

Т. В. Янич, М. А. Дерхо

## Роль кортизола и прогестерона в формировании клеточного состава крови у телок голштинской породы

### Аннотация.

**Цель:** количественная оценка клеточного состава крови телочек голштинской породы и изучение взаимосвязи между ним и уровнем стероидных гормонов – кортизола и прогестерона.

**Материалы и методы.** Работа проводилась в 2020-2021 гг на базе ТОО «Белагаш» (Республика Казахстан), специализирующегося на производстве молока путем использования продуктивного потенциала животных голштинской породы. Рационы кормления животных составлялись в соответствии с нормами ВИЖ. В опытную группу ( $n=10$ ) были включены телочки, родившиеся весной 2020 года. При её формировании использовали принцип приближенных аналогов. У телочек опытной группы в 3, 6, 9, 12, 15-месячном возрасте получены образцы крови вакуумным методом для проведения морфологических и биохимических исследований. Уровень прогестерона и кортизола определяли в сыворотке крови иммуноферментным методом.

**Результаты.** Общее количество лейкоцитов в крови животных изменялось в интервале  $9,57-12,00 \cdot 10^9/\text{л}$ , соответствуя границам нормы; уровень моноцитов и лимфоцитов колебался в пределах  $3,33-7,80$  и  $58,93-75,01 \%$ , составляя  $0,40-0,81$  и  $5,64-9,00 \cdot 10^9/\text{л}$ . Количество эритроцитов, гемоглобина и гематокрита к 15-месячному возрасту увеличивался на  $36,33$ ;  $12,93$  и  $40,18 \%$ . При этом объемные характеристики эритроцитов (средний объем эритроцита, индекс распределения эритроцитов по объему) практически не зависели от возраста, а вот их насыщаемость гемоглобином (среднее содержание гемоглобина в эритроците, средняя концентрация гемоглобина в эритроците) уменьшалась. Уровень стероидных гормонов – прогестерона и кортизола в крови телочек с возрастом увеличивались в  $46,06$  и  $8,24$  раза ( $p \leq 0,05$ ). При этом концентрация кортизола статистически значимо коррелировала с количеством эритроцитов ( $r=0,71 - 0,95$ ), величиной индекса распределения эритроцитов по объему ( $r=0,74 - 0,98$ ) и абсолютным числом лимфоцитов ( $r=0,71 - 0,99$ ). Уровень прогестерона, начиная с 9-месячного возраста, был взаимосвязан с общим количеством лейкоцитов ( $r= -0,63 - -0,88$ ), абсолютным числом моноцитов ( $r=0,69 - 0,89$ ) и лимфоцитов ( $r=-0,65 - -0,87$ ), а также эритроцитов ( $r=0,82 - 0,93$ ) и гемоглобина ( $r=0,63 - 0,73$ ).

**Ключевые слова:** телочки; кортизол; прогестерон; корреляция; эритроциты; лейкоциты.

Автор:

Янич Татьяна Валерьевна – аспирант; e-mail: vml1611@mail.ru;

Дерхо Марина Аркадьевна – доктор биологических наук, профессор; e-mail: derkho2010@yandex.ru.

«Южно-Уральский государственный аграрный университет»; 457100, Россия, Челябинская область, г. Троицк, ул. Гагарина, 13.

**Введение.** Важной биологической средой организма является кровь, состоящая до  $45 \%$  из клеточной массы, среди которой преобладают популяции лейкоцитов и эритроцитов [1]. Циркуляция клеток в сосудистой сети лежит в основе реализации их биологических свойств в живом организме [2]. Так, миграционная активность лейкоцитов обеспечивает функции иммунной системы [3], а эритроцитов – процессы газообмена [4] и свертывания крови [5].

Клеточный состав крови в условиях нормы изменяется в рамках гомеостатических границ [6]. В организме сельскохозяйственных живот-

ных их изменчивость сопряжена с кормлением, уровнем воздействия факторов окружающей среды [7], породой и возрастом [8], особенностями физиологического состояния [9] и т.д. Совокупность данных факторов определяет не только количество клеток в кровеносном русле, но и их морфологические свойства, период полужизни, а также активность процессов в органах кроветворения.

Важную роль в формировании функций физиологических систем, в том числе и крови, играет эндокринная система, которая, будучи тесно связанной с нервной системой, участвует в регу-

ляции и модуляции клеточных иммунных реакций [10] и процессов эритропоэза [11]. В частности, взаимодействия между прогестероном и кортизолом, определяемые транскортином [12], влияют на процессы кроветворения в организме животных за счет иммунодепрессивных свойств гормонов [10] и способности регулировать синтез эритропоэтина [11]. В тоже время данные вопросы практически не изучены для организма продуктивных сельскохозяйственных животных, что определяет актуальность рассматриваемой проблемы.

**Цель** нашего исследования заключалась в количественной оценке клеточного состава крови телочек голштинской породы и в изучении взаимосвязи между ним и уровнем стероидных гормонов — кортизола и прогестерона.

**Материалы и методы.** Работа проводилась в 2020-2021 гг на базе ТОО «Белагаш» (Республика Казахстан), специализирующегося на производстве молока путем использования продуктивного потенциала животных голштинской породы. Технология кормления и содержания

животных предусматривала их движение из отделения для новорожденных в отделение выращивания, имеющего секцию дорастивания (2-7 мес.) и секцию для случки (от 7 мес. возраста). Рационы кормления животных составлялся в соответствии с нормами ВИЖ.

В опытную группу (n=10) были включены телочки, родившиеся весной 2020 года. При её формировании использовали принцип приближенных аналогов. У телочек опытной группы в 3, 6, 9, 12, 15-месячном возрасте были получены образцы крови вакуумным методом для проведения морфологических и биохимических исследований. Кровь в течение 2-часов после взятия в термо-контейнере доставлялась в ТОО «Лаборатория ИВ Смолина» (г. Костанай). Уровень прогестерона и кортизола определяли в сыворотке крови иммуноферментным методом, используя готовые коммерческие наборы и инструкцию от производителя. Каждый образец крови исследован в двух повторностях. Коэффициент вариации между результатами каждой пробы состав-

Таблица 1. Характеристики клеточного состава крови телок (n=10)

Показатель		Возраст телок, мес					Норма
		3	6	9	12	15	
Лейкоциты, 109/л	X	9,57	12,00*	10,2	10,33	10,46	4,5-12
	Sx	0,43	0,68*	0,32	0,95	1,07	
Моноциты, 109/л	X	0,59	0,4	0,74	0,81	0,75	0,09-0,84
	Sx	0,02	0,01*	0,02	0,02*	0,01	
Моноциты, %	X	6,17	3,33	7,3	7,8	7,2	2-7
	Sx	0,07	0,04*	0,46	0,73	0,56*	
Лимфоциты, 109/л	X	5,64	9	6,64	6,93	7,13	1,8-9,0
	Sx	0,17	0,31*	0,2	0,37	0,42	
Лимфоциты, %	X	58,93	75,01	65,14	67,13	68,15	40-75
	Sx	0,24	0,39*	0,29	0,58	0,47	
Эритроциты, 1012/л	X	5,12	5,58	5,77	6,95	6,98	5-7,5
	Sx	0,13	0,32	0,39	0,13*	0,18*	
Гемоглобин, г/л	X	89,7	96,3	99,3	101	101,3	90-120
	Sx	1,51	0,40*	0,51*	2,88*	2,40*	
Гематокрит, %	X	20,33	21,93	23,53	28,1	28,5	24-48
	Sx	0,54	0,75	0,6	0,72*	0,83*	
Средний объем эритроцита, фл	X	39,71	39,3	40,77	40,43	40,83	—
	Sx	0,09	0,7	0,53	0,53	0,66	
Среднее содержание гемоглобина, пг	X	17,52	17,25	17,21	14,53	14,51	16,5-18,5
	Sx	0,42	0,83	1,02	0,31*	0,27*	
Средняя концентрация гемоглобина, г/дл	X	44,12	43,91	42,2	35,94	35,54	—
	Sx	1,05	1,39	2,85	0,38*	0,27*	
Индекс распределения эритроцитов по объему, %	X	26,96	26,8	25,53	25,07	25,4	—
	Sx	0,22	0,34	0,52	0,44	0,49	

Примечание: \* —  $p < 0,05$  по отношению к возрасту 3 мес

лял менее 10 %. Количество лейкоцитов, эритроцитов и эритроцитарных индексов определяли с помощью автоматического гематологического анализатора (Sysmex, Япония).

Результаты лабораторных исследований выражены как среднее значение  $\pm$  стандартная ошибка. Взаимосвязь между признаками в статистических матрицах выявляли при помощи коэффициента корреляции Спирмена. Уровень значимости был равен  $p < 0,05$ . Статистический анализ выполнен с использованием надстройки к Excel.

**Результаты и обсуждение.** Частью общего анализа крови являются лейкоциты, популяция которых дифференцирована на грануло- и агранулоциты. В крови телочек общее количество лейкоцитов колебалось в пределах верхней границы нормы, имея максимум в 6-месячном возрасте (табл. 1).

Как известно, лейкоциты обеспечивают первую линию защиты организма от различных антигенов [13]. Поэтому можно утверждать, что условия выращивания животных в хозяйстве стимулировали защитные силы организма за счет постоянного воздействия на него различных факторов антигенной природы. Данный вывод согласуется с возрастной динамикой, как лимфоцитов, так и моноцитов, уровень которых пред-

ставлен в абсолютных и относительных единицах. При этом количество лимфоцитов варьировало в пределах значений верхней границы нормы, а моноцитов, начиная с 9-месячного возраста, превышало её на 2,85-11,42 % (табл. 1). Следовательно, возрастная вариабельность агранулоцитов в крови телочек отражала, как скорость обновления их количества в крови, так и способность к поддержанию иммунологических функций в тканевой среде.

Важную роль в гомеостазе организма играют эритроциты, имеющие минимальное количество органелл, что позволяет им насыщаться гемоглобином [4]. При этом количество эритроцитов и гемоглобина в крови растущих телочек планомерно возрастало, достигая максимальной величины в 15-месячном возрасте и превышая исходный уровень на 36,33 и 12,93 % (табл. 1). В тоже время темпы изменений данных параметров не были эквивалентны друг другу, что не столько отражалось на объемных характеристиках эритроцитов в крови (гематокрит, средний объем эритроцита, индекс распределения эритроцитов по объему), сколько на их насыщенности гемоглобином. Так, среднее содержание гемоглобина в эритроците с возрастом уменьшалось на 17,18 %, как результат понижения способности клеток к депонированию дыхательного пигмента. Это инициировало соответствующие изменения в «плотности» распределения белка в цитоплазме эритроцитов, о чем свидетельствовало уменьшение средней концентрации гемоглобина в эритроците на 19,45 %.

Следовательно, промышленные условия выращивания телочек формировали такие количественные изменения в популяции лейкоцитов и эритроцитов, которые обеспечивали сохранение их биологических свойств и поддержание процессов жизнедеятельности в границах «условной нормы».

Для оценки физиологических реакций организма животных на воздействие факторов среды очень часто используют определение уровня стероидных гормонов [14]. В нашем исследовании выбраны прогестерон и кортизол, взаимосвязанные друг с другом цепью биохимических превращений в ходе стероидогенеза. Так, концентрация кортизола в крови телок опытной группы планомерно уве-

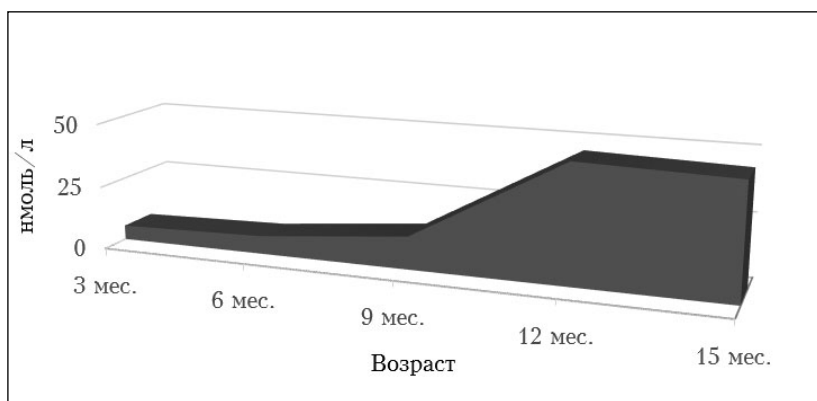


Рис. 1. Кортизол и его изменчивость в крови телочек, нмоль/л

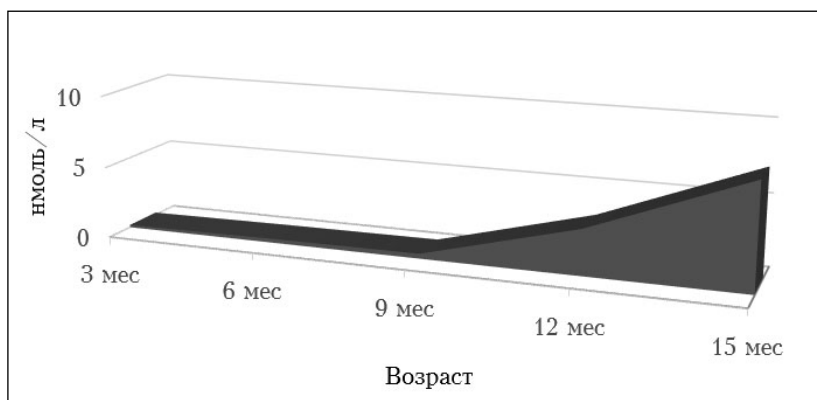


Рис. 2. Прогестерон и его изменчивость в крови телочек, нмоль/л

личивалась, достигая в 12-15-месячном возрасте уровня  $44,80 \pm 2,40$ – $46,40 \pm 4,52$  нмоль/л и превышая исходные значения в 7,96–8,24 раза (рис. 1). Уровень прогестерона имел аналогичную возрастную тенденцию (рис. 2). Прирост его концентрации в крови телок к концу периода выращивания составил 46,06 раз ( $p \leq 0,05$ ), то есть в ходе роста и развития телок резко возрастал синтез прогестерона, обеспечивая субстратные потребности стероидогенеза в данном гормоне.

Прогестерон и кортизол, обладая широким спектром биологического действия, влияют на формирование клеточного пула крови, а также адгезионную и миграционную активность клеток [10, 15]. Поэтому мы определили взаимосвязь их уровня у телочек с количеством лейкоцитарных клеток и параметрами эритрограммы.

Анализ корреляционных связей между изучаемыми признаками показал, что уровень кортизол в крови растущих телок, во-первых, был

достоверно связан с количеством эритроцитов ( $r=0,71 \pm 0,25$ – $0,95 \pm 0,08$ ) и величиной индекса их распределения по объему ( $r=0,74 \pm 0,24$ – $0,98 \pm 0,06$ ), свидетельствуя о способности гормона регулировать число клеток и их объемные характеристики. По мнению [16] данные связи обусловлены гормон-транспортной ролью эритроцитов. Во-вторых, кортизол влиял на абсолютное количество лимфоцитов в крови телок ( $r=0,71 \pm 0,25$ – $0,99 \pm 0,04$ ), отражая их чувствительность к эффектам гормона. По данным [17] кортизол регулирует количество лимфоцитов и их миграционную активность посредством влияния на синтез соответствующих цитокинов.

Прогестерон крови не был статистически взаимосвязан с её клеточным составом в организме 3- и 6-месячных телок (табл. 2). Однако, начиная с 9-месячного возраста обнаруживались достоверные или близкие к ним корреляции гормона с количеством лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина. Одной из причин данных связей

**Таблица 2. Корреляционные связи клеток крови с прогестероном (ПРГ, нмоль/л) и кортизолом (КОР, нмоль/л), (n=10)**

Показатель		Возраст телок, мес				
		3	6	9	12	15
Лейкоциты, 109/л	ПРГ	$0,14 \pm 0,35$	$0,13 \pm 0,35$	$0,88 \pm 0,17^*$	$-0,63 \pm 0,27$	$-0,65 \pm 0,27$
	КОР	$0,87 \pm 0,17^*$	$-0,13 \pm 0,35$	$-0,46 \pm 0,32$	$0,29 \pm 0,34$	$0,09 \pm 0,35$
Моноциты, 109/л	ПРГ	$0,18 \pm 0,35$	$0,23 \pm 0,34$	$0,89 \pm 0,16^*$	$0,70 \pm 0,25$	$0,69 \pm 0,26$
	КОР	$0,31 \pm 0,33$	$0,6 \pm 0,29$	$-0,005 \pm 0,35$	$-0,6 \pm 0,28$	$-0,82 \pm 0,2$
Моноциты, %	ПРГ	$-0,18 \pm 0,35$	$0,21 \pm 0,35$	$-0,76 \pm 0,22^*$	$0,63 \pm 0,29$	$0,77 \pm 0,23^*$
	КОР	$-0,33 \pm 0,33$	$0,26 \pm 0,34^*$	$-0,34 \pm 0,34$	$0,10 \pm 0,35$	$0,29 \pm 0,33$
Лимфоциты, 109/л	ПРГ	$0,14 \pm 0,35$	$0,13 \pm 0,35$	$0,88 \pm 0,17^*$	$-0,63 \pm 0,27$	$0,99 \pm 0,03^*$
	КОР	$0,71 \pm 0,25$	$0,78 \pm 0,22^*$	$-0,99 \pm 0,04^*$	$-0,89 \pm 0,17^*$	$-0,76 \pm 0,23^*$
Лимфоциты, %	ПРГ	$0,14 \pm 0,35$	$0,13 \pm 0,35$	$0,88 \pm 0,17^*$	$-0,63 \pm 0,27$	$-0,63 \pm 0,27$
	КОР	$-0,41 \pm 0,31$	$0,08 \pm 0,35$	$0,99 \pm 0,04^*$	$-0,49 \pm 0,31$	$0,76 \pm 0,23$
Эритроциты, 1012/л	ПРГ	$0,44 \pm 0,35$	$-0,13 \pm 0,35$	$0,88 \pm 0,17^*$	$0,82 \pm 0,2^*$	$-0,93 \pm 0,13^*$
	КОР	$0,93 \pm 0,13^*$	$0,71 \pm 0,25^*$	$0,76 \pm 0,22^*$	$0,77 \pm 0,21^*$	$0,95 \pm 0,08^*$
Гемоглобин, г/л	ПРГ	$0,21 \pm 0,35$	$-0,05 \pm 0,35$	$0,73 \pm 0,24^*$	$-0,63 \pm 0,27$	$0,68 \pm 0,26$
	КОР	$0,10 \pm 0,35$	$0,40 \pm 0,32$	$0,42 \pm 0,32$	$0,63 \pm 0,27$	$0,78 \pm 0,22^*$
Гематокрит, %	ПРГ	$0,16 \pm 0,35$	$-0,13 \pm 0,35$	$0,42 \pm 0,33$	$0,08 \pm 0,35$	$0,50 \pm 0,31$
	КОР	$0,59 \pm 0,29$	$0,13 \pm 0,35$	$0,62 \pm 0,28$	$0,35 \pm 0,33$	$0,94 \pm 0,12^*$
Средний объем эритроцита, фл	ПРГ	$0,22 \pm 0,35$	$0,14 \pm 0,35$	$-0,16 \pm 0,35$	$0,74 \pm 0,24^*$	$0,96 \pm 0,1^*$
	КОР	$0,35 \pm 0,33$	$-0,08 \pm 0,35$	$-0,93 \pm 0,13^*$	$-0,45 \pm 0,32$	$0,95 \pm 0,11^*$
Среднее содержание гемоглобина, пг	ПРГ	$0,04 \pm 0,35$	$0,14 \pm 0,35$	$-0,57 \pm 0,31$	$-0,64 \pm 0,30$	$-0,52 \pm 0,32$
	КОР	$0,93 \pm 0,13^*$	$-0,08 \pm 0,035$	$0,11 \pm 0,35$	$0,64 \pm 0,27$	$0,34 \pm 0,33$
Средняя концентрация гемоглобина, г/л	ПРГ	$-0,07 \pm 0,35$	$0,13 \pm 0,35$	$-0,59 \pm 0,29$	$0,51 \pm 0,31$	$0,27 \pm 0,35$
	КОР	$0,27 \pm 0,35$	$-0,01 \pm 0,35$	$0,88 \pm 0,17^*$	$0,98 \pm 0,06^*$	$0,34 \pm 0,33$
Индекс распределения эритроцитов по объему, %	ПРГ	$0,23 \pm 0,34$	$-0,13 \pm 0,35$	$-0,68 \pm 0,30$	$-0,64 \pm 0,31$	$0,43 \pm 0,32$
	КОР	$0,74 \pm 0,24^*$	$0,82 \pm 0,20^*$	$0,88 \pm 0,17^*$	$0,98 \pm 0,06^*$	$0,87 \pm 0,18^*$

Примечание: \* -  $p \leq 0,05$

может служить наличие у клеток рецепторов к прогестерону [18], но, более вероятно, что процесс полового созревания организма, основанный на реализации биологических эффектов гормона, определяет стимуляцию клеточных защитных функций и аэробных процессов.

**Заключение.** О соответствии технологических условий выращивания телочек в условиях хозяйства биологическим возможностям организма животных свидетельствуют колебания в клеточном пуле крови. Общее количество лейкоцитов в крови телочек колеблется в интервале 9,57–12,00  $10^9$ /л, соответствуя границам нормы. Моноциты и лимфоциты изменяются в пределах 3,33–7,80 и 58,93–75,01 %, составляя 0,40–0,81 и 5,64–9,00  $10^9$ /л. Уровень эритроцитов, гемоглобина и гематокрита с возрастом увеличивается на 36,33; 12,93 и 40,18 %. При этом объемные характеристики эритроцитов (средний объем эритроцита, индекс распределения эритроцитов по

объему) практически не зависят от возраста, а вот их насыщаемость гемоглобином (среднее содержание гемоглобина в эритроците, средняя концентрация гемоглобина в эритроците), наоборот, снижается. Уровень стероидных гормонов – прогестерона и кортизола в крови телочек с возрастом увеличивается в 46,06 и 8,24 раза ( $p \leq 0,05$ ). При этом концентрация кортизола статистически значимо коррелирует с количеством эритроцитов ( $r=0,71 \pm 0,25 - 0,95 \pm 0,08$ ), величиной индекса распределения эритроцитов по объему ( $r=0,74 \pm 0,24 - 0,98 \pm 0,06$ ) и абсолютным числом лимфоцитов ( $r=0,71 \pm 0,25 - 0,99 \pm 0,04$ ). Уровень прогестерона, начиная с 9-месячного возраста, взаимосвязан с общим количеством лейкоцитов ( $r= -0,63 \pm 0,28 - -0,88 \pm 0,17$ ), абсолютным числом моноцитов ( $r=0,69 \pm 0,26 - 0,89 \pm 0,16$ ) и лимфоцитов ( $r= -0,65 \pm 0,26 - -0,87 \pm 0,17$ ), а также эритроцитов ( $r=0,82 \pm 0,20 - 0,93 \pm 0,13$ ) и гемоглобина ( $r=0,63 \pm 0,27 - 0,73 \pm 0,24$ ).

## Литература

1. Aurich K. Label-free on chip quality assessment of cellular blood products using real-time deformability cytometry / K. Aurich, B. Fregin, R. Palankar, J. Wesche, O. Hartwich, D. Biedenweg, T.H. Nguyen, A. Greinacher, O. Otto // *Lab Chip*. – 2020. – Vol. 20(13). – P. 2306–2316.
2. Yuan Y. Tissue-Specific Rhythmic Recruitment Pattern of Leukocyte Subsets / Y. Yuan, S. Wu, W. Li, W. A. He // *Front Immunol*. – 2020. – Vol. 11. – P. 1–8
3. Sperandio M. The expanding role of  $\alpha 2$ -3 sialylation for leukocyte trafficking in vivo / M. Sperandio // *Ann N Y Acad Sci*. – 2012. – Vol. 1253. – P. 201–215.
4. Song C. Z. Erythrocyte-based analgesic peptides / C. Z. Song, Q. W. Wang, C. C. Song // *Regul Pept*. – 2013. – Vol. 180. – P. 58–61.
5. Yanich T. V. Hemostatic Profile of Holstein Heifers Depending on Age / T. V. Yanich, M. A. Derkho, A. Tegza // *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. – 2022. – Vol. 13(1). – P. 2–11.
6. Kim Y. M. Reference ranges of hematology and lymphocyte subsets in healthy Korean native cattle (Hanwoo) and Holstein dairy cattle / Y. M. Kim, J. A. Lee, B. G. Jung, T. H. Kim, B. J. Lee, G. H. Suh // *Anim Sci J*. – 2016. – Vol. 87(6). – P. 796–801.
7. Сорокина С. А. Эритроциты и особенности взаимосвязи их уровня с металлами и металлоидами в организме телочек / С. А. Сорокина, М. А. Дерхо // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. – 2022. – Т. 249. – № 1. – С. 197–204.
8. Gunter S. A. Effects of supplementary selenium source on the performance and blood measurements in beef cows and their calves / S. A. Gunter, P. A. Beck, J. K. Phillips // *J. Anim Sci*. – 2003. – Vol. 81(4). – P. 856–64.
9. Монгалев Н. П. Функциональная значимость лейкоцитоза в эстральном цикле коров / Н. П. Монгалев, М. Ф. Борисенков // *Актуальные вопросы ветеринарии*. – 2016. – Т. 4. – №32. – С. 3–8.
10. Funasaka N. Longterm monitoring of circulating progesterone and its relationship to peripheral white blood cells in female false killer whales *Pseudorca crassidens* / N. Funasaka, M. Yoshioka, K. Ueda, H. Koga, M. Yanagisawa, S. Koga, K. Tokutake // *J Vet Med Sci*. – 2018. – Vol. 80(9). – P. 1431–1437
11. Licinio J. The neuroimmune-endocrine axis: pathophysiological implications for the central nervous system cytokines and hypothalamus-pituitary-adrenal hormone dynamics / J. Licinio, P. Frost // *Braz J Med Biol Res*. – 2000. – Vol. 33(10). – P. 141–148.
12. Ogawa K. The effect of cortisol, progesterone, and transcortin on phyto-hemagglutinin-stimulated human blood mononuclear cells and their interplay / K. Ogawa, K. Sueda, N. Matsui // *J Clin Endocrinol-Metab*. – 1983. – Vol. 56(1). – P. 121–126.
13. Irimia D. Big insights from small volumes: deciphering complex leukocyte behaviors using microfluidics / D. Irimia, F. Ellett // *J Leukoc Biol*. – 2016. – Vol. 100(2). – P. 291–304.

14. Sawyer G. Measuring wool cortisol and progesterone levels in breeding maiden Australian merino sheep (Ovisaries) / G. Sawyer, D. Webster, E. Narayan // PLoS One. – 2019. – Vol. 14(4). – P. 1–9.
15. След А. Н. Лейкоциты и особенности их взаимосвязей с кортизолом и прогестероном в организме сухостойных коров / А. Н. След, М. А. Дерхо // Известия ОГАУ. – 2019. – № 1(75). – С. 133–136.
16. Caroprese M. Relationship between cortisol response to stress and behavior, immune profile, and production performance of dairy ewes / M. Caroprese, M. Albenzio, A. Marzano, L. Schena, G. Annicchiarico, A. Sevi // J Dairy Sci. – 2010. – Vol. 93(6). – P. 2 395–403.
17. Kamisoglu K. Effects of coupled dose and rhythm manipulation of plasma cortisol levels on leukocyte transcriptional response to endotoxin challenge in humans / K. Kamisoglu, K. Sleight, T. T. Nguyen, S. E. Calvano, S. M. Coyle, S. A. Corbett, I. P. Androulakis // Innate Immun. – 2014. – Vol. 20(7). – P. 774–84.
18. Ndiaye K. Progesterone effects on lymphocytes may be mediated by membrane progesterone receptors / K. Ndiaye, D. H. Poole, S. Walusimbi, M. J. Cannon, K. Toyokawa, S. W. Maalouf, J. Dong, P. Thomas, J. L. Pate // J Reprod Immunol. – 2012. – Vol. 95(1-2). – P. 15–26.

Yanich T., Derkho M.

## The role of cortisol and progesterone in the formation of the cellular composition of blood in Holstein heifers

### Abstract.

**Purpose:** quantitative assessment of the cell composition of the blood of the heifers of the Holstein breed and the study of the relationship between it and the level of steroid hormones - cortisol and progesterone.

**Materials and methods.** The work was carried out in 2020-2021 on the basis of Belagash LLP (Republic of Kazakhstan), which specializes in the production of milk by using the productive potential of the Golstein breed. The diets of animal feeding were in accordance with the norms of VIZH. Heifers born in the spring of 2020 were included in the experimental group ( $n = 10$ ). In its formation, the principle of close analogues was used. In the heifers of an experimental group of 3, 6, 9, 12, 15 months, blood samples were obtained by a vacuum method for conducting morphological and biochemical studies. The level of progesterone and cortisol was determined in the blood serum by the immunofortment method.

**Results.** The total number of leukocytes in the blood of animals changed in the interval of 9.57-12.00 10<sup>9</sup>/l, corresponding to the boundaries of the norm; The level of monocytes and lymphocytes fluctuated in the range of 3.33-7.80 and 58.93-75.01 %, amounting to 0.40-0.81 and 5.64-9.00 10<sup>9</sup>/l. The number of red blood cells, hemoglobin and hematocrit by 15 months increased by 36.33; 12.93 and 40.18 %. At the same time, the volumetric characteristics of red blood cells (the average volume of red blood cells, the red blood cell distribution index almost did not depend on age, but their saturation with hemoglobin (the average hemoglobin content in red blood cells, the average concentration of hemoglobin in red blood cells) decreased. The level of steroid hormones - progesterone and cortisol in the blood of heifers increased with age in 46.06 and 8.24 times ( $p \leq 0.05$ ). At the same time, the concentration of cortisol statistically significantly correlated with the amount of red blood cells ( $r = 0.71 - 0.95$ ), the size of the red blood cell distribution index in volume ( $r = 0.74 - 0.98$ ) and the absolute number of lymphocytes ( $Rr = 0.71 - 0.99$ ). The level of progesterone, starting from 9 months of age, was interconnected with the total number of leukocytes ( $r = -0.63 - -0.88$ ), an absolute number of monocytes ( $r = 0.69 - 0.89$ ) and lymphocytes ( $r = -0.65 - -0.87$ ), as well as red blood cells ( $r = 0.82 - 0.93$ ) and hemoglobin ( $r = 0.63 - 0.73$ ).

**Key words:** heifers; cortisol; progesterone; correlation; erythrocytes; leukocytes.

**Authors:**

**Yanich T.** - postgraduate student; e-mail: vml1611@mail.ru;

**Derkho M.** - Dr. Habil (Biol. Sci.), Professor; e-mail: derkho2010@yandex.ru

South Ural State Agrarian University; 457100, Russia, Chelyabinsk region, Troitsk, st. Gagarina, 13.

## References

1. Aurich K. Label-free on chip quality assessment of cellular blood products using real-time deformability cytometry / K. Aurich, B. Fregin, R. Palankar, J. Wesche, O. Hartwich, D. Biedenweg, T.H. Nguyen, A. Greinacher, O. Otto // *Lab Chip*. – 2020. – Vol. 20(13). – P. 2306–2316.
2. Yuan Y. Tissue-Specific Rhythmic Recruitment Pattern of Leukocyte Subsets / Y. Yuan, S. Wu, W. Li, W.A. He // *Front Immunol*. – 2020. – Vol. 11. – P. 1–8
3. Sperandio M. The expanding role of  $\alpha 2$ -3 sialylation for leukocyte trafficking in vivo / M. Sperandio // *Ann N Y Acad Sci*. – 2012. – Vol. 1253. – P. 201–215.
4. Song C. Z. Erythrocyte-based analgesic peptides / C. Z. Song, Q. W. Wang, C. C. Song // *Regul Pept*. – 2013. – Vol. 180. – P. 58–61.
5. Yanich T. V. Hemostatic Profile of Holstein Heifers Depending on Age / T. V. Yanich, M. A. Derkho, A. Tegza // *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. – 2022. – Vol. 13(1). – P. 2–11.
6. Kim Y. M. Reference ranges of hematology and lymphocyte subsets in healthy Korean native cattle (Hanwoo) and Holstein dairy cattle / Y. M. Kim, J. A. Lee, B. G. Jung, T. H. Kim, B. J. Lee, G. H. Suh // *Anim Sci J*. – 2016. – Vol. 87(6). – P. 796–801.
7. Sorokina S. A. Erythrocytes and the peculiarities of the relationship of their level with metals and metalloids in the body of heifers / S. A. Sorokin, M. A. Derkho / *Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. – 2022. – Vol. 249. – № 1. – P. 197–204.
8. Gunter S. A. Effects of supplementary selenium source on the performance and blood measurements in beef cows and their calves / S. A. Gunter, P. A. Beck, J. K. Phillips // *J. Anim Sci*. – 2003. – Vol. 81(4). – P. 856–864.
9. Montgalev N. P. The functional significance of the leukocytosis in the pop cycle of cows / N. P. Montgalev, M. F. Borisenkov // *Actual issues of veterinary medicine*. – 2016. – Vol. 4. – № 32. – P. 3–8.
10. Funasaka N. Long-term monitoring of circulating progesterone and its relationship to peripheral white blood cells in female false killer whales *Pseudorca crassidens* / N. Funasaka, M. Yoshioka, K. Ueda, H. Koga, M. Yanagisawa, S. Koga, K. Tokutake // *J Vet Med Sci*. – 2018. – Vol. 80(9). – P. 1431–1437
11. Licinio J. The neuroimmune-endocrine axis: pathophysiological implications for the central nervous system cytokines and hypothalamus-pituitary-adrenal hormone dynamics / J. Licinio, P. Frost // *Braz J Med Biol Res*. – 2000. – Vol. 33(10). – P. 141–148.
12. Ogawa K. The effect of cortisol, progesterone, and transcortin on phyto-hemagglutinin-stimulated human blood mononuclear cells and their interplay / K. Ogawa, K. Sueda, N. Matsui // *J Clin Endocrinol-Metab*. – 1983. – Vol. 56(1). – P. 121–126.
13. Irimia D. Big insights from small volumes: deciphering complex leukocyte behaviors using microfluidics / D. Irimia, F. Ellett // *J Leukoc Biol*. – 2016. – Vol. 100(2). – P. 291–304.
14. Sawyer G. Measuring wool cortisol and progesterone levels in breeding maiden Australian merino sheep (Ovisaries) / G. Sawyer, D. Webster, E. Narayan // *PLoS One*. – 2019. – Vol. 14(4). – P. 1–9.
15. The trace of A. Nukocytes and the features of their relationships with cortisol and progesterone in the body of dry cows / A. N. Trace, M. A. Derkho // *Izvestia Ogau*. – 2019. – №1 (75). – P. 133–136
16. Caroprese M. Relationship between cortisol response to stress and behavior, immune profile, and production performance of dairy ewes / M. Caroprese, M. Albenzio, A. Marzano, L. Schena, G. Annicchiarico, A. Sevi // *J Dairy Sci*. – 2010. – Vol. 93(6). – P. 2 395–403.
17. Kamisoglu K. Effects of coupled dose and rhythm manipulation of plasma cortisol levels on leukocyte transcriptional response to endotoxin challenge in humans / K. Kamisoglu, K. Sleight, T. T. Nguyen, S. E. Calvano, S. M. Coyle, S. A. Corbett, I. P. Androulakis // *Innate Immun*. – 2014. – Vol. 20(7). – P. 774–84.
18. Ndiaye K. Progesterone effects on lymphocytes may be mediated by membrane progesterone receptors / K. Ndiaye, D. H. Poole, S. Walusimbi, M. J. Cannon, K. Toyokawa, S. W. Maalouf, J. Dong, P. Thomas, J. L. Pate // *J Reprod Immunol*. – 2012. – Vol. 95(1-2). – P. 15–26.