**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies**

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.15421/nvlvet8354
<http://nvlvet.com.ua/>

UDC 636.4:612.017/.8

Features of monocytes dynamics amount in blood of pigs with different types of higher nervous activity

V.O. Trokoz, A.V. Trokoz

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 01.02.2018
Received in revised form
01.03.2018
Accepted 06.03.2018

National University of Life and
Environmental Science of Ukraine,
Heroyiv Oborony str., 15, Kyiv,
03041, Ukraine.
Tel.: +38-095-839-97-63
E-mail: trokoz@nubip.edu.ua

Trokoz, V.O., & Trokoz, A.V. (2018). Features of monocytes dynamics amount in blood of pigs with different types of higher nervous activity. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 20(83), 274–278. doi: 10.15421/nvlvet8354

The aim of this research was to figure out the level and character of typological nervous system features influence on immunological reactivity manifestation in pigs, in particularly dynamics of monocytes count in plasma under the influence of biological stimulation (vaccination against Swine Reproductive and Respiratory Syndrome). Swine groups of Strong Balanced Agile, Strong Balanced Inert, Strong Unbalanced and Weak types of higher nervous activity were formed for the experiment. Within the research period WBC count was performed for blood of these animals (in Goryaev's camera), particularly relative monocytes count was determined along with calculation of absolute figure of monocyte contents. It was investigated that the smallest relative monocytes amount is characteristic for pigs of Weak type of higher nervous system. It might be the evidence that the animals with Strong Balanced Agile type of higher nervous activity possess much more potent non-specific immunity, on the other hand animals of Weak type – the poorest. The strongest straight correlation of relative monocytes amount was investigated to force of cortical processes. Nevertheless, participation in regulation of monocytes content in blood of pigs with different types of higher nervous activity also have taken agility and balance of excitation and inhibition processes. Biological stimuli influence is strengthens mentioned connections, but most of all with force of cortical processes. Repeated biological stimuli sharply lower the correlation of the relative monocytes amount to other properties of excitation and inhibition processes in cerebral hemispheres cortex. Further, relationships are renewed and in 28th day after repeated administration of antigen to animals coefficients of correlation are close to initial ones, especially towards cortical processes' force. This certifies that animals of Strong Balanced Agile type of higher nervous activity firstly react non-specifically on biological stimuli, and those reactions is strong enough to protect them against damaging factor. For animals with Weak type such reaction is not typical. That is why those animals have to be treated with cautions during veterinary and husbandry performances. Further research in the direction of finding out the features of non-specific immunity in animals of different types of higher nervous activity and the effect on these indicators of autonomic nervous system excitability will be carried out.

Key words: type of higher nervous activity, immunity, monocytes, regulation, correlation, pigs.

Особливості динаміки кількості моноцитів у крові свиней різних типів вищої нервової діяльності

В.О. Трокоз, А.В. Трокоз

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Метою дослідження було з'ясувати ступінь та характер впливу типологічних особливостей нервової системи на прояви імунологічної реактивності організму свиней, зокрема динаміку кількості моноцитів у крові за біологічного подразнення (вакцинація проти репродуктивно-респіраторного синдрому свиней). Для експерименту сформували типологічні групи свиней сильного врівноваженого рухливого, сильного врівноваженого інертного, сильного не врівноваженого та слабого типів вищої нервової діяльності. У дослідному періоді у цих тварин виводили лейкоцитарну формулу крові (в камері Горяєва), зокрема визначали відносну кількість моноцитів та обчислювали їх абсолютне число. Встановлено, що найменша відносна кількість моноцитів у крові характерна для свиней слабого типу вищої нервової діяльності. Це може свідчити про найбільший рівень неспецифічного імунітету у тварин

сильного врівноваженого рухливого і найменший – у свиней слабого типу. Найбільш тісний прямий зв'язок відносної кількості моноцитів відмічений з силою коркових процесів. Проте участь в регуляції частки моноцитів у крові свиней беруть також рухливість і врівноваженість процесів збудження і гальмування. Вплив біологічного подразника зміцнює вказані зв'язки, але найбільшою мірою – з силою коркових процесів. Повторне біологічне подразнення різко зменшує кореляцію відносної кількості моноцитів із усіма властивостями процесів збудження і гальмування в корі півкуль великого мозку. Надалі взаємозв'язки поновлюються та на 28-му добу після повторного введення тваринам антигену коефіцієнти кореляції близькі до початкових, особливо стосовно сили коркових процесів. Це свідчить про те, що тварини сильних врівноважених типів вищої нервової діяльності на біологічний подразник спочатку реагують неспецифічними реакціями, якими спроможні захиститися від пошкоджуючого чинника. Тваринам С типу така реакція не характерна. Тому до цих тварин потрібна особлива увага при плануванні ветеринарно-зоотехнічних заходів. Подальші дослідження будуть здійснюватися в напрямку з'ясування особливостей неспецифічного імунітету у тварин різних типів вищої нервової діяльності та впливу на ці показники збудливості автономної нервової системи.

Ключові слова: тип вищої нервової діяльності, імунітет, моноцити, регуляція, взаємозв'язок, свині.

Вступ

Обсяги виробництва продукції тваринництва та її якості залежать від багатьох чинників. Проте визначальними тут є взаємини організму і зовнішнього середовища, які координуються корою півкуль великого мозку і проявляються вищою нервовою діяльністю (ВНД). Останнім часом значно зросло зацікавлення роллю нервової системи в регуляції механізмів імунітету (Cohen, 2006; Orlova et al., 2012). Імунна система не є чимось окремим у організмі. Вона знаходиться під складним впливом ендокринної та нервової систем (Fletcher et al., 2012; Stowell et al., 2012). Тісний зв'язок імунної та нервової систем підтверджують багаточисельні дослідження (Slansky et al., 2013). Зокрема, встановлено, що під впливом умовних рефлексів може змінюватися як гуморальна, так і клітинна імунна відповідь (Jeder, 1984). Після потрапляння антигену в організм інформація про нього та імунні реакції надходить до центральної нервової системи (ЦНС), яка інтегрує всі гомеостатичні механізми (Duncker et al., 2018). Структури ЦНС і вегетативні ганглії змінюють силу і напрямок імунологічних реакцій (Solohin et al., 1995). Імунний гомеостаз організму регулюється через гормональні та нейронні маршрути (Sternberg, 2006). Тому дисфункція структур мозку може спричинити ефект «заборонених» клонів лімфоцитів і зниження толерантності до певних аутоантигенів, а ізолювана патологія правої півкулі – акцентувати автономність В-системи, що виражається в гіперпродукції імуноглобулінів (Chuprikov, 1974). Зараз наводяться докази взаємовпливу нервової та імунної систем (Barneound et al., 1988; Ado, 1990). Психічні розлади різко пригнічують практично всі ланки імунної системи, що спостерігається за стресу (Sundaresan et al., 1990). Висока сила, врівноваженість та рухливість коркових процесів супроводжується пришвидшенням імунологічних реакцій (Karpovskiy, 2014). Отже, дослідники підтверджують тісний взаємозв'язок імунної та центральної нервової системи. Проте стосовно регулюючого впливу кори півкуль великого мозку, яка забезпечує найбільш тонке пристосування організму до умов зовнішнього середовища існують лише поодинокі повідомлення.

Мета дослідження – з'ясувати ступінь та характер впливу властивостей коркових процесів на прояви імунологічної реактивності організму свиней, зокрема динаміку кількості моноцитів у крові за біологічного

подразнення (БП).

Матеріал та методи досліджень

Робота виконана у Національному університеті біоресурсів і природокористування України. Експериментальну частину досліджень здійснювали на свинях 6–8-місячного віку (самців) у виробничих умовах свиногомплексу «Калитянський» Броварського району Київської області методом груп-періодів. У підготовчому періоді на основі досліджень умовно-рефлекторної діяльності (Trokoz et al., 2017) сформували 4 дослідні групи тварин, по 8 голів у кожній: сильного врівноваженого рухливого (СВР); сильного врівноваженого інертного (СВІ); сильного неуврівноваженого (СН) та слабого (С) типу ВНД. У дослідному періоді до впливу БП (вакцинація проти репродуктивно-респіраторного синдрому свиней), через 3, 7, 14, 21, 28 діб після нього, а також через 3, 7, 14, 28 діб після повторного подразнення виводили лейкоцитарну формулу крові (в камері Горяєва), зокрема диференціювали моноцити та обчислювали їх абсолютну кількість у свиней різних типів ВНД. Для з'ясування взаємозв'язків та взаємовпливів коркових процесів і кількості моноцитів крові визначали середні величини та їх похибки, робили кореляційний та дисперсійний аналіз отриманих результатів з використанням Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

До впливу БП найменша відносна кількість моноцитів у крові характерна для свиней С типу ВНД (табл. 1). Вони відрізнялися за цим показником від тварин СВР типу на 2,1% ($P < 0,01$).

До БП також відмічена тенденція до більшої відносної кількості моноцитів у свиней СВР типу порівняно з СВІ та СН, відповідно, на 0,8% та 0,6%. Біологічний подразник майже не змінив цю картину, за винятком того, що за рахунок незначного збільшення частки моноцитів у лейкограмі тварини СВІ вірогідно перевищували свиней С типу на 1,8%. Подібна різниця між особинами сильних і С типів відмічена до 28-ї доби включно після I введення антигену.

Ревакцинація зменшила частку моноцитів на 0,8% (тенденція) з подальшим підвищенням до початкового рівня на 28-му добу у свиней СВР і збільшила відносну кількість моноцитів у С типу через 3 доби після повторного впливу БП на 0,5% (тенденція).

Таблиця 1

Кількість моноцитів у крові свиней різних типів вищої нервової діяльності за впливу біологічного подразника, % від загальної кількості лейкоцитів, n = 8

Термін дослідження		Тип вищої нервової діяльності			
		СВР	СВІ	СН	С
До подразнення		5,13 ± 0,33	4,38 ± 0,53	4,50 ± 0,41	3,00 ± 0,59**
	3	4,88 ± 0,21	4,75 ± 0,38	3,88 ± 0,67	3,00 ± 0,59**
Після первинного подразнення, діб	7	5,00 ± 0,12	4,50 ± 0,36	4,25 ± 0,44	3,13 ± 0,65*
	14	5,00 ± 0,12	4,38 ± 0,37	4,50 ± 0,30	3,13 ± 0,55**
	21	4,88 ± 0,10	4,50 ± 0,24	4,75 ± 0,41	3,00 ± 0,47**
	28	4,88 ± 0,21	4,13 ± 0,41	4,00 ± 0,88	3,63 ± 0,53*
	3	4,13 ± 0,41	4,13 ± 0,41	4,38 ± 0,49	4,13 ± 0,52
Після повторного подразнення, діб	7	4,13 ± 0,41	4,50 ± 0,36	5,00 ± 0,24	3,25 ± 0,62
	14	4,25 ± 0,27	4,25 ± 0,59	4,50 ± 0,30	3,63 ± 0,53
	21	5,00 ± 0,24	4,25 ± 0,47	4,25 ± 0,47	3,75 ± 0,47*

Примітка: *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001 порівняно з тваринами СВР типу ВНД

На цьому рівні показник тримався до закінчення дослідів. У зв'язку з описаним ефектом, різниця між тваринами цих двох типів ВНД втрачалася та з'явилася лише на 28-му добу після повторного БП (1,3%; P < 0,05). Стосовно СВІ та СН типів, то істотних змін частки моноцитів унаслідок повторного БП не помічено. Виняток – сьома доба, коли у свиней СН частка моноцитів була більшою на 1,8% (P < 0,05) порівняно з С типом. Порівняно з початковими показниками тварин СВІ та СН типів зміною відносної кількості моноцитів на БП не реагували, за винятком третьої доби після первинного подразнення, коли у свиней СН типу частка цих клітин зменшилася на 0,7% (тенденція). У тварин СВР та С типів повторне подразнення викликало помітніший ефект. Так, на третю добу частка моноцитів у перших зменшилася на 1,0% та збільшилася на 1,1% у других.

Найтісніший прямий зв'язок відносної кількості моноцитів відмічений із силою коркових процесів (r = 0,57; P < 0,001). Проте участь у регуляції частки

моноцитів у крові свиней брали також рухливість (r = 0,40; P < 0,05) і врівноваженість (r = 0,35; P < 0,05) процесів збудження і гальмування в корі великого мозку. Це пояснюється тим, що нейротрансмітери нервової системи є потужними хемоатрактантами для моноцитів (Straub et al., 2000). Вплив БП зміцнював вказані зв'язки, але найбільшою мірою – з силою коркових процесів. Повторне подразнення різко зменшило кореляцію відносної кількості моноцитів із усіма властивостями коркових процесів. Надалі зв'язки почали відновлюватися і на 28-му добу після коефіцієнти кореляції стали близькими до початкових значень, особливо з силою коркових процесів (r = 0,41; P < 0,05). Зауважимо лише, що коефіцієнти кореляції частки моноцитів з рухливістю та урівноваженістю після повторного подразнення вірогідними не були. Отже, в регуляції кількості моноцитів у цей період дії БП має значення, в основному, сила коркових процесів. Це підтверджено дисперсійним аналізом отриманих експериментальних даних (табл. 2).

Таблиця 2

Сила впливу основних властивостей коркових процесів на відносну кількість моноцитів у крові свиней, η^2_x , n = 8

Термін дослідження		Властивості коркових процесів		
		сила	врівноваженість	рухливість
До подразнення		0,25**	0,01	0,11
	3	0,21**	0,14	0
Після первинного подразнення, діб	7	0,25**	0,06	0,09
	14	0,34***	0,01	0,17
	21	0,39***	0	0,16
	28	0,07	0,05	0,16
	3	0	0,01	0
Після повторного подразнення, діб	7	0,19*	0,11	0,04
	14	0,07	0,01	0
	21	0,14*	0,01	0,13

Примітка: *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001 – вірогідність показника сили впливу

Показник впливу сили коркових процесів на відносну кількість моноцитів у крові свиней був досить високим і вірогідним як до, так і за впливу БП. Повторна ж його дія викликала різке зниження впливу сили на обговорюваний показник до нуля, потім він підвищився і на кінець дослідження становив 0,14 (P < 0,05). Це підтверджується дослідженнями, які пока-

зали, що стрес чинить більший вплив на вміст кортизолу в сироватці крові свиней, ніж тип ВНД (Danchuk et al., 2017). Врівноваженість та рухливість вірогідно не впливали на частку моноцитів.

Абсолютна кількість моноцитів найбільшою серед типологічних груп виявилася у свиней СВР типу ВНД (табл. 3). Різниця із показниками СВІ, СН та С типів

була вірогідною і становила, відповідно 36,0; 47,8 та 134,5%. До БП найменша кількість моноцитів встановлена у свиней С типу ВНД – на 42,0% та 36,9% менше ($P < 0,05$), порівняно з тваринами СВІ та С типів ВНД, відповідно. Вакцинація дещо змінила описану картину: вірогідна різниця між представниками різних сильних типів зникла за рахунок незначного збільшення кількості моноцитів у крові свиней СВІ та СН типів. На 28-му добу після первинного БП у цих тварин число моноцитів зменшилося майже до початкового стану і знову з'явилася вірогідна різниця з особинами СВР типу, відповідно, на 26,6% та 31,3%.

Різниця абсолютної кількості моноцитів у свиней С типу з аналогічними показниками тварин сильних типів зберігалась упродовж всього досліджу на користь других. Це свідчить про те, що слабкість коркових процесів пов'язана зі зниженою кількістю моноцитів у крові свиней.

У свиней СВР та СН типів ВНД первинне БП майже не викликало змін кількості моноцитів у крові. У тварин СВІ та С типів вона призвела до збільшення числа цих клітин, відповідно, на 20,0 та 20,3% (тенденція), порівняно з початковим станом. Далі ця різниця скорочувалася (табл. 4).

Таблиця 3

Кількість моноцитів у крові свиней різних типів вищої нервової діяльності за впливу біологічного подразника, Г/л, $n = 8$

Термін дослідження		Тип вищої нервової діяльності			
		СВР	СВІ	СН	С
До подразнення		$0,68 \pm 0,05$	$0,50 \pm 0,07^*$	$0,46 \pm 0,05^{**}$	$0,29 \pm 0,05^{***}$
	3	$0,69 \pm 0,04$	$0,60 \pm 0,05$	$0,48 \pm 0,10$	$0,32 \pm 0,07^{***}$
Після первинного подразнення, діб	7	$0,66 \pm 0,05$	$0,53 \pm 0,05$	$0,51 \pm 0,08$	$0,32 \pm 0,06^{***}$
	14	$0,64 \pm 0,06$	$0,53 \pm 0,05$	$0,50 \pm 0,05$	$0,31 \pm 0,05^{**}$
	21	$0,62 \pm 0,04$	$0,52 \pm 0,05$	$0,49 \pm 0,04$	$0,29 \pm 0,04^{***}$
	28	$0,64 \pm 0,05$	$0,47 \pm 0,06^*$	$0,44 \pm 0,06^*$	$0,39 \pm 0,08^*$
	3	$0,62 \pm 0,08$	$0,53 \pm 0,07$	$0,54 \pm 0,07$	$0,47 \pm 0,07$
Після повторного подразнення, діб	7	$0,58 \pm 0,08$	$0,55 \pm 0,05$	$0,56 \pm 0,04$	$0,34 \pm 0,08^*$
	14	$0,51 \pm 0,04$	$0,53 \pm 0,11$	$0,52 \pm 0,06$	$0,37 \pm 0,06$
	21	$0,63 \pm 0,07$	$0,50 \pm 0,05$	$0,50 \pm 0,05$	$0,37 \pm 0,05^{**}$

Примітка: $*P < 0,05$; $**P < 0,01$; $***P < 0,001$ порівняно з тваринами СВР типу ВНД

Таблиця 4

Різниця абсолютної кількості моноцитів у крові порівняно з початковими показниками у свиней різних типів ВНД за біологічного подразнення, %

Тип ВНД	Термін дослідження стосовно біологічного подразнення, діб								
	після первинного					після повторного			
	3	7	14	21	28	3	7	14	28
СВР	1,5	-2,9	-5,9	-8,8	-5,9	-8,8	-14,7	-25,0*	-7,4
СВІ	20,0	6,0	6,0	4,0	-6,0	6,0	10,0	6,0	0
СН	4,3	10,9	8,7	6,5	-4,3	17,4	21,7	13,0	17,4
С	10,3	10,3	6,9	0	34,5	62,1	17,2	27,6	27,6

Примітка: $*P < 0,05$

Після повторного подразнення стосовно початкового показника у свиней СВР типу ВНД кількість моноцитів почала різко зменшуватися і на 14-ту добу після повторного введення антигену вказана різниця досягла вірогідного рівня (25% при $P < 0,05$) з подальшим поверненням до початкового рівня. У тварин інших типів, особливо, слабого, число моноцитів у крові збільшувалося. Механізм цього явища певною мірою пояснюється результатами кореляційного аналізу експериментальних даних. Після повторної дії БП вірогідний зв'язок з урівноваженістю втрачався, а з силою та рухливістю – послаблювався, хоча й був вірогідним на сьому та 28-му доби після повторного БП.

Вплив коркових процесів на кількість моноцитів у крові свиней найсуттєвішим був для сили процесів збудження і гальмування та становив 0,04–0,45. Причому вірогідність сили впливу в цьому разі була досить високою як до, так і після первинної (за винят-

ком 28-ї доби) та повторної дії БП (крім третьої та 14-тої діб). Врівноваженість коркових процесів впливала на абсолютну кількість моноцитів у крові свиней лише на третю добу після первинного подразнення. В усі інші періоди дослідження щодо моноцитів роль врівноваженості була дуже незначною (0–0,13). Рухливість виявляла свій вплив на абсолютну кількість моноцитів більшою мірою: показник впливу тут коливався в межах 0–0,30 і був вірогідним лише до впливу БП та на 28-му добу після його початку.

Висновки

Найменша відносна кількість моноцитів у крові характерна для свиней С типу ВНД. Це може свідчити про найвищий рівень неспецифічного імунітету у тварин СВР і найнижчий – у свиней С типу ВНД. Найтісніший прямий зв'язок відносної кількості моноцитів відмічений з силою коркових процесів. Проте

участь в регуляції частки моноцитів у крові беруть також рухливість і врівноваженість процесів збудження і гальмування. Вплив БП зміцнює вказані зв'язки, але найбільшою мірою – з силою коркових процесів. Повторне БП різко зменшує кореляцію відносної кількості моноцитів із усіма властивостями коркових процесів. Надалі взаємозв'язки поновлюються і на 28-му добу після повторного БП стають близькими до початкових, особливо із силою коркових процесів. Це свідчить, що тварини сильних врівноважених типів ВНД на БП спочатку реагують неспецифічними реакціями, якими спроможні захиститися від стресового чинника. Тваринам С типу така реакція не характерна. Подальші дослідження будуть здійснюватися в напрямку з'ясування особливостей неспецифічного імунітету у тварин різних типів вищої нервової діяльності та впливу на ці показники збудливості автономної нервової системи.

References

- Orlova, E.V., Pashhenkov, M.V., Davydovskaja, M.V., Klimova, S.V., Hozova, A.A., Mugutdinova, B.T., & Bojko, A.N. (2012). Rol' dofamina v reguljacii vzaimodejstvija nervnoj i immunoj sistem pri rassejannom skleroze. *Zhurnal Nevrologii i Psikhatrii. Spezyypuski*. 112(2), 34–40 (in Russian).
- Cohen, N. (2006). Norman Cousins Lecture. The uses and abuses of psychoneuroimmunology: a global overview. *Brain. Behav. Immun.* 20, 99–112. doi: 10.1016/j.bbi.2005.09.008.
- Fletcher, M.A., Barnes, Z., Broderick, G., & Klimas, N. (2012). Psychoneuroimmunology and Natural Killer Cells: The Chromium Release Whole Blood Assay. *Psychoneuroimmunology: Methods in Molecular Biology*. 934, 313–324. doi: 10.1007/978-1-62703-071-7_16.
- Stowell, J.R., Robles T.F., & Kane, H.S. (2012). *Psychoneuroimmunology: Mechanisms, Individual Differences, and Interventions: Handbook of Psychology*. John Wiley & Sons, New York. doi: 10.1002/9781118133880.hop209004.
- Jeder, R. (1984) Uslovnoreflektornaja reguljacija immunnogo otveta. *Fiziologija cheloveka*. 10(2), 211 (in Russian).
- Slansky, J.E., Cohen, J.J., & Cambier, J.C. (2013). Integrated immunology in Colorado. *Immunol. Res.* 55. 1–2. doi: 10.1007/s12026-012-8376-5.
- Duncker, P.C., Stoolman, J.S., Huber, A.K., & Segal, B.M. (2018). GM-CSF Promotes Chronic Disability in Experimental Autoimmune Encephalomyelitis by Altering the Composition of Central Nervous System-Infiltrating Cells, but Is Dispensable for Disease Induction. *J. Immunol.* 200(3), 966–973. doi: 10.4049/jimmunol.1701484.
- Solohin, E.V., Fedorcov, K.K., Afanas'ev, S.S., Vorob'ev, A.A. (1995). Kletochnye mehanizmy protivosibirezavennogo immuniteta. *Zhurnal mikrobiologii, jepidemiologii i immunobiologii*. 5. 72–76 (in Russian).
- Sternberg, E.M. (2006). Neural regulation of innate immunity: a coordinated nonspecific host response to pathogens. *Nat. Rev. Immunol.* 6, 318–328. doi: 10.1038/nri1810.
- Chuprikov, A.P. (1974). Immunologicheskaja reaktivnost' i funkcional'naja asimmetrija bol'shij polusharij golovnog mozga. *Vestnik AMN SSSR*. 11, 53–56 (in Russian).
- Ado, A.D. (1990). Vzaimodejstvie nervnoj i immunoj sistem. Nauka, Leningrad (in Russian).
- Barneound, P., Rivet, J.M., Vitiello, S., Moal, M., & Le Neveu, P.J. (1988). Brain norepinephrine levels after BCG stimulation of the immune system. *Immunol. letters*. 18(3), 201–204. doi: 10.1016/0165-2478(88)90019-3.
- Sundaresan, G., Suthanthirarajan, N., & Namasivayam, A. (1990) Certain immunological parameters in subacute cold stress. *Indian J. Physiol. Pharmacol*, 34 (1), 57–60. <https://europepmc.org/abstract/med/2361728>.
- Karpovskiy, V.I., Trokoz, A.V., & Trokoz, V.O. (2014). Dynamika kilkosti sehmentoiadernykh neitrofiliv u krovi svynei riznykh typiv nervovoi systemy za vplyvu biolohichnoho podraznyka. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 6, 3–4 (in Ukrainian).
- Trokoz, A.V., Karpovskij, V.I., Trokoz, V.A., Broshkov, M.M., & Radchikov, V.F. (2017) Jekspres-ocenka uslovno-reflektornoj dejatel'nosti svinej v proizvodstvennykh uslovijah. *Uchenye zapiski UO Vitebskaja gosudarstvennaja akademija veterinarnoj medicyny*. 53(4), 64–67 (in Russian).
- Straub, R.H., Mayer, M., Kreutz, M., Leeb, S., Schölmerich, J., & Falk, W. (2000). Neurotransmitters of the sympathetic nerve terminal are powerful chemoattractants for monocytes. *J. Leukoc. Biol.* 67(4), 553–558. doi: 10.1002/jlb.67.4.553.
- Danchuk, O.V., Karpovskiy, V.I., Trokoz, V.O., & Postoi, R.V. (2017). Mekhanizmy rehuljatsii vmistu kortyzolu v syrovattsi krovi svynei pry stresi. *Fiziol. Zh.* 63(6), 60–65. doi: 10.15407/fz63.06.060 (in Ukrainian).