

Литература. 1. Буренкова, И. А. Содержание тяжелых металлов в объектах внешней среды в зоне выбросов Троицкой ГРЭС и коррекция их выведения из организма крупного рогатого скота : автореф. дис. ... канд. вет. наук / И. А. Буренкова. – Троицк, 1997. – 24 с. 2. Елешев, Р. Е. Некоторые проблемы экологии почв в условиях антропогенного воздействия / Р. Е. Елешев, Р. Х. Рамазанов // Актуальные направления развития сельскохозяйственного производства в современных тенденциях аграрной науки: Сб. науч. матер. междунар. науч.-практ. конфер. – Уральск, 2008. – С. 11–14. 3. Жуков, А. П. Реактивность крупного рогатого скота в различных экологических условиях Южного Урала (ее изменение и коррекция) : автореф. дис. докт. вет. наук / А. П. Жуков. – Санкт-Петербурге, 1999. – 45 с. 4. Иванов, А. В. Эколого-иммунологические проблемы ветеринарной медицины и пути их решения / А. В. Иванов, Г. В. Конюхов, Н. Б. Тарасова // Актуальные вопросы ветеринарной медицины Сибири : матер. Междунар. науч.-практ. конфер., посвящ. 70-летию со дня основ. инстит. экспер. ветер. Сибири и Дальнего Востока. – Краснообск, 2010. – С. 238–242. 5. Квачев, В. Г. Иммунодефицитные состояния и их коррекция у сельскохозяйственных животных / В. Г. Квачев, А. Ю. Кассич // Сельскохозяйственная биология. – 1991. – № 2. – С. 105–114. 6. Методические рекомендации по оценке и коррекции неспецифической резистентности статуса животных / А. Г. Шахов [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2005. – 62 с. 7. Миролюбов, М. Г. Загрязнение среды и бесплодие животных / М. Г. Миролюбов // Сб. науч. тр. – Ставрополь : ГСХА, 1998. – С. 106–108. 8. Этиологические и патологические аспекты патологии родов и послеродового периода у свиней и коров / В. Д. Мисайлов [и др.] // Эколого-адаптационная стратегия защиты здоровья и продуктивности животных в современных условиях. – Воронеж, 2002. – С. 85–105. 9. Особенности иммунодефицитов у крупного рогатого скота / В. А. Мищенко [и др.] // Ветеринария. – 2006. – № 11. – С. 17–20. 10. Федоров, Ю. Н. Иммунодефициты домашних животных / Ю. Н. Федоров, О. А. Верховский. – М., 1996. – 95 с. 11. Шабунин, С. В. Нарушения обмена веществ у коров при разном физиологическом состоянии, вызванном действием экотоксикантов / С. В. Шабунин, Ю. А. Гаврилов // Токсикозы животных и актуальные проблемы болезней молодняка : междунар. научн. конфер. – Казань, 2006. – С. 347–351. 12. Шахов, А. Г. Экологические проблемы патологии сельскохозяйственных животных / А. Г. Шахов // Экологические проблемы патологии фармакологии и терапии животных : матер. Междунар. коорд. совещ. – Воронеж, 1997. – С. 17–20.

Поступила в редакцию 14.09.2020 г.

УДК 619:612.017.1:636.4

КЛЕТОЧНЫЙ ИММУНИТЕТ И ЦИТОКИНОВЫЙ ПРОФИЛЬ У ПОРОСЯТ В КРИТИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ

Шахов А.Г., Сашнина Л.Ю., Владимирова Ю.Ю., Тараканова К.В., Копытина К.О.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

В статье представлены результаты изучения состояния клеточного иммунитета и цитокинового профиля у поросят в критические периоды выращивания в условиях промышленного свиноводческого хозяйства. Ранний отъем поросят характеризовался лейкоцитозом, повышением количества лимфоцитов, Т-клеток, связанным с выраженной реакцией на антигенную нагрузку, увеличением относительного и абсолютного количества Т-супрессоров, снижением аналогичного уровня Т-хелперов и Ттфр/тфч на 10 сутки после отъема, повышением содержания цитокина ИЛ-2, направленным на снижение негативного влияния стрессового воздействия на клеточный иммунитет. Технологический стресс у поросят, связанный с перевозкой на откорм, проявлялся повышением относительного и абсолютного содержания Т-супрессоров, абсолютного количества Т-хелперов, снижением отношения Ттфр/тфч, количества ИЛ-2 и ИФН-γ на 20 сутки, свидетельствующими об угнетении клеточного иммунитета в течение трех недель после стрессового воздействия. Адаптация к новым условиям у поросят в возрасте 115 дней сопровождалась достоверным снижением относительного содержания Т-лимфоцитов и Т-хелперов на 10 и 20 дни после стрессового воздействия, их абсолютного количества - на 20-е сутки, также как и отношения Ттфр/тфч, повышением уровня ИФН-γ, направленным на поддержание развития Th-1 зависимого адаптивного клеточного иммунного ответа и сохранение вместе со своим антагонистом ИЛ-4 баланса Т-хелперы1/Т-хелперы 2. **Ключевые слова:** поросята, отъем, доращивание, откорм, лейкоциты, лимфоциты, Т- и В-лимфоциты, Т-супрессоры, Т-хелперы, цитокины.

CELLULAR IMMUNITY AND CYTOKINE PROFILE IN PIGLETS DURING CRITICAL PERIODS OF NURSERY

Shakhov A.G., Sashnina L.Yu., Vladimirova Yu.Yu., Tarakanova K.V., Kopytina K.O.

FSBSI «All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy»,
Voronezh, Russian Federation

The article presents the results of studying the state of cellular immunity and cytokine profile in piglets during critical periods of nursery on an industrial pig breeding farm. Early weaning of piglets was characterized by leukocytosis, an increase in the number of lymphocytes, T-cells associated with a pronounced response to anti-

*genic load, an increase in the relative and absolute number of T-suppressors, a decrease in the same level of T-helpers and Tfr/tfch on 10th day after weaning, an increase in the cytokine IL-2 content, aimed at reducing the negative effect of the stress on cellular immunity. Technological stress in piglets associated with transportation to fattening was manifested by an increase in the relative and absolute content of T-suppressors, the absolute number of T-helpers, a decrease in the Tfr/tfch ratio, the amount of IL-2 and IFN- γ on day 20, indicating suppression of cellular immunity within three weeks after the stress. Adaptation to new conditions in piglets at the age of 115 days was accompanied by a significant decrease in the relative content of T-lymphocytes and T-helpers on days 10 and 20 after stress exposure, their absolute number on day 20, as well as the Tfr/tfch ratio, an increase in the level IFN- γ , aimed at maintaining the development of a Th-1 dependent adaptive cellular immune response and maintaining, together with its IL-4 antagonist, the balance of T-helpers1 / T-helpers 2. **Keywords:** piglets, weaning, nursery, feeding, leukocytes, lymphocytes, T- and B-lymphocytes, T-suppressors, T-helpers, cytokines.*

Введение. В условиях промышленных свиноводческих хозяйств на поросят воздействуют многочисленные технологические стресс-факторы (ранний отъем, перегруппировки, смена кормления и условий содержания, вакцинации), в результате чего изменяются их адаптационные реакции, снижается резистентность и иммунобиологическая реактивность [1-4]. Наиболее значимыми экстремальными факторами, вызывающими развитие стрессового состояния и иммунодефицитов у поросят, являются ранний отъем, перевод на дорацивание и откорм и плановые в этот период выращивания вакцинации против классической чумы свиней, рожи, болезни Ауески.

Заболеваемость животных в критические периоды выращивания во многом зависит от состояния системы иммунитета, деятельность которой направлена на защиту организма от всех антигенно чужеродных веществ экзогенной и эндогенной природы, осуществляемую естественным (врожденным) и специфическим (приобретенным) иммунитетом [5, 6]. Изучению влияния технологических стресс-факторов на неспецифическую (естественную) резистентность у поросят посвящено значительное количество исследований, в которых показано иммуносупрессивное действие стресса, проявляющееся в угнетении как факторов клеточного, так и гуморального иммунитета [7, 8, 9, 10, 11].

Менее изучены у поросят в критические периоды выращивания система адаптивного иммунитета и прежде всего клеточная защита, основанная на специфических функциях лимфоцитов, и уровень цитокинов, играющих ключевую роль в регуляции врожденного [12, 13, 14] и адаптивного клеточного и гуморального иммунного ответа [12, 15]

Целью исследований явилось изучение динамики показателей клеточного иммунитета и цитокинового профиля у поросят в критические периоды выращивания, связанные с ранним отъемом и переводом на откорм.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в промышленном свиноводческом хозяйстве АО «9^я Пятилетка» Лискинского района Воронежской области в 2019 году на клинически здоровых поросятах. По принятой в хозяйстве технологии поросята в течение 26-28 дней содержатся под свиноматками и после отъема остаются в свинарниках-маточниках для дорацивания до 75-80 дней. В дальнейшем животных перевозят на автотранспорте (300 м) на откорм (первая фаза) в очищенные, продезинфицированные, свободные от животных помещения, а затем в возрасте 115 дней также автотранспортом (500 м) – во вторую фазу откорма на одну из линий помещения, в котором содержится около 7000 поросят разного возраста, то есть нарушается принцип «пусто-занято».

У поросят (n=6) за 3 дня до отъема, перевода на откорм и через 3, 10 и 20 суток после них брали кровь для проведения лабораторных исследований. В крови определяли содержание показателей клеточного иммунитета: лейкоцитов, лимфоцитов, Т- и В-лимфоцитов, Т-супрессоров (Ттфч), Т-хелперов (Ттфр), соотношение Т-хелперов и Т-супрессоров (Ттфр/Ттфч) в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке и коррекции иммунного статуса животных» [16].

Содержание интерлейкина - 1 β (ИЛ-1 β), интерлейкина – 2 (ИЛ-2), интерлейкина – 4 (ИЛ-4), интерлейкина – 10 (ИЛ-10), фактора некроза опухоли - α (ФНО- α), γ - интерферона (ИФН- γ) в сыворотке крови определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА) с последующим учетом результатов на спектрофотометре «Униплан – ТМ» в соответствии с утвержденными наставлениями к диагностическим наборам.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Statistica v6.1, оценку достоверности - по критерию Стьюдента.

Результаты исследований. Морфологическими исследованиями крови установлено (таблица 1), что у поросят на 3, 10 и 20 дни после отъема достоверно увеличилось содержание лейкоцитов на 78,9%, 65,8 и 44,7%.

Таблица 1 - Клеточный иммунитет и цитокиновый профиль у поросят до и после отъема

Показатели	За 3 дня до отъема	После отъема (сутки)		
		3	10	20
Лейкоциты, 10^9 /л	7,6±0,3	13,6±1,2 ^{***}	12,6±1,03 ^{**}	11,0±0,2 ^{***}
Лимфоциты, 10^9 /л	5,0±0,003	8,0±0,1	7,6±0,03 ^{**}	6,5±0,05 ^{***}
Лимфоциты, %	65,3±1,2	58,8±2,5	60,5±1,6	58,8±2,14
Т-лим, %	48,3±1,0	45,5±1,19	49,0±0,41	42,75±0,48 ^{***}
Т-лим, 10^9 /л	2,2±0,16	3,7±0,74	3,7±0,32 ^{**}	3,5±0,49 ^{***}
Ттфч., %	13,0±0,9	10,3±0,48	18,8±0,85 ^{**}	9,5±0,29 ^{xxx}
Ттфч., 10^9 /л	0,59±0,04	0,84±0,19	1,4±0,16 ^{**}	1,1±0,13
Ттфр., %	35,3±1,75	35,3±0,85	30,3±0,48	33,2±0,48
Ттфр., 10^9 /л	1,6±0,15	2,8±0,55	2,3±0,16	3,0±0,36
Ттфр/тфч	2,8:1±0,30	3,4:1±0,13	1,6:1±0,11	3,5:1±0,12
В-лим, %	18,3±1,6	12,8±0,75 ^{**}	16,5±0,6	18,3±0,48
В-лим., 10^9 /л	0,84±0,09	1,0±0,22	1,5±0,22 ^{**}	2,2±0,26 ^{***}
ИЛ-1β, пг/мл	12,1±0,86	11,0±0,26	11,4±0,18	11,3±0,27
ИЛ-2, пг/мл	12,4±2,00	9,4±1,27	14,9±1,98	13,3±1,53
ИЛ-4, пг/мл	3,0±0,06	3,1±0,18	3,2±0,41	2,9±0,04
ИЛ-10, пг/мл	19,9±0,1	20,3±0,15	22,9±2,03	20,8±0,48
ФНО-α, пг/мл	4,0±0,208	3,5±0,04	4,0±0,18	3,6±0,1
ИФН-γ, пг/мл	108,1±7,23	118,2±3,35	112,2±3,26	110,4±4,74

Примечания: * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$, *** $p < 0,0001$ – по отношению к показателям до отъема; ^{xxx} $p < 0,0001$ – по отношению к показателю на 10-й день.

Аналогичная динамика отмечена и в абсолютном содержании лимфоцитов. Их количество повысилось на 61,1%, 53,6 и 30,2%. Полученные результаты свидетельствуют о выраженной реакции на высокую антигенную нагрузку.

Относительное содержание лимфоцитов имело тенденцию к снижению на 3-и сутки после отъема на 10,0%, 10-е – на 7,4% и на 20-й день - на 10,0%.

Абсолютное количество Т-лимфоцитов, осуществляющих клеточный иммунный ответ, имело положительную динамику после воздействия отъемного стресса: на 3 и 10 сутки оно было выше фонового показателя на 68,2% и на 20-й день на 59,1%. Относительное содержание Т-лимфоцитов на 3-и сутки после отъема снизилось на 5,8%, на 10-й день увеличилось до фонового показателя, а на 20-е сутки уменьшилось по сравнению с ним на 11,4%.

Количественные изменения произошли и в субпопуляциях Т-лимфоцитов. Так, на 3-й день после отъема у поросят отмечено снижение относительного количества Т-супрессоров на 21,2%, на 10-е сутки достоверное увеличение их содержания по сравнению с фоном и трехдневным показателем на 44,2 и 82,9% соответственно, а на 20-е сутки оно было ниже предыдущего значения на 49,3%. Абсолютное содержание Т-супрессоров было выше предотъемного показателя на 3, 10 и 20 дни после стрессового воздействия на 42,4%, в 2,4 и 1,9 раза, что свидетельствовало о высокой иммуносупрессивной активности Т-клеток, подавляющей иммунный ответ.

Относительное содержание Т-хелперов снизилось на 10-е сутки на 14,2%, на 20-й день увеличилось на 9,6%, однако было ниже фонового показателя на 5,9%. Абсолютное содержание Т-хелперов превышало предотъемный показатель на 3, 10 и 20 дни после стрессового воздействия на 74,2; 38,7 и 81,0%, но увеличение по сравнению с таковыми у Т-супрессоров особенно на 10 сутки было менее существенным.

Отношение Ттфр/Ттфч на 10-й день после отъема снизилось на 52,9%, что свидетельствовало о повышении супрессивной активности Т-лимфоцитов, а на 3 и 20 сутки оно превышало фоновый показатель на 21,4% и 25,0% за счет увеличения содержания Т-хелперов.

Таким образом, достоверное увеличение относительного и абсолютного количества Т-супрессоров и снижение аналогичного уровня Т-хелперов, также как и отношения Ттфр/Ттфч на 10-е сутки после стрессового воздействия, свидетельствует о существенном угнетении клеточного иммунитета в указанный срок.

Абсолютное количество В-лимфоцитов, предназначенных для реализации иммунного ответа с образованием специфических антител, на 3, 10 и 20 дни после отъема повысилось на 23,8; 78,6% и в 2,6 раза, а относительное их содержание существенно снизилось на 3-и сутки на 30,1%, но на 10 и 20 дни повысилось на 28,9 и 43,0%, достигнув на 20-е сутки фонового значения.

В цитокиновом профиле у поросят после отъема установлены незначительные изменения в содержании провоспалительных цитокинов ИЛ-1 β , ФНО- α , ИФН- γ и противовоспалительных медиаторов ИЛ-4 и ИЛ-10.

Количество ИЛ-2, определяющего развитие клеточного иммунитета [17], на 3-и сутки после отъема снизилось на 21,2%, на 10 и 20 дни повысилось на 58,5 и 41,5%, по сравнению с 3-дневным показателем, и было выше фонового значения на 20,2 и 7,3% соответственно, снижая негативное влияние стрессового воздействия на клеточный иммунитет.

Перевозка поросят с дорастивания на откорм (первая фаза) вызвала изменения в показателях клеточного иммунитета, во многом сходные с таковыми при отъемном стрессе (таблица 2).

Таблица 2 - Клеточный иммунитет и цитокиновый профиль у поросят до и после перевозки на откорм (первая фаза)

Показатели	За 3 дня до перевозки	После перевозки на откорм (сутки)		
		3	10	20
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	15,7 \pm 0,35	26,9 \pm 1,96***	23,7 \pm 2,23**	21,8 \pm 1,02***
Лимфоциты, 10 ⁹ /л	10,1 \pm 0,007	14,4 \pm 0,05***	13,4 \pm 0,07***	14,7 \pm 0,008***
Лимфоциты, %	64,8 \pm 2,05	53,5 \pm 2,59**	56,8 \pm 3,47*	67,5 \pm 0,86
Т-лим, %	44,0 \pm 0,91	49,5 \pm 0,65***	51,3 \pm 0,48***	50,3 \pm 0,85***
Т-лим, 10 ⁹ /л	5,0 \pm 0,36	6,1 \pm 0,91	7,0 \pm 1,11	7,4 \pm 0,41**
Ттфч., %	8,8 \pm 0,48	15,3 \pm 0,25***	15,8 \pm 0,48***	18,8 \pm 0,85***
Ттфч., 10 ⁹ /л	0,98 \pm 0,05	1,9 \pm 0,31	2,2 \pm 0,39**	2,8 \pm 0,23***
Ттфр., %	35,3 \pm 0,48	34,3 \pm 0,75	35,5 \pm 0,65	31,7 \pm 1,2
Ттфр., 10 ⁹ /л	4,0 \pm 0,31	4,2 \pm 0,61	4,8 \pm 0,73	4,6 \pm 0,23
Ттфр/тфч	4,0:1 \pm 0,16	2,2:1 \pm 0,06***	2,3:1 \pm 0,09***	1,7:1 \pm 0,09***
В-лим, %	23,8 \pm 0,85	19,5 \pm 0,65**	23,2 \pm 0,48	20,5 \pm 0,65***
В-лим., 10 ⁹ /л	2,7 \pm 0,24	2,4 \pm 0,39	3,2 \pm 0,53	3,0 \pm 0,13
ИЛ-1 β , пг/мл	15,2 \pm 0,02	15,5 \pm 0,29	15,1 \pm 0,1	14,6 \pm 0,12***
ИЛ-2, пг/мл	17,3 \pm 0,68	15,3 \pm 0,37*	16,1 \pm 0,73	15,1 \pm 0,37*
ИЛ-4, пг/мл	15,1 \pm 0,3	14,9 \pm 0,74	15,3 \pm 0,82	13,8 \pm 0,8
ИЛ-10, пг/мл	22,1 \pm 0,23	23,3 \pm 0,53*	23,5 \pm 1,38	22,7 \pm 0,17*
ФНО- α , пг/мл	3,6 \pm 0,05	3,8 \pm 0,22	3,7 \pm 0,12	3,7 \pm 0,08
ИФН- γ , пг/мл	143,1 \pm 7,52	124,0 \pm 5,63*	133,4 \pm 9,22	93,6 \pm 7,1***

Примечания: * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$, *** $p < 0,0001$ – по отношению к показателям до отъема.

У животных на 3, 10 и 20 дни после стрессового воздействия по сравнению с фоном увеличилось содержание лейкоцитов на 71,3%; 50,9 и 38,9% и абсолютное количество лимфоцитов – на 42,5; 32,7 и 45,5%.

Относительное содержание лимфоцитов снизилось на 3 и 10-е сутки на 17,7 и 12,3%, а на 20 сутки повысилось по сравнению с предыдущим показателем и фоном на 18,8 и 4,2%.

Абсолютное и относительное количество Т-лимфоцитов на 3, 10 и 20 сутки после перевозки животных на откорм повысилось на 22,0; 40,0 и 48,0% и на 12,5; 16,6 и 14,3% соответственно, также как и абсолютное и относительное содержание Т-супрессоров в 1,9 и 1,7 раза; в 2,2 и 1,8 раза; в 2,9 и 2,1 раза.

Абсолютное содержание Т-хелперов повысилось на 3, 10 и 20 дни, но в меньшей степени, чем Т-супрессоров, на 6,5; 21,3 и 16,3% соответственно. Относительное их количество на 3 и 10 сутки практически не отличалось от фонового показателя, а на 20 день снизилось на 10,7%.

Отношение Ттфр/тфч на 3, 10 и 20 сутки после стрессового воздействия снизилось на 45,0; 42,5 и 57,5%, что свидетельствует о повышении супрессивной активности Т-лимфоцитов, особенно на 20-е сутки после перевозки поросят на откорм.

Абсолютное содержание В-лимфоцитов после снижения по сравнению с фоном на 3 сутки на 9,7%, на 10 и 20 дни повысилось на 18,2 и 11,5%. Относительное количество В-лимфоцитов также снизилось на 3 сутки на 18,1%, на 10 сутки повысилось до уровня фонового показателя, а на 20-й день снизилось по сравнению с ним на 13,9%.

В цитокиновом профиле установлены незначительные изменения в содержании ИЛ-1 β , ФНО- α и ИЛ-10, уменьшение количества ИЛ-2 на 3, 10 и 20-е сутки на 11,6%; 6,9 и 12,7%, достоверное снижение уровня ИФН- γ на 20 день на 34,5%.

Таким образом, достоверное повышение относительного и абсолютного содержания Т-супрессоров на 3, 10 и 20 сутки после перевозки животных на откорм (первая фаза) при менее значимом увеличении абсолютного количества Т-хелперов, снижение отношения Ттфр/Ттфч,

количества ИЛ-2 во все сроки исследований и ИФН- γ на 20 день свидетельствуют об угнетении клеточного иммунитета в течение 3 недель после стрессового воздействия.

Перевозка на откорм поросят в возрасте 115 дней с более совершенной иммунной системой также сопровождалась изменениями показателей клеточного иммунитета, но они были менее существенными, чем у животных при отъемном стрессе и перевозке их в первую фазу откорма (таблица 3).

Таблица 3 - Клеточный иммунитет и цитокиновый профиль у поросят до и после перевода на откорм (вторая фаза)

Показатели	За 3 дня до перевозки	После перевозки на откорм (сутки)		
		3	10	20
Лейкоциты, 10^9 /л	19,3 \pm 0,15	19,6 \pm 0,75	22,3 \pm 1,32 *	19,3 \pm 1,64
Лимфоциты, 10^9 /л	11,3 \pm 0,002	12,0 \pm 0,01 ***	13,7 \pm 0,02 ***	11,2 \pm 0,03 **
Лимфоциты, %	58,7 \pm 1,17	61,3 \pm 1,52	61,3 \pm 1,6	58,3 \pm 1,71
Т-лим., %	57,5 \pm 0,65	55,75 \pm 0,63 *	44,75 \pm 1,25 ***	42,0 \pm 1,08 ***
Т-лим., 10^9 /л	6,6 \pm 0,34	6,8 \pm 0,11	6,1 \pm 0,23	4,7 \pm 0,50 **
Ттфч., %	13,8 \pm 0,48	11,8 \pm 0,75 *	8,0 \pm 0,4 ***	12,5 \pm 0,5
Ттфч., 10^9 /л	1,58 \pm 0,01	1,4 \pm 0,06 *	1,1 \pm 0,05 ***	1,4 \pm 0,14
Ттфр., %	43,8 \pm 0,75	44,0 \pm 0,41	36,75 \pm 0,85 ***	29,5 \pm 0,65 ***
Ттфр., 10^9 /л	5,0 \pm 0,33	5,42 \pm 0,15	4,99 \pm 0,18	3,3 \pm 0,36 **
Ттфр/тфч	3,1:1 \pm 0,20	3,8:1 \pm 0,27 *	4,6:1 \pm 0,15 ***	2,4:1 \pm 0,06 **
В-лим., %	17,0 \pm 0,4	15,75 \pm 0,48 *	14,25 \pm 0,85 *	13,0 \pm 0,71 *** ^x
В-лим., 10^9 /л	4,0 \pm 0,11	3,2 \pm 0,09 ***	3,2 \pm 0,12 ***	2,7 \pm 0,15 ***
ИЛ-1 β , пг/мл	15,4 \pm 0,8	15,3 \pm 0,32	15,0 \pm 0,11	15,6 \pm 0,59
ИЛ-2, пг/мл	16,4 \pm 0,9	15,4 \pm 0,09	15,8 \pm 0,44	14,8 \pm 0,17
ИЛ-4, пг/мл	4,2 \pm 0,41	4,33 \pm 0,87	5,8 \pm 0,34 **	4,1 \pm 0,83
ИЛ-10, пг/мл	23,9 \pm 0,88	22,8 \pm 0,3	23,4 \pm 0,61	23,4 \pm 0,43
ФНО- α , пг/мл	3,36 \pm 0,1	3,5 \pm 0,13	3,4 \pm 0,21	4,1 \pm 0,18 **
ИФН- γ , пг/мл	107,7 \pm 4,25	141,2 \pm 5,85 **	133,67 \pm 6,45 **	121,6 \pm 3,61 *

Примечания: * p <0,05, ** p <0,001, *** p <0,0001 – по отношению к показателям до отъема.

У них на 10-е сутки после стрессового воздействия увеличились количество лейкоцитов на 15,5%, абсолютное и относительное содержание лимфоцитов на 3 и 10 дни - на 6,2 и 4,4% и на 21,2 и 4,4% соответственно.

Абсолютное количество Т-лимфоцитов после незначительного увеличения на 3 сутки по сравнению с фоном уменьшилось на 10 и 20 дни на 7,6 и 28,8%, а относительное их количество снижалось во все сроки исследований после стрессового воздействия на 3 сутки на 3,0%, 10-е – на 22,1 и на 20-й день – на 26,9%.

Изменения в содержании субпопуляций Т-лимфоцитов характеризовались уменьшением на 3, 10 и 20 сутки абсолютного и относительного количества Т-супрессоров на 12,5; 31,3 и 12,5% и на 14,5; 42,0 и 9,4% соответственно, увеличением абсолютного содержания Т-хелперов на 3-й день на 8,0% с последующим снижением их по сравнению с фоном на 20-е сутки на 34,2%, также как и относительного количества на 10 и 20-е дни после стрессового воздействия на 16,0 и 32,6%.

Отношение Ттфр/тфч повысилось на 3 и 10 дни на 22,6% и 48,4%, что свидетельствует об уменьшении супрессивной активности Т-клеток, а на 20-е сутки оно было ниже на 22,9%, связанное с повышением содержания Т-супрессоров.

Абсолютное и относительное содержание В-лимфоцитов снижалось во все сроки исследований после стрессового воздействия на 3-и сутки на 20,0 и 7,1%, 10-е – на 20,0 и 15,9% и на 20-й день - на 32,5 и 23,5%.

Изменения в цитокиновом профиле характеризовались достоверным увеличением содержания ФНО- α на 20 сутки после стрессового воздействия на 20,6%, свидетельствующим об усилении антигенного воздействия, ИЛ-4 на 10 сутки - на 38,1%, ИФН- γ на 3, 10 и 20-е дни - на 31,1%, 24,1 и 12,9%.

Достоверное снижение относительного содержания Т-лимфоцитов и Т-хелперов на 10 и 20 дни после стрессового воздействия и их абсолютного количества на 20 сутки, также как и отношения Ттфр/Ттфч, свидетельствует об угнетении клеточного иммунитета у поросят, начиная с 10 дня после перевозки их на откорм. Повышение уровня ИФН- γ направлено на поддержание развития Th-1 зависимого адаптивного клеточного иммунного ответа и сохранение вместе со своим антагонистом ИЛ-4 баланса Т-хелперы 1/Т-хелперы 2 [18].

Заключение. Таким образом, ранний отъем поросят характеризовался лейкоцитозом, повышением количества лимфоцитов, Т-клеток, связанными с выраженной реакцией на высокую антигенную нагрузку, достоверным увеличением относительного и абсолютного Т-супрессоров и снижением аналогичного уровня Т-хелперов, Ттфр/тфч на 10 сутки после отъема, свидетельствующими о существенном угнетении клеточного иммунитета в указанный срок, тенденцией к повышению содержания цитокина ИЛ-2, направленной на снижение негативного влияния стрессового воздействия на клеточный иммунитет.

Адаптационный стресс у поросят, связанный с перевозкой на откорм (первая фаза), проявлялся повышением относительного и абсолютного содержания Т-супрессоров при менее значимом увеличении абсолютного количества Т-хелперов, снижении отношения Ттфр/тфч, количества ИЛ-2 и ИФН- γ на 20-е сутки, свидетельствующими об угнетении клеточного иммунитета в течение трех недель после стрессового воздействия.

Адаптация к новым условиям у поросят в возрасте 115 дней сопровождалась достоверным снижением относительного содержания Т-лимфоцитов и Т-хелперов на 10 и 20 дни после стрессового воздействия и их абсолютного количества на 20-е сутки, также как и отношения Ттфр/тфч, свидетельствующего об угнетении клеточного иммунитета у животных, начиная с 10-го дня после перевозки их на откорм, повышении уровня ИФН- γ , направленном на поддержание развития Th-1 зависимого адаптивного клеточного иммунного ответа и сохранение вместе со своим антагонистом ИЛ-4 баланса Т-хелперы1/Т-хелперы 2.

Выявленные особенности клеточного иммунитета и цитокинового профиля у поросят в критические периоды выращивания позволяют осуществлять оценку состояния их иммунной системы, а также проводить эффективные профилактические и лечебные мероприятия.

Литература. 1. Попов, В. С. *Этиологические особенности иммунодефицитов у свиней в условиях промышленной технологии* / В. С. Попов, Н. В. Самбуров, А. А. Зорикова // *Животноводство*. – 2016. – С. 63–67.; 2. Прудников, С. И. *Повышение неспецифической резистентности организма поросят иммуностимуляторами нуклеиновой природы* / С. И. Прудников, А. А. Духовский, Т. М. Прудникова // *Актуальные проблемы болезней в современных условиях*. Воронеж. – 2002. – С. 29–31.; 3. *Молекулярно-биохимические механизмы стресса и адаптации* / М. И. Рецкий, В. С. Бузлама, Б. Л. Жаркой, Ю. В. Водолазский // *Эколого-адаптационная стратегия защиты здоровья и продуктивности животных в современных условиях*. – 2001. – С. 29–85.; 4. *Топурия, Г. М. Стимуляция иммунных реакций у свиноматок и их приплода* / Г. М. Топурия, С. В. Семёнов // *Известия Оренбургского ГАУ*. – 2013. – № 4(42). – С. 100–102.; 5. *Орлянкин, Б. Г. Противовирусный иммунитет и стратегия специфической профилактики вирусных болезней свиней* / Б. Г. Орлянкин // *Труды Федерального центра охраны здоровья животных*. – 2008. – Т. 6. – С. 128–145.; 6. *Петрянкин, Ф. П., Иммунотропные препараты для лечения и профилактики болезней животных* / Ф. П. Петрянкин // *Ветеринарная патология*. – № 2. – 2009. – С. 98–105.; 7. *Рецкий, М. И. Значение антиоксидантного статуса в адаптивной гетерогенности и иммунологической резистентности животных* / М. И. Рецкий, В. С. Бузлама, А. Г. Шахов // *Актуальные проблемы болезней молодняка в современных условиях : материалы Международной научно-практической конференции*. – 2002. – С. 33–36.; 8. *Влияние технологического стресса на продуктивность и адаптацию поросят отъемышей* / Л. Н. Момот [и др.] // *Свиноферма*. – 2007. – № 3. – С. 58.; 9. *Огородник, Н. З. Состояние природных механизмов защиты у поросят-отъемышей при действии иммунотропного препарата* / Н. З. Огородник, О. И. Вищур, В. П. Мизык // *Биология тварин*. – 2015. – Т. 17. – № 1. – С. 78–84.; 10. *Гемоморфологический, биохимический и иммунный статус у поросят при стрессе, вызванном отъемом их от свиноматок и переводом на доращивание* / А. Г. Шахов [и др.] // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. – 2019. – № 3. – С. 182–186.; 11. *Особенности гуморального и клеточного иммунитета у поросят при технологическом стрессе* / А. Г. Шахов [и др.] // *Ветеринарный фармакологический вестник*. – 2020. – № 2(11). – С. 143–156. 11. *Железникова, Г. Ф. Роль цитокинов в патогенезе и диагностике инфекционных заболеваний* / Г. Ф. Железникова // *Инфекционные болезни*. – 2008. – Т. 6. – № 3. – С. 70–77.; 12. *Наровлянский, А. Н. Интерфероны: перспективные направления исследований* / А. Н. Наровлянский, Ф. И. Ершов, А. Л. Гинцбург // *Иммунология*. – 2013. – Т. 34, № 3. – С. 168–172.; 13. *Симбирцев, А. С. Цитокины в лабораторной диагностике* / А. С. Симбирцев, А. А. Топольян // *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение*. – 2015. – № 2 (11). – С. 82–98.; 14. *Цитокиновый профиль новорожденных с инфекционно-воспалительной патологией* / А. В. Сотникова [и др.] // *Фундаментальные исследования*. – 2004. – № 1. – С. 85–86.; 15. *Методические рекомендации по оценке и коррекции иммунного статуса животных* / А. Г. Шахов [и др.] // *Новые методы исследований по проблемам ветеринарной медицины*. - Ч. III. – *Методы исследований по проблемам незаразной патологии у продуктивных животных*. – М.: РАСХН, 2007. – С. 216–292.; 16. *Исследование экспрессии генов цитокинов в процессе культивирования лейкоцитов здоровых доноров* / Л. В. Ковальчук [и др.] // *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. – 2012. – № 2. – С. 60–63.; 17. *Моисеев, А. Н. Биологическая роль интерферона-гамма в регуляции иммунитета животных* / А. Н. Моисеев, П. И. Барышников // *Ветеринария*. – 2016. – № 33. – С. 50–54.

Поступила в редакцию 14.09.2020 г.