

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МОЛОКА  
И БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КРОВИ У КОРОВ  
КРАСНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ**

Ефимова Л.В., Зазнобина Т.В., Фролова О.А., Иванова О.В., Иванов Е.А.

*Красноярский НИИ животноводства – обособленное подразделение  
ФИЦ КНЦ СО РАН (КрасНИИЖ), Красноярск, Российская Федерация*

Проблема повышения физико-химических, технологических свойств и качества молока в настоящее время становится актуальной во всех странах с развитыми системами молочного скотоводства. Одно из направлений в решении этой проблемы заключается в исследовании процессов образования молока в организме для выявления факторов, детерминирующих нужные технологические свойства и показатели качества молока. На начальных этапах таких исследований целесообразно изучить структуры взаимосвязей между показателями молока и химического состава крови. В данной работе было сформировано три группы коров красно-пёстрой породы ( $n=5$ ), находящихся в первой фазе второй лактации, дочерей трёх быков-производителей (I – Выход 4357, II – Задор 1677, III – Курорт 4716). Взятие проб молока и крови осуществляли в летний период года. При проведении исследований физико-химических и технологических свойств молока в III группе выявлено превосходство по массовой доле жира в молоке (+0,79 и +0,86% по отношению к I и II группам ( $P<0,05$  и  $0,01$  соответственно)). Во II группе содержание белка в молоке было ниже нормы на 0,16%, а температура замерзания – выше нормы на 0,162°C; в III группе обнаружено превышение нормативных значений по температуре замерзания на 0,015°C и титруемой кислотности на 1,33°Т. Большинство биохимических показателей крови у подопытных животных находилось в пределах физиологической нормы, за исключением превышения верхнего предела нормы в I группе по содержанию железа и у животных всех групп – по содержанию фосфора. Положительная статистически значимая ( $P<0,05$ ) взаимосвязь между активностью АСТ в крови и показателями молока выявлена в I и III группах по содержанию жира, в III группе – по содержанию белка и лактозы, положительная взаимосвязь в III группе между холестерином крови и содержанием жира в молоке, а в I и III группах – отрицательная взаимосвязь между уровнем глюкозы в крови и температурой замерзания молока. Заключение о целесообразности дальнейших исследований по выявлению структуры взаимосвязей между показателями молока и химического состава крови на больших выборках с учётом возможных генотипических различий и вариабельности причинно-следственных связей.

*Ключевые слова: дойные коровы, быки-производители, красно-пёстрая порода, технологические свойства молока, биохимический состав крови, корреляция*

*Проблемы биологии продуктивных животных, 2019, 3: 48-57*

### **Введение**

Проблема повышения физико-химических, технологических свойств и качества молока в настоящее время становится актуальной во всех странах с развитыми системами молочного скотоводства (Forsbäck, 2010; Ярлыков, Тамарова, 2012; Гончаренко и др., 2013; Malchiodi et al., 2014; Gemechu et al., 2015; Гостева, Козлова, 2017). Одно из направлений в решении этой проблемы заключается в исследовании процессов образования молока в организме для выявления факторов, детерминирующих нужные технологические свойства и

показатели качества молока. Учитывая сложность проблемы, на начальных этапах таких исследований целесообразно изучить структуры сопряжённых взаимосвязей между показателями молока и химического состава крови.

Процесс образования молока происходит в секреторных клетках альвеол молочных желёз, в которые химические вещества «предшественники молока» поступают из крови (Liera et al., 2008; Forsbäck, 2010; Grădinaru et al., 2015). Предшественниками молочного жира являются летучие жирные кислоты, которые образуются в рубце в результате сбраживания углеводов корма и последующего всасывания в кровь, а также из липидов крови. Белки молока синтезируются из аминокислот крови. Основным субстратом для синтеза лактозы является глюкоза крови. Большая часть лактозы, 90% белков и 40% жиров синтезируются непосредственно в альвеолах, другие компоненты молока (минеральные соли, витамины, часть альбуминов и глобулинов) попадают в секреторные клетки альвеол без каких-либо изменений (Grădinaru et al., 2015).

Многими зарубежными и российскими учёными показано, что у жвачных животных существует определённая сопряжённость между биохимическими показателями крови и качественным составом молока. Выявлена высокая положительная корреляция между концентрацией мочевины в молоке и в крови коров (Roussel et al., 1997; Marenjak et al., 2007; Liera et al., 2008), а также умеренная – между мочевиной и удоем (Stoop et al., 2007). Установлена положительная корреляция между концентрацией общего холестерина в молоке и плазме крови ( $r=0,58$ ,  $P<0,05$ ) у коров симментальской породы; показано, что концентрация общего холестерина в крови коров может служить одним из показателей, характеризующих производственный потенциал коровы (Marenjak et al., 2007).

В Восточной Герцогине проводились исследования биохимических показателей крови коров породы гатакко в первые 16-62 день лактации, при этом было обнаружено увеличение таких показателей, как общий билирубин, активность аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ). В связи с этим, авторами была выдвинута гипотеза о влиянии стадии лактации на степень повреждения печени, вызванной усиленной метаболической нагрузкой на неё в этот период (Savić et al., 2013).

Исследованиями, проведёнными на коровах голштинской породы с двумя уровнями продуктивности (7000 и 10000 кг молока), подтверждается, что показатели «печёночных» ферментов крови (АСТ и АЛТ) положительно коррелируют с суточным удоем, содержанием жира, белка и лактозы в молоке, холестерин крови – с суточным удоем (Jóźwik et al., 2012).

При исследовании взаимосвязи между показателями химического состава молока и биохимического состава крови коров латвийской породы обнаружены высокие положительные коэффициенты корреляции ( $P<0,05$ ) в ряду показателей: АСТ крови – протеин молока ( $r=0,82$ ); белок крови – молочный белок ( $r=0,90-0,92$ ); альбумины крови – белок молока ( $r=0,96$ ); мочевины крови – молочный белок ( $r=0,93-0,98$ ) (Dūjiņa, Jemeljanovs, 2013).

Изучена сопряжённость между отдельными продуктивными признаками и показателями молока у коров симментальской породы, при этом были обнаружены положительные корреляции между холестерином крови и жиром в молоке, белком в крови и молоке, активностью АСТ и АЛТ и удоем. Автор предполагает, что выявленные взаимосвязи могут служить селекционным признаком при отборе молочного скота (Абельдинов, Бексеитов, 2016).

В Красноярском крае наибольший удельный вес среди разводимых пород крупного рогатого скота занимает красно-пёстрая (69,7%). Средний годовой удой коров этой породы в 2017 г. составил 6312 кг, содержание жира в молоке – 4,07 % (данные Министерства сельского хозяйства Красноярского края, 2018). Генетический потенциал молочной продуктивности коров этой породы достаточно высок (8000 кг и более от коровы за лактацию), однако степень его реализации в племенных хозяйствах края составляет в среднем 78,9 %.

Одним из факторов, препятствующих получению генетически детерминированной продуктивности, являются нарушения обмена веществ, которые можно выявить по данным

биохимического анализа крови (Романенко и др., 2015). Исследование биохимического состава крови имеет большое диагностическое значение, поскольку помогает специалисту определить общее состояние организма животного, выявить взаимосвязи между показателями (Минжасов и др., 2013; Котович, Позывайло, 2015). Анализ качественного состава молока также позволяет обнаруживать сбои в управлении кормлением коровы и своевременно исправлять проблемы (Горюнова и др., 2017; Dias et al., 2017).

В литературных источниках на разных породах молочного скота изучены взаимосвязи между отдельными показателями крови и качественного состава молока, однако отсутствуют сведения о таких взаимодействиях у дочерей быков красно-пёстрой породы.

Цель данной работы – выявление корреляционных взаимосвязей между качественными (физико-химическими и технологическими) показателями молока и биохимического состава крови у дочерей разных быков-производителей красно-пёстрой породы.

### **Материал и методы**

Исследования проведены в ООО «ОПХ Солянское» Рыбинского района Красноярского края на коровах красно-пёстрой породы, находящихся в первой фазе второй лактации и являющихся дочерьми быков-производителей красно-пёстрой породы линии Вис Бек Айдиал. Животные были распределены по принципу аналогов (по возрасту, происхождению, живой массе) на 3 группы по 5 голов в каждой. В I группу вошли коровы-дочери быка Выход 4357, во II – быка Задор 1677, в III группу – дочери быка Курорт 4716.

Коровы находились в одинаковых условиях кормления (рационы, принятые в хозяйстве) и содержания (привязный способ с доением в молокопровод). Взятие проб молока и крови для исследований осуществляли в летний период года. Для транспортировки проб использовали переносную сумку – автохолодильник «Вояж ХТП-18 В-3». Лабораторные исследования физико-химических и технологических свойств молока и биохимический анализ сыворотки крови проводили в Красноярском НИИ животноводства ФИЦ КНЦ СО РАН (КрасНИИЖ).

Определение физико-химических показателей молока (содержание жира, белка, сухого обезжиренного остатка – СОМО, лактозы и т.д.) осуществляли на анализаторе молока Lactoscan™ FARM Eco. Активную кислотность определяли с помощью рН-метра Testo 206 pH1, титруемую кислотность – по ГОСТ 3624-92, термоустойчивость – методом алкогольной пробы по ГОСТ 25228-82, качество сычужного сгустка – методом сычужно-броидильной пробы, массовую долю казеина – методом кислотного титрования, количество и размер жировых шариков – с помощью микроскопа Микмед 6, обеспечивающего 400-кратное увеличение, камеры Горяева и окуляра 10×20 с микрометрической шкалой.

Кровь для исследования отбирали с использованием пластиковых вакуумных пробирок (ПЭТФ) с активатором свертывания (сухие кристаллы кремнезема) объёмом 9 мл до утреннего кормления из подхвостовой вены у коров, не имеющих признаков травматического ретикулита, мастита, эндометрита и других заболеваний, которые могут оказать влияние на биохимические показатели. Сыворотку крови получали методом отстаивания цельной крови и ретракции кровяного сгустка с последующим центрифугированием с помощью лабораторной центрифуги ULAB (UC-141D) при 2000 об/мин. в течение 10-15 мин. Полученную сыворотку исследовали фотометрическим методом на автоматическом биохимическом и иммуноферментном анализаторе крови «Chem Well 2910 с» с использованием наборов реагентов SPINREACT (Испания).

В сыворотке крови определяли показатели азотистого обмена по содержанию мочевины, активности АСТ и АЛТ; углеводного обмена – по уровню глюкозы; липидного обмена – по уровню холестерина, триацилглицеролов, общего билирубина; минерального обмена – по содержанию хлоридов, железа, неорганического фосфора, магния.

## Результаты и обсуждение

В Российской Федерации длительное время селекция была направлена на повышение содержания жира в молоке и не уделялось должного внимания таким показателям, как содержание белка, сухого вещества в молоке, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО). Между тем, именно эти показатели оказывают существенное влияние на выход, качество и питательную ценность молока и продукции его переработки (Родионов и др., 2011). Сейчас селекционная работа с красно-пёстрой породой базируется на повышении уровня молочной продуктивности и улучшении качественного состава молока, в частности, белково-молочности (Голубков и др., 2011; Дунин и др., 2016).

В результате анализа физико-химических и технологических свойств молока коров красно-пёстрой породы установлено, что по большинству показателей (массовой доле жира, белка и лактозы, количеству и диаметру жировых шариков) лучшей была III группа (дочери быка Курорта 4716). Однако существенные различия выявлены только по содержанию жира в молоке – разница с I и II группами (дочери быков Выхода 4357 и Задора 1677) составила соответственно 0,79 (P<0,05) и 0,86% (P<0,01) (табл. 1).

Таблица 1. Физико-химические и технологические показатели молока, полученного от коров красно-пёстрой породы (M±m, n=5)

Показатели	Группы			Норма
	I	II	III	
Массовая доля жира, %	3,33±0,21*	3,26±0,14**	4,12±0,08	2,8 <sup>[1]</sup>
Массовая доля белка, %	2,64±0,15	2,64±0,10	2,94±0,29	2,8 <sup>[1]</sup>
Массовая доля СОМО, %	7,71±0,64	8,30±0,11	8,27±0,45	8,2 <sup>[1]</sup>
Массовая доля лактозы, %	4,16±0,34	4,12±0,12	4,19±0,36	4,0-5,3
Массовая доля солей, %	2,47±0,52	2,79±0,38	0,85±0,33	–
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1027±2	1030±0,5	1028±2	1027 <sup>[1]</sup>
Температура замерзания, °С	-0,358±0,01	-0,384±0,02	-0,505±0,02	-0,520 <sup>[1]</sup>
Активная кислотность	7,02±0,12	6,84±0,03	6,81±0,03	6,5-6,7
Титруемая кислотность, °Т	18,67±0,41	19,00±1,94	22,33±4,08	16-21 <sup>[1]</sup>
Количество жировых шариков, млрд/мл	1,83±0,29	2,67±0,38	3,13±0,59	–
Диаметр жировых шариков, мкм	0,67±0,20	0,58±0,09	0,83±0,17	–

Примечания: \*P<0,05; \*\*P<0,01 по *t*- критерию при сравнении с III группой. <sup>[1]</sup> По ГОСТ 31449-2013. Молоко коровье сырое. Технические условия.

Установлено, что в молоке коров II группы содержание белка было ниже нормы на 0,16%, а показатель температуры замерзания – выше нормы на 0,16°С; в III группе отмечалось превышение нормативных значений по температуре замерзания на 0,015°С и титруемой кислотности на 1,33°Т.

По данным (Hanus et al., 2011), температура замерзания понижается при увеличении содержания белка в молоке, что согласуется и с результатами наших исследований: наиболее низкая температура замерзания отмечена в III группе с более высоким содержанием белка в молоке.

Для контроля функционального состояния печени в крови определяют показатели АСТ и АЛТ; для характеристики углеводного обмена используют уровень глюкозы, которая является основным энергетическим материалом для тканей вымени коров (6).

Биохимическое исследование проб крови коров показало значительное превышение максимального значения нормы в I группе по содержанию железа на 35,18 мкмоль/л и во всех группах – по количеству фосфора на 2,30-2,68 ммоль/л. Остальные показатели находились в пределах физиологической нормы (табл. 2).

Повышение содержания железа в крови животных I группы могло быть вызвано несколькими причинами: вследствие повышенного его всасывания и накопления в организме, нарушения его транспорта белками крови, или другими.

Таблица 2. Биохимические показатели сыворотки крови коров красно-пёстрой породы (M±m, n=5)

Показатели	Группы			Норма <sup>[1]</sup>
	I	II	III	
Хлориды, мМ	346,1±6,7	352,7±5,5	337,0±8,5	310-370
Железо, мкмоль/л	75,2±10,3	37,1±8,8	28,0±6,0	27-40
Триглицериды, мМ	0,15±0,03	0,16±0,04	0,15±0,03	0,2-0,6
Мочевина, ммоль/100 мл	3,34±0,29	5,51±1,11	5,12±3,02	2-8
Фосфор, мМ	4,58±0,30	4,20±0,52	4,26±0,95	1,4-1,9
АЛТ, ед./л	42,9±1,5	40,0±3,3	29,8±3,8	5-40
АСТ, ед./л	108,2±3,5	104,8±6,1	80,6±1,0	80-120 <sup>[2]</sup>
Билирубин общий, мкмоль/л	3,79±0,13	7,83±5,10	5,66±2,52	0-10
Холестерин, мМ	1,96±0,25	2,10±0,40	2,34±0,24	1,3-5
Магний, мМ	1,07±0,08	1,03±0,05	1,13±0,08	0,8-1,2
Глюкоза, мМ	2,54±0,23	2,52±0,19	1,96±0,06	2,2-3,3

Примечания: <sup>[1]</sup> по: Медведева М.А. Клиническая ветеринарная лабораторная диагностика: справочник для ветеринарных врачей. – М.: Аквариум Принт, 2013; <sup>[2]</sup> по: Громыко, 2005.

В сухостойный период фосфорно-кальциевый баланс становится положительным, так как происходит отложение этих элементов в костной ткани (Громыко, 2005). Содержание общего фосфора в крови после отёла резко возрастает, а во время лактации снижается, что подтверждают и результаты наших исследований: у коров всех трёх групп, находящихся в первой фазе лактации, отмечалось повышенное содержание фосфора в крови.

Для анализа взаимосвязей между показателями качества молока и крови коров были рассчитаны коэффициенты корреляции (табл. 3).

В исследованиях зарубежных авторов высокие коэффициенты корреляции отмечены между АСТ в крови и содержанием жира в молоке ( $r=0,72$ ), АЛТ и белком молока ( $r=0,91$ ), холестерином и жиром молока ( $r=0,73$ ) (Dias et al., 2017). Средние по величине коэффициенты корреляции наблюдались между холестерином крови и лактозой, жиром и СОМО ( $r=0,32-0,54$ ), между АСТ и белком ( $r=0,38$ ), между АЛТ и белком, лактозой, жиром ( $r=0,45-0,58$ ) (Jóźwik et al., 2012).

В наших исследованиях в I группе обнаружена высокая положительная корреляция между показателями крови (АСТ и содержание холестерина), и физико-химическими показателями молока – массовой долей жира, температурой замерзания, активной кислотностью и количеством жировых шариков ( $r=0,85-0,99$ ); между АЛТ в крови и показателями молока – массовыми долями СОМО и солей, плотностью ( $r=0,99$ ); между содержанием глюкозы в крови и показателями молока – массовой долей солей и плотностью ( $r=0,97-0,98$ ). Высокая отрицательная взаимосвязь отмечена между показателями крови (АЛТ и содержание глюкозы) и физико-химическими показателями молока – массовой долей жира, температурой замерзания, активной кислотностью и количеством жировых шариков ( $r=0,84-0,99$ ); между показателями крови (АСТ и содержание холестерина) и показателями молока – массовыми долями СОМО и солей, плотностью ( $r=0,97-0,99$ ).

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между показателями молока и крови у коров красно-пестрой породы

Показатели	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля СОМО, %	Массовая доля лактозы, %	Массовая доля солей, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Температура заморозания, °С	Активная кислотность	Титруемая кислотность, °Т	Количество жировых шариков, млрд/мл	Диаметр жировых шариков, мкм
I группа											
АЛТ, ед./л	-0,99*	-0,20	0,99*	-0,25	0,99*	0,99*	-0,95*	-0,99*	0,02	-0,99*	-0,02
АСТ, ед./л	0,98*	0,02	-0,98*	0,45	-0,98*	-0,97*	0,85*	0,95*	-0,24	0,99*	0,24
Холестерин, мМ	0,99*	-0,21	-0,99*	0,24	-0,99*	-0,99*	0,95*	0,99*	-0,01	0,99*	0,01
Глюкоза, мМ	-0,98*	-0,04	0,98*	-0,47	0,98*	0,97*	-0,84*	-0,94*	0,25	-0,99*	-0,25
II группа											
АЛТ, ед./л	0,32	0,37	-0,41	0,41	-0,51	-0,56	0,39	0,44	-0,21	-0,19	0,02
АСТ, ед./л	0,01	0,87*	-0,13	0,86*	-0,48	-0,34	0,16	0,60	-0,43	-0,03	-0,13
Холестерин, мМ	0,07	-0,40	-0,16	-0,44	0,11	-0,05	0,56	-0,23	-0,07	-0,44	-0,06
Глюкоза, мМ	0,28	-0,28	-0,51	-0,16	-0,44	-0,65	-0,43	0,40	0,52	0,79	0,77
III группа											
АЛТ, ед./л	-0,27	-0,80	0,88*	-0,74	0,98*	0,92*	-0,36	0,77	0,52	0,97*	-0,52
АСТ, ед./л	0,97*	0,91*	0,01	0,95*	-0,63	-0,09	-0,65	-0,93*	0,50	-0,69	-0,50
Холестерин, мМ	0,40	-0,24	0,98*	-0,15	0,65	0,96*	-0,87*	0,20	0,94*	0,59	-0,94*
Глюкоза, мМ	0,84*	0,34	0,72	0,42	0,12	0,65	-0,99*	-0,38	0,97*	0,04	-0,97*

Примечание: \* P<0,05 по t-критерию

Во II группе выявлена положительная взаимосвязь средней силы между содержанием АСТ в крови и содержанием белка и лактозы в молоке ( $r=0,86-0,87$ ).

У коров III группы установлены высокие положительные значения коэффициента корреляции между АЛТ в крови и показателями молока – содержанием СОМО и солей, плотностью, количеством жировых шариков ( $r=0,88-0,98$ ); между АСТ в крови и показателями молока – массовыми долями жира, белка и лактозы, активной кислотностью ( $r=0,91-0,97$ ); между содержанием холестерина в крови и показателями молока – массовой долей СОМО, плотностью, температурой заморозания, титруемой кислотностью и диаметром жировых шариков ( $r=0,87-0,98$ ); между содержанием глюкозы в крови и показателями молока – массовой долей жира и температурой заморозания ( $r=0,84-0,99$ ). Отрицательная корреляция обнаружена между АСТ в крови и активной кислотностью молока ( $r=-0,93$ ), содержанием холестерина и глюкозы в крови и физико-химическими показателями молока – температурой заморозания и диаметром жировых шариков ( $r=-0,87-0,99$ ).

Выявленное отличие второй группы (дочери быка Задор 1677) по отсутствию статистически значимых корреляций, характерных для коров первой и третьей групп, вероятно, свидетельствует о возможном наличии генотипически обусловленных различий в структуре причинно-следственных связей. Парные корреляции могут отражать не прямые причинно-следственные связи, а эффекты одновременного сильного действия латентного (не измеряемого в опыте) третьего фактора на изучаемые показатели. Выявить существование

латентных факторов в ряде случаев можно с использованием более сложных статистических методов (напр., факторного анализа), а предварительным условием для этого является получение матрицы парных корреляций. Поэтому целесообразно проведение дальнейших исследований по выявлению структуры корреляций между показателями молока и химического состава крови на больших выборках с учётом возможных генотипических различий и вариабельности причинно-следственных связей.

### Заключение

Анализ качественных показателей молока, биохимического состава крови и корреляционных связей между показателями молока и крови у дочерей трёх быков красно-пёстрой породы подтвердил некоторые закономерности, выявленные другими авторами. В двух из трёх группах коров-дочерей трёх быков-производителей получены высокие положительные коэффициенты корреляции между активностью АСТ крови и показателями качественного состава молока (содержанием жира, белка и лактозы), положительная взаимосвязь между холестерином крови и содержанием жира в молоке и отрицательная взаимосвязь – между глюкозой крови и температурой замерзания молока.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности дальнейшего изучения структуры взаимосвязей между показателями молока и химического состава крови на больших выборках с учётом возможных генотипических различий и вариабельности причинно-следственных связей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абельдинов Р.Б., Бексеитов Т.К. Взаимосвязь молочной продуктивности и биохимического состава крови коров симментальской породы в ТОО «Галицкое» // *Аграрная наука – сельскому хозяйству.* – Барнаул: изд. Алтайского ГАУ. – 2016. – С. 81-82.
2. Голубков А.И., Шадрин С.В., Сиротинин Е.Г., Голубков А.А. Продуктивность коров и качество молока енисейского типа красно-пёстрой породы // *Вестник КрасГАУ.* – 2011. – № 11. – С. 162.
3. Гончаренко Г.М., Горячева Т.С., Медведева Н.С. Полиморфизм гена к-казеина и технологические свойства молока у коров симментальской породы в Республике Алтай // *Сельскохозяйственная биология.* – 2013. – № 6. – С. 123-126.
4. Горюнова Т.Ж., Шутова М.В., Соснина Л.П. Биохимический состав крови высокопродуктивных коров по фазам лактации // *Молочнохозяйственный вестник.* – 2017. – № 3. – С. 47-53.
5. Гостева Е.Р., Козлова Н.Н. Качественная и технологическая оценка молока коров разных генотипов // *Известия Горского ГАУ.* – 2017. – Т. 54. – № 2. – С. 72-76.
6. Громыко Е.В. Оценка состояния организма коров методами биохимии // *Экологический вестник Северного Кавказа.* – 2005. – № 2. – С. 80-94.
7. Дунин И.М., Аджибеков К.К., Аджибеков В.К., Деменцова Т.Н. Племенная работа с красно-пёстрой породой крупного рогатого скота. – *Лесные Поляны: ВНИИ племенного дела*, 2016. – Вып. 16. – 65 с.
8. Котович И.В., Позывайло О.П. Сравнительная характеристика биохимических показателей крови коров черно-пестрой породы на начальном этапе разных лактационных периодов // *Вестник МДПУ имени И.П. Шамякина.* – 2015. – № 2. – С. 20-25.
9. Минжасов К.И., Мухаметова В.Д., Аубакирова А.К. Биохимический скрининг крови коров с нарушениями воспроизводительной функции // *Сельское, лесное и водное хозяйство.* – 2013. – № 3. <<http://agro.snauka.ru/2013/03/935>>
10. Родионов Г.В., Поставнева Е.В., Ананьева Т.В. Изменение микрофлоры сырого молока по сезонам года // *Молочная промышленность.* – 2011. – № 6. – С. 58-59.
11. Романенко Л.В., Волгин В.И., Фёдорова З.Л., Корочкина Е.А. Влияние генетических и паратипических факторов на метаболизм черно-пестрых голштинских коров // *Российский ветеринарный журнал.* – 2015. – № 2. – С. 5-8.
12. Ярлыков Н.Г., Тамарова Р.В. Влияние генотипа каппа-казеина на сыропригодность молока коров ярославской породы и михайловского типа. – Ярославль: Ярославская ГСХА, 2012. – 124 с.

13. Dias M., Leão K., Carmo R., Silva M., Nicolau E., Marques Th. Milk composition and blood metabolic profile from holstein cows at different calving orders and lactation stages // *Acta Scientiarum. Animal Sciences.* – 2017. – Vol. 39. – No. 3. – C. 315-321.
14. Dūjiņa I., Jemeljanovs A. Correlation between productivity of cows sired by different breeding bulls and biochemical parameters of their blood // *Research for Rural Development.* – 2013. – No. 1. – P. 156-162.
15. Forsbäck L. Bovine udder quarter milk in relation to somatic cell count. Doctoral Thesis. – Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2010. – 20 p.
16. Gemechu T., Beyene F., Eshetu M. Physical and chemical quality of raw cow's milk produced and marketed in Shashemene Town, Southern Ethiopia // *J. Food Agric. Sci.* – 2015. – Vol. 5. – No. 2. – P. 7-13. DOI: 10.5897/ISABB-JFAS2014.0017.
17. Grădinaru A.C., Creangă S., Solcan G. Milk – a review on its synthesis, composition, and quality assurance in dairy industry // *J. Human & Veterinary Medicine.* – 2015. – Vol. 7. – No. 3 – P. 173-177.
18. Hanuš O., Zhang Y., Bjelka M., Kučera J., Roubal P., Jedelská R. Chosen biotic factors influencing raw cow milk freezing point // *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis.* – 2011. – Vol. LIX. – No. 5 – P. 65-81.
19. Jóźwik A., Strzałkowska N., Bagnicka E., Grzybek W., Krzyżewski J., Poławska E., Kołataj A., Horbańczuk J.O. Relationship between milk yield, stage of lactation, and some blood serum metabolic parameters of dairy cows // *Czech Journal of Animal Science.* – 2012. – Vol. 57. – No. 8. – P. 353-360. DOI: 10.17221/6270-CJAS.
20. Liepa L., Dūrītis I., Petzāle I., Rudēvica D. Piena un asiņu bioķīmisko rādītāju kopsakarības govīm otrajā un ceturtajā laktācijas mēnesī (Milk and blood biochemical interconnections for dairy cows in the second and fourth months of lactation) // In: *Starptautiskās zinātniskās konference: Veterinārmedicīnas Raksti: Dzīvnieki. Veselība. Pārtikas higiēna* (Proc. Intern. Conf.: Veterinary Medicine: Animals. Health. Food hygiene). Jelgava, Latvia, 2008, P. 112-116. (In Latvian)
21. Malchiodi F., Cecchinato A., Penasa M., Cipolat-Gotet C., Bittante G. Milk quality, coagulation properties, and curd firmness modeling of purebred Holsteins and first- and second-generation crossbred cows from Swedish Red, Montbéliarde, and Brown Swiss bulls // *J. Dairy Sci.* – 2014. – Vol. 97. – No.7 – P. 4530-4541. DOI: 10.3168/jds.2013-7868.
22. Marenjak T.S., Stipc D., Poljičak-Milas N., Čolig K. Monitoring of milk production and total cholesterol concentration, gamma-glutathione peroxidase in Simmental cows blood // *Mljekarstvo.* – 2007. – Vol. 57. – Iss.2. – P. 89-100.
23. Roussel A.J., Whitnery M.S., Cole D. Interpreting a bovine serum chemistry profile: part 1 // *Vet. Med.* – 1997. – Vol. 92. – P. 551-558.
24. Savić Đ., Jotanović S., Vekić M. Some biochemical blood parameters of Gatacko breed cows in early lactation // *Maced. J. Anim. Sci.* – 2013. – No. 3. – P. 127-131.
25. Stoop W.M., Bovenhuis H., J. van Arendonk. Genetic parameters for milk urea nitrogen in relation to milk production traits // *J. Dairy Sci.* – 2007. – Vol. 90. – P. 1981-1986.

## REFERENCES

1. Abel'dinov R.B., Bekseitov T.K. [Correlation of milk productivity and blood biochemical composition of cows of Simmental breed in Galitskoye LLP]. In: *Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu* (Agricultural science - to the rural economy). (In Russian)
2. Dias M., Leão K., Carmo R., Silva M., Nicolau E., Marques Th. Milk composition and blood metabolic profile from holstein cows at different calving orders and lactation stages. *Acta Scientiarum. Animal Sciences.* 2017, 39(3): 315-321.
3. Dūjiņa I., Jemeljanovs A. Correlation between productivity of cows sired by different breeding bulls and biochemical parameters of their blood. *Research for Rural Development.* 2013, 1: 156-162.
4. Dunin I.M., Adzhibekov K.K., Adzhibekov V.K., Dementsova T.N. *Plemennaya rabota s krasno-pestroji porodoi krupnogo rogotogo skota* (Breeding work with Red-Motley cattle). Lesnye Polyany: VNIIPlem Publ., 2016, 16, 65 p. (In Russian)
5. Forsbäck L. *Bovine udder quarter milk in relation to somatic cell count.* Doctoral Thesis. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2010, 20 p.
6. Gemechu T., Beyene F., Eshetu M. Physical and chemical quality of raw cow's milk produced and marketed in Shashemene Town, Southern Ethiopia. *J. Food Agric. Sci.* 2015, 5(2): 7-13. DOI: 10.5897/ISABB-JFAS2014.0017.

7. Golubkov A.I., Shadrin S.V., Sirotin E.G., Golubkov A.A. [Productivity of cows and milk quality of the Yenisei type of red-motley breed]. *Vestnik KrasGAU - Bulletin of Krasnoyarsk University*. 2011, 11: 162. (In Russian)
8. Goncharenko G.M., Goryacheva T.S., Medvedeva N.S. [Polymorphism of the k-casein gene and technological properties of milk in Simmental cows in the Altai Republic]. *Sel'skokhosyaistvennaya biologiya - Agricultural Biology*. 2013, 6: 123-126. (In Russian)
9. Grădinaru A.C., Creangă S., Solcan G. Milk – a review on its synthesis, composition, and quality assurance in dairy industry. *J. Human Veter. Med.* 2015, 7(3): 173-177.
10. Goryunova T.Zh., Shutova M.V., Sosnina L.P. [Blood biochemical composition of highly productive cows by lactation phases]. *Molochno-khozyaistvennyi vestnik - Milk-Economic Bulletin*. 2017, 3: 47-53. (In Russian)
11. Gosteva E.R., Kozlova N.N. [Qualitative and technological evaluation of milk of cows of different genotypes]. *Izvestiya Gorskogo GAU - Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2017, 54(2): 72-76.
12. Gromyko E.V. [Assessment of the condition of the body of cows by biochemistry methods]. *Ekologicheskii vestnik Severnogo Kavkaza - Ecological Bulletin of the North Caucasus*. 2005, 2: 80-94. (In Russian)
13. Hanuš O., Zhang Y., Bjelka M., Kučera J., Roubal P., Jedelská R. Chosen biotic factors influencing raw cow milk freezing point. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*. 2011, LIX(5): 65-81.
14. Józwick A., Strzałkowska N., Bagnicka E., Grzybek W., Krzyżewski J., Poławska E., Kołataj A., Horbańczuk J.O. Relationship between milk yield, stage of lactation, and some blood serum metabolic parameters of dairy cows. *Czech Journal of Animal Science*. 2012, 57(8): 353-360. DOI: 10.17221/6270-CJAS.
15. Kotovich I.V., Pozyvailo O.P. [Comparative characteristics of biochemical blood parameters of cows of black-motley breed at the initial stage of different lactation periods]. *Vestnik MDPU im. I.P. Shamyakina - ICPU Herald of IP Shamyakin*. 2015, 2: 20-25. (In Russian)
16. Liepa L., Dūrītis I., Petzāle I., Rudēvica D. Piena un asiņu bioķīmisko rādītāju kopsakarības govīm otrajā un ceturtajā laktācijas mēnesī (Milk and blood biochemical interconnections for dairy cows in the second and fourth months of lactation). In: *Starptautiskās zinātniskās konference: Dzīvnieki. Veselība. Pārtikas higiēna* (Proc. Intern. Conf.: Veterinary Medicine: Animals. Health. Food hygiene). Jelgava, Latvia, 2008, P. 112-116. (In Latvian)
17. Malchiodi F., Cecchinato A., Penasa M., Cipolat-Gotet C., Bittante G. Milk quality, coagulation properties, and curd firmness modeling of purebred Holsteins and first- and second-generation crossbred cows from Swedish Red, Montbéliarde, and Brown Swiss bulls. *J. Dairy Sci.* 2014, 97(7): 4530-4541. DOI: 10.3168/jds.2013-7868.
18. Marenjak T.S., Stipc D., Poljičak-Milas N., Čolig K. Monitoring of milk production and total cholesterol concentration, gamma-glutathione peroxidase in Simmental cows blood. *Mljekarstvo*. 2007, 57(2): 89-100.
19. Minzhasov K.I., Mukhametova V.D., Aubakirova A.K. [Biochemical blood screening of cows with impaired reproductive function]. *Sel'skoe, lesnoe i vodnoe khozyaistvo - Agriculture, forestry and water management*. 2013, 3 <<http://agro.snauka.ru/2013/03/935>> (In Russian)
20. Rodionov G.V., Postavneva E.V., Anan'eva T.V. [The change in the microflora of raw milk by the seasons of the year]. *Molochnaya promyshlennost' - Dairy Industry*. 2011, 6: 58-59. (In Russian)
21. Romanenko L.V., Volgin V.I., Fedorova Z.L., Korochkina E.A. [The influence of genetic and paratypic factors on the metabolism of black-motley Holstein cows]. *Rossiiskii veterinarnyi zhurnal - Russian Veterinary Journal*. 2015, 2: 5-8. (In Russian)
22. Roussel A.J., Whitney M.S., Cole D. Interpreting a bovine serum chemistry profile: part 1. *Vet. Med.* 1997, 92: 551-558.
23. Savić Đ., Jotanović S., Vekić M. Some biochemical blood parameters of Gatacko breed cows in early lactation. *Maced. J. Anim. Sci.* 2013, 3: 127-131.
24. Stoop W.M., Bovenhuis H., J. van Arendonk. Genetic parameters for milk urea nitrogen in relation to milk production traits. *J. Dairy Sci.* 2007, 90: 1981-1986.
25. Yarlykov N.G., Tamarova R.V. *Vliyanie genotipa kappa-kazeina na syroprigodnost' moloka korov yaroslavskoi porody i mikhailovskogo tipa* (Effect of kappa-casein genotype on the cheese suitability of milk from cows of the Yaroslavl breed and the Mikhailovsky type). Yaroslavl': GSKhA Publ., 2012, 124 p. (In Russian)

**Relationship of milk quality indicators and blood biochemical composition  
in cows of Red-Motley breed**

Efimova L.V., Zaznobina T.V., Frolova O.A., Ivanova O.V., Ivanov E.A.

*Krasnoyarsk Research Institute of Animal Husbandry, Krasnoyarsk, Russia*

**ABSTRACT.** The problem of increasing the physicochemical, technological properties and quality of milk is currently becoming relevant in all countries with developed systems of dairy cattle breeding. One of the directions in solving this problem is to study the processes of milk formation in the body to identify factors that determine the necessary technological properties and indicators of milk quality. At the initial stages of such studies, it is advisable to study the structure of the relationship between milk and the chemical composition of the blood. In this work, three groups of cows of Red-Motley breed, 5 cows each, the daughters of three bulls (I - Exit 4357, II - Zador 1677, III - Resort 4716) in the first phase of the second lactation were formed. Sampling of milk and blood was carried out in the summer season. When conducting studies of the physicochemical and technological properties of milk in group III, superiority was found in the mass fraction of fat in milk (+0.79 and 0.86% vs groups I and II ( $P < 0.05$  and  $0.01$ , respectively)). In group II, the protein content in milk was below the norm by 0.16%, and the freezing temperature was above the norm by  $0.162^{\circ}\text{C}$ ; in group III, normative values for freezing temperature were exceeded by  $0.015^{\circ}\text{C}$  and titratable acidity by  $1.33^{\circ}\text{T}$ . Most of the biochemical blood parameters in experimental animals were within physiological limits, with the exception of exceeding the upper limit of iron content in group I and in animals of all groups exceeding the upper limit of phosphorus content. Positive statistically significant ( $P < 0.05$ ) correlation between AST activity in blood and milk indices was revealed in groups I and III in terms of fat content, in group III – in terms of protein and lactose content, a positive relationship in group III between blood cholesterol and fat content in milk, and in groups I and III – a negative relationship between blood glucose and freezing temperature of milk. Concluded that further studies were appropriate to identify the structure of relationships between milk parameters and blood chemistry in large samples, taking into account possible genotypic differences and variability of cause and effect relationships.

*Keywords: dairy cows, manufacturing bulls, Red-Motley breed, technological properties of milk, blood biochemical parameters, correlation*

**Problemy biologii produktivnykh zivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2019, 3: 48-57**

Поступило в редакцию: 12.07.2019

Получено после доработки: 06.09.2019

**Ефимова Любовь Валентиновна**, к.с.-х.н., в.н.с., тел.: 8 (391) 227-15-89;

+79232808733; ljubow\_wal@mail.ru;

**Зазнобина Татьяна Вячеславовна**, н.с., тел.: 8(391) 227-15-89; tv-kulakova@mail.ru;

**Фролова Ольга Анатольевна**, м.н.с., тел.: 8(391) 227-15-89; kristal\_o@bk.ru;

**Иванова Ольга Валерьевна**, д.с.-х.н., дир., тел.: 8(391) 227-23-23; o.v.ivanova@bk.ru;

**Иванов Евгений Анатольевич**, к.с.-х.н., с.н.с., тел.: 8(391) 227-15-89; e.a.ivanov@bk.ru