

АССОЦИАЦИИ МЕЖДУ ГРУППАМИ КРОВИ И РЕПРОДУКТИВНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**О.С. ШАТАЛИНА**

Методы молекулярной генетики позволяют искать надежные биомаркеры желательных признаков у сельскохозяйственных животных. Так, введение иммуногенетического контроля позволило существенно сократить ошибки при оценке происхождения племенных особей; ведутся исследования взаимосвязей групп крови с хозяйственно полезными признаками животных. Бесплодие и яловость крупного рогатого скота — причины огромных экономических потерь. В настоящей работе мы впервые установили корреляцию между антигенным сходством пар крупного рогатого скота уральского типа и показателями воспроизводства. Взаимосвязь между антигенным профилем родителей по группам крови и репродуктивными качествами изучали в 2009-2014 годах в Свердловской области в ООО «Мезенское» (Белоярский р-н), СХПК «Первоуральский» (г.о. Первоуральск) и ООО «Агрофирма «Артемовский» (Артемовский р-н) на 1300 парах крупного рогатого скота уральского типа черно-пестрой породы. Животные были достоверны по происхождению и аттестованы по группам крови с использованием 54 моноспецифических сывороток для определения 11 систем групп крови. У спариваемых особей рассчитывали индекс антигенного сходства по группам крови (отношение сходных антигенов быка и коровы к их общему числу) и гомозиготность. Гомозиготность пар изучали по трем системам групп крови — EAA, EAF и EAZ. Эти системы представлены несколькими антигенами, что дает возможность проследить вероятность иммунологического конфликта. При помощи биометрической обработки установлено, что в парах крупного рогатого скота, гетерозиготных по антигенам систем групп крови EAA и EAF, наблюдалась более высокая оплодотворяемость и сохранность приплода, но при этом снижалась частота рождения двоен. В потомстве родителей, гомозиготных по системе EAA, доля абортированных эмбрионов была на 2,5 % выше, чем в потомстве гетерозиготных пар. Число мертворожденных телят у пар, гомозиготных по системе EAF, было в 2 раза больше, чем в полученном от гетерозиготных пар. У гомозиготных по системе EAZ животных, по-видимому, уменьшался иммунологический конфликт, способствующий удлинению периода от родов до плодотворного осеменения и гибели приплода. Число мертворожденных телят от гомозиготных пар составило 3,2 %, гетерозиготных — 4,7 %. Индекс антигенного сходства родителей варьировал от 0,1 до 0,8. При 10 % антигенного сходства спариваемых животных происходили значительные потери приплода, при 20 % — они увеличивались незначительно. Аналогичная ситуация наблюдалась с двойнестью: при антигенном сходстве спариваемых животных от 0 до 0,1 получили максимальное число двоен, а при индексе сходства 0,2 и более оно повышалось постепенно. Таким образом, антигенное сходство спариваемых животных влияет на получение и сохранность приплода.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, антигены, группы крови, индекс антигенного сходства, гомозиготность, многоплодие, сохранность приплода.

В современном животноводстве остро стоит проблема повышения воспроизводства крупного рогатого скота (КРС) при сохранении высокой молочной продуктивности. Один из способов увеличения репродукции — поиск взаимосвязей аллелей антигенов и групп крови с хозяйственно полезными признаками. Определение групп крови (антигенов белков плазматической мембраны эритроцитов) крупного рогатого скота широко используется для установления достоверности происхождения, изучения генофонда популяций КРС, исследования взаимосвязей групп крови с хозяйственно полезными признаками, подбора пар по антигенному сходству (1, 2). Идентификация генов, полиморфизм которых ассоциирован с изменчивостью проявления хозяйственно полезных признаков, стала возможной благодаря развитию молекулярной генетики и молекулярной биологии (3, 4). Исследования и сравнительный анализ групп крови имеют важное значение для изучения эволюции пород сельскохозяйственных животных (5), позволяют реконструировать процессы формирования пород, а также прогнозировать гетерозисные эффекты у помесных животных (6).

Одним из показателей воспроизводства служит плодовитость —

эволюционно сложившаяся способность каждого вида приносить приплод в естественных условиях, которая обеспечивает компенсацию смертности. Многоплодие — важный показатель репродукции животных, который зависит от плодовитости (7). Чем крупнее животное и больше продолжительность его жизни, тем дольше эмбриональное развитие и меньше многоплодие. Крупный рогатый скот относится к малопродуктивным видам, поэтому результативность его воспроизводства приобретает важное экономическое значение (8). Увеличение молочной продуктивности коров часто сопровождается уменьшением их адаптивного потенциала и снижением эффективности воспроизводства (9). Также огромное влияние на воспроизводство оказывают генотипы животных (10). У КРС высокоспециализированных молочных пород, таких как голштин, которые подвергаются интенсивному давлению искусственного отбора, спонтанные мутации, возникающие у племенных быков, могут широко распространяться по породе (11-13). К таким мутациям относятся, в частности, BLAD (bovine leukocyte adhesion deficiency — синдром дефицита адгезии лейкоцитов, при котором телята гибнут в возрасте до 1 года) и CVM (complex vertebral malformation — комплексное уродство позвоночника) (14). На репродукцию КРС влияют не только физиологические, но и антропогенные факторы (15). Так, бесплодие и яловость коров — отрицательные последствия неправильно организованного осеменения (16).

Бесплодие (проявляется у особей обоих полов) — это потеря животным способности к воспроизводству при нарушении функции размножения взрослого организма. У коров выделяют временное (обратимое) и постоянное (необратимое) бесплодие (17). При этом наследственное бесплодие встречается довольно редко, поскольку в природе нет видов животных с генетически ограниченными показателями репродукции (18, 19). От каждой бесплодной коровы в течение года недополучают молочную продукцию (около 3 кг молока за каждый день яловости). Признаками бесплодия коров и телок служат длительное отсутствие половой охоты, наличие неплодотворных осеменений (20). Обычно в 1-й мес после отела в охоту приходят 17-23 % животных, во 2-й — 48-55 %, в 3-й — 18-22 %. Интервал от отела до первой охоты составляет 2 мес. Поэтому следует считать бесплодной каждую корову, не оплодотворившуюся в течение 60 сут после отела.

Ликвидация и эффективная профилактика бесплодия и яловости служат важными этапами в увеличении численности популяции КРС, его молочности, оптимизации воспроизводства (20, 21). Яловость коровы — понятие хозяйственно-экономическое и применяется только к маткам (22, 23). Основные причины яловости — врожденное бесплодие, неточное выявление охоты и несвоевременное осеменение, отсутствие прогулок, низкое качество кормов, нарушение технологии осеменения, использование некачественной спермы. Также причинами бесплодия и яловости становятся инфекционные заболевания (24, 25), генетически обусловленные нарушения репродуктивного здоровья животных (26). Высокая яловость маточного поголовья приводит к недополучению молока, телят и наносит существенный экономический ущерб. В племенных организациях, допустивших 10 % яловость коров при удое 2500-3000 кг, производство молока снижается на 5 % и повышается расход кормов на единицу произведенного молока. Увеличение продолжительности яловости коров на 1 сут уменьшает годовой удой коровы на 6 кг. Для сохранения высокого выхода телят необходимо оптимизировать сроки осеменения и подбор животных для спаривания (27), применять витаминно-минеральные добавки, улучшающие репродукцию (28).

У человека при образовании эмбриона антигены системы групп крови матери и отца влияют на иммунологическое равновесие (29, 30). Аналогичные исследования проведены на животных. Отмечено, что некоторые локусы и антигены групп крови КРС также влияют на оплодотворяемость и течение беременности (31). С.Л. Гридиной с соавт. (32) установлено, что оплодотворяемость коров зависит от сочетания антигенов. Плодовитость увеличивается при отсутствии антигена J, гомозиготности родителей по антигенам Y_2 и G_2 и гетерозиготности по антигенам A_2 и S_2 . Наличие антигенов $A_1, B_2, G_3, I_2, O_2, A^1_2, G^1, R_2, W, X_2, S$ в крови у быка и их отсутствие у коров способствует повышению частоты плодотворных осеменений. С.Л. Гридина с соавт. (33) и В.Ф. Гридин с соавт. (34) выявили аллели (сцеплено наследуемые антигены) групп крови КРС, контролирующие хозяйственно полезные признаки. В исследованиях И.М. Стародумова с соавт. (35) и Л.В. Керро (36) показано, что группы крови можно использовать для селекционно-племенной работы и улучшения хозяйственно полезных признаков у крупного рогатого скота.

В настоящей работе мы впервые установили корреляцию между антигенным сходством пар крупного рогатого скота уральского типа и воспроизводительными качествами и выявили, что системы групп крови могут быть ассоциированы с проявлением одного признака значительно больше, чем другого.

Нашей целью было изучение взаимосвязи наследования антигенов крови с репродуктивными показателями у групп черно-пестрого голштинизированного скота уральского типа.

Методика. Работу проводили с 2009 по 2014 год в Свердловской области в ООО «Мезенское» (Белоярский р-н), СХПК «Первоуральский» (г.о. Первоуральск) и ООО «Агрофирма «Артемовский» (Артемовский р-н) на 1300 парах крупного рогатого скота уральского типа черно-пестрой породы. На предприятиях используется привязное содержание крупного рогатого скота с доением в молокопровод. Кормление осуществлялось согласно нормам типовых рационов. В группы входили коровы с 1-го по 3-й отел и быки-производители: в ООО «Мезенское» — 200 коров и 10 быков, в СХПК «Первоуральский» — 400 коров и 11 быков, в ООО «Агрофирма «Артемовский» — 900 коров и 15 быков. Из этих животных формировали пары для искусственного осеменения.

Атгестацию по группам крови осуществляли в соответствии с рекомендациями П.Ф. Сорокового (37). Материал для анализа отбирали однократно из хвостовой вены одноразовой вакуумной системой для забора крови у животных старше 6 мес. Антигены крови выявляли реакцией гемолиза (растворение эритроцитов при воздействии специфической антисывороткой в присутствии комплемента). Антисыворотки получали при иммунизации животных-реципиентов кровью доноров, комплемент — из сыворотки крови кроликов. Всего использовали 54 моноспецифических сыворотки для определения 11 систем групп крови.

В качестве основного критерия подбора коров в группы использовали индекс их антигенного сходства со спариваемыми быками по совокупности антигенов крови. Индекс антигенного сходства C_{as} рассчитывали по формуле С.И. Шадманова (38): $C_{as} = (A_{bi} + A_{ci}) / (A_b + A_c)$, где A_{bi} и A_{ci} — число сходных антигенов матери и отца, A_b — число выявленных антигенов отца, A_c — число выявленных антигенов матери.

В родительских парах учитывали гомозиготность по системам групп крови EAA, EAF и EAZ.

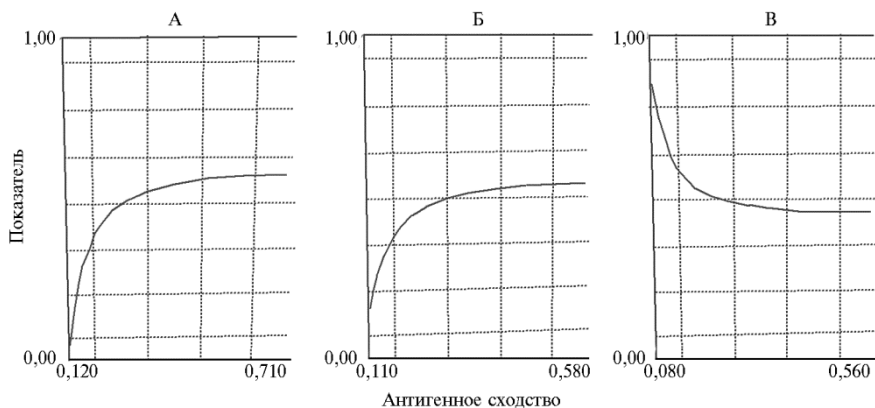
При оценке репродуктивных качеств коров анализировали следу-

ющие показатели: период от родов до плодотворного осеменения, индекс оплодотворения, аборт, сохранность телят, многоплодие.

Для биометрической обработки данных использовали пакеты программ Snedecor V3.5 и Microsoft Excel. Определяли средние значения показателей репродукции по выборкам (M), ошибки средних ($\pm SEM$), оценивали статистическую значимость различий при $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$ и $p \leq 0,001$ и рассчитывали коэффициенты корреляции между изученными показателями воспроизводства и антигенным сходством пар.

Результаты. Плодовитость передается по наследству, предрасположенность к абортам и мертворожденным телятам также обусловлена генетическими и иммунологическими факторами (10, 17, 18, 29). В популяции СХПК «Первоуральский» среди потомства крупного рогатого скота зарегистрировали 3 % мертворождений и 2 % аборт, в ООО «Мезенское» — 5 и 2 %, в ООО «Агрофирма «Артемковский» — 2 % и 0,2 %. Аборт и мертвый приплод даже в таких незначительных количествах существенно снижают выход телят, из-за чего племенные организации несут экономические потери. Рождение двух и более телочек одновременно приводит к увеличению количества телят на 100 коров, это желательный признак.

Мы выявили слабые положительные зависимости между антигенным сходством пар и абортными ($r = 0,2$, $p \leq 0,05$), а также мертворожденным приплодом ($r = 0,1$, $p \leq 0,05$) и отрицательную корреляцию между антигенным сходством пар и рождением двоен ($r = -0,14$, $p \leq 0,05$). При спаривании быков и коров с высоким антигенным сходством можно было незначительно сократить гибель приплода и увеличить двойность (35). Доля влияния антигенного сходства на сохранность приплода составляла 1-4 %.



Репродуктивные показатели у крупного рогатого скота уральского типа черно-пестрой породы в зависимости от антигенного сходства родительских пар: А — аборт, Б — мертворожденные телята, В — двойность (Свердловская обл., 2009-2014 годы).

На рисунке (А) приведена динамика изменения сохранности потомства в зависимости от антигенного сходства спариваемых животных. Изменение функции от 0,00 до 1,00 показывало увеличение вероятности появления абортов. При индексе антигенного сходства пар до 10 % число аборт резко повышалось. С увеличением показателя антигенного сходства (> 20 %) сохранность приплода постепенно возрастала. В то же время с увеличением антигенного сходства родителей повышалась вероятность рождения мертвого приплода (см. рис., Б). При доле общих антигенов до 10 % наблюдалось значительное увеличение частоты мертворождений, при дальнейшем росте C_{as} частота рождений мертвого приплода повышалась слабо. Тенденция к гибели приплода при близком антиген-

ном сходстве обусловлена, по-видимому, тем, что рецессивные аллели родителей с неблагоприятными фенотипическими эффектами переходят в гомозиготное состояние, как это происходит, например, в случае VLAD и SVM (14). Увеличение антигенного сходства пар быков и коров приводило и к снижению частоты рождения двоен (см. рис., В) (на графике 0,00 — полное отсутствие многоплодия, 1,00 — двойнесть). При индексе сходства $< 0,1$ число двоен было максимальным. При увеличении антигенного сходства родителей до значений более 10 % вероятность появления двоен слабо снижалась.

Оптимальным для уменьшения потери приплода и способствующим двойнеости оказался индекс антигенного сходства спариваемых животных, не превышающий 0,10. Несмотря на слабые корреляционные связи, тенденция к лучшей сохранности приплода при показателе антигенного сходства быка и коровы 10 % проявлялась по всей выборке. Выраженные потери потомства наблюдались при подборе пар крупного рогатого скота с 11-20 % общих антигенов.

У некоторых коров предрасположенность к спонтанным абортам и рождению мертвого приплода повышена (20, 39). Их необходимо выявлять и выбраковывать из популяции, чтобы повысить выход телят на 100 коров. Склонных к двойнеости животных, наоборот, отбирают для получения потомства. У дочерей таких коров выше вероятность появления двоен (22). Это способствует оздоровлению и увеличению численности популяции крупного рогатого скота при исключении случаев фримартинизма (разнопольх двоен). Кроме того, для получения приплода с высокой молочной продуктивностью необходимо отбирать коров со значительными удоями. На этот показатель оказывают влияние генетические и кормовые факторы. Следует учитывать, что с повышением генетического потенциала продуктивности коров значительно возрастает их чувствительность к влиянию средовых факторов (40).

Антигенное сходство, несомненно, сказывается на воспроизводительных и продуктивных показателях животных. При этом часто отдельные антигены или системы групп крови контролируют определенные признаки значительно больше, чем другие (31). Схожесть родителей по одной системе может привести к улучшению показателей, по другой — к ухудшению. Мы выполнили анализ взаимосвязей гомо- и гетерозиготности по системам А, F/V, Z групп крови с продолжительностью периода от родов до плодотворного осеменения, индексом оплодотворения и сохранностью потомства. Эти системы состояли из одного-двух антигенов, что дало возможность проследить наличие или отсутствие иммунологического конфликта между матерью и плодом по определенным антигенам.

Система групп крови EAA была представлена антигенами A_1 и A_2 . Сочетания антигенов отца и матери оказались следующими: гомозиготы — A_1/A_1 , A_2/A_2 , A_1A_2/A_1A_2 , антигены отсутствуют (-/-); гетерозиготы — A_1/A_2 , A_1A_2/A_2 , A_1A_2/A_1 , $A_1A_2/-$, $A_1/-$, $A_2/-$. Период от родов до плодотворного осеменения при гомозиготном подборе по системе EAA в популяциях животных СХПК «Первоуральский» и ООО «Агрофирма «Артемковский» был больше, чем при гетерозиготном (табл.). Число аборт и мертвого приплода среди гомозиготных пар оказалось больше, чем от гетерозиготных соответственно на 2,5 и 0,3 %, что обусловлено большим генетическим сходством антигенов родителей по системе EAA. В то же время число двоен от гомозиготных пар оказалось значительно больше (3,3 %).

Система EAF состояла из антигенов F и V. Антиген F встречался практически у всех животных из нашей выборки, антиген V имели еди-

ницы. Реже в крови содержались оба антигена. Выборка была составлена следующим образом: гомозиготы — F-/F-, V-/V-, FV/FV, -/-; гетерозиготы — F-/V-, FV/F, FV/V, FV/-. По системе EAF число гомозиготных пар во всех исследованных организациях превышало гетерозиготные (см. табл.). Сохранность приплода у гомозиготных пар оказалась ниже, чем у гетерозиготных. Частота аборт, гибель новорожденных и многоплодие составили у гомозиготных пар соответственно 1,9; 4,8 и 2,9 %. То есть при гетерозиготном подборе пар по системе EAF наблюдалась лучшая сохранность приплода, но частота двойности была снижена на 0,7 %. Наиболее здоровый приплод получали при наличии антигенов F или F/V от быка и V от коровы. Недостаточная разнородность групп крови приводила к гибели плода. Повышенную частоту двойностей установили при спаривании быков и коров с одинаковыми антигенами по системе EAF.

Зависимость репродуктивных показателей в зависимости от сочетаний родительских пар по системам групп крови у крупного рогатого скота уральского типа черно-пестрой породы (M±SEM, Свердловская обл., 2009–2014 годы)

Показатель	ООО «Мезенское»	СХПК «Первоуральский»	ООО «Агрофирма «Артемковский»	Итого, среднее
Система EAA				
<i>Гомозиготные пары</i>				
Число пар	26	40	113	179
Период от родов до плодотворного осеменения, сут	87,0±2,0	106,0±3,0*	93,0±2,0	95,0±1,0
Индекс оплодотворения	1,30±0,10	1,17±0,30	1,20±0,20**	1,22±0,30
Число (%) аборт		6 (3,3 %)		
Число (%) мертворожденных телят		7 (3,9 %)		
Многоплодие (двойни), число (%)		6 (3,3 %)		
<i>Гетерозиготные пары</i>				
Число пар	95	88	421	604
Период от родов до плодотворного осеменения, сут	90,6±2,0	82,9±3,0	90,9±1,0	88,1±3,0
Индекс оплодотворения	1,32±0,10	1,13±0,20	1,14±0,10	1,19±0,10
Число (%) аборт		5 (0,8 %)		
Число (%) мертворожденных телят		22 (3,6 %)		
Многоплодие (двойни), число (%)		17 (2,8 %)		
Система EAF				
<i>Гомозиготные пары</i>				
Число пар	67	81	269	417
Период от родов до плодотворного осеменения, сут	83,0±1,0	95,0±3,0**	92,0±2,0	90,0±2,0
Индекс оплодотворения	1,32±0,20	1,13±0,20	1,14±0,20	1,19±0,10
Число (%) аборт		8 (1,90 %)		
Число (%) мертворожденных телят		21 (4,80 %)		
Многоплодие (двойни), число (%)		12 (2,90 %)		
<i>Гетерозиготные пары</i>				
Число пар	54	47	262	363
Период от родов до плодотворного осеменения, сут	94,0±3,0	70,0±2,0	92,0±3,0	85,5±2,0
Индекс оплодотворения	1,43±0,10***	1,12±0,10	1,12±0,20	1,22±0,30
Число (%) аборт		2 (0,55 %)		
Число (%) мертворожденных телят		8 (2,20 %)		
Многоплодие (двойни), число (%)		8 (2,20 %)		
Система EAZ				
<i>Гомозиготные пары</i>				
Число пар	67	72	303	442
Период от родов до плодотворного осеменения, сут	88,0±2,0	80,0±1,0	90,0±3,0	86,0±3,0
Индекс оплодотворения	1,34±0,30	1,22±0,10	1,10±0,20	1,22±0,20
Число (%) аборт		6 (1,4 %)		
Число (%) мертворожденных телят		14 (3,2 %)		
Многоплодие (двойни), число (%)		6 (1,4 %)		
<i>Гетерозиготные пары</i>				
Число пар	54	56	230	340
Период от родов до плодотворного осеменения, сут	87,0±3,0	84,0±2,0	93,0±2,0	88,0±3,0
Индекс оплодотворения	1,34±0,10	1,19±0,10	1,18±0,30	1,37±0,20
Число (%) аборт		5 (1,5 %)		
Число (%) мертворожденных телят		16 (4,7 %)		
Многоплодие (двойни), число (%)		6 (1,8 %)		

*, **, *** Различия между гетерозиготными и гомозиготными парами статистически значимы соответственно при $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$ и $p \leq 0,001$.

По системе EAZ выборки были разбиты на следующие группы: гетерозиготы — Z/-; гомозиготы — Z/Z, -/-. Общее число гомозиготных пар во всех популяциях по системе EAZ составило 442, что было на 102 пары больше, чем гетерозиготных (см. табл.). Период от родов до плодотворного осеменения в популяции ООО «Агрофирма «Артемовский» среди гомозиготных пар оказался на 3 сут меньше, чем у гетерозиготных, и составлял 90 сут. В СХПК «Первоуральский» период от родов до плодотворного осеменения у гетерозиготных пар также был больше, чем у гомозиготных на 6 сут. То есть наблюдалась тенденция к снижению периода от родов до плодотворного осеменения, если для спаривания подбирали животных с одинаковыми антигенами по системе EAZ. По данным В.К. Милованова с соавт. (39), иммунологический конфликт из-за отсутствия антигена Z у одного родителя и наличия — у другого приводит к затруднению при осеменении. Бывают случаи, когда осеменение произошло, но эмбрион гибнет в первые месяцы беременности. В целом по популяциям аборт и появление мертвого приплода среди гетерозиготных пар по системе EAZ встречались чаще.

Таким образом, сходство по группам крови у черно-пестрого голштинизированного скота связано с репродуктивными показателями. При этом некоторые антигены или системы групп крови ассоциированы с определенным проявлением одного признака значительно больше, чем другого. Схожесть родителей по одной системе может привести к улучшению репродуктивных показателей, по другой — к ухудшению. По системам EAF и EAA имела тенденция к лучшей сохранности приплода от гетерозиготных пар (число мертворожденных телят снижалось на 2,5-2,7 %, аборт — на 0,3-1,4 %), по системе EAZ, по-видимому, происходил иммунологический конфликт, который приводил к потере приплода. Выявлена тенденция к увеличению сохранности приплода и численности животных в популяции при антигенном сходстве родителей до 10 %.

ФГБНУ Уральский НИИ сельского хозяйства,
620061 Россия, г. Екатеринбург, пос. Исток, ул. Главная, 21,
e-mail: shatalinao@list.ru ✉

Поступила в редакцию
13 мая 2016 года

Sel'skokhozyaystvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2018, V. 53, № 2, pp. 309-317

THE ASSOCIATION BETWEEN BLOOD GROUP AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN CATTLE

O.S. Shatalina

Ural Research Institute of Agriculture, Federal Agency of Scientific Organizations, 21, ul. Glavnaya, pos. Istok, Ekaterinburg, 620061 Russia, e-mail shatalinao@list.ru (✉ corresponding author)

ORCID: Shatalina O.S. orcid.org/0000-0002-9796-7677

The author declares no conflict of interests

Received May 13, 2016

doi: 10.15389/agrobiol.2018.2.309eng

Abstract

Modern development of animal breeding is impossible without the implementation of molecular genetic methods, the use of which allows searching for reliable biomarkers of the desired development of economically useful traits in farm animals based on the analysis of hereditary information. Thus, immunogenetic methods allowed significant reduction of errors in the control of pedigree of breeders. Studies of the interrelationships of blood groups with economically useful signs of animals are in progress. Infertility and barrenness in cattle lead to huge economic losses. The purpose of this work was to identify the relationship between antigenic similarity of blood groups in parents and reproduction indicators in cattle. The study was carried out from 2009 to 2014 in Sverdlovsk Region in the livestock farms Mezenskoe LLC (Beloyarsky Region), Pervouralsky Integrated Agricultural Production Center (Pervouralsk Town District) and Artemovsky Farming Company LLC (Artemovsky Region) using 1300 pairs of Ural-type black-and-white cattle. The mated animals

were authentic in origin and certified for blood groups. For their certification, 54 monospecific sera to 11 blood group systems were used. In mated animals the index of antigenic similarity of blood groups, expressed as the ratio of similar antigens in bulls and cows to their total number, and homozygosity on EAA, EAF, and EAZ blood group systems were calculated. These blood group systems were represented by several antigens which makes it possible to trace immune conflict in mated animals. By biometrical processing, it was identified that the pairs which were heterozygous in EAA and EAF antigens showed higher efficiency of conception and better survival of the offspring, though the twinning frequency decreased. The parents homozygous in EAA system produced the progeny in which the amount of aborted embryos was 2.5 % higher than that in the heterozygous pairs. The number of calves born dead from the EAF-homozygous pairs was twice as much as that of heterozygous pairs. Apparently, the immune conflict, which leads to the extended period from delivery to productive insemination and higher offspring death, decreases in animals homozygous in EAZ system. The number of calves born dead was 3.2 % for homozygous pairs and 4.7 % for heterozygous pairs. The index of antigenic similarity of parents varied from 0.1 to 0.8. If the antigenic similarity of the mated animals was 10 %, significant losses of calves were observed. If the antigenic similarity was 20 %, such losses increased but not significantly. The similar patterns were observed for the twinning. If the index of antigenic similarity of the mated animals was from 0 to 0.1, the maximum twins were born, and if the index of similarity was 0.2 or more, the number of twins increased, but gradually. Thus, the antigenic similarity of mated animals influences the number and survival of born calves.

Keywords: cattle, antigens, blood groups, index of antigenic similarity, homozygosity, multiple fetus, survival of calves.

REFERENCES

1. Palaniappan S. Blood grouping in animals. *The Hindu Online edition of India's National Newspaper*, 2004, 9: 61.
2. Shukyurova E.B. *Open Scientific Bulletin*, 2014, 1: 1-5 (in Russ.).
3. Foster M. Genomanalyse. In: *Tierzucht und allgemeine Landwirtschaftslehre für Tiermediziner*. H. Kräusslich, G. Brem (eds.). Enke, 1997: 77-109.
4. Buvaeva N.V. *Ispol'zovanie grupp krovi v seleksii krupnogo rogatogo skota kalmytskoi porody. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii*. [Use of blood groups in the selection of cattle of Kalmyk breed. PhD Thesis]. Stavropol', 2012 (in Russ.).
5. Charoensook R., Knorr C., Brenig B., Gatphayak K. Thai pigs and cattle production, genetic diversity of livestock and strategies for preserving animal genetic resources. *Maejo Int. J. Sci. Tech.*, 2013, 1: 113-132.
6. Serdyuk G.N., Katalupov A.G. *Zootekhnika*, 2008, 8: 8-10 (in Russ.).
7. Neves J.P., Miranda K.L., Tortorella R.D. Scientific progress in reproduction research during the first decade of XXI century. *Revista brasileira de zootecnia*, 2010, 1: 414-421 (in Russ.).
8. Van Eetvelde M., Heras S., Leroy J.L.M.R., Van Soom A., Opsomer G. The importance of the periconception period: immediate effects in cattle breeding and in assisted reproduction such as artificial insemination and embryo transfer. In: *Periconception in physiology and medicine. Advances in experimental medicine and biology*. A. Fazeli, W. Holt (eds.). Springer, Cham, 2017, V. 1014: 41-68 (doi: 10.1007/978-3-319-62414-3_3).
9. Shkuratova I.A., Donnik I.M., Nevinniy V.K., Shusharin A.D., Vereshchak N.A., Ryaposova M.V., Belyaev I.P., Sbitnev E.V. *Veterinariya*, 2007, 7: 14-15 (in Russ.).
10. Purfield D.C., Bradley D.G., Berry D.P., Evans R.D., Kearney F.J. Genome-wide association study for calving performance using high-density genotypes in dairy and beef cattle. *Genet. Sel. Evol.*, 2015, 1: 47 (doi: 10.1186/s12711-015-0126-4).
11. Oleshko V.P., Babenko E.I. *Tekhnologiya virobnitstva i pererobki produktii tvarinnitstva*, 2014, 1: 66-69 (in Russ.).
12. Fisher M., Small B., Roth H., Mallon M., Jerebine B. What do individuals in different science groups within a life sciences organization think about genetic modification? *Public Underst. Sci.*, 2005, 3: 317-326 (doi: 10.1177/0963662505048594).
13. Rodríguez F.M., Salvetti N.R., Panzani C.G., Ortega H.H., Rey F., Barbeito C.G. Influence of insulin-like growth factor-binding proteins-2 and -3 in the pathogenesis of cystic ovarian disease in cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 2011, 1-4: 1-10 (doi: 10.1016/j.anireprosci.2011.08.007).
14. Kumar V., Chakravarty A.K. Genetic disorders in dairy cattle: an Indian perspective. *Indian J. Anim. Sci.*, 2015, 8: 819-827.
15. Shendakov A. Improvement system of biological factors management in the breeding of farm animals. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 2012, 12: 3-18.
16. Masalov V.N., Enin Yu.M., Sinitsyn A.N., Kozlov A.S. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2007, 1: 23 (in Russ.).
17. Gukezhev V.M., Gabaev M.S., Batyrova O.A. *Agrarnyi vestnik Urala*, 2012, 7: 42-44 (in Russ.).
18. Flisikowski K., Schwarzenbacher H., Fries R., Venhoranta H., Flyckt A., Taponen J., Andersson M., Nowacka-Wozzuk J., Szczerbal I., Switonski M., Mckay S.D., Schnabel R., Taylor J.F.,

- Lohi H. A novel mutation in the maternally imprinted *PEG3* domain results in a loss of *MIMT1* expression and causes abortions and stillbirths in cattle (*Bos taurus*). *PLoS ONE*, 2010, 11: e15116 (doi: 10.1371/journal.pone.0015116).
19. Wolf E., Bauersachs S. Functional genome research in reproductive biology and biotechnology — a minireview. *Animal Sci. P.*, 2010, 2: 123-132.
 20. Gabaev M.S., Gukezhev V.M. Plodovitost' i plemennaya tsennost' korov. *Agrarnyi vestnik Urala*, 2011, 7: 33-34.
 21. Musallyamova M.F., Antonova N.V. Calculation of product costs of dairy cattle breeding in Russia. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 2014, 24: 403-406 (doi: 10.5901/mjss.2014.v5n24p403).
 22. Pronina M.Yu. *Uchetnye zapisi Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny imeni N.E. Baumana*, 2012, 12: 358 (in Russ.).
 23. Ilshatovna S.A., Vildanovna N.R. Application of fuzzy-set and multiple approaches in evaluation of effectiveness of agricultural industry enterprises activities (as an example of animal breeding of the Republic of Tatarstan). *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 2014, 11: 37-42.
 24. Smith R.L., Groen Y.T., Strawderman R.L., Schukken Y.H., Pradhan A.K., Wells S.J., Espejo L.A., Whitkock R.H., Van Kessel J.S., Smith J.M., Wolfgang D.R. Effect of Johnes disease status on reproduction and culling in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 2010, 8: 3513-3524 (doi: 10.3168/jds.2009-2742).
 25. Bozymov K.K., Nassambayev E., Bayakhov A.N., Upievich B.Y., Sultanova A.K. Experience of using ultrasonography in the diagnosis of cattle reproductive track diseases in the West Kazakhstan region. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 2015, 1: 21-25 (doi 10.13005/bpj/577).
 26. Wickramasinghe S., Rincon G., Medrano J.F. Variants in the pregnancy-associated plasma protein-a2 gene on *Bos taurus* autosome 16 are associated with daughter calving ease and productive life in holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, 2011, 3: 1552-1558 (doi: 10.3168/jds.2010-3237).
 27. Goncharenko I.V., Vinnichuck D.T. *Haukovii visnik NUBiP Ukraini. Seriya: Tekhnologiya virobnitstva i pererobki produktii tvarinnitstva*, 2015, 205: 264-273 (in Russ.).
 28. Bushueva I.V., Knysh E.G., Panasenko O.I. Doslidzhennya likuval'noi efektyvnosti morfolinii 2-[5-(piridin-4-il)-1,2,4-triazol-3-iltio] atsetatu pri khvorobakh deyakikh vidiv tvarin. *Sciencerise*, 2014, 1: 100-104.
 29. Aleshkin V.A., Lozhkina A.N., Zagorodnyaya E.D. *Immunologiya reproduksii* [Immunology of reproduction]. Chita, 2004 (in Russ.).
 30. Pfeffer P.L., Pearton D.J. Trophoblast development. *Reproduction*, 2012, 3: 231-246 (doi: 10.1530/REP-11-0374).
 31. Politkin D.Yu. *Zootekhnika*, 2011, 5: 6-7 (in Russ.).
 32. Gridina S.L., Shatalina O.S. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2011, 6: 69-70 (in Russ.).
 33. Gridina S.L., Romanenko G.A. *Vestnik Kurganskoi GSKHA*, 2013, 4: 29-31 (in Russ.).
 34. Gridin V.F., Tkachenko I.V. Gridina S.L. *Vestnik Kurganskoi GSKHA*, 2013, 1: 140-42 (in Russ.).
 35. Starodumov I.M., Panina S.V. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2008, 4: 96-97 (in Russ.).
 36. Kerro L.V. *Ispol'zovanie antigenov grupp krovi v plemennoi rabote s cherno-pestrym skotom Zaural'ya. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii* [Use of blood group antigens in breeding black-motley cattle of the Trans-Urals. PhD Thesis]. Kurgan, 2006 (in Russ.).
 37. Sorokovoi P.F. *Metodicheskie ukazaniya po issledovaniyu i ispol'zovaniyu grupp krovi v seleksii krupnogo rogatogo skota* [Methodological guidelines for the study and use of blood groups in cattle breeding]. Dubrovitsy, 1974 (in Russ.).
 38. Shadmanov S.I., Stolbov V.M., Pepina G.D. V sbornike: *Novoe v razvedenii i genetike sel'skokhozyaistvennykh zivotnykh* [New facets in the breeding and genetics of farm animals]. St. Petersburg, 1973 (in Russ.).
 39. Milovanov V.K., Sokolovskaya I.I. *Zhivotnovodstvo*, 1964, 6: 75-83 (in Russ.).
 40. Voroshilova E.D. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2007, 1: 120-121 (in Russ.).