

Царев П. Ю., Донкова Н. В., Турицына Е. Г.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ КУР, ПРИВИТЫХ ПРОТИВ БОЛЕЗНИ ГАМБОРО И ГЕМОФИЛЁЗА

Ключевые слова: лейкоциты, лейкограмма, куры, вакцинация, болезнь Гамборо, гемофилёз, фагоцитарная активность, хемилюминесценция

Резюме: Изучена морфологическая и функциональная характеристика лейкоцитов крови кур, привитых против болезни Гамборо и гемофилёза. Исследовано общее содержание лейкоцитов и их клеточный состав в поствакцинальном периоде. Функциональное состояние клеток оценено по их фагоцитарной активности с частицами латекса и способности генерировать активные формы кислорода. Течение свободнорадикальных процессов в клетках крови изучено с помощью хемилюминесцентного анализа с использованием фотоэлектронного умножителя «Хемилюминометр СЛ – 3604». Определены суммарные объёмы продукции активных форм кислорода, индекс активации и фагоцитарная активность лейкоцитов. Установлено влияние вакцинаций на морфологические и функциональные показатели лейкоцитов крови кур. Иммунизации вызывали лейкоцитоз и разнонаправленные изменения клеточного состава лейкоцитов – развитие лимфоцитоза после прививки против болезни Гамборо и псевдоэозинофилию и моноцитоз при вакцинации против гемофилёза. Иммунизации стимулировали фагоцитарную активность и усиливали интенсивность свободнорадикальных процессов в клетках крови. Значительные объёмы активных форм кислорода, генерируемые клетками привитой птицы, особенно, в состоянии покоя, несли потенциальную угрозу повреждения клеточных мембран и свидетельствовали о снижении потенциальных возможностей фагоцитов реагировать на дополнительные антигенные стимуляции.

Введение

Наиболее разнообразную по составу, структуре и выполняемым функциям группу клеток крови птиц и млекопитающих представляют лейкоциты [1]. Они участвуют в неспецифической и противомикробной защите организма, обладают высокой реактивностью и способны быстро перестраиваться в ответ на дестабилизацию внутренней среды. Под действием различных раздражителей соотношение отдельных групп лейкоцитов может изменяться, оказывая влияние на устойчивость организма к вирусным и бактериальным инфекциям [2, 3, 4]. Скорость мобилизации лейкоцитов определяется их способностью к фагоцитозу и быстрому изменению своего метаболизма, что сопровождается интенсивной продукцией активных форм кислорода, обладающих цитотоксическими эффектами [5]. Резкое усиление генерации кислородных радикалов лейкоцитами при фагоцитозе определяется понятием «респираторный взрыв». Возможностью продуцировать активные формы кислорода обладают разные клетки крови, однако наибольшую способность к индукции «респираторного взрыва» демонстрируют нейтрофильные гранулоциты [6]. От их функционального потенциала во мно-

гом зависит патогенез того или иного заболевания и исход воспалительного процесса [7]. Недостаток генерации активных форм кислорода свидетельствует о низкой функциональной активности фагоцитов, а их избыток – о потенциальной возможности повреждения кислородными радикалами клеточных мембран и экстрацеллюлярного окружения [8].

Исследование морфологических особенностей и функциональной активности лейкоцитов крови птиц позволяет точнее характеризовать процессы жизнедеятельности организма в условиях экстремальных воздействий, к которым, в том числе, можно отнести многократные и разнообразные по антигенному составу вакцинации против вирусных и бактериальных болезней, широко применяемые в промышленном птицеводстве, а также прогнозировать развитие возможных поствакцинальных осложнений.

Целью настоящих исследований явилось изучение морфофункциональной характеристики лейкоцитов крови молодняка кур, привитого против болезни Гамборо (инфекционной бурсальной болезни) и гемофилёза (инфекционного ринита птиц). В задачи исследований входило изучение морфологических и функциональных по-

казателей клеток крови кур до вакцинации, на четвёртые и восьмые сутки после иммунизаций.

Материалы и методы исследований

Исследования проведены в 2016 году на кафедре анатомии, патологической анатомии и хирургии института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины Красноярского государственного аграрного университета и на базе Международного научного центра исследований экстремальных состояний организма при Президиуме Красноярского научного центра СО РАН.

Объектом исследования являлся молодяк кур яичного кросса «Декалб», полученный из ООО «Птицефабрика Заря» Емельяновского района Красноярского края, привитый сухой живой вакциной ТАБИК МВ (Табик М.В., Израиль) против болезни Гамборо дважды, на 21-е и 25-е сутки жизни методом выпаивания. В 55-суточном возрасте этот же молодяк иммунизирован инактивированной вакциной КОРИПРАВАК (CORIPRAVAC, Испания) против гемофилёза в дозе 0,5 мл на голову внутримышечно в область грудных мышц.

Материалом для исследований служила кровь, отобранная из подкожной вены предплечья в области локтевого сустава, до иммунизации, на четвёртые и восьмые сутки после вакцинаций. Для стабилизации крови использован гепарин. Всего исследовано 56 образцов крови. Контролем служили показатели крови птицы до начала вакцинаций.

Клеточный состав лейкоцитов изучали в мазках крови, окрашенных по Паппенгейму, с фиксацией мазков раствором Май-Грюнвальда и докрашиванием краской Романовского-Гимза [9]. Общее содержание лейкоцитов определяли в камере Горяева в образцах крови, предварительно подкрашенных 0,25 % раствором генцианового фиолетового на 3%-ном растворе уксусной кислоты для дифференциации клеток.

Функциональное состояние клеток крови оценивали по их фагоцитарной активности с частицами латекса и способности генерировать активные формы кислорода. Течение свободнорадикальных процессов в клетках крови изучали с помощью хемилюминесцентного анализа по методу Топо-Оке в модификации Макарской Г.В. с соавт. [10] с использованием фотозлектронного умножителя «Хемилюминетр CL-3604» (Россия). Исследовали хемилюминесценцию клеток крови в состо-

янии покоя (спонтанную) и при стимуляции клеток *in vitro* частицами латекса (активированную). В качестве усилителей хемилюминесценции использовали препараты, обладающие выраженной селективностью в отношении первичных (люцигенин) и вторичных (люминол) радикалов кислорода. Учитывали суммарные объёмы свободных кислородных радикалов, продуцируемые клетками крови в течение хемилюминесцентной реакции, индекс активации, как соотношение суммарной продукции кислородных радикалов при активированной и спонтанной хемилюминесценции.

Полученные цифровые данные обрабатывали методом вариационной статистики с использованием *t*-критерия Стьюдента. Различия между исследуемыми показателями считали достоверными при $P \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что вакцинация и ревакцинация цыплят 21- и 25-суточного возраста против болезни Гамборо (БГ) привела к развитию умеренного поствакцинального лейкоцитоза (рис. 1).

Так, на четвёртые сутки после первой прививки общее содержание лейкоцитов выросло с $13,20 \pm 0,58 \times 10^9/\text{л}$ до $16,03 \pm 0,62 \times 10^9/\text{л}$ ($P \leq 0,05$). Последующая ревакцинация вызвала увеличение количества лейкоцитов на 37 % относительно исходных показателей, их численность достигла $18,06 \pm 1,10 \times 10^9/\text{л}$ ($P \leq 0,01$).

Иммунизация молодяка кур 55-суточного возраста против гемофилёза привела к значительному росту общего содержания лейкоцитов на четвёртые сутки после антигенного раздражения почти на 35 % по сравнению с показателями крови птицы после вакцинации против БГ (рис. 1). До иммунизации против гемофилёза количество лейкоцитов у экспериментальной птицы колебалось от $11,76 \times 10^9/\text{л}$ до $19,60 \times 10^9/\text{л}$ и в среднем составило $15,61 \pm 2,24 \times 10^9/\text{л}$. Спустя четверо суток содержание белых клеток крови превысило исходные данные почти на 40 % и достигло $21,6 \pm 1,3 \times 10^9/\text{л}$ ($P \leq 0,01$). На восьмые сутки поствакцинального периода этот показатель незначительно сократился, но достоверно превышал исходные значения ($P \leq 0,05$).

Исследование лейкоцитарного профиля крови птицы в поствакцинальный период показало значительные отличия между воздействием на организм вирусного (БГ) и бактериального (гемофилёз) ан-

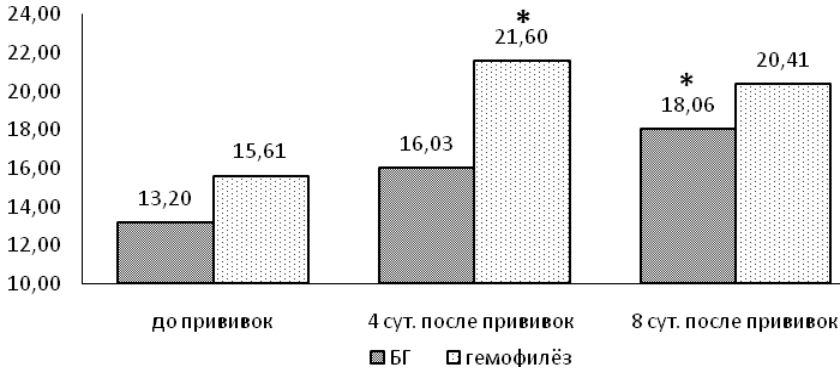


Рис. 1. Динамика общего содержания лейкоцитов крови молодняка кур, привитого против болезни Гамборо (БГ) и гемофилёза, $\times 10^9/\text{л}$.
Примечание: * – $P \leq 0,01$ относительно исходных показателей

тигенов, поскольку они вызывали разнонаправленные сдвиги в популяции белых клеток крови. Так, при иммунизации против БГ рост общего числа лейкоцитов происходил за счет лимфоцитов (рис. 2-А), содержание которых после первой прививки увеличилось на 18 % относительно исходных данных, а после ревакцинации – поднялось почти на 21 % ($P \leq 0,001$). При этом лимфоцитоз сопровождался достоверным снижением уровня псевдоэозинофильных гранулоцитов. Их относительное содержание упало почти на треть – с $37,38 \pm 1,99$ % до вакцинации до $25,75 \pm 0,73$ % к концу на-

блюдений ($P \leq 0,001$).

В то же время иммунизация птицы против гемофилёза, причиной которого являются бактерии *Haemophilus gallinarum*, вызвала рост относительного содержания псевдоэозинофильных лейкоцитов и снижение уровня лимфоцитов, что наиболее ярко проявилось в ранний поствакцинальный период (рис. 2-Б). На четвертые сутки после прививки количество псевдоэозинофилов увеличилось почти на треть и составило $35,38 \pm 3,89$ %, относительный уровень лимфоцитов сократился почти на 20 % с $64,31 \pm 1,68$ % до $51,63 \pm 3,95$ % ($P \leq 0,05$).

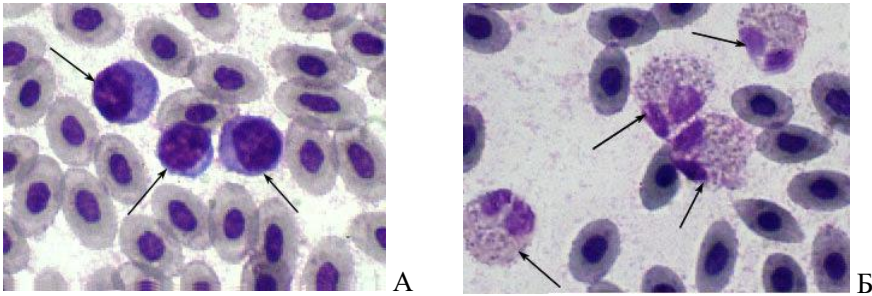


Рис. 2. Морфология крови кур, привитых против БГ (А) и гемофилёза (Б): А – скопления лимфоцитов (указано стрелками); Б – псевдоэозинофильная реакция (указано стрелками).
Окраска по Паппенгейму, ув. $\times 1000$

В дальнейшем количество псевдоэозинофилов в крови превышало исходные значения на 9 %, а лимфоцитов – всего на 4 %.

Относительное содержание эозинофилов в крови экспериментальной птицы 21- и 55-суточного возраста до прививок составило $1,75 \pm 0,17$ % и $1,44 \pm 0,21$ % соответственно. Вакцинация и ревакцинация против БГ практически не влияла на численность эозинофилов, в то время как прививка птицы против гемофилёза вызвала рост

их относительного содержания почти на 74 % (рис. 3-Б).

Содержание базофильных гранулоцитов после вакцинации и ревакцинации против БГ сократилось в 2 раза относительно контрольных значений и составило $0,50 \pm 0,20$ % ($P \leq 0,05$). Иммунизация птицы против гемофилёза вызвала кратковременное падение уровня базофилов на 30,7 %, но на восьмые сутки показатели приблизились к исходным значениям. Анти-

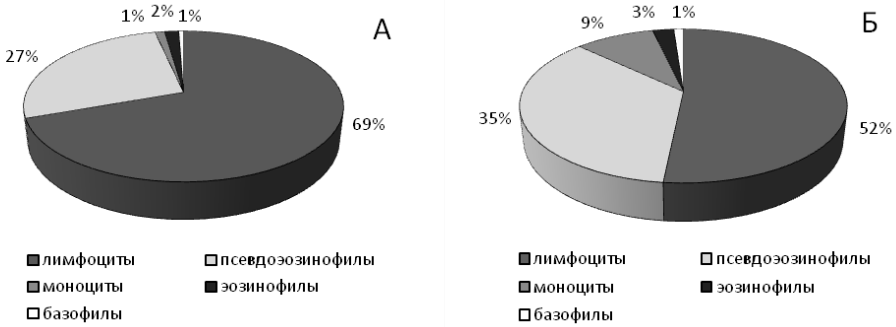


Рис. 3. Клеточный состав лейкоцитов крови молодняка кур на четвёртые сутки после вакцинации против болезни Гамборо (А) и гемофилёза (Б), %

генная стимуляция молодняка кур вирус-вакциной против БГ практически не влияла на содержание в крови моноцитов (рис. 3-А). В то время как последующая иммунизация птицы против гемофилёза, вызвала рост числа моноцитов с исходных показателей $4,88 \pm 0,87$ % до $9,88 \pm 0,43$ % на восьмые сутки ($P \leq 0,001$).

Исследования функциональной активности клеток крови показали, что иммунизация молодняка кур против болезни Гамборо и гемофилёза влияла на способность лейкоцитов генерировать активные формы кислорода (АФК), как в состоянии покоя (спонтанная), так и при стимуляции клеток *in vitro* частицами латекса (активированная хемилюминесценция). На четвёртые сутки после вакцинации против

БГ суммарная продукция активированных люцигенинзависимых АФК при активированной и спонтанной ХЛ-реакции, выросла в 2 и 2,5 раза соответственно ($P \leq 0,05$). На восьмые сутки показатели несколько снизились, но, тем не менее, превышали исходные данные на 49 % при активированной ХЛ и в 2,4 раза при спонтанной реакции (таблица).

Преобладание суммарных объёмов кислородных радикалов, продуцируемых клетками, находящимися в состоянии покоя, над светосуммой, генерируемой активированными частицами латекса лейкоцитами, указывает на неспособность фагоцитов привитой птицы отвечать адекватной индукцией «респираторного взрыва» при дополнительных антигенных раздражени-

Таблица. Суммарная продукция люцигенин-и люминолзависимых АФК клетками крови молодняка кур, вакцинированных против болезни Гамборо (БГ) и гемофилёза (S, млн. импульсов за 90 мин.)

Состояние птицы	Люцигенинзависимая ХЛ		Люминолзависимая ХЛ	
	активир.	спонтан.	активир.	спонтан.
Вакцинация против БГ				
до прививки	$0,983 \pm 0,298$	$0,714 \pm 0,310$	$0,106 \pm 0,024$	$0,043 \pm 0,006$
4 сут. после БГ-1	$1,938 \pm 0,357^*$	$1,976 \pm 0,291^*$	$0,127 \pm 0,025$	$0,078 \pm 0,021$
8 сут. после БГ-1 и 4 сут. после БГ-2	$1,466 \pm 0,188$	$1,710 \pm 0,192^*$	$0,099 \pm 0,012$	$0,074 \pm 0,019$
Вакцинация против гемофилёза				
до прививки	$1,237 \pm 0,153$	$1,291 \pm 0,380$	$0,104 \pm 0,017$	$0,057 \pm 0,010$
4 сут. после прививки	$3,625 \pm 0,294^{**}$	$3,863 \pm 0,436^{**}$	$0,455 \pm 0,128^{**}$	$0,169 \pm 0,052^*$
8 сут. после прививки	$2,853 \pm 0,545^*$	$2,660 \pm 0,871$	$0,254 \pm 0,047^*$	$0,104 \pm 0,021^*$

Примечание: * – $P \leq 0,05$ и ** – $P \leq 0,01$ относительно исходных данных

ях.

Вакцинация птицы против БГ в меньшей степени влияла на продукцию люминолзависимых АФК. Так, на четвертые сутки после прививки светосумма увеличилась на 20 % при активированной реакции и на 72 % – при спонтанной. Ревакцинация против БГ обусловила падение продукции свободных радикалов при активированной люминолзависимой ХЛ-реакции на 7 % относительно исходных данных, при этом спонтанная генерация АФК сохранялась на высоком уровне.

Иммунизация молодняка кур против гемофилёза вызвала резкий подъём продукции всех видов радикалов. На четвертые сутки суммарные объёмы люцигенинзависимых АФК выросла почти в 3 раза при активированной и спонтанной ХЛ-реакции относительно исходных показателей ($P \leq 0,01$). Это на 87-89 % выше показателей четвертых суток после вакцинации против БГ.

На восьмые сутки после прививки против гемофилёза разница с контролем составляла 2 и 2,4 раза при активированной и спонтанной реакции ($P \leq 0,05$). Ещё более выраженное влияние вакцинация против гемофилёза оказала на генерацию люминолзависимых АФК – на четвертые сутки их суммарные объёмы выросли в 4,5 раза при активированной ХЛ-реакции ($P \leq 0,01$) и в 3 раза – при спонтанной продукции ($P \leq 0,05$). Позже эти показатели снизились на 44 % и 38 % ($P \leq 0,05$). Значительные объёмы вторичных свободных кислородных радикалов, особенно продуцируемые клетками в состоянии покоя, несут потенциальную угрозу повреждения клеточных мембран, поскольку способны запускать механизмы их перекисного окисления.

Немаловажное значение в оценке функционального состояния лейкоцитов крови имеет показатель индекса активации, определяемый как отношение между суммарными объёмами продукции АФК стимулированными лейкоцитами и клетками в состоянии покоя. Он позволяет определить потенциальные возможности фагоцитов отвечать на антигенное раздражение.

Наиболее высокие показатели индекса активации ($2,36 \pm 0,35$ усл. ед.) зарегистрированы у 21-суточного молодняка кур до вакцинации против БГ при люминолзависимой ХЛ-реакции. Иммунизация вызвала снижение этого показателя. Спустя четверо суток после прививки индекс активации сократился на 23 % и сохранился на этом

уровне до восьмых суток. При этом индекс активации при люцигенинзависимой ХЛ-реакции не только упал ниже исходных показателей, но приобрел значения ниже 1,0 усл. ед. ($P \leq 0,05$), что свидетельствовало о неспособности фагоцитов крови привитой птицы реагировать на внешние антигенные стимуляции.

При вакцинации против гемофилёза индекс активации при продукции люцигенинзависимых радикалов на четвертые сутки снизился с $1,69 \pm 0,30$ усл. ед. до $1,21 \pm 0,22$ усл. ед., а на восьмые сутки уровень немного повысился, но не достиг исходных показателей. Обратную тенденцию демонстрировали фагоциты крови при генерации люминолзависимых АФК. На четвертые сутки после вакцинации индекс активации вырос на 55 % и достиг $3,02 \pm 0,34$ усл. ед. ($P \leq 0,05$). На восьмые сутки показатель опустился до $2,70 \pm 0,27$ усл. ед.

Оценка функционального состояния лейкоцитов крови по фагоцитарной активности выявила стимулирующее влияние вакцинаций на фагоцитарный индекс, определяемый как процент клеток с частицами латекса в цитоплазме от общего числа лейкоцитов (рис. 4-А).

Вакцинация и ревакцинация птицы против БГ вызвала поступательный рост фагоцитарного индекса (рис. 4-Б), показатели которого за восемь суток выросли на 32 % относительно исходных данных и достигли $51,81 \pm 1,22$ % ($P \leq 0,01$). Иммунизация кур против гемофилёза также привела к достоверному увеличению фагоцитарной активности на 42,5 % за период наблюдений ($P \leq 0,01$).

Выводы

1. Вакцинации против вирусной (болезнь Гамборо) и бактериальной (гемофилёз) инфекции вызывают изменения в морфологическом составе крови привитой птицы, характеризующиеся поствакцинальным лейкоцитозом и разнонаправленными изменениями клеточного состава лейкоцитов – развитием лимфоцитоза при иммунизации против болезни Гамборои псевдоэозинофилией и моноцитозом при вакцинации против гемофилёза.

2. Иммунизации влияют на функциональное состояние лейкоцитов, стимулируя их фагоцитарную активность и усиливая течение свободнорадикальных процессов, о чем свидетельствует рост фагоцитарного индекса и суммарных объёмов продукции всех видов кислородных радикалов, как в состоянии покоя, так и при

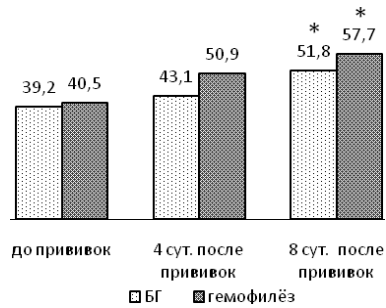
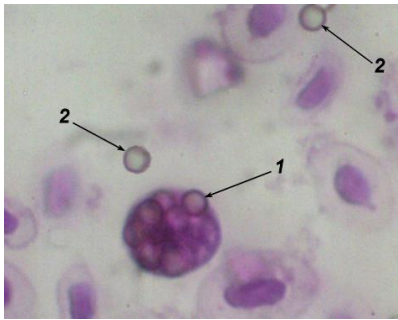


Рис.4. Фагоцитарная активность лейкоцитов: А – фагоцитоз частиц латекса лейкоцитом крови (1) и свободные частицы латекса (2). Окраска 0,25% генциановым фиолетовым. Ув. $\times 1000$; Б – показателей фагоцитарного индекса у привитой птицы, %. Примечание: * – $P \leq 0,01$ относительно исходных данных

раздражении клеток частицами латекса, что наиболее выражено при вакцинации против гемофилёза.

3. Значительные объёмы кислородных радикалов, генерируемые клетками привитой птицы, особенно, в состоянии покоя, несут потенциальную угрозу повреждения

клеточных мембран и свидетельствуют о снижении потенциальных возможностей фагоцитов реагировать на дополнительные антигенные стимуляции, на что указывает падение индекса активации, ярко выраженное при вакцинации против болезни Гамборо.

Библиографический список:

- Weiss D. J. *Veterinaryhematology* / D. J. Weiss, K. J. Wardrop // – 6th Edition. – Blackwell Publishing Ltd. – 2010. – PP. 263-323.
- Ярилин А. А. *Иммунология* / А. А. Ярилин. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 752 с.
- Liu G. Modulation of neutrophil development and homeostasis / G. Liu, H. Yang, X. Chen [et al.] // *Curr. Mol. Med.* – 2013. – Vol. 13. – № 8. – PP. 1270-1283.
- Strydom N. Regulation of circulating neutrophil numbers under homeostasis and in disease / N. Strydom, S. M. Rankin // *J. Innate Immun.* – 2013. – Vol. 5. – № 4. – P. 304-314.
- Савченко А. А. Хемилуминесцентная и ферментативная активность нейтрофилов крови у больных с разной степенью тяжести внебольничной пневмонии / А. А. Савченко, Ю. И. Гринштейн, Л. В. Дресвянкина, А. И. Аристов // *Сибирское медицинское обозрение.* – 2015. – № 5. – С. 55-61.
- Farnell M. B. Differential activation of signal transduction pathways mediating oxidative burst by chicken heterophils in response to stimulation with lipopolysaccharide and lipoteichoic acid / M. B. Farnell, H. He, M. H. Kogut // *Inflammation.* – 2003. – Vol. 27. – № 4. – PP. 225-231.
- El Kebir D. Role of neutrophil apoptosis in the resolution of inflammation / D. El Kebir, J. G. Filep // *Scientific World Journal.* – 2010. – Vol. 10. – PP. 1731-1748.
- Dinauer M. C. Disorders of neutrophil function: an overview / M. C. Dinauer // *Methods Mol. Biol.* – 2014. – Vol. 1124. – PP. 501-515.
- Карпуть И. М. *Гематологический атлас сельскохозяйственных животных* / И. М. Карпуть. – Мн.: Ураджай, 1986. – 183 с.
- Макарская Г. В. Люминол- и люцигенинзависимая хемилуминесценция клеток цельной крови кур в постнатальном онтогенезе / Г. В. Макарская, С. В. Тарских, Е. Г. Турицына // *Доклады РАСХН.* – 2011. – № 3. – С. 46-48.

References:

- 1.–4. Vide supra.
5. Savchenko A. A. Hemilyuminescentnaya i fermentativnaya aktivnost neytrofilov krovi u bolnyih s raznoy stepenyu tyazhesti vnebolnichnoy pnevmonii [Chemiluminescent and enzyme activity of neutrophils in the blood of patients with varying degrees of severity of community-acquired pneumonia] / A. A. Savchenko, Yu. I. Grinshteyn, L. V. Dresvyankina, A. I. Aristov // *Sibirskoe meditsinskoe obozrenie.* – 2015. – # 5. – S. 55-61.
- 6.–8. Vide supra.
9. Karput I. M. *Gematologicheskiy atlas sel'skokozyaystvennyih zhivotnyih* [Hematology Atlas farmanimals] / I. M. Karput. – Mn.: Uradzhay, 1986. – 183 s.
10. Makarskaya G. V. Lyuminol- i lyucigeninzavisimaya hemilyuminescentiya kletok tselnoy krovi kur v postnatalnom ontogeneze [Luminol- and lucigenin-dependent chemiluminescence of chicken whole-blood cells during postnatal ontogeny] / G. V. Makarskaya, S. V. Tarskih, E. G. Turitsyna // *Doklady RASHN.* – 2011. – # 3. – S. 46-48

Tsarev P. U, Donkova N. V., Turitsyn E. G.

MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF BLOOD LEUKOCYTES OF CHICKENS VACCINATED AGAINST GUMBORO AND INFECTIOUS CORYZAE

Key Words: white blood cells, leukogram, chickens, vaccination, Gumboro disease, infectious coryzae, phagocytic activity, chemiluminescence

Abstract: Morphological and functional characteristics of chicken blood leukocytes vaccinated against Gumboro disease and infectious coryzae are studied.

Is investigated the total amount of white blood cells and their cellular structure in the post-vaccination period. The functional state of the cells assessed by their phagocytic activity with latex particles and the ability to generate active oxygen forms. The total volume of production of reactive oxygen species, activation index and phagocytic activity of leukocytes is determined. Effect of vaccination on the morphological and functional parameters of blood leukocytes of chickens is established. Immunization induced leukocytosis and lymphocytosis development after vaccination against Gumboro disease and psevdоеозинфилия and monocytosis after vaccination against infectious coryzae. Immunization stimulated phagocytic activity and increased the intensity of free radical processes in the blood cells. Significant amounts of reactive oxygen forms generated by the immunized birds were carrying potential risk the cell membrane damage and showed a decrease in the potential of phagocytes to respond to additional antigenic stimulation.

Сведения об авторах:

Царев Павел Юрьевич, аспирант кафедры анатомии, патологической анатомии и хирургии института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»; д. 90, пр. Мира, Красноярск, Россия; тел.: 8(983)1504587; e-mail: jet500000@bk.ru

Донкова Наталья Владимировна, доктор ветеринарных наук, профессор, зав. кафедрой анатомии, патологической анатомии и хирургии института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»; д. 90, пр. Мира, Красноярск, Россия; тел.: 8(923)3225455; e-mail: dnv-23@mail.ru

Турицына Евгения Геннадьевна, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры анатомии, патологической анатомии и хирургии института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»; д. 90, пр. Мира, Красноярск, Россия; тел.: 8(960)7526945; e-mail: turitsyna@mail.ru

Author affiliation:

Tsarev Pavel Yur'evich, a graduate student of the Department of anatomy, pathological anatomy and surgery of Applied Biotechnology Institute and the Veterinary Medicine of Federal state budgetary educational institution (FSBEI) of higher education (HE) «Krasnoyarsk State Agrarian University»; house 90, Mira str., Krasnoyarsk city, Russia; phone: 8(983)1504587; e-mail: jet500000@bk.ru

Donkova Natalia Vladimirovna, D. Sc in Veterinary Medicine, Professor, Head of the Department of anatomy, pathological anatomy and surgery of Applied Biotechnology Institute and the Veterinary Medicine of Federal state budgetary educational institution (FSBEI) of higher education (HE) «Krasnoyarsk State Agrarian University»; house 90, Mira str., Krasnoyarsk city, Russia; phone: 8(923)3225455; e-mail: dnv-23@mail.ru

Turitsyna Eugenia Gennad'evna, D. Sc in Veterinary Medicine, Professor of Department of anatomy, pathological anatomy and surgery of Applied Biotechnology Institute and the Veterinary Medicine of Federal state budgetary educational institution (FSBEI) of higher education (HE) «Krasnoyarsk State Agrarian University»; house 90, Mira str., Krasnoyarsk city, Russia; phone: 8(960)7526945; e-mail: turitsyna@mail.ru

