81±0,08**	0,34	18,51
Литовская		1,76±0,07	0,37	21,00
Русская	Db	1,89±0,13*	0,30	15,66
Литовская		1,86±0,10	0,18	9,42
Русская	Dc	1,98±0,08**	0,29	14,69
Литовская		1,86±0,05	0,21	11,14
Русская	Dd	1,78±0,07**	0,41	22,88
Литовская		1,77±0,05	0,35	19,45
Русская	De	1,80±0,08	0,05	19,15
Литовская		1,71±0,08	0,33	19,17
Русская	Dm	1,80±0,07	0,41	22,65
Литовская		1,90±0,04	0,20	10,73
Русская	Dq	1,80±0,07	0,41	23,00
Литовская		1,90±0,04	0,20	10,76
Русская	Dh	1,75±0,08**	0,41	23,53
Литовская		1,93±0,04	0,17	8,64
Русская	Dk	1,40±0,01**	0,02	1,08
Литовская		1,65±0,11	0,44	27,02
Русская	Df	1,67±0,21*	0,29	17,37
Литовская		1,86±0,07	0,12	6,19
Среднее Русская тяжеловозная порода		1,81±0,02	0,37	20,75
Среднее Литовская тяжеловозная порода		1,81±0,02	0,32	17,84

Примечание * $p > 0,95$; ** $p > 0,999$

ви системы D у кобыл русской и литовской тяжело-возной породы.

Изучив частоту встречаемости отдельных антигенов эритроцитов групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжело-возной породы, их можно подразделить на три группы: наиболее часто встречающиеся Ad (13,19 %), Dd (16,32 %) у кобыл литовской тяжело-возной породы и Ad (13,51 %), Dd (14,67 %) у кобыл русской тяжело-возной породы; средняя частота встречаемости Aa (12,50 %), Da (9,03 %), Dm (11,11 %), Dq (10,41 %) у кобыл литовской тяжело-возной породы и Aa (12,74 %), Dm (12,74 %), Dq (12,36 %), Dh (9,26 %) у кобыл русской тяжело-возной породы; редко встречающиеся Db (1,04 %), Dc (6,25 %), De (6,60 %), Dh (6,60 %), Dk (5,56 %), Df (1,39 %) у кобыл литовской тяжело-возной породы и Da (7,72 %), Db (1,93 %), Dc (5,79 %), De (7,72 %), Dk (0,78 %), Df (0,78 %) у кобыл русской тяжело-возной породы.

Была также установлена связь белковомолочности и антигенов эритроцитов кров (табл. 3).

Антиген Dk, контролируемый аллелями D^{dfk} и D^{dk} , связан с самым низким показателем белка в молоке – 1,65 %. Наиболее высокий процент белка – 1,93 был при наличии у кобыл литовской тяжело-возной породы антигена Dh. Средний показатель белковомолочности по группе составил 1,81 %. Больше среднего уровня белка в молоке имели кобылы литовской тяжело-возной породы при наличии антигенов Dm, Db, Dc, Dh, Df и Dg. Эти антигены контролировались аллелями D^{dfk} , D^{dghm} , D^{cgm} и D^{bcm} , которые в свою очередь положительно влияли на белковомолочность. При наличии у кобыл литовской тяжело-возной породы вышеперечисленных антигенов заметно повысился процент белка в молоке. Снижение уровня белка в молоке было связано с наличием у кобыл той же породы антигенов Dk, Dc, Da, Ad и Aa.

Анализируя данные, отражавшие связь содержания общего белка молока с антигенами, составом эритроцитов крови, выявили, что антигены Dd, De, Dm, Dg, Dh, контролируемые

аллелями D^{ad} , D^{de} , D^{dghm} , снижали показатели белкомолочности у кобыл русской тяжело-возной породы. Высокие показатели содержания белка в молоке связаны с наличием у кобыл той же породы антигенов Dd – 1,89 %, Dc – 1,98 %, Aa – 1,82 %, Ad – 1,82 %. Самый низкий показатель содержания белка 1,40 % был у кобыл русской тяжело-возной породы с антигеном Dk , по остальным антигенам уровень белка в молоке был больше минимального на: Aa – 0,42%, Ad – 0,42% ($p > 0,999$), Da – 0,41 % ($p > 0,999$), Db – 0,49 % ($p > 0,95$), Dc – 0,59 % ($p > 0,999$), Dd – 0,38 % ($p > 0,999$), Dm – 0,40 %, Dg – 0,40 %, Dk – 0,40 % ($p > 0,999$), Dh – 0,35 % ($p > 0,999$), Df – 0,28% ($p > 0,95$).

Содержание белка в молоке увеличивалось при присутствии у кобыл русской тяжело-возной породы антигенов Aa , Ad , Da , Db , Dc , De , Dm , Dg . Кобылы – носители этих антигенов по сравнению с неносителями имели уровень белка выше соответственно на: 0,17 %, 0,23 %, 0,05 %, 0,11 %, 0,31 % ($p > 0,99$), 0,03 %, 0,04 %, 0,03 %. При наличии у кобыл той же породы антигенов Dd , Dh , Dk , Df уровень белка в молоке снижался. У кобыл, не имевших этих генов, белкомолочность была больше соответственно на: 0,21 % ($p > 0,99$), 0,11 %, 0,42 % ($p > 0,999$), 0,13 %.

Обсуждение

Определен аллелофонд по системе D групп крови литовской и русской тяжело-возной породы, разводимых в ЗАО ПЗ «Семёновский». По системе D групп крови у русских и литовских кобыл определено наличие 19 генотипов из 36 возможных. Для исследуемых кобыл характерна высокая частота встречаемости аллелей D^{ad} , D^{de} , D^{dghm} . Высокая значимость антигенного сходства по системе D групп крови между литовскими и русскими тяжело-возными свидетельствует о генетическом сходстве этих пород. Определена связь содержания общего белка с иммуногенетическими показателями. У литовских тяжело-возных кобыл высокое содержание белка связано с наличием генотипов $D^{dk}D^{cgm}$; у русских тяжело-возных - генотипов $D^{bcm}D^{dghm}$.

Заключение

С учетом выявленных положительных связей иммуногенетических показателей с содержанием в молоке кобыл тяжело-возных пород белка можно рекомендовать использование полученных результатов для корректировки отбора в плане селекционно-племенной работы.

Библиографический список

1. Стародумов И.М. Методические реко-

мендации по использованию иммуногенетических маркеров для определения генетического сходства потомков с родоначальниками линий в коневодстве / И.М. Стародумов, Р.М. Дубровская // ВНИИ Коневодства - Рязань, - 1996. - 24 С.

2. Карашашева, А.А. Молочная продуктивность кобыл разных генотипов / А.А. Карашашева, Т.Ш. Асанбаев // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей VII междунар. науч.-практ. конф. - Екатеринбург, - 2017. - С. 203-207. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32207055>

3. Новоселова, К. С. Молочная продуктивность и генетический потенциал айрширского скота в Республике Марий Эл / К. С. Новоселова, Л. В. Холодова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2015. – Т. 224. – С. 158-163. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24502221>

4. Холодова, Л. В. Антигенный состав крови черно-пестрого скота и его связь с молочной продуктивностью / Л. В. Холодова, К. С. Новоселова, О. И. Денникова, Н. Э. Секретова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2018. – № 20. – С. 321-325. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36275276>

5. Холодова, Л. В. Влияние породы на продолжительность хозяйственного использования и молочную продуктивность кобыл / Л. В. Холодова // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной 82-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева Анатолия Алексеевича, Брянск, 26–27 ноября 2020 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2020. – С. 316-319. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44359928>

6. Холодова, Л. В. Влияние антигенного состава эритроцитов групп крови на уровень молочной продуктивности коров / Л. В. Холодова, К. С. Новоселова // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2018. – Т. 4. – № 2(14). – С. 70-77. – DOI 10.30914/2411-9687-2018-4-2-70-76. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35209035>

7. Холодова, Л. В. Селекционно-генетические параметры молочной продуктивности и воспроизводительных качеств кобыл / Л. В. Холодо-

ва, А. М. Ямалиева // Состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки на современном этапе : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 20 февраля 2020 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 108-113. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43144156>

8. Холодова, Л. В. Использование иммуногенетики в селекции молочного стада Республики Марий Эл / Л. В. Холодова, К. С. Новоселова // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2018. – Т. 4. – № 3(15). – С. 69-77. – DOI 10.30914/2411-9687-2018-4-3-69-76. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36275467>

9. Холодова, Л. В. Связь антигенов групп крови с воспроизводительными качествами быков-производителей / Л. В. Холодова, К. С. Новоселова // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2016. – Т. 2. – № 2(6). – С. 51-56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26683980>

10. Уливанова Г.В. Анализ использования генотипирования по полиморфным системам групп крови и белкам молока в племенном и промышленном скотоводстве / Г. В. Уливанова, Г. Н. Глотова, О. А. Федосова, Е. А. Рыданова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 1(45). – С. 63-69. – DOI 10.36508/RSATU.2020.45.1.011. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43004298>

11. Чиргин, Е. Д. Использование генетического потенциала кобыл-долгожительниц Литовской тяжеловозной породы / Е. Д. Чиргин // Современные достижения и актуальные проблемы в коневодстве : Сборник докладов международной научно-практической конференции, Дивово, 14 июня 2019 года. – Дивово: Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства, 2019. – С. 305-310. – DOI 10.25727/HS.2019.1.35404. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39191876>

12. Хуснуллина, Д.Ф. О взаимосвязи между молочной продуктивностью и основными показателями молока лошадей на кумысной ферме ВНИИ коневодства / Д.Ф. Хуснуллина // Коневодство на пороге XXI в. - Дивово, 2001. - С. 76-77.

13. Барковская, Д. А. Влияние групп крови системы D на молочную продуктивность лошадей литовской тяжеловозной породы на племенном кумысном комплексе ЗАО ПЗ «Се-

меновский» / Д. А. Барковская, Е. С. Рыбакова // Студенческая наука и XXI век. – 2019. – Т. 16. – № 1-1(18). – С. 25-27. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45802125>

14. Mazhitova, A. T. Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season / A. T. Mazhitova, A. A. Kulmyrzaev // Journal of Dairy Science. – 2016. – Vol. 99. – No 4. – P. 2480-2487. – DOI 10.3168/jds.2015-9717. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27896239>

15. Changes in milk yield, fat and protein mass fractions in mares' milk within 24 hours / E. D. Chirgin, A. V. Onegov, A. I. Strelnikov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 20–22 июня 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 42046. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/315/4/042046>

16. Chirgin, E. The influence of stallions on the properties of the udder of daughters / E. Chirgin, V. Semenov, V. Tyurin // Перспективы развития аграрных наук : Материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 16 апреля 2021 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – P. 32. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46140185>

17. Дуйсембаев, К.И. Изменчивость удоя и взаимосвязь его с основными компонентами молока кобыл в условиях стационарной кумысной фермы / К.И. Дуйсембаев, Б.Р. Акимбеков // Метод повышения мясной и молочной продуктивности лошадей и верблюдов. - Алма-Ата, 1982. - С. 95-100.

18. Карелина О.А. Возрастные аспекты изменения репродуктивной функции жеребцов-производителей / О. А. Карелина, О. А. Федосова, Е. А. Мурашова, А. М. Зайцев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 1(45). – С. 38-45. – DOI 10.36508/RSATU.2020.45.1.007. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43004294>

19. Чиргин, Е. Д. Формирование кобыл молочного типа в русской тяжеловозной породе / Е. Д. Чиргин, А. В. Онегов, М. А. Ямбулатов // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2016. – Т. 2. – № 2(6). – С. 56-61. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26683981>

20. Чиргин, Е. Д. Взаимосвязь массовой доли белка в молоке кобыл с ростом и развитием

их жеребят / Е. Д. Чиргин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения. Материалы Международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 17 февраля 2011 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2011. – С. 115-116. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23533664>

21. Калинина, К. В. Влияние линейной принадлежности на продолжительность продуктивной жизни и пожизненный удой кобыл русской тяжеловозной породы / К. В. Калинина // Молодой исследователь: от идеи к проекту : Материалы IV студенческой научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 15 июня 2020 года. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2020. – С. 62-64. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44631204>

INFLUENCE OF BLOOD GROUPS, ALLELES AND ANTIGENS OF ERYTHROCYTES ON TOTAL PROTEIN CONTENT IN MILK OF HEAVY BREED MARES

Semenov V.G.¹, Onegov A.V.², Strelnikov A.I.²

¹FSBEI HE "Chuvash State Agrarian University"

²FSBEI HE "Mari State University",

¹428003 Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx st., 29. Tel. 8-927-851-92-11.

E-mail: semenov_v.g@list.ru

²424000 Republic of Mari El, Yoshkar-Ola, Lenin Square, 1, Tel. 8-902-430-35-

91. E-mail: a.onegov@mail.ru, weiserzi13@gmail.com

Key words: protein content in milk, erythrocyte antigens, alleles, genotypes, blood groups, mares.

In recent years, more and more attention has been paid to the study of polymorphic genetic systems of blood proteins and their application as indicators of the most objective assessment of breeding qualities of farm animals. Specification of blood groups of Russian and Lithuanian heavy breed mares was carried out according to the methodological recommendations developed by R. M. Dubrovskaya and I. M. Starodumov. The erythrocyte antigens of A and D blood groups of horses were typed with the help of monospecific sera. By the method of family analysis, the alleles and genotypes of mares were determined according to the D blood group system. Using the Hardy-Heinberg formula, the frequencies of genes were determined by simple counting. An AM-2 analyzer was used to analyze mare milk for total protein content. The studied breeds of mares are characterized by a high occurrence frequency of Dad, Dde, Ddghm alleles. Great significance of antigenic similarity in D blood group system between the Lithuanian and Russian heavy breeds indicates genetic similarity of these breeds. The relationship between total protein content and immunogenetic parameters was determined. High protein content of Lithuanian heavy breed mares is associated with the presence of DdkDcgm genotypes; as for Russian heavy mares - genotypes DbcmDdghm. Taking into account the revealed positive relationships of immunogenetic indicators with the milk protein content of mares of heavy breeds, it is possible to recommend application of the results obtained to adjust the selection for breeding work.

Bibliography:

1. Starodumov I.M. Methodological recommendations on usage of immunogenetic markers to determine genetic similarity of offspring with the line ancestors in horse breeding / I.M. Starodumov, R.M. Dubrovskaya // All-Russian Research Institute of Horse Breeding - Ryazan, - 1996 - 24 p.
2. Karashasheva, A.A. Milk productivity of mares of different genotypes / A.A. Karashasheva, T.Sh. Asanbayev // Fundamental and applied scientific research: topical issues, achievements and innovations: a collection of articles of the VII international scientific-practical conference. - Ekaterinburg, - 2017. - P. 203-207. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32207055>
3. Novoselova, K.S. Milk productivity and genetic potential of Ayrshire cattle in the Republic of Mari El / K.S. Novoselova, L.V. Kholodova // Scientific notes of Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman. - 2015. - V. 224. - P. 158-163. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24502221>
4. Kholodova, L.V. Antigenic composition of black-and-white cattle blood and its relationship with milk productivity / L.V. Kholodova, K.S. Novoselova, O.I. Dennikova, N.E. Sekretova // Current issues of improvement of technologies for production and processing of agricultural products. - 2018. - № 20. - P. 321-325. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36275276>
5. Kholodova, L. V. Influence of the breed on duration of economic use and milk productivity of mares / L. V. Kholodova // Current problems of veterinary medicine and intensive animal husbandry: Proceedings of the national scientific-practical conference dedicated to the 82nd anniversary of the Honored Worker of Higher School of the Russian Federation, Honorary Professor of Bryansk State Agricultural Academy, Doctor of Veterinary Sciences, Professor Anatoly Alekseevich Tkachev, Bryansk, November 26-27, 2020. - Bryansk: Bryansk State Agrarian University, 2020. - P. 316-319. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44359928>
6. Kholodova, L.V. Influence of antigenic composition of erythrocytes of blood groups on milk productivity level of cows / L.V. Kholodova, K.S. Novoselova // Vestnik of the Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic sciences. - 2018. - V. 4. - № 2 (14). - P. 70-77. - DOI 10.30914 / 2411-9687-2018-4-2-70-76. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35209035>
7. Kholodova, L. V. Selection and genetic parameters of milk productivity and reproductive qualities of mares / L. V. Kholodova, A. M. Yamaliev // State, problems and prospects for development of agricultural science at the present stage: Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, Cheboksary, February 20, 2020. - Cheboksary: Chuvash State Agricultural Academy, 2020. - pp. 108-113. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43144156>
8. Kholodova, L.V. Usage of immunogenetics in breeding of dairy herds of the Republic of Mari El / L.V. Kholodova, K.S. Novoselova // Vestnik of the Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic sciences. - 2018. - V. 4. - № 3 (15). - P. 69-77. - DOI 10.30914 / 2411-9687-2018-4-3-69-76. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36275467>
9. Kholodova, L.V. Relationship of antigens of blood groups with reproductive qualities of servicing bulls / L.V. Kholodova, K.S. Novoselova // Vestnik of Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic sciences. - 2016. - V. 2. - № 2 (6). - P. 51-56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26683980>
10. Ullivanova G.V. Analysis of usage of genotyping for polymorphic systems of blood groups and milk proteins in breed and industrial cattle breeding / G. V. Ullivanova, G. N. Glotova, O. A. Fedosova, E. A. Rydanova // Vestnik of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. - 2020. - № 1 (45). - P. 63-69. - DOI 10.36508 / RSATU.2020.45.1.011. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43004298>
11. Chirgin, E. D. Usage of genetic potential of long-living mares of Lithuanian heavy breed / E. D. Chirgin // Modern achievements and current problems in horse breeding: Collection of reports of the international scientific and practical conference, Divovo, June 14, 2019. - Divovo: All-Russian Research Institute of Horse Breeding, 2019. - P. 305-310. - DOI 10.25 727 / HS.2019.1.35404. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39191876>
12. Khusnullina, D.F. On the relationship between milk productivity and the main horse milk parameters on kumis farm of the All-Russian Research Institute of Horse Breeding / D.F. Khusnullina // Horse breeding on the threshold of the XXI century. - Divovo, 2001. - P. 76-77.

13. Barkovskaya, D.A. Influence of blood groups of D system on milk productivity of horses of Lithuanian heavy breed at the breeding kumis complex of ZAO "Semenovsky" / D.A. Barkovskaya, E.S. Rybakova // *Student science and the XXI century*. - 2019. - V. 16. - № 1-1 (18). - P. 25-27. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45802125>
14. Mazhitova, A. T. Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season / A. T. Mazhitova, A. A. Kulmyrzaev // *Journal of Dairy Science*. - 2016. - Vol. 99. - No 4. - P. 2480-2487. - DOI 10.3168/jds.2015-9717. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27896239>
15. Changes in milk yield, fat and protein mass fractions in mares' milk within 24 hours / ED Chirgin, AV Onegov, AI Strelnikov [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Krasnoyarsk, June 20–22 2019 / *Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations*. - Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. - P. 42046. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/315/4/042046>
16. Chirgin, E. The influence of stallions on the properties of the udder of daughters / E. Chirgin, V. Semenov, V. Tyurin // *Prospects for development of agricultural sciences: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, Cheboksary, April 16, 2021. - Cheboksary: Chuvash State Agrarian University, 2021. - P. 32. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46140185>
17. Duisembaev, K.I. Milk yield variability and its relationship with the main components of mare milk on a stationary kumis farm / K.I. Duisembaev, B.R. Akimbekov // *Method of increasing meat and milk productivity of horses and camels*. - Alma-Ata, 1982. - P. 95-100.
18. Karelina O.A. Age aspects of changes in reproductive function of stud horses / O. A. Karelina, O. A. Fedosova, E. A. Murashova, A. M. Zaitsev // *Vestnik of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*. - 2020. - № 1 (45). - P. 38-45. - DOI 10.36508/RSATU.2020.45.1.007. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43004294>
19. Chirgin, E.D. Formation of dairy-type mares in Russian heavy breed / E.D. Chirgin, A.V. Onegov, M.A. Yambulatov // *Vestnik of the Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic sciences*. - 2016. - V. 2. - № 2 (6). - P. 56-61. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26683981>
20. Chirgin, E.D. The relationship of the mass fraction of protein in mare milk with the growth and development of their foals / E.D. Chirgin // *Current issues of improving the technology of production and processing of agricultural products: Mosolovsky readings. Materials of the International Scientific and Practical Conference*, Yoshkar-Ola, February 17, 2011. - Yoshkar-Ola: Mari State University, 2011. - P. 115-116. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23533664>
21. Kalinina, K. V. Influence of linear belonging on duration of productive life and lifelong milk yield of mares of Russian heavy breed / K. V. Kalinina // *Young researcher: from idea to project: Materials of the IV student scientific-practical conference*, Yoshkar-Ola, June 15, 2020. - Yoshkar-Ola: Mari State University, 2020. - P. 62-64. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44631204>