

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИММУНОРЕАКТИВНОСТИ ОРГАНИЗМА ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ПАТОГЕНАМИ ИНФЕКЦИОННОЙ И ИНВАЗИВНОЙ ЭТИОЛОГИИ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Comparative characteristics of immunoreactivity of the organism in diseases caused by pathogens of infectious and invasive etiology in cattle

Клепова Ю. В., аспирант,

Белоусова Д. А., аспирант,

Сажаев И. М., младший научный сотрудник,

Порываева А. П., доктор биологических наук,

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН

(Екатеринбург ул. Белинского 112а)

Аннотация

Изучали изменения иммунореактивности организма крупного рогатого скота, принадлежащего сельскохозяйственным организациям Уральского федерального округа, при заболеваниях, обусловленных *Chlamydomphila abortus*, *N. caninum*, *Eimeria bovis*. При инфекции, обусловленной *Chlamydomphila abortus*, у коров изменение показателей иммунореактивности организма наблюдали в 43,5% случаев: снижение функциональной активности фагоцитов в 1,5-1,6 раза в сочетании с повышением в 2,3 раза уровня ЦИК. В системе клеточного звена иммунитета у данных коров превалировали В-лимфоциты. При заболеваниях, обусловленных протозоонозным патогеном *N. caninum* у коров в 20% случаев отмечали развитие острой воспалительной реакции, увеличение относительного количества эозинофилов в 2,5-2,8 раза, снижение функциональной активности нейтрофилов в 1,5-1,7 раза, супрессию В-клеточного звена иммунитета. В 28% случаев – увеличение абсолютного содержания лейкоцитов до $15,8 \cdot 10^9/\text{л}$ с увеличением относительного количества эозинофилов в 1,5 раза. В 52% случаев у коров серопревалентных к *N. caninum* иммуногематологические показатели соответствовали физиологической норме. При заболеваниях, обусловленных протозоонозным патогеном *Eimeria bovis*, у молодняка крупного рогатого скота в 66,7% случаев наблюдали развитие острой воспалительной реакции, нарушение фагоцитарной активности в 1,8-2 раза, супрессию Т-клеточного звена иммунитета. В 33,3% случаев у телят, инфицированных *Eimeria bovis*, выявлено только снижение концентрации гемоглобина на 5-8%. При комплексных иммунологических исследованиях крови существенных различий с показателями физиологической нормы не выявлено.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, иммунореактивность организма, хламидиоз, кокцидиоз, неоспороз.

Summary

Changes in the immunoreactivity of cattle belonging to agricultural organizations of the Ural Federal District in diseases caused by *Chlamydomphila abortus*, *N. caninum*, *Eimeria bovis* were studied. In the case of *Chlamydomphila abortus* infection in cows, a change in the immunoreactivity of the body was observed in 43.5% of cases: a decrease in the functional activity of phagocytes by 1.5-1.6 times in combination with a 2.3-fold increase in the CEC level. В lymphocytes prevailed in the immune cell system in these cows. In the case of diseases caused by the protozoonotic pathogen *N. caninum* in cows, in 20% of cases, the development of an acute inflammatory reaction, an increase in the relative number of eosinophils by 2.5-2.8 times, a decrease in the functional activity of neutrophils by 1.5-1.7 times, and suppression of the B-cell link of immunity were noted. In 28% of cases - an increase in the absolute content of white blood cells to $15,8 \cdot 10^9/\text{l}$ with an increase in the relative number of eosinophils by 1.5 times. In 52% of cases in cows seroprevalent to *N. caninum*, immunohematological indicators corresponded to the physiological norm. In diseases caused by the protozoonotic pathogen *Eimeria bovis*, in young cattle in 66.7% of cases, the development of an acute inflammatory reaction, a violation of phagocytic activity by 1.8-2 times, suppression of the T-cell link of immunity was observed. In 33.3% of cases, calves infected with *Eimeria bovis* showed only a decrease in hemoglobin concentration by 5-8%. In complex immunological studies of blood, there were no significant differences with physiological parameters.

Key words: cattle, immunoreactivity of organism, chlamydia, coccidiosis, neosporosis.

Введение. Эффективность оздоровительных мероприятий и лечебно-профилактических программ по защите сельскохозяйственных животных от заразных заболеваний в значительной степени определяется базой данных об особенностях проявления инфекционных и инвазивных болезней на конкретной территории, в конкретных природно-географических и социально-экономических условиях [3, 6].

В многочисленных исследованиях было показано, что проведение комплексного диагностического мониторинга антигенного пейзажа возбудителей у сельскохозяйственных животных позволяет детализировать индивидуальное планирование оздоровительных мероприятий, сокращать сроки реализации этих мероприятий, и предупреждать риски формирования очагов инфекционных и инвазивных заболеваний [1,2,4]. По мнению российских и зарубежных ученых изучение развития патологических процессов при заразных болезнях сельскохозяйственных животных представляет собой один из критериев оценки риска возникновения и распространения эмерджентных заболеваний.

Цель - изучить показатели иммунореактивности организма крупного рогатого скота при заболеваниях, обусловленных *Chlamydomphila abortus*, *Neospora caninum*, *Eimeria bovis*.

Задачи:

- определить гематологические и иммунологические показатели у коров серопревалентных к *Chlamydomphila abortus*, *Neospora caninum*;
- определить иммуногематологический профиль у телят с клиническими проявлениями инвазии *Eimeria bovis*

Материалы и методы. Исследования выполнены в Уральском НИВИ – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках направления 160 Программы ФНИ государственных академий наук по теме «Изучить структуру антигенного пейзажа возбудителей эмерджентных инфекций сельскохозяйственных животных, биологические особенности механизмов их взаимодействия с макроорганизмом» (№ 0532-2021-0007).

Объект исследования – крупный рогатый скот (телята, телки, нетели, стельные коровы, дойные коровы,), принадлежащий сельскохозяйственным организациям Уральского федерального округа; биоматериалы: кровь, сыворотка крови, фекалии.

Гематологические исследования проб крови от крупного рогатого скота. Определение клеточного состава крови и уровня гемоглобина выполнено на анализаторе «Abacus Junior Vet» фирмы «Diatron» (Австрия). Лейкоцитарную формулу процентного соотношения клеток подсчитывали в мазках крови, окрашенных по Романовскому-Гимзе, учет проводили на микроскопе MC 50 (MICROS, Австрия).

Иммунологические исследования. Определение относительного и абсолютного числа Т- и В- лимфоцитов; фагоцитарной активности нейтрофильных клеток; уровня циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) в сыворотке крови проводили по методическим рекомендациям Смирнова П.Н. с соавторами [10]. Реакции клеточного звена иммунитета учитывали с использованием системного микроскопа BX43 («Olympus» Япония), уровень ЦИК – на фотометре iMarkTM «BIO-RAD» (Япония) по оптической плотности.

Серологические исследования проб сывороток крови методом твердофазного ИФА проводили с использованием тест-систем производства IDEXX Laboratories, Inc, США: «Chlamydiosis Total Ab Test»; «Neospora caninum Ab Test». Учет результатов исследований методом твердофазного ИФА проводили на фотометре «iMarkTM» («Bio-RAD» Корея) и ридере «SUNRISE» (Tecan, Австрия).

Копрологические исследования образцов фекалий проводили методом седиментационной и флотационной диагностики по Фюллеборну в соответствии с ГОСТ 25383-82 «Методы лабораторной диагностики кокцидиоза» и ГОСТ 54627-2011 «Методы лабораторной диагностики гельминтозов». Учет результатов исследования и определение видовой принадлежности возбудителя осуществляли на микроскопе MC 50 («MICROS» Австрия) и на системном микроскопе BX43 («Olympus» Япония). Для обработки полученных данных использовали программу Microsoft Excel, входящую в пакет программ Microsoft Office Pro.

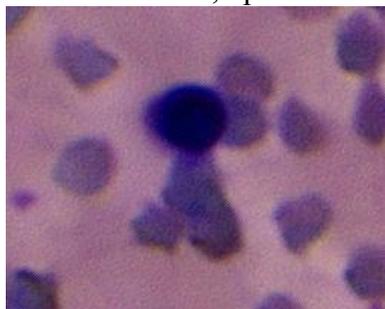
Результаты исследования. По данным мониторинга эпизоотической ситуации по хламидиозу крупного рогатого в период 2018 – 2020 гг, в Свердловской области в 35,7% молочных стад регистрировали животных серопревалентных к *Chlamydomphila abortus* [7]. У группы коров серопревалентных к *Chlamydomphila abortus* (n=43) нами были изучены показатели иммунореактивности организма. Полученные данные сравнивали с аналогичными показателями у коров (n=21), которые по результатам серологического исследования методом твердофазного ИФА были серонегативными к *Chlamydomphila abortus*. Результаты исследования количественно-структурного состава крови коров представлены в таблице 1.

Таблица 1

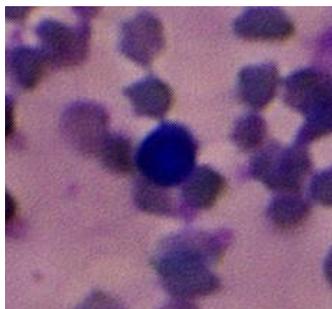
**Гематологические показатели обследованных коров
из сельскохозяйственных предприятий УрФО**

Определяемый показатель, физиологическая норма [9]	Коровы серонегативные к <i>Chlamydomphila abortus</i> (n=21)	Коровы серопревалентные к <i>Chlamydomphila abortus</i> (n=43)
Эритроциты N 5,0-7,5 · 10 ¹² /л	6,32±0,92	5,34±0,82
Гемоглобин N 90-120 г/л	112,4±3,5	92,9±8,9
Гематокрит N 24-46 %	32,7±4,2	27,3±4,9
Тромбоциты N 100-800 · 10 ⁹ /л	172,9±16,8	369,8±22,4
Лейкоциты N 4,5-12 · 10 ⁹ /л	7,39±0,62	12,17±1,88
Лимфоциты N 2,5-7,5 · 10 ⁹ /л	4,11±0,53	6,98±0,92
СОЭ N 0,5-1,0 мм/час	1,1±0,2	2,3±0,8

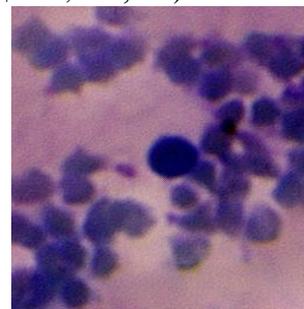
У коров из группы серопревалентных к *Chlamydomphila abortus* в 49,1% случаев при анализе результатов гематологических исследований были выявлены изменения, свидетельствующие о хроническом воспалительном процессе. У 19,8% животных на фоне уменьшения концентрации гемоглобина до 79-82 г/л отмечали увеличение количества лейкоцитов до 13,2-14,0 · 10⁹/л и СОЭ – до 2,5-3,3 мм/час. В 29,3% случаев у коров серопревалентных к *Chlamydomphila abortus* диагностировали уменьшение количества эритроцитов до 4,5-4,9 · 10¹²/л, снижение гематокрита до 18,7-19,5% и повышение СОЭ до 1,8-2,0 мм/час. Необходимо также отметить, что у 6 особей (14%) диагностировали повышение в 2,2 раза относительного количества эозинофилов (до 18,2±1,3%).



Фрагмент 1. РОК Т-лимфоцит



Фрагмент 2. РОК Т-лимфоцит



Фрагмент 3. РОК Т-лимфоцит

Рис. 1. Результаты определения популяции Т-лимфоцитов крови коровы, серопревалентной к *Chlamydomphila abortus* в реакции спонтанного розеткообразования по методике Смирнова П.Н. с соавт. Окраска азур-эозином, увеличение X 200 (фотография Красноперова А.С., Порываевой А.П.)

При комплексном лабораторном исследовании основных показателей иммунореактивности организма коров, серопревалентных к *Chlamydomphila abortus* диагностировали снижение функциональной активности нейтрофилов: ФА в 1,5 раза (39,9±2,4%), ФИ в 1,8 раза (4,8±0,7 у.е.). Снижение функциональной активности нейтрофилов сочеталось с повышением уровня в

среднем в 2,3 раза количества ЦИК в сыворотке крови ($241,4 \pm 8,7$ у.е.). При оценке клеточного иммунного ответа выявлено снижение популяции Т-лимфоцитов и их активности в РОК с эритроцитами барана (рис. 1). Как известно, Т-лимфоциты от здоровых коров с эритроцитами барана образуют «5-6 лепестковые розетки и/или морулы». У обследованных животных в основном обнаруживали «3-х лепестковые розетки», что косвенно свидетельствует о недостаточном количестве специфических рецепторов на поверхности Т-лимфоцитов.

Одно из первых мест среди заболеваний крупного рогатого скота, способных индуцировать развитие депрессивных состояний специфической и неспецифической резистентности организма занимают протозойные инвазии.

В исследованиях Шиловой Е.Н., Соколовой О.В. (2019-2020 г.г.) было показано, что серопревалентность животных к *N. caninum* в стадах варьирует от 14,8% до 43,3%. Нами были изучены иммуногематологические показатели у коров (n=57), серопревалентных к *N. caninum*, из сельскохозяйственных предприятий, находящихся на территории УрФО (табл. 2).

Таблица 2

Результаты комплексных иммуногематологических исследований крови коров серопревалентных к *N. caninum*

Характеристика иммуногематологического профиля		Доля особей в обследованной группе (n=57)
1.	<p>Эритроциты – $5,83-6,28 \cdot 10^{12}/л$; Гемоглобин – 97,5-112,3 г/л; Тромбоциты – $164-183 \cdot 10^9/л$; Лейкоциты – $6,43-7,41 \cdot 10^9/л$; Лимфоциты – $3,21-4,38 \cdot 10^9/л$; СОЭ – 0,6-1,0 мм/час Лейкоформула (%): п/я нейтрофилы – 2-4%; с/я нейтрофилы – 22-28%; эозинофилы – 5-7%; базофилы – 0-2%; моноциты – 1-3%; лимфоциты – 48-52% Т-лимфоциты – 39-46%; В-лимфоциты – 24-29%; индекс $T_{лимф}/V_{лимф}$ - 1,5-1,7 у.е.; ФА – 43-48%; ФИ – 4,8-7,2 у.е.; ЦИК – 97,3-113,5 у.е.</p>	52,6%
2.	<p>Эритроциты – $5,27-6,37 \cdot 10^{12}/л$; Гемоглобин – 93,5-115,0 г/л; Тромбоциты – $120-153 \cdot 10^9/л$; Лейкоциты – $9,13-12,15 \cdot 10^9/л$ (↑); Лимфоциты – $5,72-7,6 \cdot 10^9/л$; СОЭ – 0,5-1,0 мм/час Лейкоформула (%): п/я нейтрофилы – 2-3%; с/я нейтрофилы – 21-30%; эозинофилы – 12-13% (↑); базофилы – 0-1%; моноциты – 0-1%; лимфоциты – 47-62% Т-лимфоциты – 40-46%; В-лимфоциты – 21-27%; индекс $T_{лимф}/V_{лимф}$ - 1,5-1,8 у.е.; ФА – 44-48%; ФИ – 5,2-7,6 у.е.; ЦИК – 128-130 у.е. (↑)</p>	28,1%

	Характеристика иммуногематологического профиля	Доля особей в обследованной группе (n=57)
3.	<p>Эритроциты – 4,92-5,44 · 10¹²/л; Гемоглобин – 92,5-95,8 г/л; Тромбоциты – 52-61·10⁹/л (↓); Лейкоциты – 13,75-15,86·10⁹/л (↑); Лимфоциты – 8,59-11,20·10⁹/л (↑); СОЭ – 2-3 мм/час (↑) Лейкоформула (%): п/я нейтрофилы – 0-1%; с/я нейтрофилы – 16-29%; эозинофилы – 18-21% (↑); базофилы – 0-1%; моноциты – 1-4%; лимфоциты – 52-60% Т-лимфоциты – 48-54%; В-лимфоциты – 16-22%; индекс Т_{лимф}/В_{лимф} - 2,7-3,0 у.е. (↑); ФА – 36,7-44,1% (↓) ; ФИ – 3,6-4,8 у.е. (↓); ЦИК – 268,5-283,7 у.е. (↑)</p>	19,3%

В 52,6% случаев у серопревалентных к *N. caninum* коров иммуногематологические показатели достоверно не отличались от физиологических показателей. В 28,1% случаев зарегистрирован подъем к верхней границе физиологической нормы абсолютного содержания лейкоцитов; относительного количества эозинофилов и уровня количества ЦИК в сыворотке крови. И только в 19,3% случаев изменения в иммуногематологическом профиле серопревалентных к *N. caninum* коров носили выраженный характер. У этих животных диагностировали лимфоцитоз (абсолютное содержание лимфоцитов $9,87 \pm 1,29 \cdot 10^9/\text{л}$); тромбоцитопению ($51,6 \pm 6,72 \cdot 10^9/\text{л}$), увеличение относительного количества эозинофилов до 18-21%. В системе неспецифической клеточной резистентности регистрировали снижение функциональной активности нейтрофилов (ФА $40,4 \pm 3,7\%$; ФИ $4,2 \pm 0,6$ у.е.) на фоне повышения уровня ЦИК в 2,7 раза ($276,1 \pm 7,6$ у.е.). При оценке клеточного иммунного ответа отмечали рост популяции Т-лимфоцитов – индекс $T_{\text{лимф}}/V_{\text{лимф}}$ составлял 2,7-3,0 у.е. Выявленные изменения свидетельствовали о нарушении процесса элиминации возбудителя и о развитии острой воспалительной реакции.

Анализ ретроспективных и оперативных данных копрологических исследований на кокцидиоз фекалий от крупного рогатого скота из сельскохозяйственных предприятий, находящихся на территории Свердловской области, показал, что в 20-23% случаев от общего числа исследованных проб обнаруживаются ооцисты *Eimeria bovis* (Шилова Е.Н., Порываева А.П., Сажаев И.М., Печура Е.В., 2018-2021 г.г.) – рисунок 2.

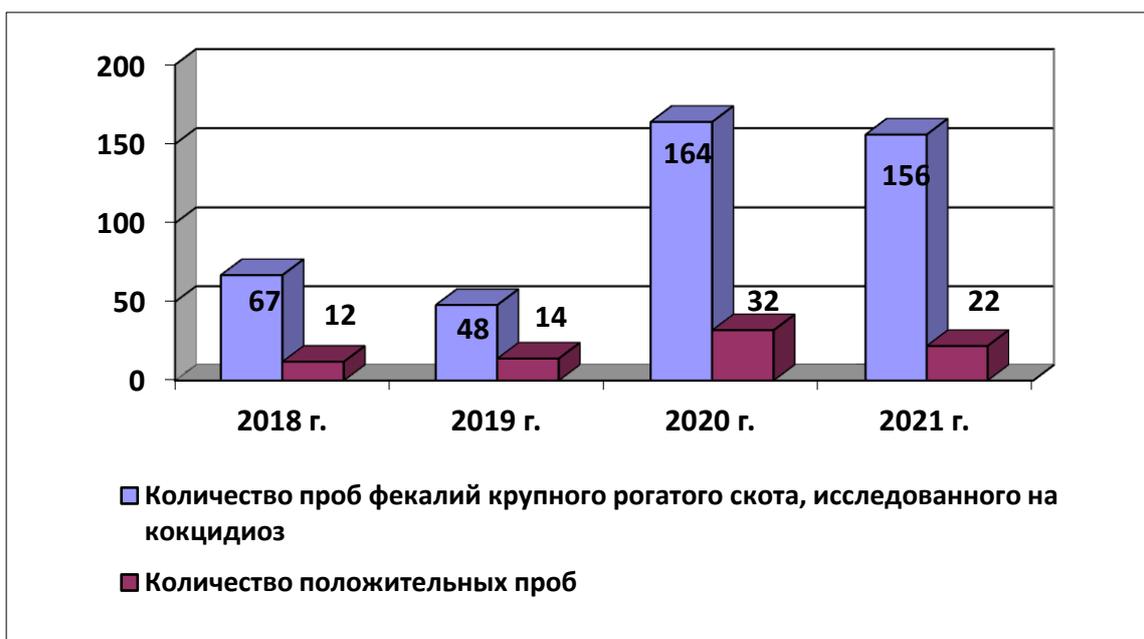


Рис. 2. Выполненные копрологические исследования и количество проб, в которых обнаружены ооцисты *Eimeria bovis* за период 2018-2021 г.г.

В 12-17% случаев ооцисты *Eimeria bovis* обнаруживали в пробах фекалий от взрослых животных и в 8-6% случаев – в пробах от молодняка крупного рогатого скота.

У коров с инвазией *Eimeria bovis* иммуногематологические показатели крови соответствовали физиологической норме здоровых животных, а клиническая симптоматика заболевания отсутствовала.

У телят с инвазией *Eimeria bovis* в 63% случаев наблюдались желудочно-кишечные расстройства. При анализе результатов гематологических исследований было показано, что у животных (n=48) развивается воспалительная реакция, которая у 33,3% телят характеризовалась умеренным лейкоцитозом, у 66,7 % особей – лейкоцитозом и нарушениями тканевого дыхания (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика гематологических показателей у молодняка крупного рогатого скота, инфицированного *Eimeria bovis* (n=48)

Определяемый показатель, физиологическая норма [9]	1 группа телят (n=16)		2 группа телят (n=32)	
	Гем. показатель	Характеристика показателя	Гем. показатель	Характеристика показателя
Эритроциты N $5,0-7,5 \cdot 10^{12}/л$	6,79±1,14	↑ на 5,7%	10,42±1,84	↑ на 63,5%
Гемоглобин N 90-120 г/л	102,3±3,62	N	72,5±4,26	↓ на 31%
Гематокрит N 24-46 %	33,38±2,07	N	31,25±5,86	↓ в 1,4 раза
Тромбоциты N $100-800 \cdot 10^9/л$	127,8±15,7	N	149,8±19,1	N
Лейкоциты N $4,5-12 \cdot 10^9/л$	10,83±1,22	↑ на 27,4%	12,26±1,84	↑ на 48,6%
СОЭ N 0,5-1,0 мм/час	0,8±0,3	N	1,6±0,3	↑ в 1,6-1,7 раза

У телят наблюдали сдвиг лейкоцитарной формулы влево, в первом случае за счет увеличения в 1,4 раза относительного количества сегментоядерных нейтрофилов. Во втором случае в результате увеличения в 2,6 раза количества палочкоядерных нейтрофилов, в 2,5 раза – эозинофилов, в 2,2 раза – моноцитов и базофилов.

По результатам исследований иммунитета было установлено, что у 87,5% телят, уровень иммунокомпетентных клеток снижен в 1,6 раза – Т-лимфоцитов и в 1,4 раза – В-лимфоцитов. В 43,8% случаев отмечали превалирование В-лимфоцитов – иммунорегуляторный индекс $T_{\text{лимф.}}/V_{\text{лимф.}}$ $1,1 \pm 0,2$ у.е. Выявленные изменения свидетельствовали о нарушении процессов дифференцировки клеток предшественников Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов. В системе неспецифической клеточной резистентности у обследованных животных в 81,3% случаев регистрировали снижение в 1,9 раза фагоцитарной активности нейтрофилов (ФА $31,6 \pm 5,5\%$). У 64,6% телят снижение ФА сочеталось с уменьшением поглотительной способности фагоцитов – ФИ $3,9 \pm 0,7$ у.е. Уровень циркулирующих иммунных комплексов в сыворотке крови у телят был повышен: в 35,4% случаев до 221-237 у.е., в 39,6% случаев до 193-211 у.е.; в 25% случаев до 147-170 у.е.

Выполненные исследования подтверждают данные других авторов о том, что при эймериозе у молодняка крупного рогатого скота происходит нарушение процесса элиминации возбудителя, регистрируется истощение биосинтетических возможностей организма, наблюдается супрессия процессов дифференцировки предшественников иммунокомпетентных клеток [5].

Выводы. Таким образом выполненные исследования позволили получить новые данные о развитии иммуногематологических нарушений при заболеваниях крупного рогатого скота, обусловленных патогенами инфекционной и инвазивной этиологии.

Было показано, что изменения иммунореактивности организма животных при заболеваниях, обусловленных *Chlamydophila abortus*, *N. caninum*, *Eimeria bovis* определяются особенностями биологического цикла возбудителей.

Так особенность биологического цикла *Chlamydophila abortus*, а также способность возбудителя длительно сохраняться в клетках лимфоидной ткани способствует развитию патологических изменений клеточного и гуморального звеньев иммунитета. В 43,5% случаев у животных отмечали снижение функциональной активности фагоцитов в 1,5-1,6 раза в сочетании с повышением в 2,3 раза уровня ЦИК. В системе клеточного звена иммунитета регистрировали превалирование В-лимфоцитов. Снижение иммунореактивности организма в целом, способствуют сохранению и распространению заболеваний, обусловленных *Chlamydophila abortus*, в популяции животных.

При заболеваниях, обусловленных протозоонозным патогеном *N. caninum* в 20% случаев у животных отмечали развитие острой воспалительной реакции, увеличение относительного количества эозинофилов в 2,5-2,8 раза, снижение функциональной активности нейтрофилов в 1,5-1,7 раза, супрессия В-клеточного звена иммунитета. Выявленные изменения в системе фагоцитоза, клеточного и гуморального звена свидетельствовали о нарушении процесса элиминации возбудителя и о развитии острой воспалительной реакции.

При заболеваниях, обусловленных протозоонозным патогеном *Eimeria bovis*, у молодняка крупного рогатого скота в 66,7% случаев наблюдали развитие острой воспалительной реакции, нарушение фагоцитарной активности в 1,8-2 раза, супрессию Т-клеточного звена иммунитета. Полученные результаты свидетельствуют о снижении биосинтетических возможностей организма, о супрессии процессов дифференцировки клеток предшественников, о нарушении процесса элиминации возбудителя.

Библиографический список

1. Безбородова Н.А., Кожуховская В.В. Значение молекулярно-биологических методов исследования для диагностики инфекционных болезней крупного рогатого скота // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2018. № 4 (40). С. 22-25.

2. Безбородова Н.А., Кожуховская В.В., Петропавловский М.В., Томских О.Г. Полимеразная цепная реакция в диагностике латентных, бессимптомных и хронических форм инфекционных заболеваний крупного рогатого скота // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии, № 4, 2019 г. С. 30-34.
3. Маржохова, М.Ю., Нагоева М.Х., Маржохова А.Р., Афашагова М.М., Шаова А.А. Оценка степени интоксикации и прогноз по уровню интегрального индекса интоксикации при некоторых инфекционных заболеваниях // Архивъ внутренней медицины. 2016. № 2 (28). С. 45-50.
4. Нефедченко А.В. Комплексная система диагностики и генетического типирования ведущих возбудителей респираторных болезней крупного рогатого скота на основе методов молекулярной биологии в современных условиях ведения молочного животноводства // Автореф. дисс. ... докт. вет.наук. Краснодар, 2018. 41с.
5. Печура Е.В., Порываева А.П., Сажаев И.М., Куткина (Голенищева) Н.А. Распространение кокцидиозов крупного рогатого скота в животноводческих предприятиях Свердловской области // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 2(83). С.187-194. DOI: 10.21515/1999-1703-83-187-194
6. Порываева А.П., Петропавловский М.В., Безбородова Н.А., Романова А.С., Исаева А.Г., Кривоногова А.С., Кожуховская В.В. Применение современных лабораторных методов при выявлении антигенного пейзажа возбудителей инфекционных заболеваний в сельскохозяйственных организациях неблагополучных по лейкозу крупного рогатого скота // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2019. № 4. С. 40-45.
7. Шкуратова И.А, Шилова Е.Н., Соколова О.В., Ряпосова М.В. Программа контроля инфекционных факторов, влияющих на репродуктивную функцию высокопродуктивных молочных коров // Ветеринария и кормление. 2020. № 2. С.54-57. DOI: 10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2020-3-13
8. Шкуратова И.А. Шилова Е.Н., Соколова О.В. Ветеринарно-санитарные аспекты профилактики болезней молодняка крупного рогатого скота в современных промышленных комплексах // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2015. № 3 (15). С. 60-63.
9. Амиров Д.Р., Тамимдаров Б.Ф., Шагеева А.Р. Клиническая гематология животных: учебное пособие // Казань: Центр информационных технологий КГАВМ, 2020. 134 с.
10. Смирнов П.Н. Панель наиболее информативных тестов для оценки резистентности животных/ ФГОУ «Новосибирский государственный аграрный университет», Россельхозакадемия, Сиб. отд-ние, ГНУ ИЭВСиДВ, ГНУ ВИЭВ. Новосибирск, 2007. 40 с.