

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА

М.Л. Кочнева, доктор биологических наук, профессор
А.И. Зенкова, магистрант
К.В. Жучаев, доктор биологических наук, профессор
И.А. Вильгельми, аспирант
Н.Н. Кочнев, доктор биологических наук, профессор
В.Г. Маренков, кандидат биологических наук, доцент
А.И. Желтиков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Л.А. Осинцева, доктор биологических наук, профессор
А.А. Плахова, доктор биологических наук, профессор

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: mlkochneva@rambler.ru

Ключевые слова: гематологический профиль коров, голштинская порода, физиологический статус, вариабельность.

Реферат. Объектом исследования являлись коровы голштинской породы второй-четвертой лактации и первотелки разных производственных групп, сформированных в зависимости от физиологического статуса животных. Наиболее выраженные гематологические изменения наблюдались у половозрелых коров в первые три месяца лактации. После отела у животных отмечалось снижение количества эритроцитов, лимфоцитов, содержания гемоглобина. В группах с первотелками концентрация форменных элементов крови была достоверно больше по сравнению с половозрелыми коровами. При этом уровень эритроцитов и гемоглобина у первотелок достигает максимального значения в начале лактации. Половозрастные коровы после первого месяца лактации по содержанию гранулоцитов статистически значимо преобладали над первотелками в начале лактации. У коров в первые дни лактации наблюдался наибольший размах изменчивости содержания эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, что отражает индивидуальную реакцию организма на значимые изменения физиологического статуса. При этом у первотелок в начале лактации уровень данных гематологических показателей был наиболее стабильным. Сухостойные коровы по вариабельности содержания форменных элементов крови, как правило, занимали промежуточное положение. Таким образом, оценка гематологического профиля коров разных производственных групп помогает специалистам производить направленную корректировку рационов и условий содержания, эффективно управлять генетическими ресурсами и получать высокие прибыли.

VARIABILITY OF HEMATOLOGICAL PARAMETERS IN COWS DEPENDING ON THEIR PHYSIOLOGICAL STATUS

M.L. Kochneva, Doctor of Biological Sciences, Professor
A.I. Zenkova, Master Degree Student
K.V. Zhuchaev, Doctor of Biological Sciences, Professor
I.A. Wilhelmi, Ph.D. Student
N.N. Kochnev, Doctor of Biological Sciences, Professor
V.G. Marenikov, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor
A.I. Zheltikov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
L.A. Osintseva, Doctor of Biological Sciences, Professor
A.A. Plakhova, Doctor of Biological Sciences, Professor

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: mlkochneva@rambler.ru

Keywords: hematological profile of cows, Holstein breed, physiological status, variability.

Abstract. The object of the study was Holstein cows of the second-fourth milk secretion and first-calf cows of different production groups formed depending on the physiological status of the animals. The most pronounced hematological changes were observed in sexually mature cows during the first three months of milk secretion.

After fawning, the number of erythrocytes, lymphocytes, and hemoglobin decreased. The concentration of blood-forming elements in the groups with a first-calf cow was significantly higher than in sexually mature cows. The level of erythrocytes and hemoglobin in first-calf cows reaches its maximum value at the beginning of milk secretion. Sexually mature cows after the first month of milk secretion were statistically significantly superior to first-calf cows at the beginning of milk secretion in terms of granulocyte content. Cows, in the first days of milk secretion, had the most fantastic range of variability in the scope of erythrocytes, leukocytes, and hemoglobin, which reflects the individual response of the body to significant changes in physiological status. At the same time, the first-calf cows at the beginning of milk secretion had the most stable level of these hematological indices. Dry cows, as a rule, occupied an intermediate position regarding the variability of the content of blood form elements. Thus, assessing the hematological profile of cows of different production groups helps specialists make targeted adjustments to rations and housing conditions, effectively manage genetic resources and obtain high profits.

Оценка гематологического профиля крупного рогатого скота помогает в оценке адаптации животных [1, 2] и их благополучия [3], диагностике, мониторинге и прогнозировании заболеваний, выявлении патологических процессов без четкого клинического проявления, контроле успешности применяемого лечения, что в конечном итоге позволяет устранять возможные осложнения после перенесенного заболевания [4]. Наряду с этим появляется возможность проводить анализ условий содержания животных [5], оперативно устранять питательные дисбалансы для животных разных физиологических групп. Кроветворные органы очень чувствительны к воздействующим на организм факторам, поэтому лабильность форменных элементов крови во многом характеризует протекающие обменные процессы. Сезонные изменения окружающей среды также оказывают влияние на динамику гематологических показателей, следовательно, при характеристике гематологического профиля животных этот фактор важно учитывать [6].

Индивидуальный подход при определении гематологического профиля фенотипически здоровых животных позволяет соотнести полученные данные со значениями для той или иной группы организмов, находящихся в сходном физиологическом состоянии, а случаи выявления значительных расхождений можно учитывать как индивидуальные особенности организма. Известным является тот факт, что коровы с высокой продуктивностью имеют повышенную концентрацию гемоглобина, эритроцитов, гематокрита в сравнении с менее продуктивными [7].

На протяжении периода хозяйственного использования животные неоднократно переходят из одного физиологического состояния в другое. С момента рождения и на протяжении всей жизни все системы органов направлены на обеспечение и поддержание гомеостаза внутренней среды. В первые месяцы жизни теленка происходят значительные ко-

лебания показателей в гематологическом профиле животного. Это объясняется не только формированием собственной иммунной системы, но и активным ростом организма.

Отел представляет собой большой стресс для животного и оказывает значительное влияние на все метаболические процессы, организм адаптируется к физиологическим изменениям. Подготовка организма к отелу начинается за несколько месяцев, что способствует минимизации стресса у животных. В первую неделю лактации наблюдаются изменения в функционировании эндокринной системы, начинается синтез гормонов, отвечающих за секрецию молока. Помимо этого, происходит инволюция половых органов коров, что может сопровождаться осложнениями. Все это напрямую влияет на гемопоз. Физиологические изменения организма имеют большое влияние на интенсивность метаболических процессов. Высокопродуктивные коровы могут сталкиваться с метаболической адаптацией в течение первых недель лактации.

Из всего этого следует, что изменения в гемопозе могут происходить не только на фоне перехода из одного физиологического состояния в другое, но также из-за напряженности иммунного статуса [8].

Цель работы заключалась в установлении содержания и вариабельности показателей гематологического профиля коров голштинской породы с учетом их физиологического состояния.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на базе высокопродуктивного сельхозпредприятия Новосибирской области, осуществляющего производство молока. Для характеристики гематологического профиля животных было сформировано 8 групп в зависимости от фи-

физиологического состояния коров: первотелки на 5-й день лактации (1-я группа, n = 25), коровы на 5-й день 2–4-й лактации (2-я группа, n = 30), первотелки на 30-й день лактации (3-я группа, n = 20), коровы на 30-й день 2–4-й лактации (4-я группа, n = 29), первотелки на 80-й день лактации (5-я группа, n = 26), коровы на 80-й день 2–4-й лактации (6-я группа, n = 25), коровы 2–4-й лактации за 60 дней до отела (7-я группа, n = 21), коровы 2–4-й лактации за 20–25 дней до отела (8-я группа, n = 26). Гематологические показатели определялись однократно у 202 коров голштинской породы в период с 2018 по 2021 г. (в августе, октябре, ноябре, феврале) одновременно во всех группах.

Кровь животных брали утром до начала кормления, полученные образцы исследовали с использованием гематологического анализатора PCF 90 vet на содержание следующих показателей: гемоглобина, эритроцитов, тромбоцитов, гематокрита, лейкоцитов, гранулоцитов, моноцитов, лимфоцитов.

В период взятия проб крови все животные получали рацион, составленный по требованиям для их производственной группы. Средний уровень продуктивности у исследуемых животных составлял 11 034±4966 кг молока при жирномолочности 3,95±0,73 % и белкомолочности 3,20±0,68%. Полученные данные были обработаны методами описательной статистики с использованием ППП Microsoft Excel. Для оценки достоверности разности между группами был проведен дисперсионный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Физиологическое состояние оказывает значительное влияние на концентрацию форменных элементов крови, поэтому его важно учитывать при оценке гематологического статуса коров, особенно высокопродуктивных. С началом лактации в организме животных происходят значительные изменения, на организм влияют и такие факторы, как перевод в другую производственную группу, смена рациона, адаптация к новым условиям и, как следствие, возникает стресс. Помимо этого, все животные индивидуально проходят период восстановления после отела.

В наших исследованиях установлены межгрупповые различия ($P < 0,01$) по содержанию эритроцитов в крови животных (табл. 1). Так, первотелки в самом начале лактации обладают повышенной концентрацией эритроцитов по сравнению с группами половозрелых коров, находящихся в схожем физиологическом состоянии, однако вариабельность содержания эритроцитов у этих животных была наименьшей. Содержание эритроцитов во 2-й группе характеризуется большей изменчивостью.

Для оценки гематологических показателей важно знать референсные значения, которые определяются как пределы нормальных значений у здоровых коров в самых широких вариациях и зависят от многих элементов, таких как период лактации, порода, пол, возраст и т. д.

Таблица 1

Содержание эритроцитов в крови коров в разные физиологические периоды, $10^{12}/л$
The content of erythrocytes in the blood of cows in different physiological periods, $10^{12}/l$

Группа	$x \pm Sx$	\bar{b}	$Cv, \%$
1. Первотелки, 5-й день лактации	7,36±0,14	0,70	9,50
2. Коровы, 5-й день лактации	6,70±0,23	1,20	19,14
3. Первотелки, 30-й день лактации	7,10±0,15	0,66	9,28
4. Коровы, 30-й день лактации	6,15±0,13	0,71	11,50
5. Первотелки, 80-й день лактации	7,25±0,17	0,86	11,90
6. Коровы, 80-й день лактации	6,36±0,13	0,67	10,56
7. Коровы, 60 дней до отела	7,29±0,17	0,77	10,67
8. Коровы, 20-25 дней до отела	7,04±0,15	0,79	11,24

Понижение концентрации эритроцитов относительно референсных значений (5,7 – 9,4) [9] зарегистрировано у 6 % животных во 2-й группе. Отмечена тенденция к росту количества эритроцитов в группах с животными, заканчивающими первую декаду лактации. Согласно результатам исследований

[10], количество эритроцитов в крови у коров после отела снижается, а в сухостойный период отмечается их рост. Авторы объясняют выявленные вариации тем, что коровы в начале лактации испытывают отрицательный энергетический баланс на фоне изменений иммунной функции, что может привести к

иным уровням параметров крови по сравнению с коровами на пике лактации. В нашем исследовании эта закономерность также прослеживается, но только у половозрелых коров. Отел для первотелок является значительным стрессом, что ведет к повышению количества

клеток как белой крови, так и красной (табл. 2). Так, у половозрелых коров при запуске содержание лейкоцитов было наименьшим по сравнению с первотелками в начале лактации и с коровами в сухостойном периоде ($P < 0,05$).

Таблица 2

Содержание лейкоцитов в крови коров в разные физиологические периоды, $10^9/л$
Leukocyte content in the blood of cows in different physiological periods $10^9/l$

Группа	$\bar{x} \pm S_x$	σ	$C_v, \%$
1. Первотелки, 5-й день лактации	12,19±1,00	5,0	41,07
2. Коровы, 5-й день лактации	10,48±1,37	7,51	71,73
3. Первотелки, 30-й день лактации	9,40±0,34	1,50	15,96
4. Коровы, 30-й день лактации	9,30±0,70	3,79	40,75
5. Первотелки, 80-й день лактации	11,19±0,95	4,78	42,74
6. Коровы, 80-й день лактации	9,08±0,92	4,64	47,41
7. Коровы, 60 дней до отела	8,10±0,56	2,50	31,86
8. Коровы, 20–25 дней до отела	12,50±1,15	5,86	46,93

Среднее значение содержания лейкоцитов во всех группах находилось в референсных пределах (4,9–13,3) [10]. При этом уровень лейкоцитов, как и эритроцитов, во 2-й группе варьирует в большем диапазоне, что может свидетельствовать о присутствии животных с воспалительной реакцией. Во время течки у коров также возрастает уровень лейкоцитов. Минимальный разброс значений показателя был характерен для первотелок в конце первого месяца лактации. Следует отметить, что содержание лейкоцитов у животных из 1, 2 и 8-й групп было выше нормы на 12,13 и 15 % соответственно. Физиологическое повышение

уровня лейкоцитов в крови может наблюдаться у коров во время течки [11].

Популяция лейкоцитов в крови гетерогенна, в ее состав входят агранулоциты и гранулоциты. Поэтому было интересно установить их процентное содержание. По содержанию гранулоцитов (рис. 1) половозрелые коровы после первого месяца лактации преобладают над первотелками в начале лактации ($P < 0,05$). Наименьшая вариабельность содержания гранулоцитов отмечается у животных 5-й и 7-й групп (14%), а наибольшая изменчивость отмечена у коров в конце сухостойного периода (27%).

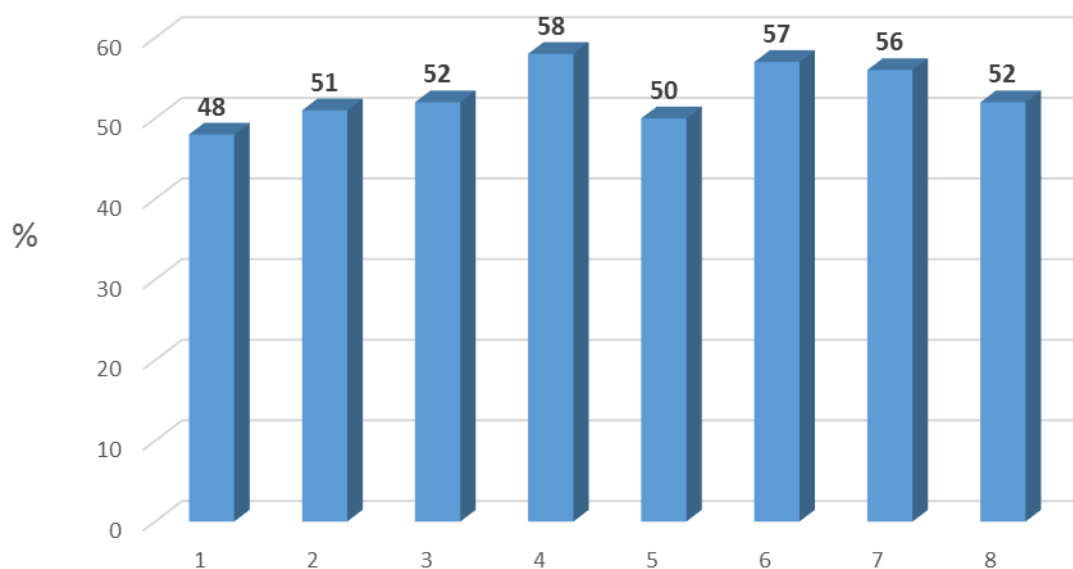


Рис. 1. Частота встречаемости гранулоцитов в крови коров в разные физиологические периоды
Fig. 1. Frequency of granulocytes in the blood of cows in different physiological periods

По содержанию моноцитов все группы практически выравнены (рис. 2), но вместе с тем можно отметить незначительное повыше-

ние процента моноцитов было у первотелок в конце первого месяца лактации и у коров в период запуска.

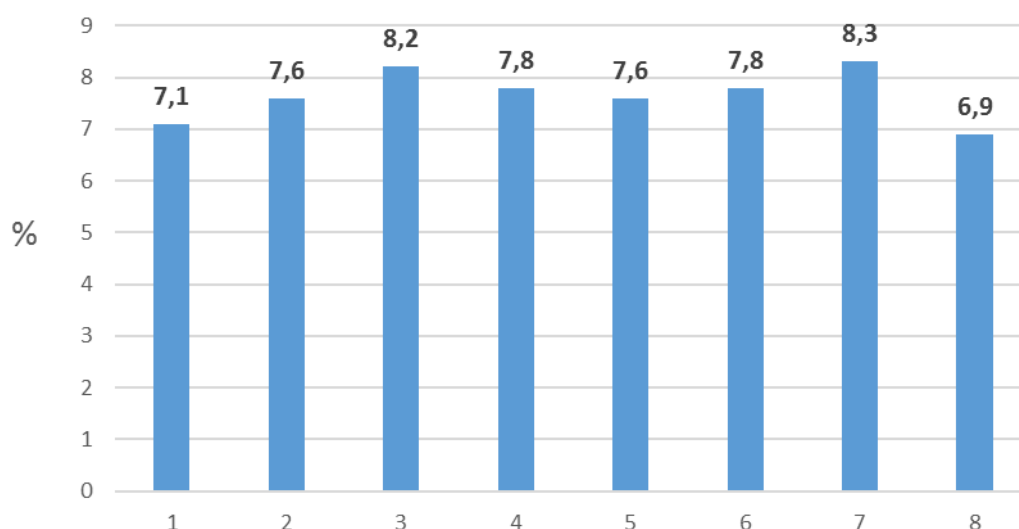


Рис. 2. Частота встречаемости моноцитов в крови коров в разные физиологические периоды
 Fig. 2. Frequency of monocytes in the blood of cows in different physiological periods

В последние дни сухостойного периода у коров зарегистрировано незначительное снижение процента моноцитов, однако варьирование этого показателя было наибольшим (28 %) в сравнении с другими группами. Кроме того, в этой группе у 9 % животных зафиксировано понижение уровня моноцитов относительно физиологической нормы [12].

Наиболее важным показателем для иммунной системы является процентное со-

держание лимфоцитов, на основании которого можно сделать вывод о наличии травмы, стресса или ряда инфекционных болезней. Физиологическое повышение может наблюдаться во второй половине сухостойного периода [13]. У первотелок в начале и на 3-й месяц лактации, а также у коров на последнем месяце лактации (рис. 3) обнаружен рост частоты встречаемости лимфоцитов относительно других групп ($P < 0,05$).

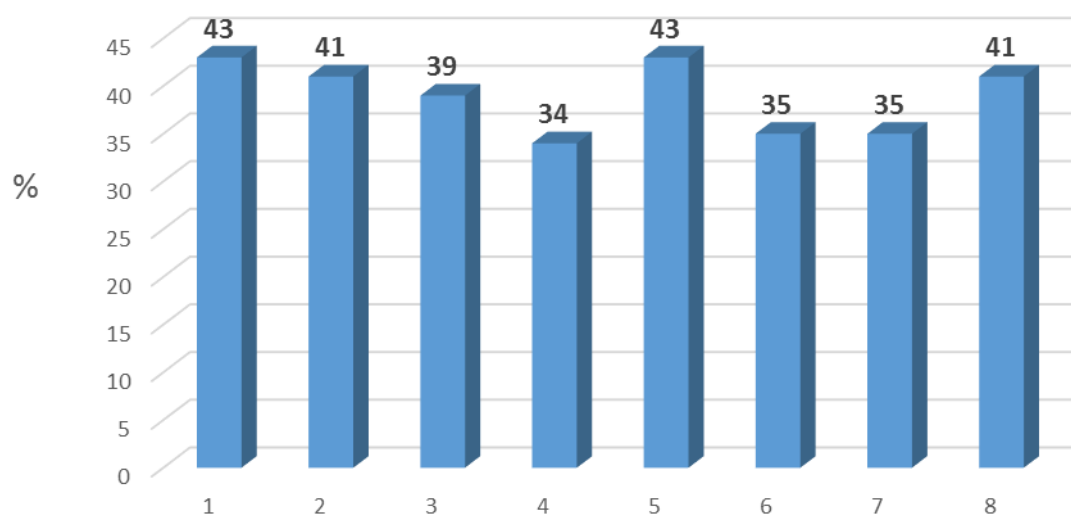


Рис. 3. Частота встречаемости лимфоцитов в крови коров в разные физиологические периоды
 Fig. 3. Frequency of lymphocytes in the blood of cows in different physiological periods

Повышение уровня лимфоцитов у 8 % животных отмечено в 6-й группе, при этом у 13 % животных 2-й группы показатель находился ниже нормы [12]. В 8-й группе у 7 % животных отмечается понижение показателя при повышенной изменчивости (37%). Наиболее стабильной была частота лимфоцитов у первотелок на 30-й и 80-й дни лактации (21 и 16 % соответственно), тогда как во всех группах половозрелых коров коэффициент вариации этого признака был в пределах от 34 до 37%.

С возрастом в лейкоцитарной формуле происходят изменения в соотношении между гранулоцитами и агранулоцитами. Так, концентрация нейтрофилов и лимфоцитов снижается, но лимфоциты продолжают оставаться преобладающим типом клеток.

Для поддержания гормонального фона животных в норме важную роль играет уровень тромбоцитов. Данный форменный элемент участвует в синтезе простагландинов (PGF2a и PGE2), которые способствуют овуляции, последующему сокращению репродуктивного тракта и оплодотворению. Количество тромбоцитов и средняя ширина объема тромбоцитов определяют выработку простагландинов, гистамина, серотонина и брадикинина, которые, в свою очередь, контролируют процессы овуляции и оплодотворения [14].

По содержанию тромбоцитов в крови исследованных животных была выявлена тенденция к их росту у первотелок (табл. 3) на фоне большего размаха, чем у коров в схожий период лактации.

Таблица 3

Содержание тромбоцитов в крови коров в разные физиологические периоды, 10⁹/л
Thrombocyte content in the blood of cows in different physiological periods, 10⁹/l

Группа	$x \pm Sx$	σ	$Cv, \%$
1. Первотелки, 5-й день лактации	321,92±44,50	222,60	69,16
2. Коровы, 5-й день лактации	319,56±30,30	165,96	51,93
3. Первотелки, 30-й день лактации	410,00±43,04	187,61	45,75
4. Коровы, 30-й день лактации	374,44±29,78	160,39	42,83
5. Первотелки, 80-й день лактации	392,20±33,10	165,59	42,22
6. Коровы, 80-й день лактации	371,60±31,37	156,87	42,21
7. Коровы, 60 дней до отела	402,81±34,13	156,42	38,80
8. Коровы, 20–25 дней до отела	300,53±22,97	117,13	38,97

В сухостойных группах уровень тромбоцитов был более выровнен по отношению к среднему значению. В 5-й группе замечено снижение уровня тромбоцитов у 8 % первотелок относительно референсных пределов (150–800) [9]. Концентрация тромбоцитов меняется на протяжении всего лактационного периода. Резкое увеличение тромбоцитов наблюдается у групп животных на 30-й день лактации, однако различия с другими группами были статистически незначимыми. Отмечено, что уровень тромбоцитов в каждой последующей физиологической группе незначительно снижается. Известно, что в период овуляции большое значение имеет уровень тромбоцитов, так как они способствуют выработке большего количества простагландинов [6].

Выявлены достоверные различия ($P < 0,01$) между группами животных разного физиологического состояния по содержанию гемоглобина (табл. 4). В то же время показано, что средние значения гемоглобина в 4-й и 6-й группах находились на нижней референсной границе (84–140) [9]. В начале лактации у первотелок и в конце лактации у половозрелых коров содержание гемоглобина было повышено относительно других физиологических групп. Процентное содержание гематокрита также было значительно выше ($P < 0,05$) у первотелок по сравнению с другими группами. Изменчивость уровня гемоглобина во 2-й группе находится в большем диапазоне по сравнению с другими группами.

Содержание гемоглобина в крови коров в разные физиологические периоды, г/л
Hemoglobin content in the blood of cows in different physiological periods, g/l

Группа	$x \pm Sx$	\bar{b}	$Sy, \%$
1. Первотелки, 5-й день лактации	102,20±2,64	13,22	12,94
2. Коровы, 5-й день лактации	94,03±3,58	19,65	20,90
3. Первотелки, 30-й день лактации	94,15±1,70	7,10	8,19
4. Коровы, 30-й день лактации	88,27±1,43	7,73	8,75
5. Первотелки, 80-й день лактации	95,04±2,12	10,63	11,19
6. Коровы, 80-й день лактации	89,76±1,61	8,06	8,98
7. Коровы, 60 дней до отела	100,28±1,84	8,43	8,40
8. Коровы, 20–25 дней до отела	101,73±1,72	8,80	8,60

В первый месяц лактации организм адаптируется к новым условиям, восстанавливается, после чего возобновляется половой цикл. При этом организм также очень чувствителен к факторам окружающей среды. В исследуемых группах у половозрелых коров после первого месяца лактации уровень гемоглобина и гематокрита понижен. В группе первотелок после первого месяца лактации понижение гемоглобина и гематокрита отмечено у 10 % особей.

В начале лактации у первотелок и в конце лактации у половозрелых коров содержание гемоглобина было повышено относительно других физиологических групп. В ряде случаев уровень гемоглобина значительно ниже у коров в анэструсе по сравнению со здоровыми коровами, находящимися в охоте [14]. Важно, чтобы в период осеменения уровень эритроцитов и гемоглобина был в норме, поскольку может нарушиться работа гладкой мускулатуры репродуктивных органов, что негативно сказывается на воспроизводстве [14].

В момент достижения физиологической зрелости вариабельность гематологических показателей в большей степени может быть связана с развитием репродуктивных органов или же отклонениями в метаболизме животного. Уровень морфологических показателей крови важен для поддержания функциональной стабильности репродуктивных органов. Во время течки организм коровы нуждается в более высоком уровне гемоглобина и эритроцитов для надлежащей транспортировки кислорода и питательных веществ к основным органам [15].

В целом можно отметить, что наиболее выраженные гематологические изменения наблюдались у половозрелых коров в период первых трех месяцев лактации. Сразу после отела была характерна следующая гематологическая картина: падение количества эри-

троцитов, уровня гемоглобина, снижение количества лимфоцитов на фоне роста количества нейтрофилов. Наши данные полностью согласуются с результатами исследований лабильности концентрации форменных элементов крови у коров голштинской породы в периоды стельности и лактации [16]. Ряд авторов фиксировали более низкие значения уровня эритроцитов и гемоглобина у животных в анэструсе, при этом средний объём эритроцитов и общее количество лейкоцитов были увеличены [11]. Уровень эритроцитов может возрастать, при этом концентрация гемоглобина не меняется или же наоборот понижается. Подобные случаи могут объяснять увеличением количества эритроцитов при уменьшении их размера.

В период раздоя, как правило, от животного получают наивысшие суточные удои, кроме того, после восстановления организма должно произойти плодотворное осеменение животного. Все это в значительной степени сказывается на гемопозе. Так, в группе коров на 80-й день лактации отмечено повышение уровня гранулоцитов у 24 % животных и содержание гемоглобина ниже референсной границы у 27 % особей. В группе первотелок на 80-й день лактации также отмечено понижение уровня гемоглобина у 12 % животных, а повышение уровня лейкоцитов наблюдается у 16 % первотелок.

В сухостойный период на организм животного оказывается минимальная нагрузка, что способствует восстановлению и подготовке организма к отелу. В 8-й группе отмечается рост лейкоцитов у 15 % животных, при этом уровень гранулоцитов повышен у 11 % животных. Единичные случаи отклонения показателей от нормы зафиксированы в 7-й группе.

Исследования вариабельности показателей гематологического профиля коров разного физиологического статуса показали, что

наибольший размах изменчивости содержания эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина отмечался у коров в первые дни лактации, что указывает на индивидуальную реакцию организма на существенные изменения физиологического статуса, а также на напряженность иммунной системы. В то же время у первотелок в начале лактации уровень этих гематологических показателей был наиболее стабильным. В период сухостоя коровы по вариabельности содержания форменных элементов крови, как правило, занимали промежуточное положение.

Оценка гематологического профиля животных разных производственных групп помогает специалистам производить направленную корректировку рационов и условий содержания, что позволяет эффективно управлять генетическими ресурсами и получать высокие прибыли. Благодаря этому становится возможной полная реализация заложенного генетического потенциала животных, что наблюдается в стаде коров голштинской породы, на котором были проведены исследования. Вместе с тем для правильной интерпретации общего анализа крови у молочных коров следует делать поправку на физиологическое состояние их организма.

ВЫВОДЫ

1. Показатели гематологического профиля коров голштинской породы соответствуют референсным значениям для крупного рогатого скота. Наибольшая вариabельность содержания форменных элементов крови была характерна для половозрелых коров в первые три месяца лактации.

2. Первотелки в начале лактации отличаются повышенной концентрацией форменных элементов крови. В период раздоя чаще фиксируются случаи отклонений показателей от референсных значений, чем в сухостойный период.

3. Наибольшая изменчивость содержания эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина выявлена у половозрелых коров в первые дни лактации, тогда как у первотелок в данный период уровень этих гематологических показателей был наиболее стабильным. Сухостойные коровы по вариabельности содержания форменных элементов крови, как правило, занимали промежуточное положение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гематологический статус импортированных животных при адаптации* / М.Л. Кочнева, К.В. Жучаев, О.А. Иванова [и др.] // *Инновации и продовольственная безопасность*. – 2018. – № 4 (22). – С. 91–97.
2. *Себежко О.И.* Гематологические показатели маралух алтае-саянской породы в условиях Западной Сибири // *Главный зоотехник*. – 2018. – № 7. – С. 52–60.
3. *Оценка лактирующих коров по реакции на человека как показатель их благополучия* / К.В. Жучаев, А.И. Эйлерт, Д.В. Репьюк [и др.] // *Инновации и продовольственная безопасность*. – 2017. – № 4 (18). – С. 32–38.
4. *Сивков А.И.* Гематологические и биохимические показатели крови коров различных генотипов // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2006. – № 2 (52-2). – С. 72–74.
5. *Физиологический статус лактирующих голштинских коров в условиях Сибири* / К.В. Жучаев, М.Л. Кочнева, Е.А. Борисенко [и др.] // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2016. – № 4. – С. 118–124.
6. *Hematology and biochemistry of buffalo (*Bubalus bubalis*): influence of sex and age on reference values* / T.B. Rocha, R. da Cruz Paulino, D.M. Soares [et al.] // *Tropical Animal Health and Production*. – 2021. – Т. 53, N 2. – P. 1–7. – <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02727-x>.
7. *Байдак Е.В., Никулина Н.Б., Аксенова В.М.* Гематологический статус молодых дойных коров в одном из хозяйств пермского края // *Пермский аграрный вестник*. – 2020. – № 2 (30). – С. 98–103.
8. *Кочнева М.Л., Бутеева С.К.* Варьирование параметров интерьерного статуса крупного рогатого скота в период адаптации // *Научное обозрение*. – 2015. – № 22. – С. 22–28.
9. *Roland L., Drillich M., Iwersen M.* Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine // *J. of Veterinary Diagnostic Investigation*. – 2014. – Vol. 26. – P. 592–598.

10. *Reference intervals for hematological and biochemical parameters, acute phase proteins and markers of oxidation in Holstein dairy cows around 3 and 30 days after calving* / P. Moretti, S. Paltrinieri, E. Trevisi [et al.] // *Research in Veterinary Science*. – 2017. – Vol. 114. – P. 322–331.
11. Шальнев О.В. Влияние голштинизации на молочную продуктивность черно-пестрого скота Свердловской области // *Уральский государственный аграрный университет*. – 2018. – № 2. – С. 90–91.
12. *Интегральная оценка степени напряжения организма коров в условиях техногенной агроэкосферы* / А.Р. Таирова, В.Р. Шарифьянова, Г.В. Мещерякова [и др.] // *Аграрный вестник Урала*. – 2017. – № 10 (164). – С. 40–44.
13. Мударисов Р.М., Ахметзянова Г.Р., Хакимов И.Н. Биохимические и морфологические показатели крови и уровень естественной резистентности коров голштинской породы // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2015. – № 2. – С. 116–120.
14. *Hematology reference intervals during the prepartum period, first week after calving, and peak lactation in clinically healthy Holstein cows* / V. Tsiamadis, A. Kougioumtzis, N. Siachos [et al.] // *Veterinary Clinical Pathology*. – 2022. – T. 51, N 1. – P. 134–145. – <https://doi.org/10.1111/vcp.13069>.
15. *Welfare Assessment: Correspondence analysis of welfare score and hematological and biochemical profiles of dairy cows in Sardinia, Italy* / F. Loi, G. Pilo, G. Franzoni [et al.] // *Animals*. – 2021. – T. 11, N 3. – P. 854.
16. *Reference values and frequency distribution of hematological parameters in cows during lactation and in pregnancy* / B. Belić, M.R. Cincović, L. Krčmar [et al.] // *Contemporary agriculture*. – 2011. – T. 60. – С. 145–151.

REFERENCES

1. Kochneva M.L., Zhuchaev K.V., Ivanova O.A., Borisenko E.A., *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2018, No. 4 (22), pp. 91–97. (In Russ.)
2. Sebezshko O.I., *Glavnyi zootekhnik*, 2018, No. 7, pp. 52–60. (In Russ.)
3. Zhuchaev K.V., Eilert A.I., Rep'yuk D.V., Ivanova O.A., Kochneva M.L., Pobegailo I.M., *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2017, No. 4 (18), pp. 32–38. (In Russ.)
4. Sivkov A.I., *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2006, No. 2 (52–2), pp. 72–74. (In Russ.)
5. Zhuchaev K.V., Kochneva M.L., Borisenko E.A., Bogdanova O.V., Rep'yuk D.V., Semenov A.A., Eilert A.I., Chubarova I.M., *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*, 2016, No. 4, pp. 118–124. (In Russ.)
6. Rocha T.B., da Cruz Paulino R., Soares [et al.], Hematology and biochemistry of buffalo (*Bubalus bubalis*): influence of sex and age on reference values, *Tropical Animal Health and Production*, 2021, T. 53, No. 2, P. 1–7, <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02727-x>.
7. Baidak E.V., Nikulina N.B., Aksenova V.M., *Permskii agrarnyi vestnik*, 2020, No. 2 (30), pp. 98–103. (In Russ.)
8. Kochneva M.L., Buteeva S.K., *Nauchnoe obozrenie*, 2015, No. 22, pp. 22–28. (In Russ.)
9. Roland L., Drillich M., Iwersen M., Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine, *J. of Veterinary Diagnostic Investigation*, 2014, Vol. 26, pp. 592–598.
10. Moretti P., Paltrinieri S., Trevisi E. [et al.], Reference intervals for hematological and biochemical parameters, acute phase proteins and markers of oxidation in Holstein dairy cows around 3 and 30 days after calving, *Research in Veterinary Science*, 2017, Vol. 114, pp. 322–331.
11. Shal'nev O.V., *Ural'skii gosudarstvennyi agrarnyi universitet*, 2018, No. 2, pp. 90–91. (In Russ.)
12. Tairova A.R., Sharif'yanova V.R., Meshcheryakova G.V., Donnik I.M., Bykova O.A., *Agrarnyi vestnik Urala*, 2017, No. 10 (164), pp. 40–44. (In Russ.)
13. Mudarisov R.M., Akhmetzyanova G.R., Khakimov I.N., *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2015, pp. 116–120. (In Russ.)

14. Tsiamadis V., Kougioumtzis A., Siachos N. [et al.], Hematology reference intervals during the prepartum period, first week after calving, and peak lactation in clinically healthy Holstein cows, *Veterinary Clinical Pathology*, 2022, Т. 51, No. 1, pp. 134–145, <https://doi.org/10.1111/vcp.13069>.
15. Loi F., Pilo G., Franzoni G. [et al.], Welfare Assessment: Correspondence analysis of welfare score and hematological and biochemical profiles of dairy cows in Sardinia, Italy, *Animals*, 2021, Т. 11, No. 3, pp. 854.
16. Belić B., Cincović M.R., Krčmar L., Vidović, B., Reference values and frequency distribution of hematological parameters in cows during lactation and in pregnancy *Contemporary agriculture*, 2011, Т. 60, pp. 145–151.