

**В.Ф.Соболева, ассистент кафедры генетики и разведения
сельскохозяйственных животных**
Витебская государственная академия ветеринарной медицины
УДК.619:616.15:619:616-0.97.3:636.03

Частота некоторых наследственно обусловленных типов белков крови, связь их с показателями неспецифической иммунной реактивности и продуктивностью животных

В результате проведенных исследований установлены различия по частотам генов некоторых белковых систем сыворотки крови крупного рогатого скота, в частности, таких, как трансферрин и церулоплазмин. Изучены связи разных генотипов по полиморфным системам белков крови с показателями естественной резистентности и продуктивностью. Выявлены генотипы животных, для которых характерны более высокие показатели неспецифической резистентности. Обнаружена связь типов белков с молочной продуктивностью.

As a result of the research it has been established that there are differences in the frequencies of the genes of some protein systems in the cattle blood whey, in particular such as transferring and ceruloplasmin. The relations between different genotypes on polymorphic systems of the blood fibers with parameters of natural resistance have been studied. The genotypes of animals with higher parameters of unspecific resistance as well as the relations between the type of proteins with the dairy efficiency have been revealed.

Изучение наследственно обусловленного полиморфизма белков у крупного рогатого скота и других видов животных помогает выяснить генетическую структуру популяции, установить микроразличия в популяции на уровне частот генов, позволяет прогнозировать их племенные и продуктивные качества.

Полиморфизм белков и ферментов является неотъемлемым биологическим свойством популяции. Различия по генным частотам наблюдается не только между породами, но и между отдельными группа-

ми животных в пределах породы. По концентрации генов, обуславливающих синтез того или иного белка, можно характеризовать породы и отдельные линии скота.

Биохимический полиморфизм белков и ферментов, а также иммуногенетический полиморфизм эритроцитарных антигенов контролируется сериями множественных аллелей. У крупного рогатого скота известен полиморфизм 23 локусов, детерминирующих некоторые белки и ферменты крови, в частности, такие, как трансферрин и церулоплазмин.

Трансферрин выполняет в организме животных роль регулятора обмена железом между тканями. Каждая молекула трансферрина связана с двумя атомами железа. Содержание белка трансферрина в сыворотке крови составляет около 3% от общего количества белка. Церулоплазмин представляет собой медьсодержащую фракцию α -глобулина сыворотки крови, служит регулятором медного баланса в организме, способствуя выведению избытка меди [3].

Теоретическое обоснование возможности связей типов белков с хозяйственно-полезными признаками вытекает из природы генетических факторов. Обнаружено, что большинство генов влияет не только на основной контролируемый ими признак, но и на ряд других. Гены полиморфных систем могут находиться в одной группе сцепления с генами, имеющими отношение к хозяйственно-полезным признакам и устойчивости к заболеваниям. В настоящее время установлена связь типов трансферрина и церулоплазмينا с молочной продуктивностью крупного рогатого скота [1].

Некоторые исследователи [5] обнаружили связь типов церулоплазмينا с содержанием жира в молоке. Коровы с генотипом Ср АВ обладают повышенной жирностью молока по сравнению с гомозиготами.

В.Н. Комаров и А.А. Барышев [2] установили, что молочная продуктивность коров с генотипами Тг АД и Тг АЕ достоверно выше, чем у животных других генотипов. Одновременно с этим вызывает интерес изучение неспецифической иммунной реактивности животных разных генотипов.

В связи с этим целью нашей работы являлось изучить распространение типов Тг, Ср в сыворотке крови черно-пестрого скота, охарактеризовать показатели естественной резистентности животных разных генотипов и их взаимосвязь с продуктивными качествами.

Исследования проводились в племязаводе "Крынки" Витебской области, учебном хозяйстве "Подберезье" и Витебском госплемпредприятии в течение 1994–1998 гг. Полиморфизм локуса церулоплазмينا был изучен у 1234 голов крупного рогатого скота, в том числе у 931 коровы, 80 быков-производителей, 223 телят. Типы трансферрина были определены у 1068 голов, в том числе у 802 коров, 80 быков-производителей и 186 телят. У исследованных животных методом электрофореза на крахмальном геле были изучены типы трансферрина по методике Гане (1963), типы церулоплазмينا по методике Эбертуса (1967).

Было установлено, что в сыворотке крови изученных животных встречаются 5 типов трансферрина и 3 типа церулоплазмينا. Идентификация изученных типов проводилась по указанным методикам. На основании частоты фенотипов изученных систем белков были рассчитаны следующие параметры популяции: частоты генов, уровень гомозиготности, уровень полиморфности, тест гетерозиготности, теоретически ожидаемое число генотипов, оценка соответствия распределения методом χ^2 и степень реализации возможной изменчивости в локусе.

Таблица 1. Генетическая структура популяции по типам изученных белковых систем

Пока- за- тели	Типы белков										
	Ср				Тг						
	n	AA	BB	AB	n	AA	DD	AD	AE	DE	EE
Голов	1234	401	341	492	1068	352	425	274	9	7	1
%	100,0	32,5	27,6	39,9	100,0	32,9	39,8	25,7	0,8	0,7	0,09

Среди исследованных коров были подобраны группы аналогов по возрасту (3-й отел), физиологическому состоянию (3-й месяц лактации), живой массе (520–549 кг) для изучения морфологического состава крови и гуморальных факторов неспецифической иммунной реактивности в весенне-летний период (март-июнь): 1 группа – Тг А Ср А; 2 группа – Тг Д Ср А; 3 группа – Тг А Ср В; 4 группа – Тг Д Ср В; 5 группа – Тг АД Ср АВ. В этих группах по общепринятым методикам были изучены следующие факторы неспецифической иммунной реактивности: бактерицидность и лизоцимная активность сыворотки крови, количество лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина. Исследования были проведены дважды в марте-июне 1997 г. Материалы исследований обрабатывали с помощью методов вариационной статистики с использованием ПС "Биолстат" на ПЭВМ.

Изучение генетической структуры исследованного поголовья показало, что в стаде имеются животные различных генотипов. Так, установлено наличие 3 типов церулоплазмينا – А, В, АВ и 6 типов трансферрина – А, Д, АД, АЕ, ДЕ, Е. Из указанных типов наиболее часто встречается тип Ср АВ, что составляет 39,9% от всего изученного поголовья (табл. 1). Распределение по Тг показало, что количество гомозигот по Тг А и Тг Д составляет 32,9 и 39,8%. Очень редко встречаются животные с генотипом Тг АЕ (0,8%), Тг ДЕ (0,7%) и Тг Е (0,09%), доля гетерозигот по Тг АД составила 25,7%.

Установлено, что в изученной популяции между теоретическим и фактическим распределением геноти-

Таблица 2. Характеристика состояния популяции по распределению типов церулоплазмينا и трансферрина

Генотипы	Параметры		
	Теоретически ожидаемое число генотипов	Фактическое число генотипов, голов	Частота аллеля (P)
Ср	AA	333,7	0,52±0,01
	BB	284,3	0,48±0,01
	AB	616,0	-
Тг	AA	228,04	0,46±0,1
	DD	299,4	0,52±0,1
	AD	522,6	-
	AE	8,32	-
	DE	9,53	-
	EE	0,008	0,008±0,002

Таблица 3. Основные параметры популяции по локусам *Sr* и *Tf*

Параметры	<i>Sr</i>	<i>Tf</i>
Оценка соответствия распределения методом χ^2	427,08	250,3
Уровень полиморфности локуса, <i>Na</i>	1,99	2,03
Степень реализации возможной изменчивости в локусе, <i>V</i>	49,9	50,7
Тест гетерозиготности по локусу, <i>T.G.</i>	-0,33	-0,65
Коэффициент гомозиготности, <i>Ca</i>	0,50	0,49

пов существуют различия, показывающие, что в популяции значительно больше гомозигот с генами *A* и *D* по трансферрину и *A* и *B* по церулоплазмину, меньше гетерозигот с типом *Tf AD* и *Sr AB* (табл. 2). Частота аллеля *Sr A* превышает частоту аллеля *Sr B* на 0,04 ($P > 0,99$), а частота аллеля *Tf D* превышает частоту аллеля *Tf A* на 0,06 ($P < 0,95$).

Согласно значению χ^2 в изученной популяции достоверно нарушено генное равновесие, выраженное формулой Гарди-Вайнберга. Относительная степень гомозиготности в данной популяции равна 0,49 по локусу *Tf* и 0,50 по локусу *Sr*. Увеличение степени гомозиготности сопровождается снижением генетического и фенотипического разнообразия, что приводит к повышению однородности популяции (табл. 3).

Уровень полиморфности, т.е. число действующих эффективных аллелей, составил 2,03 по локусу *Tf* и 1,99 по локусу *Sr*. Это свидетельствует о том, что число действующих аллелей в популяции для данного локуса меньше возможного. Степень реализации возможной изменчивости составила 50,7% по локусу *Tf* и 49,9% по локусу *Sr*. Тест гетерозиготности показал, что в данной популяции доля фактических гетерозигот меньше доли теоретических, т.е. наблюдается недостаток гетерозигот.

Анализ изученной структуры субпопуляции по типам церулоплазмина показал, что по всем половозрастным группам наблюдается фактический избыток гомозигот по сравнению с ожидаемым числом гетерозигот (табл. 4). По всем группам разница достоверна при $P > 0,99$.

Также по всем половозрастным группам идет рост концентрации генов *Tf A* и *Tf D* (табл. 5), наблюдается недостаток гетерозигот, избыток гомозигот, как и в случаях с церулоплазмином. Различия достоверны по группам быков-производителей и телят при $P > 0,99$.

Следует отметить, что характер наследования типов трансферрина и церулоплазмина, наблюдаемый нами у исследованных животных, подтверждает установленную ранее для европейских пород обусловленность типов данных белков аллельными аутосомными генами.

По данным некоторых авторов можно предположить, что гетерозиготы более устойчивы при естественном отборе. В связи с

интенсификацией производства и высокой концентрацией животноводства большое значение приобретает повышение устойчивости животных к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды. Организм животных обладает значительным количеством неспецифических защитных приспособлений, однако активность их проявления зависит от многих факторов. Состояние реактивности организма животных оценивают по фагоцитарной, бактерицидной, лизоцимной активности. Физиологическое состояние, здоровье, продуктивность оказывают влияние на состояние естественной резистентности и иммунологической реактивности организма [4].

Указанные различия по типам церулоплазмина и трансферрина могут иметь связь с разной степенью приспособленности организма к условиям внешней среды, в основе которых могут лежать показатели естественной резистентности, изученные нами.

Анализируя связь факторов неспецифической иммунной реактивности с типами белков (табл. 6), установлено, что у животных с генотипом *Sr AB Tf AD* имеется более высокое количество лейкоцитов и самая высокая бактерицидность, разница была достоверной между группами животных гомозигот и гетерозигот по трансферрину и церулоплазмину по бактерицидности при $P > 0,999$.

Лизоцимная активность и количество гемоглобина выше у особей с генотипом *Sr A* и *Tf D* ($P < 0,95$). Животные с сочетанием *Sr A* и *Tf A* имеют более высокое содержание эритроцитов по сравнению с животными других сочетаний трансферрина и церулоплазмина. Разница между группой животных с *Sr A Tf A* и гетерозиготами по этим белкам недостоверна.

Интенсификация животноводства, внедрение новых систем и способов содержания предусматривают совершенствование существующих и выведение новых пород, обладающих высокой устойчивостью к заболеваниям и хорошей молочной продуктивностью.

Нами проведен анализ молочной продуктивности коров с разными генотипами (табл. 7). Животные с генотипом *Tf AD* обладают более высокой молочной продуктивностью по сравнению с гомозиготами ($P < 0,95$).

Коровы с типом *Sr A* превосходят по продуктивности животных с другими типами церулоплазмина. Однако у гетерозигот по *Sr AB* обнаружена более высокая жирность молока, чем у гомозигот по этому белку.

Таблица 4. Характеристика половозрастных групп по типам церулоплазмина

Группы животных	<i>n</i>	Число генотипов	Типы <i>Sr</i>				
			AA		BB		AB
			%	<i>Pa</i>	%	<i>Pb</i>	%
Быки-производители	80	Фактическое	27,5	0,49±0,04	30,0	0,51±0,04	42,5
		Ожидаемое	23,8		26,3		49,9
Коровы	931	Фактическое	34,5	0,54±0,01	26,6	0,46±0,01	38,9
		Ожидаемое	29,1		21,2		49,7
Молодняк прошлых лет	223	Фактическое	26,0	0,48±0,02	30,9	0,52±0,02	43,0
		Ожидаемое	22,6		27,5		49,8

Таблица 5. Характеристика половозрастных групп скота по полиморфной системе трансферрина

Группы животных	n	Число гено-типов	Типы Tf								
			AA		DD		AD	EE		AE	DE
			%	Pa	%	Pd	%	%	Pe	%	%
Быки	80	Факт.	46,3	0,66±0,04	11,3	0,31±0,04	37,5	-	0,04±0,02	2,5	2,5
		Ожид.	41,4		9,8		41,3	0,13		4,9	2,4
Коровы	802	Факт.	28,3	0,41±0,01	44,8	0,58±0,01	25,3	0,12	0,008±0,02	0,8	0,6
		Ожид.	17,1		33,3		47,8	0,01		0,7	1,0
Молодняк	186	Факт.	47,3	0,58±0,03	30,6	0,42±0,03	22,1	-	-	-	-
		Ожид.	33,9		17,4		48,6	-		-	-

Таблица 6. Морфологический состав крови и гуморальные факторы неспецифической иммунной реактивности у животных с разными системами белков (n=35)

Генотипы	Факторы				
	клеточные			гуморальные	
	Лейкоциты, 10 ⁹ /л	Гемоглобин, г/л	Эритроциты, 10 ¹² /л	ЛАСК, %	БАСК, %
Ср А ТГ А	6,02±0,27	80,8±2,38	5,46±0,13	15,78±0,48	52,7±1,09
Ср А ТГ Д	6,47±0,29	81,2±4,03	5,30±0,12	16,29±0,47	53,3±1,18
Ср В ТГ А	6,79±0,27	77,5±3,59	5,31±0,12	15,64±0,53	53,3±0,99
Ср В ТГ Д	6,54±0,29	78,5±5,24	5,01±0,11	16,15±0,58	54,9±1,08
Ср АВ ТГ АД	7,03±0,74	78,9±5,80	5,36±0,17	14,48±0,88	61,6±1,31

Таблица 7. Связь типов изученных систем белков с молочной продуктивностью

Показатели	Типы белков						
	Ср			ТГ			
	AA	BB	AB	AA	DD	AD	AE
Удой, кг	3952±88,0	3908±127,0	3888±96,2	3875±86,7	3819±74,2	4321±198	3132±82,5
Жир, %	3,56±0,02	3,53±0,03	3,60±0,02	3,52±0,02	3,59±0,02	3,60±0,03	3,60±0,05
Молочный жир, кг	140,7±2,80	137,9±3,45	139,9±3,20	136,4±2,79	137,1±2,86	155,6±4,62	112,8±5,17

Выводы

1. У изученных животных установлено наличие 3 типов церулоплазмينا и 6 типов трансферрина, в этой популяции наблюдается фактический избыток гомозигот по церулоплазмину и трансферрину по сравнению с ожидаемым и недостаток гетерозигот.

2. У гетерозигот по Ср и ТГ выявлено более высокое количество лейкоцитов и повышенная бактерицидная активность сыворотки крови по сравнению с гомозиготами. Количество лизоцима и гемоглобина выше у особей с сочетанием Ср А ТГ Д.

3. Животные с типом ТГ АД обладают более высокой молочной продуктивностью.

Литература

1. Козлов С.Е., Улубаев И.Х. Корреляция полиморфных систем белков крови с показателями продуктивности и естественной резистентности молоч-

ного скота // Бюл. ВНИИ развед. и генет. с.-х. животных. – 1989. – № 114. – С. 26-29.

2. Комаров В.Н., Барышев А.А. Генетическое совершенствование скота по молочной продуктивности // Селекционно-генетические и физиологические основы повышения продуктивности крупного рогатого скота: Труды / ВСХИЗО. – Москва, 1982. – С. 51-54.

3. Меркурьева Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве. – Москва: Колос, 1997. – 239 с.

4. Плященко С.И., Сидоров В.Т. Естественная резистентность организма животных. – Москва: Колос, 1979. – 184 с.

5. Черемисин В.К. Сопряженность маркерных генотипов амилазы и церулоплазмينا с признаками молочной продуктивности у крупного рогатого скота // Тез. докладов / 6 Съезд Укр. о-ва генетиков и селекционеров им. Вавилова, Полтава, 1992. – Киев, 1992 – Т. 1. – С. 213-214.