

oral anaerobes / B. Binta, M. Patel // *Journal of Applied Oral Science*. – 2016. – Vol. 24, № 2. – P. 142–7. – doi: 10.1590/1678-775720150469. 9. Worldwide disseminated armA aminoglycoside resistance methylase gene is borne by composite transposon Tn1548 / M. Galimand [et al.] // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. – 2005. – Vol. 49, № 7. – P. 2949–2953. – doi: 10.1128/AAC.49.7.2949-2953.2005. 10. Joseph, W. Chow, Aminoglycoside resistance in enterococci / W. Joseph // *Clinical Infectious Diseases*. – 2000. – Vol. 31, № 2. – P. 586–589. – doi: 10.1086/313949.

References. 1. Antibiotic Resistance: From Pig to Meat / X.C. Monger [et al.] // *Antibiotics* (Basel). – 2021. – Vol. 10, № 10. – P. 1209. – doi: 10.3390/antibiotics10101209. 2. Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges / G. Berg [et al.] // *Microbiome*. – 2020. – Vol. 8, № 1. – P.103. – doi: 10.1186/s40168-020-00875-0. 3. Kim, J. Emergence and spread of antibiotic-resistant foodborne pathogens from farm to table / J. Kim, J. Ahn // *Food Science and Biotechnology*. – 2022. – Vol. 31, № 12. – P. 1481–1499. – doi: 10.1007/s10068-022-01157-1. 4. Chopra, I. Tetracycline antibiotics: mode of action, applications, molecular biology, and epidemiology of bacterial resistance / I. Chopra, M. Roberts // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. – 2001. – Vol. 65, № 2. – P. 232–60. – doi: 10.1128/MMBR.65.2.232-260.2001. 5. The distribution of antibiotic resistance genes in chicken gut microbiota commensals / H. Juricova [et al.] // *Scientific Reports*. – 2021. – Vol. 11, № 1. – P. 3290. – doi: 10.1038/s41598-021-82640-3. 6. Roberts, M. C. Update on macrolide–lincosamide–streptogramin, ketolide, and oxazolidinone resistance genes / M. C. Roberts // *FEMS Microbiology Letters*. – 2008. – Vol. 282, № 2. – P. 147–159. – doi: 10.1111/j.1574-6968.2008.01145.x. 7. Antimicrobial resistance, and molecular characterization of campylobacter spp. in intensive pig production in South Africa / V. Sithole [et al.] // *Pathogens*. – 2021. – Vol. 10, № 4. – P. 439. – doi: 10.3390/pathogens10040439. 8. Binta, B. Detection of cfxA2, cfxA3, and cfxA6 genes in beta-lactamase producing oral anaerobes / B. Binta, M. Patel // *Journal of Applied Oral Science*. – 2016. – Vol. 24, № 2. – P. 142–7. – doi: 10.1590/1678-775720150469. 9. Worldwide disseminated armA aminoglycoside resistance methylase gene is borne by composite transposon Tn1548 / M. Galimand [et al.] // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. – 2005. – Vol. 49, № 7. – P. 2949–2953. – doi: 10.1128/AAC.49.7.2949-2953.2005. 10. Joseph, W. Chow, Aminoglycoside resistance in enterococci / W. Joseph // *Clinical Infectious Diseases*. – 2000. – Vol. 31, № 2. – P. 586–589. – doi: 10.1086/313949.

Поступила в редакцию 10.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-101-104

УДК 619:[612.617.1:616-007.1]:636.4.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИММУНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ПОРОСЯТ-ГИПОТРОФИКОВ

Шабунин Б.В. ORCID ID 0000-0002-2234-3851, Некрасов А.В. ORCID ID 0000-0002-5957-1583, Степанов Е.М. ORCID 0000-0002-4068-7148, Владимиров Ю.Ю. ORCID ID 0000-0001-8888-7264, Михайлов Е.В. ORCID ID 0000-0001-5457-1325

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

В статье представлены данные иммунологических и морфологических показателей крови новорожденных поросят. В опыт были подобраны 20 свиноматок 3-4 опороса и полученный от них приплод. В период опороса поросята проходили клинический осмотр и взвешивание. Не достигшие 900 гр. животные были учтены как поросята-гипотрофики, животные свыше 900 гр. - соответственно нормотрофики. Первая группа (n=10) - поросята гипотрофики, а вторая (n=10) - поросята нормотрофики. При морфологическом исследовании крови у поросят гипотрофиков отмечалось снижение концентрации гематокрита и гемоглобина. Содержание гемоглобина в эритроцитах (MCH) принимало значения на верхней границе физиологической нормы, в то время как средняя концентрация гемоглобина в клетках (MCHC) у нормотрофиков была на 17% выше, чем у гипотрофиков ($p < 0,05$). Ширина распределения эритроцитов (RDW) у нормотрофиков была в 2,3 раза выше, чем у гипотрофиков ($p < 0,05$). При исследовании иммунологического статуса поросят было отмечено, что лизоцимная активность сыворотки крови у гипотрофиков была на 16% ниже, чем у нормотрофиков. ФАЛ у нормотрофиков составлял $79,6 \pm 1,58$, что было на 4,8% выше, чем у гипотрофиков ($p < 0,05$). ФЧ у гипотрофиков было на 11% меньше, чем у нормотрофиков ($p < 0,05$). Фагоцитарный индекс у нормотрофиков был на 10% выше, чем у гипотрофиков ($4,68 \pm 0,16$) ($p < 0,05$). ПР у нормотрофиков был в 1,5 раза выше, чем у гипотрофиков, и составлял $3,03 \pm 0,2$ ($p < 0,05$). **Ключевые слова:** поросята-нормотрофики, поросята - гипотрофики, иммунологический статус, морфологические показатели, общая резистентность.

COMPARATIVE ANALYSIS OF IMMUNOMORPHOLOGICAL BLOOD INDICATORS OF HYPOTROPHIC PIGLETS

Shabunin B.V., Nekrasov A.V., Stepanov E.M., Vladimirova Yu.Yu., Mikhaylov E.V.
FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

The article presents the data on immunological and morphological blood indicators of the newborn piglets. In the experiment, 20 sows of the 3rd-4th farrowing and the offspring obtained from them were selected. During the farrowing period, the piglets underwent clinical examination and weighing. The animals that did not reach 900 g were count-

*ed as hypotrophic piglets, the animals over 900 g – normotrophic, respectively. The first group (n=10) - hypotrophic piglets, and the second (n=10) - normotrophic piglets. Morphological blood examination in the hypotrophic piglets showed a decrease in the concentration of hematocrit and hemoglobin. The mean cell hemoglobin (MCH) assumed the values at the upper limit of the physiological norm, while the mean cell hemoglobin concentration (MCHC) in the normotrophics was by 17% higher than in the hypotrophics ($p<0.05$). The red cell distribution width (RDW) in the normotrophics was by 2.3 times higher than in the hypotrophics ($p<0.05$). When studying the immunological status of piglets, it was noted that the serum lysozyme activity in the hypotrophics was by 16% lower than in the normotrophics. The PAL in the normotrophics was 79.6 ± 1.58 , which was by 4.8% higher than in the hypotrophics ($p<0.05$). The PhN in the hypotrophics was by 11% less than in the normotrophics ($p<0.05$). The phagocytic index in the normotrophics was by 10% higher than in the hypotrophics (4.68 ± 0.16) ($p < 0.05$). The PR of the normotrophics was by 1.5 times higher than that of the hypotrophics and was 3.03 ± 0.2 ($p<0.05$). **Keywords:** normotrophic piglets, hypotrophic piglets, immunological status, morphological indicators, general resistance.*

Введение. Статистика последних исследований в сфере свиноводства выделяет одну из наиболее распространенных патологий новорожденных поросят - нарушение созревания плода, роста и развития новорожденных животных в постнатальном периоде – гипотрофию. Частота встречаемости недоразвитых плодов варьируется в очень широких пределах: 4–30%, что и обуславливает убыточность свиноводческих предприятий [2]. Гипотрофия как синдромальный комплекс нарушения развития организма плода с точки зрения этиопатогенности обуславливается генетическими нарушениями при гестации эмбриона, но также и технологическим стрессом: недостаток и несбалансированность рациона, нарушение технологии содержания высокопродуктивных свиноматок в период беременности. Как следствие – у новорожденных поросят наблюдается задержка роста и развития тканей организма, дисбиоз кишечной флоры, снижение анаболизма и доминирование катаболизма.

Поросята-гипотрофики гораздо чаще подвержены развитию иммунодефицитных состояний. Это происходит как из-за недостаточной зрелости иммунной системы после рождения, так и недостатка антител в молозиве, равно как и его недополучения. Так, в наших предыдущих исследованиях было показано, что у гипотрофиков доля белой пульпы составила 2%, в то время как у нормотрофиков составляло 13%. При иммуногистохимическом исследовании селезенки также было выявлено, что у гипотрофиков происходила дисплазия Т-лимфоцитарных муфт вокруг фолликулов [4].

Однако, несмотря на широкую распространенность проблемы, в зарубежной и отечественной литературе недостаточно данных о состоянии иммунной системы поросят-гипотрофиков в первые часы после рождения. Получение этих данных позволит глубже изучить патогенез гипотрофии поросят, чтобы в последующем подобрать корректную терапию.

Цель данной работы – сравнительный анализ иммуноморфологических показателей крови поросят-гипотрофиков и нормотрофиков.

Материалы и методы исследований. Исследовательская работа была проведена на базе одного из крупных специализированных свиноводческих комплексов Воронежской области. В ходе эксперимента были подобраны 20 свиноматок 3-4 опороса и полученный от них приплод. В период опороса новорожденные поросята проходили клинический осмотр и взвешивание. Не достигшие 900 гр. животные были учтены как поросята-гипотрофики, животные свыше 900 гр. - соответственно нормотрофики. Первая группа (n=10) – поросята-гипотрофики, а вторая (n=10) - поросята нормотрофики. В период клинического осмотра у животных из орбитального венозного синуса в вакуумные пробирки была отобрана кровь.

Исследования крови проводили на автоматическом гематологическом анализаторе «ABXMicros 60». Бактерицидную (БАСК) и лизоцимную (ЛАСК) активность сыворотки крови, комплементарную активность сыворотки крови (КАСК), фагоцитарную активность лейкоцитов (ФАЛ), фагоцитарное число (ФЧ) и фагоцитарный индекс (ФИ) определяли в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке и коррекции неспецифической резистентности животных» [3]. В качестве референса для морфологических показателей крови была использована работа Perri A. M. [6]. Для статистической обработки результатов проводили по Стьюденту. Различия считались достоверными при значении р-критерия $< 0,05$.

Результаты исследований. Как видно из таблицы 1, у поросят-гипотрофиков, отмечался сниженный гематокрит и уменьшение концентрации гемоглобина. Количество тромбоцитов составило $279,5\pm 52,5$ и $241,6\pm 39,1$ и входило в физиологический интервал. Объем эритроцитов (MCV) у нормотрофиков и гипотрофиков также входил в референсный интервал, при этом у гипотрофиков данный показатель был на 6% выше ($p<0,05$). Содержание гемоглобина в эритроцитах (MCH) принимало значения на верхней границе физиологической нормы, в то время как средняя концентрация гемоглобина в клетках (MCHC) у нормотрофиков была на 17% выше, чем у гипотрофиков ($p<0,05$). Ширина распределения эритроцитов (RDW) у нормотрофиков была в 2,3 раза выше, чем у гипотрофиков ($p<0,05$).

Таблица 1 – Морфологические показатели крови поросят-гипотрофиков и нормотрофиков

Показатель	Поросята-нормотрофики	Поросята-гипотрофики
Эритроциты *10 ¹² / Л	3,7 ± 0,30	3,3 ± 0,23
Гемоглобин, г / Л	91,8 ± 6,7	86,4 ± 7,0
Гематокрит, %	25,1 ± 2,13	26,8 ± 1,89
Тромбоциты *10 ⁹ / Л	279,5 ± 52,5	241,6 ± 39,1
MCV	66,3 ± 0,98	70,0 ± 1,34 *
MCH, пкг	24,6 ± 1,6	22,3 ± 0,67
MCHC, г / Л	369,8 ± 20,7	319,6 ± 4,42 *
RDW %	44,8 ± 1,87	19,3 ± 0,96 ***

Примечания: * - $p < 0,05$; *** - $p < 0,0001$.

При исследовании иммунологического статуса поросят (таблица 2) было отмечено, что лизоцимная активность сыворотки крови (ЛАСК) у гипотрофиков была на 16% ниже, чем у нормотрофиков. КАСК практически не отличалась между группами, в то время как концентрация общих ИГ у поросят-нормотрофиков была в 1,6 раз выше. ЦИК составил 0,161 и 0,162 мг/мл и не имел достоверных различий между группами. ФАЛ у нормотрофиков составлял 79,6±0,98%, что было на 4,8% выше, чем у гипотрофиков ($p < 0,05$). ФЧ у гипотрофиков было на 11% меньше чем у нормотрофиков и составило 3,55±0,10 ($p < 0,05$). Фагоцитарный индекс (ФИ) у нормотрофиков составил 5,13±0,11, что на 10% выше, чем у гипотрофиков (4,68±0,09) ($p < 0,05$). СП, наоборот, у гипотрофиков был в 1,46 раз выше, чем у нормотрофиков, и составил 22,8±0,85 процентов. СТ у нормотрофиков и гипотрофиков составлял 46,6±1,0 и 47,2±1,4 процентов соответственно. ПР у нормотрофиков был в 1,5 раза выше чем у гипотрофиков, и составлял 3,03±0,2 ($p < 0,05$).

Таблица 2 - Иммунологические показатели крови поросят-гипотрофиков и нормотрофиков

Показатель	Поросята-нормотрофики	Поросята-гипотрофики
ЛАСК, мкг/мл	1,56 ± 0,08	1,32 ± 0,09 *
КАСК, %	4,87 ± 0,19	4,94 ± 0,07
ЦИК, мг/мл	0,161 ± 0,03	0,162 ± 0,02
ФАЛ, %	79,6 ± 0,98	76,0 ± 0,81 *
ФЧ	3,96 ± 0,14	3,55 ± 0,10 *
ФИ	5,13 ± 0,11	4,68 ± 0,09
СП, %	15,6 ± 0,72	22,8 ± 0,85
СТ, %	46,6 ± 1,0	47,2 ± 1,4 *
ПР	3,03 ± 0,2	2,07 ± 0,05 *

Примечание. * - $p < 0,05$.

Низкое количество эритроцитов в первые 3 дня жизни является частым явлением у поросят. Как следствие - наблюдается снижение концентрации гемоглобина и гематокрита. Статистически значимые изменения в среднем объеме эритроцитов и концентрации гемоглобина в клетках могут указывать на наличие признаков железодефицитной анемии. Также увеличение MCV приводит к сдвигу RDW, что также указывает на анизоцитоз [6]. Железодефицитная анемия является распространенным явлением в свиноводческих предприятиях. Это связано с низким содержанием железа

в молоке свиноматки, из-за чего все поросята испытывают дефицит этого микроэлемента. С учетом изначально низкого веса при рождении, поросята-гипотрофики получают меньше железа, чем нормотрофики, что также усугубляет анемичное состояние.

Похожие данные были получены в исследованиях других авторов [1]. Автор отмечал снижение количества эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина, что связывал с недоразвитием кроветворных органов у гипотрофиков. Шаховым А.Г. при исследовании тимуса было отмечено уменьшение площади долек тимуса, стиранием границ между корковым и мозговым слоями и гипоплазией тимоцитов [5]. В костном мозге у поросят-гипотрофиков отмечали нарушение дифференцировки клеток, вследствие чего в русло выходили незрелые формы лейкоцитов [7]. Другим фактором, вызывающим депрессию иммунной системы у поросят-гипотрофиков, является дефицит энергии. На это указывает снижение концентрации глюкозы в сыворотке крови у поросят с гипотрофией на 35% [8]. Недостаток энергии может быть связан как с нарушением абсорбции в кишечнике, так и с внутренней конкуренцией за корм и воду. Так, Востроиловой Г.А. было показано, что у поросят-гипотрофиков отмечается уменьшение длины кишечных ворсинок на 25%, а также глубины крипт – на 30% в двенадцатиперстной кишке [9].

Заклучение. Проведенные исследования выявили железодефицитную гипохромную анемию, а также снижение общей резистентности организма у поросят-гипотрофиков. При этом в наибольшей степени затрагивалось клеточное звено иммунной системы у этих животных. Отмечались сниженные значения фагоцитарной активности лейкоцитов (ФАЛ), фагоцитарного числа (ФЧ) и фагоцитарного индекса (ФИ) на 5, 11 и 10% соответственно. На наш взгляд, это может быть следствием дискомплексации органов как иммунной, так и кроветворной системы организма поросят-гипотрофиков в период внутриутробного развития.

Conclusion. The studies carried out revealed iron deficiency hypochromic anemia, as well as a decrease in the general resistance of the body in the hypotrophic piglets. In this case, the cellular component of the immune system in these animals was most affected. There were decreased values of the phagocytic activity of leukocytes (PAL), phagocytic number (PhN) and phagocytic index (PhI) by 5, 11 and 10%, respectively. In our opinion, this may be a consequence of discomplexation of the organs of both the immune and hematopoietic systems of the body of the hypotrophic piglets during the period of intrauterine development.

Список литературы. 1. Вишневецкая, Т. Я. Корробирующее влияние препарата «Седемин®» на гематологические показатели поросят в состоянии гипотрофии / Т. Я. Вишневецкая, Г. Ж. Бильжанова // ББК 45 А43. – 2021. – С. 28. 2. Демидович, А. П. Гипотрофия у поросят в условиях промышленных комплексов / А. П. Демидович, С. Ю. Шубарова, А. Э. Герасов // Распространение врожденной гипотрофии у поросят в условиях промышленных комплексов / ред.: П. А. Саскевич, А. А. Киселёв. – 2015. – С. 290. 3. Методические рекомендации по оценке и коррекции неспецифической резистентности животных / А. Г. Шахов [и др.] ; ГНУ ВНИВИПФит. – Воронеж, 2005. – 64 с. 4. Архитектоника селезенки новорожденных поросят-гипотрофиков / Е. В. Михайлов [и др.]. – 2020. 5. Mor phofunctional state of thymus in the newborn hypotrophic piglets / А. Г. Шахов [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – № 1. – С. 127–139. 6. Иммунный статус телят-гипотрофиков на фоне применения препаратов на основе рекомбинантных интерферонов / П. А. Паршин [и др.]. – 2022. 7. PSVIII-6 Cytomorphological features of the bone marrow of hypotrophic piglets / E. Mikhaylov [et al.] // Journal of Animal Science. – 2020. – Vol. 98. – № Supplement_4. – P. 256–256. 8. Демидович, А. П. К вопросу о целесообразности лечения поросят с врожденной гипотрофией / А. П. Демидович. – 2012. 9. Гистоморфометрические показатели слизистой оболочки тонкого кишечника у поросят-гипотрофиков при применении Биферона-С и аминокселеферона / Г. А. Востроилова [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2019. – № 2. – С. 21–28.

References. 1. Vishnevskaya, T. YA. Korrobiruyushchee vliyaniye preparata «Sedemin®» na gematologicheskie pokazateli porosyat v sostoyanii gipotrofii / T. YA. Vishnevskaya, G. ZH. Bil'zhanova // BБК 45 А43. – 2021. – S. 28. 2. Demidovich, A. P. Gipotrofiya u porosyat v usloviyah promyshlennykh kompleksov / A. P. Demidovich, S. YU. SHubarova, A. E. Gerasov // Rasprostraneniye vrozhdennoy gipotrofii u porosyat v usloviyah promyshlennykh kompleksov / red.: P. A. Saskevich, A. A. Kiselyov. – 2015. – S. 290. 3. Metodicheskie rekomendacii po ocenke i korrekcii nespecificheskoj rezistentnosti zhivotnykh / A. G. SHahov [i dr.]; GNU VNIVIPFiT. – Voronezh, 2005. – 64 s. 4. Arhitektonika selezenki novorozhdennykh porosyat-gipotrofikov / E. V. Mihajlov [i dr.]. – 2020. 5. Mor phofunctional state of thymus in the newborn hypotrophic piglets / A. G. SHahov [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2020. – № 1. – S. 127–139. 6. Immunnyj status telyat-gipotrofikov na fone primeneniya preparatov na osnove rekombinantnykh interferonov / P. A. Parshin [i dr.]. – 2022. 7. PSVIII-6 Cytomorphological features of the bone marrow of hypotrophic piglets / E. Mikhaylov [et al.] // Journal of Animal Science. – 2020. – Vol. 98. – № Supplement_4. – R. 256–256. 8. Demidovich, A. P. K voprosu o celesoobraznosti lecheniya porosyat s vrozhdennoj gipotrofiej / A. P. Demidovich. – 2012. 9. Gisto-morfometricheskie pokazateli slizistoj obolochki tonkogo kishhechnika u porosyat-gipotrofikov pri primeneniі Biferona-S i aminoseleferona / G. A. Vostroilova [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2019. – № 2. – S. 21–28.

Благодарность - «Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00020, <https://rscf.ru/project/23-26-00020/>».

Поступила в редакцию 12.10.2023.