

---

## ГРУППОВЫЕ АНТИГЕНЫ У РАЗЛИЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Е.А. Рыскина<sup>1</sup>, Ф.Н. Гильмиярова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра биохимии

Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

<sup>2</sup>Кафедра фундаментальной и клинической биохимии  
с лабораторной диагностикой

ГБОУ ВПО Самарский государственный медицинский  
университет Минздрава России  
ул. Чапаевская, 89, Самара, Россия, 443099

У многих животных на эритроцитах присутствуют групповые антигены схожие с антигенами системы АВ0 человека. Иммуногенетические особенности крови не изменяются в течение всей жизни животного. Приматы обладают различными сочетаниями групп крови 0, А, В и АВ. Описаны различные системы групп крови сельскохозяйственных животных — у крупного рогатого скота — 12, у овец — 7, у свиней — 17, у лошадей — 7. Установлено 14 систем групп крови и более 60 антигенов у кур. У собак описаны 10 систем групп крови, у кошек 3. Системы групп крови позволяют объединять животных одного биологического вида в определенные группы по сходству антигенов их крови.

**Ключевые слова:** группа крови АВ0, групповые антигены, системы групп крови.

В настоящее время известно, что в организме человека имеется много генетически обусловленных факторов крови, объединенных в системы антигенов. Изучены и охарактеризованы десятки групповых антигенных систем крови человека, таких как системы АВ0, резус-фактор, Келл, Левис (Lewis), Кидд, MNSS, Даффи, Диего и другие. Полиморфность групп крови человека и животных, многочисленные особенности и структурно-функциональные отличия ее генетических маркеров несут информацию для решения проблем медицинской и иммунной генетики, трансфузиологии. Известно, что группоспецифические антигены системы АВ0 человека определяют иммунологическую индивидуальность организма и являются наиболее иммуногенными [1]. Многие виды животных, растений, бактерий, объекты неорганической природы содержат вещества, подобные групповым антигенам человека.

Система крови — это совокупность всех аллелей одного локуса, определяющих разнообразие групп крови в пределах данной системы. Аллели могут наследоваться одиночно в простых системах или группами в сложных системах в виде постоянного сочетания. Каждой системе крови присваивается буквенное обозначение. Принято обозначать системы крови животных строчными буквами латинского алфавита, например: А, В, С. Группа крови — это определенное сочетание антигенов эритроцитов, которое контролируется генами одной системы [2]. Антигены или факторы крови принято обозначать также строчными латинскими буквами, иногда двумя буквами — строчной и прописной. Например: Е и Еа, Еd

или Ее. Тип крови животного — это совокупность всех антигенов всех систем крови. Наследование антигенов крови у каждого вида животных контролируется, как правило, несколькими генами [3]. Отсюда следует, что в иммуногенетике животных понятие группы крови несколько отличается от привычного для нас понятия, принятого в медицине.

Наличие многочисленных групп крови создает возможность для образования огромного числа комбинаций аллелей, вследствие чего животные, у которых группы крови совершенно одинаковы, встречаются редко. При большом количестве антигенов в эритроцитах животные содержат мало естественных антител в крови или их совсем нет. Если естественные антитела присутствуют, то они слабые и титр их значительно колеблется. Часто появление их связано с заболеваниями и вакцинацией для домашних животных. Поэтому группа крови животного определяется только по антигенам эритроцитов, присутствующим в организме [4].

Группоспецифические полисахариды антигенов, подобные человеческим, были обнаружены у человекообразных обезьян. У шимпанзе выявили эритроциты с антигенами А и 0, сходные с антигенами А и 0 эритроцитов крови человека. У гориллы экспрессируется только В антиген, подобный антигену В системы АВ0, а у орангутанга и гиббона антигены А и В вместе (табл. 1) [5].

Таблица 1

Сводные данные по группам крови некоторых видах приматов

Организм	Группы крови			
	0 (I)	A (II)	B (III)	AB (IV)
Шимпанзе	0 (I)	A (II)	—	—
Горилла	—	—	B (III)	—
Орангутанг	—	A (II) 40%	B (III) 40%	AB (IV) 20%
Гиббон	—	A (II) 10%	B (III) 80%	AB (IV) 10%
Человек	0 (I)	A (II)	B (III)	AB (IV)

При этом если все человекообразные обезьяны обладают различными сочетаниями групп крови А, В и АВ, то нулевая группа, наряду с человеком, найдена только у шимпанзе. Получены неопровержимые доказательства тождества этих групп у человека и перечисленных обезьян: смелые опыты Труаэе в середине XX в. доказали безопасность переливания крови с учетом группы от шимпанзе человеку. Изучая эволюцию АВ0 генов у приматов F. Yamamoto, N. Saitou, J.M. Martinko, сравнили нуклеотидные последовательности АВ0 генов человека, шимпанзе, гориллы, орангутанга, макака, бабуина и нашли различия в последовательности аминокислот между положениями 152—355 [6; 7].

У многих млекопитающих и позвоночных животных присутствуют также схожие антигены с антигенами системы АВ0. Наиболее изучены домашние и сельскохозяйственные животные. В 50—60-х гг. учеными были предприняты первые попытки по определению и исследованию групп крови кошек. В течение тридцати лет этим вопросом никто не занимался, и только в 1981 г. проведенные Ауэром и Беллом эксперименты доказали важность этой проблемы при переливании крови больным кошкам.

На сегодняшний день у кошек выявлено три группы крови А, В и АВ [8]. Группа АВ — очень редкая и еще до конца не изучена. Эта система не связана с уже описанной выше системой групп крови человека АВ0, но называется АВ. У кошек пока не обнаружена так называемая 0 группа крови, в которой отсутствуют А и В антигены и не вырабатываются соответствующие антитела [9].

Наиболее распространена кровь группы А. Число животных с группой В варьируется в зависимости от породы и места обитания в пределах от 3% до 50% [10].

Группы крови кошек наследуются как антигены, расположенные на поверхности мембран красных клеток крови, и определяются особыми углеводами на мембране эритроцитов, как и у человека. N-гликоль-нейраминавая кислота определяет А антиген и N-ацетил-нейраминавая кислота — В антиген. На АВ эритроцитах находится равное количество обеих кислот. Механизм действия гена В заключается в недостаточном синтезе фермента гидроксилазы, который преобразовывает N-ацетил-нейраминавую в N-гликоль-нейраминавую кислоту [11].

У собак было описаны 2 классификации систем групп крови.

Номенклатура групп крови отражает расхождение мнений нескольких авторов, участвовавших в этих исследованиях, и в настоящее время равнозначно применяются две различные классификации. Согласно одной классификации у собак выявлено 10 систем групп крови — DEA 1, DEA 3 и другие (табл. 2) [12]. На эритроцитах у собак присутствует антиген, который назвали DEA (Dog Erythrocyte Antigen — эритроцитарный антиген собаки). Естественные антитела обнаружены у собак, имеющие антигены DEA 3, 5 и 7. Самой важной системой групп крови является DEA 1, определяется тремя аллелями — DEA 1.1, 1.2, 1.3. Примерно у 50% собак выявляется антиген DEA 1.1, обладающий сильными антигенными свойствами, так как способен вызывать мощные иммунные реакции [13]. DEA 1.1, 1.2, 1.3 и 1 null иногда объединяют в систему А. Это несколько аналогично резус-фактору у людей [14]. В исследовании 2007 г. был обнаружен еще один антиген — Dal, встречающийся у собак породы далматин [15].

Таблица 2

Системы групп крови собак

Группа крови	Частота встречаемости в %
DEA 1.1	33—45
DEA 1.2	7—20
DEA 1.3	редкая
DEA 1 null	редкая
DEA 3	5—10%
DEA 5	87—98%
DEA 6	12—22%
DEA 7	редкая
DEA 8	редкая
Dal	у далматинцев

Согласно другой классификации собаки имеют 11 систем групп крови — А, В, С, D, E, F, G, K, L, M, N. Обозначаются они заглавными буквами для системы и строчными для антигена, например Аа. Наиболее распространена среди собак система группы крови А, около 60% собак имеют именно эту систему.

Фактор «а» у животных имеет такое же значение, как и резус-фактор у людей, имеется примерно у 60—65% животных [16]. Фактическое число антигенов и их роль в организме собаки, антигенные возможности и биологические свойства еще мало изучены и долго еще будут предметом изучения специалистов.

Иммуногенетические особенности крови, определяемые наследственно обусловленной комбинацией антигенов эритроцитов, не изменяются в течение всей жизни животного. Системы групп крови позволяют объединять животных одного биологического вида в определенные группы по сходству антигенов их крови. У сельскохозяйственных животных выявлен ряд систем групп крови. Некоторые антигены имеют сходство у разных видов. Так, антиген R2 у крупного рогатого скота сходен с антигеном R у овец и антигеном A системы АВО человека. Система J крупного рогатого скота подобна системе A свиней и R овец, а системы B и C подобны системе B и C овец [17].

Изучение групп крови у крупного рогатого скота связано с иммунизацией животных против чумы. В 1910 г. Тодд и Уайт установили, что эритроциты животных имеют разные антигенные свойства. В 1941 г. Фергюсон опубликовал данные об открытии 9 эритроцитарных антигенов крупного рогатого скота, которые он обозначил A, B, C, D, E, F, H, I и Z. Позднее открыли еще 23 антигена.

До настоящего времени в эритроцитах крупного рогатого скота выявлено более 100 факторов или антигенов крови, которые составляют 12 систем крови (табл. 3) [18]. Большинство этих антигенов было открыто посредством иммунизации животных. Наиболее простые системы: L, M, N, R и Z. Каждая из них состоит из одного фактора крови. Система J и I состоит из двух антигенов, система A включает в себя пять антигенов, а система S — шесть. Гораздо более сложной является система C, состоящая из десяти антигенов, комбинации которых могут составлять 35 групп крови. Самая сложная система — это система B, включающая свыше 50 антигенов, которые могут образовать около 300 групп крови, каждая из них содержит от 1 до 8 факторов [19]. Определение групп крови, входящих в систему B и C, дает больше всего данных при установлении происхождения животных. Наличие многочисленных групп крови создает возможность для образования огромного числа комбинаций аллелей, вследствие чего животные, у которых группы крови совершенно одинаковы, встречаются не часто.

Таблица 3

Системы групп крови у крупного рогатого скота

Системы	Число антигенов	Число групп
I	2	3
A	5	10
B	50	300+...
C	10	35+...
F-Y	5	4
J	2	4
L	1	2
M	1	2
N	1	2
S	6	5
Z	1	2
R-S	1	2

В настоящее время у овец описано 7 систем групп крови, у свиней — 17, у лошадей — 7, у птиц — 14 [20]. Группы крови у овец изучены значительно меньше, чем у крупного рогатого скота. Изучение начали с поисков естественных антител. Эти антитела были найдены у овец, коз, крупного рогатого скота и других животных. Однако у овец естественные антитела выявляют только антигенные факторы R и O [21]. В дальнейшем для изучения систем групп крови стали использовать иммунные антитела. В настоящее время выявлено 7 систем групп крови овец — A, B, C, D, M, R-O и X-Z (табл. 4) [22; 23]. Самыми простыми являются системы A, C и D, а система B включает около 16 антигенов и формирует 5 групп крови [24; 25].

Таблица 4

**Системы групп крови овец**

Система	Эритроцитарные антигены	Число антигенов
A	A	1
B	B, E, Ex, J, N, O, P и др.	16
C	C, Cx	2
D	D	1
M	M, Mx	2
R-O	R, O	2
X-Z	X, Z	2

Открытие и начало изучения групп крови свиней можно отнести к началу прошлого столетия. Первоначально Шимановский в 1926 г., Кайзер в 1929 г., Шермер в 1935 г. констатировали присутствие в эритроцитах свиней антигена A и предложили трехгрупповую классификацию (система группы крови A). С использованием новых серологических методов исследования стало понятно, что их значительно больше. Были открыты системы крови B, C, E, F, G, H, I, J, K и около 50 антигенов [26].

Многие системы крови свиней полиаллельны, т.е. группы крови обуславливаются не двумя, а большим количеством антигенов. Например, в системе E известно 7 антигенов, которые дают картину сложного наследования, а в систему L входят 5 групп крови. Система G может служить примером наиболее простой, она имеет 2 группы крови [27]. Все вышесказанное свидетельствует о большой генетической и иммунологической сложности системы групп крови свиней и необходимости ее дальнейшего изучения.

Иммуногенетические исследования групп крови лошадей выявили более 25 антигенов, формирующих 7 систем групп крови [28; 29]. В 1935 г. Д. Шермер с помощью естественных антител определил 6 антигенов лошадей — A, B, C, D, E и F.

Большой вклад в изучение групп крови лошадей внесли С. Стормонт и И. Сузуки. Они выявили и описали 15 эритроцитарных антигенов лошади. В 1978 г. J. Подлящук и Ж. Метью обнаружили еще 2 антигена групп крови и выделили системы крови C и K, как отдельные и самые простые [30]. Самая сложная система групп крови лошадей — D, включает 11 антигенов (табл. 5) [31]. Система P групп

крови аналогична АВО-системе человека [32]. На отдельные антигены имеются, хотя и слабые, естественные агглютинины, остальные группы установлены методом иммунизации. Изучение групп крови у этого вида животного имеет большое практическое значение в связи с известными случаями гемолитической болезни [33].

Таблица 5

Современное состояние групп крови лошадей

Система	Фактор или антиген
A	Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag
C	Ca
D	Da, Db, Dc, Dd, De, Df, Dg, Dh, Di, Dk, Dl
K	Ka
P	Pa, Pb
Q	Qa, Qb, Qc
U	Ua

У птиц также установлены групповые различия крови. У них они наиболее изучены.

Впервые различия по эритроцитарным антигенам у кур были обнаружены в 1924 г. Ландштайнером и Миллером. Большой вклад в дело изучения систем групп крови внесли Гильмор (Англия) и Брайлс (США), они открыли около 60 эритроцитарных антигенов кур, определяющие группы крови. В данное время известно 14 систем групп крови — А, В, С, D, Е, Н, N и другие. В каждой системе известно по одному (системы J, K, P), два (система H, J, L, M) и более 20 (система В) антигенов, от которых зависит дифференциация по группам у этого вида [34].

Следует отметить, что у кур почти всегда образуются антитела при иммунизации различными антигенами. Проведенные Shringer в 1959 г. исследования, связанные с кормлением животных различной пищей, убедительно доказали реальность энтеральной иммунизации. Индейки оказались иммунологически более реактивны, чем лошади, крупный рогатый скот, овцы и куры. У индеек определены следующие системы групп крови: А, В, С, D, Е, F, G, I, J, K и L, и исследование еще продолжается. У птиц также изучаются генетические связи образования различных антигенов.

Наличие групп крови обнаружено и у многих других животных и птиц: оленей, верблюдов, кроликов, крыс, мышей, уток, голубей. У кроликов описано около 5 систем групп крови, например генетическая система H состоит из четырех групп крови.

Из всего вышесказанного можно сделать заключение, что система групп крови животных не достигла такого уровня развития, как у человека. Учение о группах крови животных еще молодо, исследователи продолжают открывать новые антигены и системы крови. Группы крови, как и другие биохимические полиморфные системы, позволяют изучать историю эволюции животных, происхождение и родство видов.

Огромное антигенное разнообразие, которое окружает человека, привело в процессе естественного отбора к разделению вида *Homo hominis* на 4 типа. Чело-

век состоит из тех же структурных элементов, что и другие объекты биологического мира. Этим обеспечивается его совместимость с окружающей средой, а антигенный полиморфизм, уникальная антигенная неповторимость особи обеспечивает устойчивость вида в целом [35].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гильмиярова Ф.Н., Радомская В.М. и соавт. Прогнозируемая биологическая активность антигенных детерминант АВО системы крови // Альманах «Жизнь плюс наука». Вып. 7. Самара: ООО «Книга», 2011. С. 24—28.
- [2] Гильмиярова Ф.Н., Радомская В.М. и соавт. Группы крови: биологическая вариабельность клеточного состава и метаболизма в норме и патологии. М., 2007.
- [3] Душин И.М., Бороздин Э.К., Епишин В.А. и соавт. Термины и определения, используемые в селекции, генетике и воспроизводстве сельскохозяйственных животных. М., 1996.
- [4] Хатт Ф.Б. Генетика животных. М., 1969.
- [5] Тоняев А.А. О значении групповых факторов крови в эволюции человека и животных // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биомедицинской исторической и социокультурной антропологии». Минск, 2011. С. 127—131.
- [6] Yamamoto F., Saitou N. Evolution of primate ABO blood group genes and their homologous genes // Mol. Biol. Evol. 1997. Vol. 14 (4). S. 399—411.
- [7] Martinko J.M., Vincek V., Klein D., Klein J. Primate ABO glycosyltransferases: evidence for trans-species evolution // Immunogenetics. 1993. Vol. 37. S. 274—278.
- [8] Leipoldt A.L. The blood group of cats // International Cat Federation Judges. 2002. Vol. 3 (1). S. 92—93.
- [9] Giger U., Buchler J., Patterson D. Frequencies and inheritance of A and B blood types in feline breeds of the United States // Journal of Heredity. 1991. 82:15—20.
- [10] Hohenhaus A.E. Importance of Blood Groups and Blood Group Antibodies in Companion Animals // Transfusion Medicine Reviews. 2004. 18:2. S. 117—126.
- [11] Andrews G.A., Chavey P.S., Smith J.E. et al. N-glycolylneuraminic acid and N acetylneuraminic acid define feline blood group A and B antigens // Blood. 1992. 79. S. 2485—2491.
- [12] Kessler R., Resse J. et al. Dog erythrocyte antigens 1.1, 1.2, 3, 4, 7 and Dal blood typing and cross-matching by gel column technigue // Vet. Clin. Pathol. 2010. 39(3). S. 306—316.
- [13] Hohenhaus A.E., Lippincott J.B. Problems in Veterinary Medicine // Transfusion medicine. 1992. 4. S. 670.
- [14] Corato A., Mazza G., Hale A.S. et al. Biochemical characterization of canine blood group antigens (Immunoprecipitation of DEA 1.2, 4, and 7 and identification of a dog erythrocyte membrane antigen homologous to human Rhesus) // Vet Immunol Immunopathol. 1997. 59: 213—223.
- [15] Blais M., Berman L. Canine Dal Blood Type: A Red Cell Antigen Lacking in Some Dalmatians // Journal of veterinary internal medicine. 2007. 21:2. P. 281—286.
- [16] Symons M., Bell K. Canine blood groups // Animals Genetics. 1992. 23: 509—515.
- [17] Тузова Р.В., Ковалев Н.А. Молекулярно-генетические механизмы эволюции органического мира. Генетическая и клеточная инженерия. Минск, 2010.
- [18] Меркурьева Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве. М., 1977.
- [19] Мецераков В.А. Физиология систем крови, лимфы и иммунитета. Ставрополь, 2002.
- [20] Тоняев А.А. Группы крови — вирусно-генетическое заболевание человека, обезьян и других животных // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. XVIII. № 1.
- [21] Сердюк Г.Н., Катагунов А.Г. Группы крови сельскохозяйственных животных и эффективность их использования в селекции // Зоотехния. 2008. № 8. С. 8—11.
- [22] Марзанова Л.К., Канатбаев С.Г., Чмирков Е.В., Марзанов Н.С. Микросателлиты и их использование для оценки генетического разнообразия животных // Сельскохозяйственная биология. 2005. № 6. С. 119—125.

- [23] *Насибов М.Г., Марзанова Л.К. и соавт.* Идентификация антигенов и систем групп крови у различных видов животных // *Сельскохозяйственная биология*. 2005. № 6. С. 119—125.
- [24] *Казановский С.А., Анфиногенова Т.А. и соавт.* Группы крови и их использование в селекции и разведении овец. Саратов, 1987. С. 129—133.
- [25] *Абонеев В.В., Чижова Л.Н., Селионова М.И.* Иммуногенетика в селекции овец. Ставрополь, 2004.
- [26] *Сердюк Г.Н.* Иммуногенетика свиней: теория и практика. СПб., 2002.
- [27] *Горелов И.Г.* Дальнейшее изучение иммуногенетической системы групп крови свиней // *Генетика*. 1997. Т. 33. № 10. С. 1441—1443.
- [28] *Мелентьева Н.М.* Повышение эффективности изготовления и использования сывороток-реагентов для типирования групп крови лошадей // *Сборник научных трудов*. Дивово, 2007. С. 107—111.
- [29] *Bowling A., Ruvinsky A.* The Genetics of the Horse (Cabi). 2000.
- [30] *Подляцук Ж., Мерью Ж.* Два новых фактора (Fi9, F2o) системы групп крови лошадей // XVI международная конференция по группам крови и биохимическому полиморфизму животных. 1978. С. 7.
- [31] *Кутцова Н.А.* Использование полиморфных белков, ферментов и групп крови в селекции лошадей Тракененской породы: Дисс. канд. с.-х. наук. М., 2002.
- [32] *Буке Я., Ван Зеверян А.И.* Дополнительные данные о системе D лошадей // *Animal blood group and biochemical genetics*. 1981. Т. 12. № 3. С. 187—191.
- [33] *Храброва Л.А., Мелентьева Н.М.* Гемолитическая болезнь новорожденных жеребят: диагностика и профилактика // *Материалы 2-й научной конференции по болезням лошадей*. М., 2001. С. 98—99.
- [34] *Тихонов В.Н.* Генетические системы групп крови животных. Новосибирск, 1965.
- [35] *Донсков С.И.* Группы крови в биологии человека — факты и предположения // *Гематология и трансфузиология*. 2001. Т. 46. № 5. С. 32—33.

## GROUP ANTIGENS OF VARIOUS ANIMALS

E.A. Ryskina<sup>1</sup>, F.N. Gilmiyarova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of biochemistry  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Mikluho-Maklaya str., 8, Moscow, Russia, 117198*

<sup>2</sup>Department of the fundamental and clinical biochemistry  
with the laboratorial diagnostics  
GBOU VPO Samara State Medical University  
*Chapaevskaya str., 89, Samara, Russia, 443099*

In many animals on the erythrocytes are present group antigens similar to the antigens of the system ABO human. Immunogenetic features of blood does not change throughout the life of the animal. Primates have different combinations of blood group 0, A, B and AB. Described the various systems of blood groups of farm animals: cattle — 12, sheep — 7, in pigs — 17, horses — 7. There are 14 systems of blood groups and more than 60 antigens in chickens. In dogs described 10 systems of blood groups, cats 3. Blood group systems allow you to combine one animal species in certain groups according to the similarity of their blood antigens.

**Key words:** ABO blood group, group antigens, system of blood groups.



## REFERENCES

- [1] Gilmiyarova F.N., Radomskaya V.M. et al. The predicted biological activity antigenic determinant ABO blood system. *Almanac "Life plus science"*. Samara, 2011. Vol. 7. S. 24—28.
- [2] Gilmiyarova F.N., Radomskaya V.M. et al. *Blood group: biological variability of the cellular composition and metabolism in health and disease*. Moscow, 2007.
- [3] Dunin I.M., Borozdin E.K., Epishin, V.A. et al. *Terms and definitions used in breeding, genetics and reproduction of farm animals*. Moscow, 1996.
- [4] Hutt F.B. *Genetics of animals*. Moscow, 1969.
- [5] Tiuniaev A.A. About the importance of group factors of blood in the evolution of man and animals. *Collection of materials of international scientific-practical conference "Actual problems of biomedical historical and socio-cultural anthropology"*. Minsk, 2011. S. 127—131.
- [6] Yamamoto F., Saitou N. Evolution of primate ABO blood group genes and their homologous genes. *Mol. Biol. Evol.* 1997. Vol. 14 (4). S. 399—411.
- [7] Martinko J.M., Vincek V., Klein D., Klein J. Primate ABO glycosyltransferases: evidence for trans-species evolution. *Immunogenetics*. 1993. Vol. 37. S. 274—278.
- [8] Leipoldt A.L. The blood group of cats. *International Cat Federation Judges*. 2002. Vol. 3 (1). S. 92—93.
- [9] Giger U., Buchrler J., Patterson D. Frequencies and inheritance of A and B blood types in feline breeds of the United States. *Journal of Heredity*. 1991. 82:15—20.
- [10] Hohenhaus A.E. Importance of Blood Groups and Blood Group Antibodies in Companion Animals. *Transfusion Medicine Reviews*. 2004. 18:2 S. 117—126.
- [11] Andrews G.A., Chavey P.S., Smith J.E. et al. N-glycolylneuraminic acid and N acetylneuraminic acid define feline blood group A and B antigens. *Blood*. 1992. 79. S. 2485—2491.
- [12] Kessler R., Resse J. et al. Dog erythrocyte antigens 1.1, 1.2, 3, 4, 7 and Dal blood typing and cross-matching by gel column technigue. *Vet. Clin. Pathol.* 2010. 39 (3). S. 306—316.
- [13] Hohenhaus A.E., Lippincott J.B. Problems in Veterinary Medicine. *Transfusion medicine*. 1992. 4.
- [14] Corato A., Mazza G., Hale A. et al. Biochemical characterization of canine blood group antigens (Immunoprecipitation of DEA 1.2, 4, and 7 and identification of a dog erythrocyte membrane antigen homologous to human Rhesus). *Vet Immunol Immunopathol*. 1997. 59: 213—223.
- [15] Blais M., Berman L. Canine Dal Blood Type: A Red Cell Antigen Lacking in Some Dalmatians. *Journal of veterinary internal medicine*. 2007. 21:2. S. 281—286.
- [16] Symons M., Bell K. Canine blood groups. *Animals Genetics*. 1992; 23: 509—515.
- [17] Tuzova R.W., Kovalev N.A. *Molecular-genetic mechanisms of evolution of the organic world. Genetic and cell engineering*. Minsk, 2010.
- [18] Merkurjeva E.K. *The genetic basis of selection in cattle*. Moscow, 1977.
- [19] Meshcheryakov V.A. *Physiology of the systems of blood, lymph and immune system*. Stavropol, 2002. S. 99.
- [20] Tiuniaev A.A. Blood groups — viral genetic disease of humans, monkeys and other animals. *Bulletin of new medical technologies*. 2011. T. XVIII. N. 1. S. 180.
- [21] Serdyuk G.N., Catalpol A.G. Blood group of farm animals and the effectiveness of their use in breeding. *Zootechnics*. 2008. N 8. S. 8—11.
- [22] Mardanova L.K., Kanatbek C.G., Chirkov E.V., Marzano N.S. Microsatellites and their use for evaluation of genetic diversity in animals. *Agricultural biology*. 2005. N 6. P. 119—125.
- [23] Nasibov M.G., Mardanova L.K. et al. Identification of antigens and systems of blood groups in various animal species. *Agricultural biology*. 2005. N 6. P. 119—125.
- [24] Kazanowski S., Anfinogenova T.A. et al. *Blood groups and their use in selection and breeding of sheep*. Saratov, 1987. S. 129—133.
- [25] Aboneev V.V., Chizhova L.N., Selionova M.I. *Immunogenetics in breeding sheep*. Stavropol, 2004.

- [26] Serdyuk G. *Immunogenetic pigs: theory and practice*. St. Petersburg, 2002.
- [27] Gorelov I.G. Further study immunogenetic system of blood groups of pigs. *Genetics*. 1997. Vol. 33. N 10. S. 1441—1443.
- [28] Melentjeva N.M. Improving the efficiency of production and use of serum-reagents for typing of blood groups of horses. *Collection of scientific papers*. Divovo, 2007. S. 107—111.
- [29] Bowling A., Ruvinsky A. *The Genetics of the Horse* (Cabi). 2000.
- [30] Podlesok J. Meru J. Two new factors (Fi9, F2o) system of blood groups of horses. *XVI international conference on blood groups and biochemical polymorphism animals*. 1978. S. 7.
- [31] Kuptsova N.A. *Using polymorphic proteins, enzymes and blood groups in breeding Trakehner horses*: Diss. can. agr. sciences. Moscow, 2002.
- [32] Buke I., Van Zeveryan A.I. Additional information about the system D horses. *Animal blood group and biochemical genetics*. 1981. Vol. 12. N 3. S. 187—191.
- [33] Hrabrovo L.A., Melentjeva N.M. Hemolytic disease of the newborn foals: diagnosis and prevention. *The materials of the 2nd scientific conference on diseases of horses*. Moscow, 2001. S. 98—99.
- [34] Tikhonov V. *The genetic system of blood groups of animals*. Novosibirsk, 1965.
- [35] Donskov S.R. Blood Groups in human biology — facts and assumptions. *The Hematology and Transfusiology*. 2001. Vol. 46. N 5. S. 32—33.