

Формування функціонального стану організму поросят на тлі стресу, зумовленого відлученням від свиноматки

І.В. Корх¹, Д.А. Лашин¹, Н.В. Бойко¹, А.П. Палій², О.В. Акімов², О.В. Павліченко², С.Б. Боровков³, Н.В. Палій³

¹Інститут тваринництва НААН, Харків;

²Національний науковий центр «Інститут експериментальної та клінічної ветеринарної медицини», Харків;

³Інститут ветеринарної медицини НААН, Київ; e-mail: dr.fox2011@ukr.net; e-mail:paliy.dok@gmail.com

Функціональний стан організму поросят значною мірою визначається гено- та паратиповими чинниками, серед яких домінуючу роль відіграє стрес, індукований відлученням від свиноматки. Незважаючи на вже наявні дослідження, фізіологічна відповідь на цей стрес залишається недостатньо обґрунтованою. Метою нашого дослідження було визначити особливості фізіологічної відповіді організму поросят на стрес, спричинений відлученням. Залежно від вираженості реакції на стрес сформували три групи тварин: I група – стійкі до стресу, II – слабореагуючі, III – сильнореагуючі. Установлено, що поросята всіх груп реагували на стрес змінами гематологічних і фізіологічних показників, хоча загалом ці зрушення відбувалися в межах помірного напруження функціональних резервів організму і залишалися близькими до фізіологічної норми. На тлі стресу поросята I і II груп виявили кращі показники імунної відповіді порівняно з тваринами III групи. Біохімічні параметри сироватки крові на момент відлучення істотно не відрізнялись, проте на 4-ту добу після дії стресу відмінності між групами стали більш помітними, що свідчило про реакцію на «кризу відлучення». На 9-ту добу спостерігали тенденцію щодо їх стабілізації. Стрес, спричинений відлученням поросят від свиноматки, супроводжувався не лише змінами показників імунної активності, але й відхиленнями фізіологічних параметрів, зокрема температури тіла, частоти дихання та пульсу, міжгрупові відмінності за якими переважно ресстрували на 4-ту добу після відлучення. Таким чином, одержані результати можуть слугувати основою для обґрунтування практичних підходів до мінімізації негативного впливу стресу в період відлучення, збереження фізіологічної стабільності і підвищення загального стану здоров'я поросят.

Ключові слова: стресостійкість; морфологічний склад; біохімічні показники крові; поросята; відлучення.

ВСТУП

Нині стрес розглядають як універсальну форму адаптаційної відповіді організму на дію несприятливих чинників, яка супроводжується порушенням гомеостазу та спричиняє функціональні зміни у всіх основних системах нейрогуморальної та нейроендокринної регуляції. Функціональний стан організму свиней значною мірою залежить від дії зовнішніх чинників, здатних викликати

стресові реакції з потенційно негативними наслідками. Зокрема, в умовах інтенсивного виробництва вони регулярно зазнають впливу різноманітних стресорів, пов'язаних із пологами [1], щільністю розміщення [2], високими температурами [3], транспортуванням [4] тощо. Такі стресові впливи не лише порушують загальний фізіологічний стан тварин, але й значно впливають на метаболічні процеси в їхньому організмі. Для виявлення проблем,

пов'язаних із порушенням функціонального стану, на практиці дедалі частіше застосовують аналіз поведінкових реакцій тварин, які вважають чутливим індикатором стану здоров'я. Задля підвищення його ефективності та об'єктивності активно впроваджують інструменти штучного інтелекту, що дають змогу здійснювати безперервний моніторинг за станом здоров'я тварин [5].

У цьому контексті заслуговують на увагу результати досліджень, які свідчать про характерні зміни в природній реактивності свиней під впливом теплового стресу [6]. Проте дані інших авторів підтверджують, що тривала дія підвищених температур спричиняє порушення вуглеводного та білкового обміну. При цьому активуються механізми збереження глюкози без істотних змін вмісту інсуліну, що свідчить про адаптивну реакцію організму на тривалий стрес [7].

Подібним чином негативного впливу зазнає і організм тварини під час передзавантаженого транспортування та утримання, що відображається як зростанням концентрації лактату та креатинкінази в крові, так і погіршенням фізико-хімічних властивостей м'яса. Зокрема, це виявляється у зниженні вологоутримувальної здатності м'яса, зміні структури м'язових волокон та погіршенні кольору продукту [8, 9].

Натомість найпотужнішим із стресорів у свинарстві є відлучення поросят від свиноматки. Цей етап вирощування поросят супроводжується змінами умов їх утримання, режиму годівлі, соціального оточення та мікробного складу кишечника, що призводять до виражених порушень фізіологічної рівноваги [10–12]. За цих умов у них реєструються зміни морфологічних та біохімічних показників крові, а також таких фізіологічних параметрів, як температура тіла, частота серцевих скорочень і дихання – інформативних біомаркерів, чутливих до загального стану організму тварини після відлучення. Крім того, фізіологічні порушення, спричинені стресовим впливом, виявляються

через трансформацію поведінкових реакцій [13–15].

Гематологічні та біохімічні показники крові є важливими індикаторами функціонального стану й оцінювання здоров'я сільськогосподарських тварин. У контексті стресу, спричиненого відлученням, ці параметри відображають порушення гомеостазу та функціонування основних регуляторних систем організму. Крім того, їх аналіз дає змогу не лише оцінити ступінь адаптаційного навантаження, а й слугує джерелом інформації для прогнозування індивідуальних особливостей тварин [16]. Отже, клініко-фізіологічні показники є цінним інструментарієм для комплексної оцінки стресостійкості молодняку, яка наразі недостатньо обґрунтована, що й визначило актуальність та прикладну цінність проведеного дослідження.

Метою нашого дослідження було визначити особливості фізіологічної відповіді організму поросят на стрес, спричинений відлученням.

МЕТОДИКА

Експеримент не суперечив чинному законодавству України (стаття 26 Закону України 5456-VI від 16.10.2012 р. «Про захист тварин від жорстокого поводження») зі змінами станом на 04.08.2017 р. та «Загальним етичним принципам експериментів на тваринах», ухваленим Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) і міжнародним біоетичним нормам (матеріалам IV Європейської Конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших цілей (Страсбург, 1986) [17]. Процедури відбору зразків та маніпуляцій з експериментальними тваринами схвалені комісією з біоетики Інституту тваринництва НААН (протокол № 8 від 10.05.2023 р.).

Дослід проводили на трьох групах поросят, сформованих залежно від характеру їхньої реакції на стрес при відлученні:

I група – стійкі до стресу, II – слабореагуючі, III – сильнореагуючі. Для визначення меж розподілу тварин на групи за живою масою при відлученні використали стандартне квадратичне відхилення – у статистиці один із найпоширеніших показників розкиду значень випадкової величини (живої маси) відносно її математичного сподівання, тобто центру розподілу. Відлучення молодняку від свиноматки здійснювали у віці 28 діб [18].

Умови догляду за молодняком усіх груп були однаковими й відповідали нормативним: температура повітря – в межах 15–20°C, вологість – 60–70%. Для годівлі поросят використовували стандартні комбікорми, які згодовували у вигляді сухого корму. Клініко-фізіологічні показники досліджували на момент відлучення поросят від свиноматки, а також на 4-ту та 9-ту добу після нього.

Кров відбирали від 5 голів із кожної групи з великої вушної вени в дві сухі й чисті пробірки з дотриманням усіх вимог асептики і антисептики, одну з яких надалі стабілізували гепарином. Після відбору зразки транспортували впродовж 2 год у сумці-холодильнику з сухим льодом; пробірки без гепарину відстоювали в холодильнику при +4°C впродовж 2 год. Перед відбором зразків крові молодняк додатковим технологічним стресам не піддавався. Клінічні дослідження проводили на дослідній базі лабораторії оцінки і моніторингу якості тваринницької продукції та кормів Випробувального центру Інституту тваринництва НААН. У венозній крові, консервованій гепарином, визначали: концентрацію гемоглобіну – гемоглобін-ціанідним методом; кількість еритроцитів – підрахунком у камері Горяєва, лейкоцитів – кондуктометричним способом. У сироватці крові досліджували вміст загального білка за допомогою біуретової реакції на напівавтоматичному біохімічному аналізаторі Rayto RT-1904C і використання сертифікованих реактивів виробництва ТОВ НВП «Філісіт-Діагностика», білкові фракції сироватки крові (альбуміни, α -,

δ -, γ -глобуліни) – відповідно до методичних рекомендацій цього самого виробника на спектрофотометрі ULAB 102, альбуміно-глобуліновий коефіцієнт (А/Г) – за співвідношенням суми альбумінів до фракції глобулінів, а також лейкограму – підрахунком різних видів лейкоцитів (нейтрофілів, лімфоцитів, моноцитів, базофілів, еозинофілів) на мазках крові, пофарбованих за Романовським-Гімзою, з наступною мікроскопією. Концентрацію глюкози визначали глюкозооксидазним методом за допомогою аналізатора Rayto RT-1904C.

Про наявність стресу в організмі тварин робили висновок й на підставі зміни клінічних показників (ритму пульсу, частоти дихання, температури тіла) та картини крові. Частоту пульсу визначали за 2 год до ранкової годівлі пальпацією вушної артерії, частоту дихання – візуально за рухами черевної стінки через підрахунок кількості дихальних рухів за хвилину, температуру тіла – ректально термометрією.

Статистичний аналіз результатів здійснювали за допомогою ліцензійної програми STATISTICA 10.0 (StatSoft) для операційної системи Windows. Нормальність їх розподілу перевіряли за допомогою критерію Шапіро-Уїлка. У разі відхилення розподілу від нормального використовували непараметричний критерій Краскела-Уолліса. Різницю між групами вважали статистично вірогідною, якщо $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Досліджуючи морфологічний профіль крові на момент відлучення поросят від матерів (табл. 1) слід акцентувати, що він перебував у межах фізіологічної норми. Проте на тлі стресу молодняк I і II груп мав кращі показники, які відображають функціонування імунної системи щодо тварин III групи. Зокрема, у день відлучення вони характеризувалися більшою кількістю еритроцитів на 11,7 і 6,6%, концентрацією гемоглобіну – на 8,4 і 2,0%,

еозинофілів – на 9,1 і 27,3%, паличкоядерних нейтрофілів – на 9,1 і 4,5% та лімфоцитів – на 2,3 і 0,8% відповідно за відсутності статистично вірогідної різниці між ними. Кількісні зміни решти формених елементів у периферичній крові молодняка є несуттєвими.

Таблиця 1. Морфологічний склад крові молодняка ($n = 5$; $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Показник	I група (стійкі)	II група (слабореагуючі)	III група (сильнореагуючі)
На момент відлучення			
Еритроцити, $10^{12}/л$	5,92±0,20	5,65±0,29	5,30±0,44
Лейкоцити, $10^9/л$	13,21±0,62	13,22±0,44	13,52±0,92
Гемоглобін, г/л	118,40±4,83	111,40±2,06	109,20±2,88
Лейкоцитарна формула, %:			
еозинофіли	2,40±0,18	2,80±0,16	2,20±0,37
базофіли	–	–	–
нейтрофіли: паличкоядерні	4,80±0,16	4,60±0,11	4,40±0,28
сегментоядерні	28,40±2,82	29,15±2,35	29,93±3,46
лімфоцити	62,12±1,05	61,20±2,46	60,72±2,82
моноцити	2,28±0,27	2,25±0,34	2,75±0,48
На 4- добу після відлучення			
Еритроцити, $10^{12}/л$	4,43±0,49	4,18±0,22	4,01±0,58
Лейкоцити, $10^9/л$	15,60±1,16	15,83±0,60	16,15±1,92
Гемоглобін, г/л	94,00±3,39	91,50±3,30	87,14±5,02
Лейкоцитарна формула, %:			
еозинофіли	1,75±0,18*	1,67±0,14*	1,25±0,11
базофіли	0,80±0,02	1,00±0,06	1,00±0,04
нейтрофіли: паличкоядерні	4,14±0,18	4,25±0,25	4,05±0,12
сегментоядерні	39,29±3,22	39,75±2,67	39,95±1,93
лімфоцити	52,25±1,82	52,13±2,85	52,03±2,02
моноцити	1,77±0,15	1,20±0,59	1,72±0,18
На 9-ту добу після відлучення			
Еритроцити, $10^{12}/л$	5,98±0,36	5,73±0,49	5,51±0,28
Лейкоцити, $10^9/л$	13,66±0,84	13,79±1,28	14,83±0,62
Гемоглобін, г/л	108,54±4,83	106,37±5,06	99,37±3,53
Лейкоцитарна формула, %:			
еозинофіли	1,99±0,19	1,92±0,34	1,47±0,17
базофіли	1,44±0,03	1,36±0,07	1,23±0,05
нейтрофіли: паличкоядерні	4,20±0,24	4,84±0,18	4,62±0,13
сегментоядерні	31,29±1,26	33,25±1,93	32,27±2,09
лімфоцити	58,55±2,05	56,43±2,27	58,09±1,41
моноцити	2,53±0,52	2,20±0,48	2,32±0,24

Примітка. Тут і в табл. 2 * $P < 0,05$ щодо значень у поросят III групи.

На 4-ту добу після відлучення поросят від матерів стресовий стан збігався із такою вираженою динамікою формування клітин крові: кількість еритроцитів у молодняка І групи знизилася на 25,2%, ІІ – на 26,0% і ІІІ – на 24,3%; концентрація гемоглобіну – на 20,6, 17,9 і 20,2% відповідно, але загальна кількість лейкоцитів, навпаки, зросла на 18,1, 19,7 і 19,5% відносно моменту відлучення, що підтверджує розвиток початкової стадії стресової реакції у тварин, незалежно від визначеної у них стресостійкості.

При дії стресового чинника «криза відлучення» відзначали виражені зрушення й у складі лейкограми: кількість еозинофілів знизилася на 27,1, 40,4 і 43,2% відповідно, лімфоцитів – на 15,9, 14,8 і 14,3%; паличкоядерних нейтрофілів – на 13,7, 7,6 і 8,0% і моноцитів (показника клітинного імунітету) на 22,4, 46,7 і 37,5% на тлі зростання частки у нейтрофільному профілі складу крові сегментоядерних клітин на 38,3, 36,4 і 31,6%. Про аналогічні зміни в гематологічному профілі крові поросят при відлученні повідомляють інші дослідники [19, 20].

Так само зразки крові, відібрані від молодняка І і ІІ груп, вирізняються насиченням їх еритроцитами на 10,5 і 4,2%, і, як наслідок – прямопропорційним нарощуванням концентрації гемоглобіну – на 7,9 і 5,0% та вищою кількістю паличкоядерних нейтрофілів – на 2,2 і 4,9% щодо значень поросят ІІІ групи. Число еозинофілів у тварин ІІІ групи зменшилося на 28,6% ($P < 0,05$) щодо значень молодняка І групи і на 25,1% ($P < 0,05$) відносно тварин ІІ групи, що свідчить про нижчу адаптаційну здатність організму поросят ІІІ групи до дії стресу в період «кризи відлучення». Водночас збільшення питомої частки моноцитів на 47,5 і 2,9% у лейкоцитарному профілі крові молодняка І групи порівняно з ІІ і ІІІ групами можна вважати характерною ознакою підвищеного рівня прояву реактивності їх організму у відповідь на стрес.

Слід відмітити, що розбіжності за морфологічним складом крові між молодняком І і ІІ

груп також були більшими на користь перших і становили: за кількістю еритроцитів на 6,0%, концентрацією гемоглобіну – на 2,7% та за числом сегментоядерних нейтрофілів – на 1,4%.

Достатньо відмітити, що на 9-ту добу після відлучення поросят від матерів амплітуда більшості параметрів крові поступово зменшувалася, порівняно з 4-ю добою, відновлювалася майже до вихідного рівня (на час відлучення) та ілюструвала виражену сформованість адаптаційних і захисних механізмів у їхньому організмі до дії стресового чинника.

Належність поросят до І і ІІ груп зумовила більш суттєві позитивні зміни щодо тварин ІІІ групи за кількістю еритроцитів на 8,5 і 4,0%, концентрацією гемоглобіну – на 9,2 і 7,0%, базофілів – на 5,9 і 10,6%. Але стресовий стан продовжував залишатися на досить високому рівні для організму поросят ІІІ групи, про що свідчить зменшення кількості еозинофілів у зразках їх крові на 26,1 і 23,4% щодо значень І і ІІ груп.

Слід вказати, що з нейтрофільної групи гранулоцитів юні форми клітин не виявлені в жодній із груп, тоді як базофіли були ідентифіковані вже з 4-ї доби після відлучення у кількості 0,8% у крові поросят І групи та по 1,0% у тварин ІІ і ІІІ груп на тлі незначного їх зростання на 9-ту добу на 1,44; 1,36 і 1,23% відповідно.

Загальні тенденції міжгрупових розбіжностей за біохімічними показниками сироватки крові для всіх груп збігалися з напрямом становлення морфологічного складу, а саме: на момент відлучення значних відмінностей за їх величинами не спостерігали, тоді як вже на 4-ту добу після відлучення вони стають помітнішими, що зумовлено реакцією поросят на «кризу відлучення», а на 9-ту добу після дії стресового чинника поступово стабілізуються (табл. 2). Наведені в таблиці результати свідчать про те, що вміст загального білка та його фракцій у сироватці крові молодняка всіх груп перебував у межах

фізіологічної норми, водночас відмінності здебільшого сягали лише рівня незначної позитивної тенденції.

Зокрема, у процесі опрацювання результатів формування величин біохімічного спектра сироватки крові встановлено, що, незважаючи на виявлені індивідуальні особливості, молодняк I і II груп, порівняно з ровесниками з

III групи, на момент відлучення вирізнявся вищою питомою часткою α -глобулінів на 2,9 і 0,7% відповідно та β -глобулінів на 2,4 і 0,7%, тоді як підфракції γ -глобулінів він поступався останнім на 0,9 і 5,1% та загального білка – на 2,1 і 1,0%.

На фоні стресу концентрація загального білка у сироватці крові поросят I групи,

Таблиця 2. Біохімічні показники сироватки крові молодняку ($n = 5$; $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Показник	I група (стійкі)	II група (слабореагуючі)	III група (сильнореагуючі)
На момент відлучення			
Загальний білок, г/л	67,89 $\pm$ 0,80	67,16 $\pm$ 0,74	66,48 $\pm$ 0,46
Білкові фракції, %:			
альбуміни	46,18 $\pm$ 1,29	47,73 $\pm$ 0,92	46,75 $\pm$ 1,51
глобуліни	53,82 $\pm$ 0,50	52,27 $\pm$ 0,63	53,25 $\pm$ 0,78
α -глобуліни	15,73 $\pm$ 0,76	15,39 $\pm$ 0,49	15,28 $\pm$ 0,34
β -глобуліни	13,96 $\pm$ 0,25	13,73 $\pm$ 0,30	13,63 $\pm$ 0,42
γ -глобуліни	24,13 $\pm$ 0,98	23,15 $\pm$ 0,79	24,34 $\pm$ 1,26
Коефіцієнт А/Г	0,86	0,91	0,81
Глюкоза, ммоль/л	3,61 $\pm$ 0,05	3,63 $\pm$ 0,07	3,65 $\pm$ 0,12
На 4- добу після відлучення			
Загальний білок, г/%	63,73 $\pm$ 0,61	62,29 $\pm$ 1,29	60,47 $\pm$ 1,16
Білкові фракції, %:			
альбуміни	42,57 $\pm$ 0,62	43,31 $\pm$ 0,97	45,86 $\pm$ 0,79*
глобуліни	57,43 $\pm$ 1,52	56,69 $\pm$ 1,21	54,14 $\pm$ 0,95
α -глобуліни	14,79 $\pm$ 0,56	14,51 $\pm$ 0,74	13,27 $\pm$ 0,43
β -глобуліни	11,53 $\pm$ 0,10	11,50 $\pm$ 0,21	11,25 $\pm$ 0,18
γ -глобуліни	31,11 $\pm$ 0,71	30,68 $\pm$ 0,93	29,62 $\pm$ 0,41
Коефіцієнт А/Г	0,74	0,76	0,84
Глюкоза, ммоль/л	5,23 $\pm$ 0,09**	5,48 $\pm$ 0,07	5,71 $\pm$ 0,05
На 9-ту добу після відлучення			
Загальний білок, г/%	64,26 $\pm$ 0,94*	63,85 $\pm$ 1,21	61,15 $\pm$ 0,80
Білкові фракції, %:			
альбуміни	45,31 $\pm$ 0,62	45,57 $\pm$ 0,38	46,91 $\pm$ 0,59
глобуліни	54,69 $\pm$ 0,98	54,43 $\pm$ 1,10	53,09 $\pm$ 0,80
α -глобуліни	14,62 $\pm$ 0,66	14,48 $\pm$ 1,18	14,21 $\pm$ 0,95
β -глобуліни	11,35 $\pm$ 0,18	11,29 $\pm$ 0,21	10,93 $\pm$ 0,10
γ -глобуліни	28,72 $\pm$ 0,84	28,66 $\pm$ 0,63	27,95 $\pm$ 0,72
Коефіцієнт А/Г	0,69	0,72	0,73
Глюкоза, ммоль/л	5,76 $\pm$ 0,09*	5,82 $\pm$ 0,12	6,14 $\pm$ 0,07

починаючи з 4-ї доби після відлучення, зменшилася щодо моменту відлучення на 6,1% ($P < 0,05$), II групи – на 7,3% і III групи – на 9,0%, а глобулінів, навпаки, збільшилася на 6,7, 8,6 і 1,7% відповідно завдяки підфракції γ -глобулінів – на 28,9, 32,5 і 21,7%. Проте у цей період найсуттєвіші і статистично високовірогідні зміни в сироватці крові молодняка властиві глюкозі, які становили за групами 44,9, 51,0 і 56,4% відповідно.

Зі збільшенням цих компонентів, питома частка альбумінів у загальній кількості білка сироватки крові в цей період достовірно знизилася на 7,8, 9,3 і 1,9% відповідно, α -глобулінів – на 6,0, 5,7 і 13,1%, β -глобулінів на 17,4, 16,2 і 17,5% відповідно.

Чітка динаміка формування картини крові в поросят I і II груп порівняно з III групою є свідченням вищої активації захисних реакцій їх організму за впливу стресора, що й спричинило зростання вмісту загального білка на 5,4 і 3,0%, глобулінів на 6,1 і 4,7% відповідно, α -глобулінів – на 11,5 і 9,3%, β -глобулінів – на 2,5 і 2,2%, γ -глобулінів – на 5,0 і 3,6%.

Разом зі зменшенням більшості величин компонентів сироватки крові в молодняка III групи, питома частка фракції альбумінів виявилася, навпаки, вищою щодо I і II груп на 7,7% ($P < 0,05$) і 5,9% та глюкози на 9,2% ($P < 0,05$) і 4,2% відповідно, що свідчить про послаблену імунну відповідь перших у разі впливу стрес-чинника. При тому що розбіжності між молодняком I і II груп за досліджуваними параметрами сироватки крові не перевершували 2,6% і були статистично невірогідними.

Аналогічну порівняно з попереднім періодом закономірність спостерігали і в наступні 5 діб досліджу. За зіставлення результатів біохімічного аналізу зразків на 9-ту добу після впливу стресу вона проявилася підвищенням вмісту глобулінів на 3,0 і 2,5%, α -глобулінової – на 2,9 і 1,9%, β -глобулінової – на 3,8 і 3,3%, γ -глобулінової – на 2,8 і 2,5% фракцій і загального білка –

на 5,1% ($P < 0,05$) і 4,4% у сироватці крові поросят I і II груп відповідно щодо значень тварин III групи.

Натомість технологічний стрес продовжував, але зі зменшеним тиском, ніж у попередньому відрізку часу, загострювати імунну реактивність молодняка і негативно впливати на зміни білкового спектра сироватки крові, активуючи зростання вмісту глюкози у тварин III групи. Тоді як у молодняку I і II груп цей показник був менший відповідно на 6,2 % ($P < 0,05$) і 5,2 % щодо значень ровесників III групи.

Між характером адаптаційного процесу білкового складу крові поросят I і II груп до дії стресу істотних розбіжностей не фіксували, але незначна перевага при цьому залишається на боці найбільш стійких тварин (I група), без статистично вірогідної різниці між досліджуваними показниками.

Окрім того, у фракційному складі білка сироватки крові поросят усіх груп як на момент відлучення, так і на 9-ту добу після нього, фіксували збільшення глобулінової фракції над альбуміновою, яке, здебільшого, відбувалося через підвищення γ -глобулінової фракції. Майже однакові значення білкового коефіцієнта (А/Г), що визначає співвідношення вмісту альбумінів до глобулінів у загальній кількості білка сироватки крові, підтверджують нормальне функціонування кровотворних органів у молодняка, незалежно від його стресостійкості.

Аналіз клінічних спостережень за загальним фізіологічним станом поросят різної стресостійкості дав змогу констатувати, що адаптація їх організму до стресу, котрий був спричинений відлученням від матерів, супроводжувалася не лише змінами імуннологічної активності, але й відхиленнями температури тіла, частоти дихання та ударів пульсу, при тому що всі вони знаходилися в межах фізіологічної норми (табл. 3). На момент відлучення поросят від матерів значних відмінностей за цими показниками не встановлено. Проте в молодняка I групи

частота серцебиття порівняно з тваринами II і III груп виявилася незначно прискореною на 6,6 і 2,4 хв⁻¹. Аналогічна тенденція збереглася також і за частотою дихання. Зокрема, перевага їх за частотою дихальних рухів порівняно зі значеннями у тварин II і III груп становила 8,4 і 3,4% відповідно. Натомість за температурою тіла відмінність між I і II групами набула характеру тенденції щодо збільшення у перших, а між II і III групами вона нівелювалася.

Стресовий чинник «криза відлучення» через 4 доби після переведення поросят до цеху дорощування призвів до істотних змін за частотою пульсу, яка зросла щодо вихідних значень на 6,3% ($P < 0,001$) в особин I групи, на 19,8% – у представників II групи ($P < 0,001$) та на 20,5 % ($P < 0,001$) – III групи. Молодняк усіх груп реагував на стресовий чинник й посиленням ритму дихання, який збільшився на 23,8% ($P < 0,05$) у поросят I групи, проте у тварин II і III груп він підвищився на 45,5 і 52,3% ($P < 0,01$ – $P < 0,001$). Темпи зростання температури тіла в поросят I, II і III груп, як найбільш стабільного показника, виявилися найменшими лише на 2,3, 3,8 і 4,1%, відповідно хоча й були статистично високовірогідними щодо вихідних значень.

Одержані результати підтверджуються висновками інших науковців [21].

Залучення поросят до груп стійких і слабореагуючих забезпечило послаблювальну дію стресового чинника «відлучення» на фізіологічні параметри їх організму. Натомість у сильнореагуючого молодняка (III група) негативний вплив стресу позначився максимальним підвищенням кількості пульсових ударів на 10,7% ($P < 0,01$) і – на 5,2%, числа дихальних рухів – на 19,2% ($P < 0,01$) і на – 9,9%, ректальної температури – на 1,2% ($P < 0,01$) і 0,5% на відміну від тварин I і II груп відповідно.

Характер змін клінічних показників між I і II групами проявився збільшенням в останніх кількості серцевих скорочень на 5,2%, частішанням ритму дихання – на 8,5% та незначним зростанням інтенсивності процесів терморегуляції внаслідок підвищення температури тіла – на 0,7%, хоча в усіх випадках порівняння параметрів різниця між групами була невірогідною.

На межі 9-ї доби після відлучення частота дихання, пульс та температура тіла в молодняка всіх груп стабілізувалися, проте знизилися щодо попереднього відрізка часу і

Таблиця 3. Клініко-фізіологічний статус піддослідних поросят ($n = 5$; $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Показник	I група (стійкі)	II група (слабореагуючі)	III група (сильнореагуючі)
На момент відлучення			
Частота пульсу, хв ⁻¹	98,8±1,95	92,2±2,21	96,4±1,73
Частота дихання, хв ⁻¹	18,1±1,11	16,7±1,25	17,5±1,49
Температура тіла, °C	39,5±0,10	39,2±0,12	39,3±0,16
На 4-ту добу після відлучення			
Частота пульсу, хв ⁻¹	105,0±1,69	110,5±1,81	116,2±2,27**
Частота дихання, хв ⁻¹	22,4±0,78	24,3±0,91	26,7±0,55**
Температура тіла, °C	40,4±0,05	40,7±0,14	40,9±0,09**
На 9-ту добу після відлучення			
Частота пульсу, хв ⁻¹	99,4±1,28	99,7±1,45	102,6±1,73
Частота дихання, хв ⁻¹	18,2±1,42	18,4±1,16	19,2±0,57
Температура тіла, °C	39,6±0,14	39,8±0,24	39,8±0,18

** $P < 0,01$ щодо значень тварин I групи.

помітно наблизилися до вихідних. Найбільш виражено і статистично вірогідно відносно моменту відлучення ($P < 0,05$ в обох випадках порівнянь) розвиток захисних сил організму проявився в поросят II і III груп через посилення частоти пульсу на 8,1 і 6,4%. Утім часовий тренд змін за рештою показників істотно не відрізнявся. На тлі цього міжгрупові відмінності в динаміці формування фізіологічних показників характеризувалися підвищенням частоти пульсу в поросят III групи на 3,2% щодо ровесників I групи та на 2,9% і зниженням кількості рухів грудної клітки на 5,5 і 4,3%, щодо тварин II групи. Ректальна температура виявилася вищою в поросят II і III груп порівняно з тваринами I групи на 0,5% в обох випадках порівнянь. Водночас розбіжності за цими параметрами між II і I групами поросят супроводжувалися менш вираженими коливаннями ритмічності дихання на 1,1%, ректальної температури – на 0,3% та частоти серцевих скорочень – на 0,5% на користь перших. Оскільки на момент відлучення клініко-фізіологічні показники у поросят віком 9 діб переважно набували значень, близьких до початкових, подальші спостереження в рамках дослідження припинили.

ВИСНОВКИ

1. Стрес, зумовлений відлученням від свиноматки, викликає значні зміни у функціональному стані організму поросят, що проявляються на рівні гематологічних, біохімічних та фізіологічних параметрів і супроводжуються незначним напруженням функціональних систем.

2. Поросята I і II груп демонстрували кращу адаптаційну здатність до дії стресчинника «відлучення», що свідчить про наявність внутрішньопопуляційних відмінностей у фізіологічній реакції.

3. Виявлені індивідуальні особливості реакції поросят на стресовий вплив мають важливе значення для ранньої діагностики адаптаційних порушень і оцінки рівня їх стресостійкості.

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of co-authors of the article.

I.V. Korkh¹, D.A. Lashyn¹, N.V. Boiko¹, A.P. Paliy², O.V. Akimov², O.V. Pavlichenko², S.B. Borovkov³, N.V. Paliy³

FORMATION OF THE FUNCTIONAL STATE OF PIGLETS' ORGANISMS IN RESPONSE TO STRESS INDUCED BY WEANING FROM THE SOW

¹Livestock Farming Institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv;

²National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine", Kharkiv;

³Institute of Veterinary Medicine of NAAS of Ukraine, Kyiv; e-mail: dr.fox2011@ukr.net; e-mail:paliy.dok@gmail.com

Genetic and paratypic factors largely determine the functional state of piglets. Among these factors, stress induced by weaning from the sow plays a dominant role. Despite previous research, the physiological response to this stress remains poorly understood. Our study aimed to determine the characteristics of piglets' physiological responses to the stress caused by weaning. Three groups of animals were formed based on the severity of their stress response: Group I was stress-resistant, Group II was weakly responsive, and Group III was strongly responsive. Piglets in all groups exhibited a stress response, as indicated by changes in hematological and physiological parameters. These changes generally occurred within the limits of moderate stress on the body's functional reserves and remained close to the physiological norm. Compared to animals in group III, piglets in groups I and II showed better immune response parameters against the background of stress. The biochemical parameters of the blood serum did not differ significantly at the time of weaning. Still, four days after the stress, the differences between the groups became more noticeable, indicating a response to the "weaning crisis." By the ninth day, a tendency toward stabilization was observed. Stress caused by weaning piglets from sows was accompanied by changes in immune activity indicators and deviations in physiological parameters, particularly body temperature, respiratory rate, and pulse. Intergroup differences were mainly recorded on the fourth day after weaning. Thus, these results can justify practical approaches to minimizing the negative effects of stress during weaning, maintaining physiological stability, and improving piglets' overall health.

Key words: stress resistance; morphological composition; biochemical blood parameters; piglets; weaning.

REFERENCES

- Prekel LD, Maes D, den Broeke AV, Ampe B, Aluwé M. Evaluation of a heating protocol and stocking density impact on heatstressed fattening pigs. *Animal*. 2024;18(6):1-13. doi: 10.1016/j.animal.2024.101172.
- Liu F, Cottrell JJ, Furness JB, Rivera LR, Kelly FW, Wijesiriwardana U, Pustovit RV, Fothergill LJ, Bravo DM, Celi P, Leury BJ, Gabler NK, Dunshea FR. Selenium and vitamin e together improve intestinal epithelial barrier function and alleviate oxidative stress in heat-stressed pigs. *Exp Physiol*. 2016;101(7):801-10. doi: 10.1113/EP085746.
- Roldan-Santiago P, Trujillo-Ortega M, Borderas-Tordesillas F, Martínez-Rodríguez R, Mora-Medina P, Flores-Peinado S, Sánchez-Hernández M, García-Herrera R, González-Lozano M, Mota-Rojas D. Physiometabolic responses to road transport in weaned piglets for a short period and the effects of straw bedding. *Anim Sci J*. 2015;86(5):563-71. doi: 10.1111/asj.12324.
- Xu J, Ying Y, Wu D, Hu Y, Cui D. Recent advances in pig behavior detection based on information perception technology. *Comp Electron Agricult*. 2025;235:110327. doi: 10.1016/j.compag.2025.110327.
- Bus JD, Boumans IJMM, te Beest DE, Webb L, Bokkers EAM. Exploring individual responses to welfare issues in growing-finishing pig feeding behavior. *Animal*. 2024;18(6):1-17. doi: 10.1016/j.animal.2024.101192.
- Pardo Z, Seiquer I, Lachica M, Nieto R, Lara L, Fernández-Figares I. Exposure of growing Iberian pigs to heat stress and effects of dietary betaine and zinc on heat tolerance. *J Therm Biol*. 2022;106:2-8. doi: 10.1016/j.jtherbio.2022.103230.
- Pasquale V, Bergeron R, Devillers N, Conte S, Faucitano L. Effects of space allowance on behaviour during lairage, stress physiology, skin lesion scores, and meat quality of market-weight pigs transported in an actively ventilated vehicle in the summer. *Canad J Anim Sci*. 2024;105. doi: 10.1139/cjas-2024-0038.
- Ma C, Zhang J, Zhang R, Zhou L, Ni L, Zhang W. Study on the effects of pre-slaughter transport stress on water holding capacity of pork: Insights from oxidation, structure, function, and degradation properties of protein. *Food Chem X*. 2024;24:101913. doi: 10.1016/j.fochx.2024.101913.
- Paliy A, Michalchenko S, Korkh I, Rodionova K, Tkachuk S, Khimych M, Dankevych N, Boiko N. Formation of the biological value of beef protein depending on the age and breed of bulls. *Potravinarstvo*. 2024;18:834-46. doi: 10.5219/2003.
- Wu J, Lin Z, Wang J, Liu C, Zhao J, Liu H, Ma X. *Limosilactobacillus reuteri* alleviates weaned stress by improving immune function and gut microbiota in piglets. *J Funct Food*. 2024;114:106094. doi: 10.1016/j.jff.2024.106094.
- Kolchyk O, Illarionova T, Buzun A, Paliy A, Paliy A. Influence of probiotic microorganisms on microbial biofilms in feeds. *Sci Horizon*. 2022;25(1):41-50. doi: 10.48077/scihor.25(1).2022.41-50.
- von Borell E, Raoult CMC. 3 - Stress in pigs: History, assessment, and interpretation. *Advan Pig Welfare*. 2024;49-67. doi: 10.1016/B978-0-323-85676-8.00018-3.
- Kumar P, Ahmed MA, Abubakar AA, Hayat MN, Kaka U, Ajat M, Goh YM, Sazili AQ. Improving animal welfare status and meat quality through assessment of stress biomarkers: A critical review. *Meat Sci*. 2023;197:109048. doi: 10.1016/j.meatsci.2022.109048.
- Zhukorskyi OM, Tsereniuk OM, Vashchenko PA, Khokhlov AM, Chereuta YV, Akimov OV, Kryhina NV. The effect of the ryanodine receptor gene on the reproductive traits of Welsh cows. *Regul Mechan Biosyst*. 2022;13(4):367-72. doi: 10.15421/022248.
- Papatsiros VG, Maragkakis G, Papakonstantinou GI. Stress biomarkers in pigs: current insights and clinical application. *Vet Sci*. 2024;11(12):640-74. doi: 10.3390/vetsci11120640.
- Chemshirova N. Blood biochemical characteristics and their connection with milk productivity of cattle. *J Anim Sci*. 2000;37(2):45-7.
- Simmonds RC. Bioethics and animal use in programs of research, teaching, and testing. In: Weichbrod RH, Thompson GAH, Norton JN. (Eds.) *Management of Animal Care and Use Programs in Research, Education, and Testing*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group; 2018. p. 1–28. doi: 10.1201/9781315152189-4.
- Tsereniuk OM. Utility model patent № 97393 Ukraine, MPK A01K 67/02 Method of selecting stress-resistant repair young stock. Institute of Animal Husbandry NAAS. No. u 201411118; declared 13.10.2014; published 10.03.2015; bull No. 5. [Ukrainian].
- Ohorodnyk NZ. Features of morphofunctional indexes of blood of piglets at terms of weaning and action of liposomal preparation. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*. 2014;16(59):265-70. [Ukrainian].
- Edfors-Lilja I, Watrang E, Andersson L. Mapping quantitative trait loci for stress induced alterations in porcine leukocyte numbers and functions. *Anim Genet*. 2000;31(3):186-93.
- Poroshynska O, Lukyanenko K, Shmayun S, Koziy V. Physiological and behavioral indicators of stress in pigs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*. 2024;26(116):71-8. doi: 10.32718/nvlvet11610. [Ukrainian].

Матеріал надійшов
до редакції 15.05.2025