СОСТОЯНИЕ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ПОРОСЯТ В ПОСТОТЪЕМНЫЙ ПЕРИОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛА И СТРЕСС-РЕАКТИВНОСТИ

Н. В. Ефанова, доцент, кандидат биологических наук
В. В. Гарт, профессор, доктор сельскохозяйственных наук
К. В. Жучаев, профессор, доктор биологических наук
Л. М. Осина, доцент, кандидат биологических наук
С. В. Баталова, доцент, кандидат биологических наук

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: ngaufiziologi@mail.ru

Ключевые слова: поросята, свиньи, отъем, иммунная система, стресс-устойчивость, стресс-чувствительность, иммуноглобулины, лимфоциты.

Реферат. Изучена зависимость иммунной системы 90-дневных поросят породы СМ-1 новосибирской селекции от половой принадлежности и стресс-реактивности, которую определяли методом галотанового теста. Иммунологическое тестирование проводили через 30 дней после отъема. Анализ полученных результатов показал, что в целом иммунная система молодняка не проявляла признаков иммунодепрессии, а демонстрировала высокую пролиферативную активность Т- и В-иммунокомпетентных клеток с активным образованием функционально зрелых, активированных Т-лимфоцитов, IgM и IgG. Хрячки отличались от свинок высоким содержанием в крови лейкоцитов, Т-, В-лимфоцитов, Т-киллеров-супрессоров, активированных и малодифференцированных Т-лимфоцитов. У свинок же наиболее активно продуцировались Т-индукторы-хелперы, IgM и IgG. Стресс-устойчивый молодняк получал преимущество над стресс-чувствительным по содержанию в крови В-лимфоцитов, IgM, IgG, а стресс-чувствительные поросята имели превосходство над стресс-устойчивыми по количеству Т-лимфоцитов, Т-киллеров-супрессоров и тимических Т-лимфоцитов. У свинок соотношение между Т-индукторами-хелперами и Т-киллерами-супрессорами перераспределялось в пользу Т-индукторов-хелперов и сопровождалось активным процессом антителогенеза, но наиболее интенсивный синтез IgG наблюдался в группе стресс-устойчивых. У хрячков дифференцировка незрелых Т-лимфоцитов направлялась в сторону преимущественной продукции Т-киллеров-супрессоров. Адаптивная реакция иммунной системы стресс-устойчивых хрячков характеризовалась высокой циркуляцией В-лимфоцитов и IgM. Стресс-чувствительные хрячки отличались от своих сверстников низким уровнем синтеза антител и высокой активностью Т-лимфопоэза.

THE CONDITION OF PIGLET IMMUNE SYSTEM DURING POST-WEANING PERIOD DEPENDING ON THE SEX AND STRESS-REACTIVITY

N. V. Efanova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
V. V. Gart, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
K. V. Zhuchaev, Doctor of Biological Sciences, Professor
L. M. Osina, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
S. V. Batalova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Novosibirsk State Agrarian University

Key words: piglets, pigs, weaning, immune system, stress-resistance, stress-sensitivity, immunoglobulins, lymphocytes.

Abstract. The immune system of 90-day old piglets of SM-1 Novosibirsk breed piglets depends on sex and stress-reactivity. Stress-reactivity was measured using halothane test. The immunologic testing was performed 30 days after weaning. Our results show that overall piglet immune system demonstrated high proliferative

activity of T- and B- immunocompetent cells with active formation of mature active T-and B-lymphocytes and did not show signs of immunosuppression. Compared to gilts, barrows had higher concentration of leucocytes, T-and B-lymphocytes, killer-supressor T-cells, activated and poorly differentiated T-lymphocytes. Gilts had higher production of inductor-helper T-cells, IgM and IgG when compared to barrows. Stress-resistant piglets had higher concentration of B-lymphocytes, IgM and IgG whereas stress-sensitive piglets had higher concentration of T-lymphocytes, supressor-killer T-cells and thymus T-lymphocytes. Gilts had higher concentration of inductor-helper T-cells than killer-supressor T-cells. Gilts overall had intensive antibody synthesis, however, stress-resistant gilts had higher IgG synthesis compared to stress-sensitive gilts. In barrows immature T-lymphocytes differentiated mainly into killer-supressor T-cells. The adaptivity of barrow immune system was characterized by high circulatory B-lymphocytes and IgM. Stress-sensitive barrows had lower antibody synthesis levels and higher T-lymphophoesis compared to stress-resistant barrows.

Успешность адаптации свиней к технологическим приёмам, условиям содержания, эффективность ответных реакций на проводимые профилактические и лечебные ветеринарные мероприятия, а также сохранность поголовья и качество продукции зависят от множества биологических и физиологических особенностей организма животных, к числу которых относятся и стресс-чувствительность [1–5]. Доказано, что животные с разной стресс-чувствительностью демонстрируют отличающиеся уровни адаптации, воспроизводства, продуктивности, иммунореактивности [1, 6–9]. Так, например, в отличие от стресс-устойчивых поросят, стресс-чувствительные животные имеют более низкие показатели бактерицидной, лизоцимной активности сыворотки крови, фагоцитарной активности нейтрофилов и низкие уровни поствакцинальных титров антител [9–11].

Характер изменений интенсивности антителогенеза, Т-, В-лимфопоэза у хрячков и свинок с разной стресс-чувствительностью в критические периоды онтогенеза до сих пор не изучен. Поэтому целью нашей работы стало исследование адаптивных особенностей Т-, В-звеньев иммунной системы у свиней СМ-1 новосибирской селекции с учетом половых различий и разной стресс-чувствительности через месяц после отъёма.

Опыты проводили в осенне-зимний период на свиньях скороспелой мясной породы (СМ-1) новосибирской селекции, выращиваемых на базе племенной свинофермы учебно-опытного хозяйства «Тулинское» Новосибирского ГАУ.

Стресс-реактивность поросят определяли методом галотанового теста. С помощью аппарата ингаляционного наркоза поросенку в течение 2 мин подавали смесь, содержащую 3–4 об.% паров фторотана (аналог галотана) и воздуха [12]. Поросят, проявивших реакцию на наркоз в виде ригидности мускулатуры, тремора и гиперемии кожи, оценивали как стресс-чувствительных. При отсутствии реакции на фторотан особей относили в разряд стресс-устойчивых [13].

Протестированные в полуторамесячном возрасте свиньи в количестве 95 голов содержались вместе со сверстниками в аналогичных условиях.

Иммунологическое тестирование крови поросят осуществляли через 30 дней после отъёма (на 90-е сутки жизни). Идентификацию тотальных Т-лимфоцитов (тЕ-РОК), Т-индукторов-хелперов (рЕ-РОК), Т-киллеров-супрессоров (вЕ-РОК), активированных (бЕ-РОК), тимических (сЕ-РОК) и ранних посттимических (аЕ-РОК) Т-лимфоцитов осуществляли с помощью метода спонтанного розеткообразования лимфоцитов с эритроцитами барана, используя разные режимы инкубации [2, 6, 14]. Маркерами для В-лимфоцитов служили эритроциты мыши. Концентрацию сывороточных иммуноглобулинов М и G определяли методом простой радиальной иммунодиффузии [2, 15]. Для подсчёта количества лейкоцитов и лимфоцитов в крови использовали общепринятые в гематологии методики [2].

Вычисление биометрических показателей производилось по стандартным формулам, а сравнение средних арифметических – с помощью критерия Стьюдента.

Произведён анализ зависимости показателей иммунного статуса животных от раздельного и совместного влияния пола и чувствительности к стрессу.

Сравнение показателей иммунных статусов хрячков и свинок через 30 дней после отъёма позволило выявить ряд закономерностей, отличающих адаптивный характер иммунной системы поросят разного пола независимо от чувствительности к стрессу (табл. 1).

Таблица 1

Состояние иммунной системы свиней разного пола

Показатели	Хрячки, n=39		Свинки, n=56	
	$\bar{x} \pm S_x$	Cv	$\bar{x} \pm S_x$	Cv
Лейкоциты, $\times 10^9$	19,460 $\pm$ 0,364	11,68	16,710 $\pm$ 0,197***	8,83
Лимфоциты, %	77,230 $\pm$ 0,759	6,14	77,810 $\pm$ 0,825	7,93
тЕ-РОК, %	60,850 $\pm$ 0,767	7,88	56,800 $\pm$ 1,190**	15,68
pE-РОК, %	22,420 $\pm$ 0,486	13,52	26,500 $\pm$ 0,362***	10,23
вЕ-РОК, %	25,420 $\pm$ 0,454	11,16	19,530 $\pm$ 0,793***	30,39
бЕ-РОК, %	9,330 $\pm$ 0,393	26,27	7,540 $\pm$ 0,311***	30,82
аЕ-РОК, %	6,320 $\pm$ 0,291	28,75	5,420 $\pm$ 0,182	25,07
сЕ-РОК, %	5,270 $\pm$ 0,324	38,41	3,700 $\pm$ 0,131***	26,57
ЕМ-РОК, %	6,090 $\pm$ 0,264	27,11	5,070 $\pm$ 0,269**	39,76
IgM, г/л	1,780 $\pm$ 0,054	18,99	1,830 $\pm$ 0,035	14,15
IgG, г/л	18,430 $\pm$ 0,234	7,93	25,810 $\pm$ 0,370***	10,72

Примечание. Здесь и далее: *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Так, на момент исследований соотношение между функционально зрелыми Т-индукторами-хелперами и Т-киллерами-супрессорами в группе свинок перераспределялось в пользу Т-индукторов-хелперов и составляло 1,36. По активности образования Т-индукторов-хелперов свинки превосходили хрячков на 15,4 %. Высокий уровень продукции Т-индукторов-хелперов у свинок сопровождался параллельным интенсивным синтезом антител, и в первую очередь IgG. Благодаря этому свинки опережали хрячков по концентрации сывороточного IgG на 28,59 %.

В отличие от свинок, в группе хрячков соотношение между Т-индукторами-хелперами и Т-киллерами-супрессорами перераспределялось в пользу последних и составило 0,88. При этом высокий уровень образования Т-киллеров-супрессоров происходил на фоне активации лейкопоза, увеличения в крови хрячков пула Т-, В-лимфоцитов, активированных и малодифференцированных Т-лимфоцитов. По данным В.С. Кожевникова [14], увеличение в крови количества Т-киллеров-супрессоров, активированных и малодифференцированных Т-лимфоцитов свидетельствует о преимущественном формировании среди субпопуляции Т-киллеров-супрессоров лимфоцитов с функцией киллеров. В результате хрячки получали статистически достоверное преимущество над свинками по количеству Т-киллеров-супрессоров на 23,17, активированных Т-лимфоцитов – на 19,19, ранних посттимических Т-лимфоцитов – на 14,24, тимических Т-лимфоцитов – на 29,79, общему количеству Т-лимфоцитов – на 6,66, В-лимфоцитов – на 16,75 и лейкоцитов – на 14,13 %. В этот период жизни хрячки уступали свинкам только по активности антителогенеза.

Таким образом, через 30 дней после отъёма хрячки и свинки демонстрировали разнонаправленность иммунологических реакций. У свинок превалировал преимущественно гуморальный тип иммунологических реакций, а у хрячков – клеточный. Не исключено, что обнаруженные различия в иммунном статусе у 90-дневных поросят могли быть обусловлены или пребыванием разнополых животных на разных этапах адаптации после отъёма, или особенностями полового развития.

Сравнительный анализ состояния иммунной системы поросят с разной чувствительностью к стрессу без учёта половых особенностей показал, что через 30 дней после отъёма стресс-чувствительный молодняк демонстрирует высокую пролиферативную активность Т-лимфоцитов и превосходит своих стресс-устойчивых сверстников по количеству Т-лимфоцитов на 8,41, Т-киллеров-супрессоров – на 17,18 и малодифференцированных тимических Т-лимфоцитов – на 27,54% (табл. 2). Соотношение между Т-индукторами-хелперами и Т-киллерами-супрессорами в группе стресс-чувствительных поросят было близко к 1. Однако интенсивность антителогенеза у стресс-чувствительных свиней была ниже, чем у стресс-устойчивых сверстников.

Таблица 2

Состояние иммунной системы свиней с разной чувствительностью к стрессу

Показатели	Чувствительные, n=27		Устойчивые, n=68	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv
Лейкоциты, $\times 10^9$	18,380 $\pm$ 0,280	7,91	17,630 $\pm$ 0,305	14,25
Лимфоциты, %	76,340 $\pm$ 0,879	5,99	78,050 $\pm$ 0,720	7,60
тЕ-РОК, %	62,210 $\pm$ 1,059	8,85	56,980 $\pm$ 0,971***	14,05
рЕ-РОК, %	25,050 $\pm$ 0,521	10,81	24,740 $\pm$ 0,455	15,17
вЕ-РОК, %	25,030 $\pm$ 0,811	16,84	20,730 $\pm$ 0,698***	27,77
бЕ-РОК, %	8,290 $\pm$ 0,404	25,32	8,270 $\pm$ 0,326	32,50
аЕ-РОК, %	5,280 $\pm$ 0,223	21,99	5,990 $\pm$ 0,210*	28,90
сЕ-РОК, %	5,410 $\pm$ 0,387	37,19	3,920 $\pm$ 0,160***	33,75
ЕМ-РОК, %	4,660 $\pm$ 0,215	24,03	5,810 $\pm$ 0,254***	35,99
IgM, г/л	1,480 $\pm$ 0,030	10,47	1,940 $\pm$ 0,027***	11,60
IgG, г/л	19,970 $\pm$ 0,636	16,54	23,190 $\pm$ 0,508***	17,53

У стресс-устойчивых свиней соотношение между Т-индукторами-хелперами и Т-киллерами-супрессорами перераспределялось в пользу рЕ-РОК и составляло 1,19. Сравнительно низкий уровень продукции Т-киллеров-супрессоров и активное формирование Т-индукторов-хелперов у устойчивого к стрессу молодняка сопровождались параллельной активацией В-лимфоцитов, антителогенеза и увеличением в крови малодифференцированных посттимических Т-лимфоцитов, являющихся предшественниками функционально зрелых Т-клеток. В результате стресс-устойчивые свиньи превосходили стресс-чувствительных по уровню В-лимфоцитов на 19,79, по концентрации IgM – на 23,71, IgG – на 13,89 и по количеству малодифференцированных посттимических Т-лимфоцитов – на 11,85%.

Таким образом, через 30 дней после отъёма стресс-устойчивые и стресс-чувствительные свиньи демонстрируют отличающийся характер направленности адаптивных реакций иммунной системы.

С целью изучения совместного влияния стресс-реактивности и половой принадлежности на адаптивные способности иммунной системы поросят через месяц после отъёма биометрические показатели были вычислены для животных, условно разделённых на 4 группы: 1-я группа – стресс-чувствительные хрячки, 2-я – стресс-устойчивые хрячки, 3-я – стресс-чувствительные свинки и 4-я группа – стресс-устойчивые свинки (табл. 3).

В процессе исследований установлено, что в 4-й группе на фоне сравнительно низкого лейкопоза и содержания в крови Т-киллеров-супрессоров наблюдалась активная продукция Т-индукторов-хелперов и IgG. В результате эта группа поросят получала преимущество над 1-й и 2-й группами по количеству в крови Т-индукторов-хелперов соответственно на 10,57 (P<0,01) и 18,11% (P<0,01), но уступала по числу Т-киллеров-супрессоров на 50,00 (P<0,001) и 24,74% (P<0,001).

Превосходя 1–3-ю группы по концентрации сывороточного IgG на 36,18 ($P<0,001$); 27,64 ($P<0,001$) и 12,71 % ($P<0,001$), стресс-устойчивые свинки отставали по общему количеству лейкоцитов на 14,71 ($P<0,001$); 21,75 ($P<0,001$) и 10,42 % ($P<0,001$) соответственно.

Таблица 3

Состояние иммунной системы разнополых свиней с разной чувствительностью к стрессу

Показатели	Группа							
	1-я, n=14		2-я, n=25		3-я, n=13		4-я, n=43	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv
Лейкоциты, $\times 10^9$	18,72 $\pm$ 0,47	9,40	19,87 $\pm$ 0,49	12,33	18,02 $\pm$ 0,27	5,40	16,32 $\pm$ 0,21	8,44
Лимфоциты, %	76,20 $\pm$ 1,60	7,86	77,80 $\pm$ 0,78	5,01	76,50 $\pm$ 0,70	3,30	78,20 $\pm$ 1,05	8,80
тЕ-РОК, %	66,30 $\pm$ 0,84	4,74	57,80 $\pm$ 0,40	3,46	57,80 $\pm$ 1,05	6,55	56,50 $\pm$ 1,52	17,64
рЕ-РОК, %	23,70 $\pm$ 0,61	9,63	21,70 $\pm$ 0,64	14,75	26,50 $\pm$ 0,67	9,12	26,50 $\pm$ 0,43	10,64
вЕ-РОК, %	28,50 $\pm$ 0,43	5,65	23,70 $\pm$ 0,33	6,96	21,30 $\pm$ 0,71	12,02	19,00 $\pm$ 1,00	34,51
бЕ-РОК, %	6,70 $\pm$ 0,33	18,43	10,80 $\pm$ 0,31	14,35	10,00 $\pm$ 0,37	13,34	6,80 $\pm$ 0,31	29,90
аЕ-РОК, %	6,00 $\pm$ 0,26	16,22	6,50 $\pm$ 0,43	33,08	4,50 $\pm$ 0,22	17,62	5,70 $\pm$ 0,21	24,16
сЕ-РОК, %	7,00 $\pm$ 0,37	19,77	4,30 $\pm$ 0,33	38,37	3,70 $\pm$ 0,21	20,46	3,70 $\pm$ 0,16	28,35
ЕМ-РОК, %	5,00 $\pm$ 0,26	19,46	6,70 $\pm$ 0,33	24,63	4,30 $\pm$ 0,33	27,67	5,30 $\pm$ 0,33	40,83
IgM, г/л	1,35 $\pm$ 0,02	5,64	2,02 $\pm$ 0,02	4,95	1,62 $\pm$ 0,02	4,44	1,89 $\pm$ 0,04	13,86
IgG, г/л	16,97 $\pm$ 0,13	2,86	19,24 $\pm$ 0,23	6,30	23,21 $\pm$ 0,34	5,28	26,59 $\pm$ 0,40	9,86

Стресс-чувствительные свинки, так же как и их стресс-устойчивые сверстницы, имели преимущество над стресс-чувствительными и стресс-устойчивыми хрячками по количеству Т-индукторов-хелперов соответственно на 10,57 ($P<0,001$) и 18,11 % ($P<0,001$), а по концентрации сывороточного IgG – на 27 ($P<0,001$) и 17,1 % ($P<0,001$). По содержанию в крови активированных Т-лимфоцитов стресс-чувствительные свинки превосходили 1-ю и 4-ю группу на 32 % ($P<0,001$). Показатель аЕ-рок в 3-й группе был достоверно ниже 1, 2 и 4-й групп на 33,33; 44,44 и 26,67 % соответственно.

В свою очередь, стресс-устойчивые хрячки опережали поросят 1, 3 и 4-й групп по уровню IgM соответственно на 33,17 ($P<0,001$); 19,80 ($P<0,001$) и 6,44 % ($P<0,01$), по количеству В-лимфоцитов – на 25,37 ($P<0,001$); 35,82 ($P<0,001$) и 20,90 % ($P<0,001$), а молодняк 1-й и 4-й групп – по содержанию в крови активированных Т-лимфоцитов на 37,96 ($P<0,001$) и 37,04 % ($P<0,001$).

Группа стресс-чувствительных хрячков отличалась от 2, 3 и 4-й групп низкой интенсивностью антителогенеза, которая, вероятно, компенсировалась высокой активностью Т-лимфопоэза с преимущественным образованием пула Т-киллеров-супрессоров. Благодаря этому чувствительные к стрессу хрячки получали превосходство над 2, 3 и 4-й группами поросят по количеству Т-лимфоцитов соответственно на 12,82 ($P<0,001$); 12,82 ($P<0,001$) и 14,78 % ($P<0,001$), по продукции малодифференцированных тимических Т-лимфоцитов – на 38,57 ($P<0,001$); 47,14 ($P<0,001$) и 47,14 % ($P<0,001$), а по содержанию в крови Т-киллеров-супрессоров – на 16,84 ($P<0,001$); 25,26 ($P<0,001$) и 33,33 % ($P<0,001$). По интенсивности синтеза IgM стресс-чувствительные хрячки уступали 2, 3 и 4-й группам соответственно на 49,63 ($P<0,001$); 20,00 ($P<0,001$); 40,00 % ($P<0,001$), а по количеству IgG – на 13,38 ($P<0,001$); 36,77 ($P<0,001$) и 56,69 % ($P<0,001$).

Следует отметить, что в группах свинок соотношение между Т-индукторами-хелперами и Т-киллерами-супрессорами перераспределялось в пользу первых и составило 1,24 у стресс-чувствительных и 1,39 у стресс-устойчивых, а в группах хрячков, наоборот, – в пользу Т-киллеров-супрессоров и составило 0,83 у стресс-чувствительных и 0,92 у стресс-устойчивых.

Уровни Т-индукторов-хелперов в обеих группах свинок были выше, чем в группах хрячков, что, вероятно, обуславливало более активный синтез антител у свинок и особенно IgG.

Таким образом, в 90-дневном возрасте поросята с разной чувствительностью к стрессу, вероятно, или находятся на разных стадиях адаптации, или демонстрируют отличительные адаптационные реакции иммунной системы по причине особенностей полового развития и реакции на стресс.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Через 30 дней после отъёма, несмотря на ряд специфических различий, зависящих от пола и стресс-реактивности, иммунная система исследованных поросят не проявляла признаков иммунодепрессии, а демонстрировала высокую пролиферативную активность Т- и В-иммунокомпетентных клеток с активным образованием функционально зрелых, активированных Т-лимфоцитов, IgM и IgG.

2. Анализ иммунного статуса разнополых свиней без учета стресс-чувствительности показал, что для хрячков и свинок характерна разнонаправленность иммунологических реакций. Хрячки отличаются от свинок более высоким уровнем лейкопоза, продукции Т-, В-лимфоцитов, активированных, незрелых тимических и посттимических Т-лимфоцитов. Дифференцировка Т-лимфоцитов у хрячков направлялась в сторону преимущественного формирования Т-киллеров-супрессоров. У свинок наблюдался преимущественно гуморальный тип иммунных реакций, сопровождавшийся высоким уровнем продукции Т-индукторов-хелперов, IgM и IgG. Среди функционально зрелых Т-лимфоцитов значимая доля принадлежала Т-индукторам-хелперам.

3. Зависимость показателей иммунной системы свиней от стресс-реактивности проявлялась в превосходстве стресс-устойчивого молодняка над стресс-чувствительным по содержанию в крови В-лимфоцитов, IgM, IgG и малодифференцированных посттимических Т-клеток. Соотношение между Т-индукторами-хелперами и Т-киллерами-супрессорами у стресс-устойчивого молодняка перераспределялось в пользу первых. Стресс-чувствительные поросята, при равноценной интенсивности образования Т-индукторов-хелперов и Т-киллеров-супрессоров, получали превосходство над стресс-устойчивыми по количеству Т-лимфоцитов, Т-киллеров-супрессоров и малодифференцированных тимических Т-лимфоцитов.

4. При сравнительном изучении особенностей совместного влияния пола и стресс-реактивности на показатели иммунного статуса свиней был установлен ряд статистически достоверных различий. У стресс-чувствительных хрячков регистрировалось превосходство по общему пулу Т-лимфоцитов, количеству Т-киллеров-супрессоров и малодифференцированных тимических Т-лимфоцитов, но активность антителогенеза находилась на самом низком уровне; у стресс-устойчивых хрячков отмечался активный выход в циркуляцию лейкоцитов, активированных Т-лимфоцитов, В-лимфоцитов и IgM; стресс-чувствительные свинки получали преимущество над стресс-устойчивыми и стресс-чувствительными хрячками по содержанию в крови Т-индукторов-хелперов и IgG, а над стресс-устойчивыми сверстницами и стресс-чувствительными хрячками – по количеству активированных Т-лимфоцитов; у стресс-устойчивых свинок наиболее интенсивно продуцировались Т-индукторы-хелперы и IgG.

5. В группах хрячков соотношение между Т-индукторами-хелперами и Т-киллерами-супрессорами перераспределялось в пользу Т-киллеров-супрессоров и составило 0,83 у стресс-чувствительных и 0,92 у стресс-устойчивых. У свинок соотношение между Т-индукторами-хелперами и Т-киллерами-супрессорами перераспределялось в пользу первых и составило 1,24 у стресс-чувствительных и 1,39 у стресс-устойчивых.

6. При изучении реакции иммунной системы поросят в постотъемный период необходимо учитывать особенности совместного влияния на неё таких факторов, как половая принадлежность и стресс-реактивность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баталова С. В., Ефанова Н. В. Иммунологическая характеристика свиней породы СМ-1 новосибирской селекции в филогенезе и в системе «мать – потомство»: монография / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: ООО «2Д», 2014. – 126 с.
2. Иммуноморфологические исследования сельскохозяйственных животных и птиц: монография / Н. В. Ефанова, П. Н. Смирнов [и др.]; Новосиб. гос. аграр. ун-т, Биол.-технол. фак. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2019. – 212 с.
3. Карпуть И. М. Незаразные болезни молодняка. – Минск: Ураджай, 1989. – С. 7–21.
4. Осина Л. М. Иммунокомпетентность свиней с учетом влияния биологических и технологических факторов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2005. – С. 26–27.
5. Плященко С. И., Сидоров В. Т. Стрессы у сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.
6. Иммунология свиньи / А. Ф. Бакшеев, Н. В. Ефанова, П. Н. Смирнов, К. А. Дементьева. – Новосибирск, 2003. – 143 с.
7. Ефанова Н. В., Осина Л. М. Зависимость скорости пролиферации и дифференцировки Т-лимфоцитов от силы стресс-фактора у свиней // Актуальные вопросы ветеринарной медицины: материалы IX Сиб. вет. конф. – Новосибирск: НГАУ, 2009. – С. 56–57.
8. Ефанова Н. В., Осина Л. М. Особенности реакции иммунной системы на воздействие различной силы стресс-факторов // Современные проблемы производства и переработки продуктов животноводства: материалы III междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию БТФ НГАУ (13–14 окт.). – Новосибирск: НГАУ, 2011. – С. 77–80.
9. Тихонов В. Н., Жучаев К. В. Микроэволюционная теория и практика породообразования свиней: монография / под ред. К. В. Жучаева. – Новосибирск, 2008. – 394 с.
10. Авилов Ч. Групповой иммунный ответ у молодняка свиней // Свиноводство. – 2001. – № 4. – С. 21–23.
11. Сердюк Г. Н. Иммуногенетические маркеры и их использование для повышения эффективности селекции свиней: дис. в форме науч. докл. ... д-ра биол. наук. – СПб.; Пушкин, 2000. – 58 с.
12. Гарт В. В., Себежко О. И. Динамика галотан-чувствительности свиней породы СМ-1 на этапах ее создания и совершенствования // Вестник НГАУ. – 2012. – № 1, ч. 2. – С. 31–34.
13. Гарт В. В. Стресс-устойчивость свиней создаваемого сибирского типа новой мясной породы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 1992. – 17 с.
14. Кожевников В. С., Сахно Л. В. Идентификация субпопуляций Т-лимфоцитов человека методами розеткообразования с эритроцитами барана // Новые методы научных исследований в клинической и экспериментальной медицине: сб. науч. тр. / Новосиб. с. – х. ин-т. – Новосибирск, 1980. – С. 46–48.
15. Фримель Г. Иммунологические методы: пер. с нем. – М.: Медицина, 1987. – С. 82–88.

REFERENCES

1. Batalova S. V., Efanova N. V. *Immunologicheskaya harakteristika svinej porody SM-1 novosibirskoj selekcii v filogeneze i v sisteme «mat» – potomstvo* (Immunological characteristics of pigs of the SM-1 breed of Novosibirsk selection in phylogenesis and in the «mother-offspring» system), Novosibirsk: ООО «2D», 2014. – 126 p.
2. Efanova N. V., Smirnov P. N., Baksheev A. F., Batalova S. V., Osina L. M., Kotlyarova O. S., Degtyarev E. A., Vdovina G. V., Osadchuk L. V., Garmatarova T. V., Mal'ceva T. V., Borisenko E. A. /

immunomorfologicheskie issledovaniya sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh i ptic (Immunomorphological studies of farm animals and birds), Novosibirsk: IC NGAU «Zolotoj kolos», 2019. – 212 p.

3. Karput I. M. *Nezaraznye bolezni molodnyaka* (Non-infectious diseases of young animals), Minsk: Uradzhaj, 1989. – P. 7–21.

4. Osina L. M. *Immunokompetentnost' svinej s uchetom vliyaniya biologicheskikh i tekhnologicheskikh faktorov* (Immunocompetence of pigs, taking into account the influence of biological and technological factors), Extended abstract of candidate's thesis, Novosibirsk, 2005, P. 26–27.

5. Plyashchenko S. I., Sidorov V. T. *Stressy u sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh* (Stress in farm animals), Moscow Agropromizdat, 1987, 192 p.

6. Baksheev A. F., Efanova N. V., Smirnov P. N., Dement'eva K. A. *Immunologiya svin'i* (Pig immunology), Novosibirsk, 2003, 143 p.

7. Efanova N. V., Osina L. M. *Aktual'nye voprosy veterinarnoj mediciny: materialy IX Sib. vet. konf.*, (Topical issues of veterinary medicine: materials of IX Sib. vet. conf.), Novosibirsk, NGAU, 2009, P. 56–57. (In Russ.)

8. Efanova N. V., Osina L. M. *Sovremennye problemy proizvodstva i pererabotki produktov zhivotnovodstva* (Современные проблемы производства и переработки продуктов животноводства), Proceedings of the III international. scientific-practical conference dedicated. 75th anniversary of the BTF NSAU, October 13–14, Novosibirsk, 2011, P. 77–80. (In Russ.)

9. Tihonov V. N., Zhuchayev K. V. *Mikroevolyucionnaya teoriya i praktika porodoobrazovaniya svinej* (Microevolutionary theory and practice of pig breed formation), Novosibirsk, 2008, 394 p.

10. Avilov Ch., *Svinovodstvo*, 2001, No. 4, P. 21–23. (In Russ.)

11. Serdyuk G. N. *Immunogeneticheskie markery i ih ispol'zovanie dlya povysheniya effektivnosti selekcii svinej* (Immunogenetic markers and their use to improve the efficiency of pig breeding), dis. in the form of scientific. report ... Doctor's thesis, SPb, Pushkin, 2000, 58 p. (In Russ.)

12. Gart V. V., Sebezhenko O. I. *Vestnik NGAU*, 2012, No. 1, ch.2, P. 31–34. (In Russ.)

13. Gart V. V. *Stress-ustojchivost' svinej sozdavaemogo sibirskogo tipa novej myasnoj porody* (Stress Resilience of Pigs of the New Siberian Type of New Meat Breed), Extended abstract of kand. s.-h. nauk, Novosibirsk, 1992, 17 p. (In Russ.)

14. Kozhevnikov V. S., Sahno L. V. *Novye metody nauchnykh issledovaniy v klinicheskoy i eksperimental'noj medicine* (New research methods in clinical and experimental medicine), Novosibirsk, 1980, P. 46–48.

15. Frimel G. *Immunologicheskie metody* (Immunological methods), Moscow, Medicina, 1987, P. 82–88.