

# Анти-, прооксидантний статус організму свиней з різними типами вищої нервової діяльності при стресі

О.В. Данчук, В.І. Карповський, В.О. Трокоз

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ; e-mail: olexdan@ukr.net

*Досліджено кіркову регуляцію анти-, прооксидантного статусу в організмі свиней великої білої породи з різними типами вищої нервової діяльності (ВНД) за дії подразників різної етіології. Стрес-фактором було відлучення поросят від свиноматки, ревакцинація (біологічний подразник) та перегрупування і переміщення (технологічний подразник). До дії подразників та через 1, 5 та 30 діб після нього у крові визначали показники пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) та активності системи антиоксидантного захисту (САЗ) на основі чого розраховували анти-, прооксидантний індекс (ПОЛ/САЗ). Незалежно від типологічних особливостей ВНД за дії подразників різної етіології у свиней розвивався окисний стрес, що супроводжувався інтенсифікацією ПОЛ та змною активності ензимів САЗ. У тварин з сильним врівноваженим рухливим типом через добу після дії технологічного та біологічного подразників встановлено адекватну активізацію механізмів знешкодження вільних радикалів: ПОЛ/САЗ зменшується на 35,6-51,3 %. Свині з сильним врівноваженим інертним типом повільно адаптуються до дії стрес-факторів: через 5 діб після дії технологічного подразника ПОЛ/САЗ більше у 3 рази від такого у тварин з сильним врівноваженим рухливим типом. У свиней з сильним нерівноваженим та слабким типом під впливом технологічних подразників протягом доби окисний гомеостаз змищується у бік інтенсифікації ПОЛ, що не компенсується САЗ: ПОЛ/САЗ збільшується у 1,4-5,0 рази.*

*Ключові слова: пероксидне окиснення ліпідів; система антиоксидантного захисту; ПОЛ/САЗ; вища нервова діяльність; свині; стрес.*

## ВСТУП

Вивчення зв'язку типологічних властивостей нервових процесів організму є особливою і однією з найбільш актуальних проблем фізіології [1]. Доведено роль кори головного мозку в регуляції діяльності внутрішніх органів і обміну речовин [2], досліджено параметри індивідуальних захисних реакцій організму [3]. Продуктивність сільськогосподарських тварин істотно залежить від типу їх ВНД [4].

З точки зору сучасної фізіології стрес – це неспецифічна реакція організму у відповідь на надпорогові подразники, що запускає механізми адаптації до змінених умов існування [5]. Індивідуальну адаптацію визначають як набуття стійкості до певних чинників довкілля внаслідок чого організм отримує можливість пристосуватись до нових умов.

Стрес-реакція відіграє провідну роль у формуванні системного структурного «сліду» за пристосування до факторів навколишнього середовища, а потім, з розвитком стійкої адаптації, стає зайвою і згасає [6, 7]. Ще Сельє звернув увагу на те, що перші прояви різноманітних інфекцій абсолютно однакові. Він припустив, що кожен хвороботворний фактор має своєрідний «пусковий» механізм для загального адаптаційного синдрому [8]. В умовах стресу зростає рівень радикалоутворення, що призводить до інтенсифікації ПОЛ [9, 10]. Поняття окисного стресу визначає дисбаланс у анти-, прооксидантній системі, що супроводжується накопиченням у клітинах та тканинах продуктів ПОЛ на тлі зниженої активності антиоксидантних ензимів [7, 11, 12].

© О.В. Данчук, В.І. Карповський, В.О. Трокоз

Однією із основних умов існування живо-го організму є забезпечення фізіологічної рівноваги внутрішнього середовища, зокрема, збалансованість утворення вільних радикалів та їх утилізація [8, 13, 14]. Вільнорадикальні реакції, починаючи від їх ініціації та закінчуючи утилізацією продуктів пероксидації, лімітовані станом САЗ [9]. Регуляція її активності відбувається нервово-гуморальним шляхом, механізм якого вивчено недостатньо.

Метою нашої роботи було дослідити анти-, прооксидантний статус організму свиней з різними типами ВНД за дії технологічних подразників.

## МЕТОДИКА

Експеримент проведено на трьох групах свиней великої білої породи 2, 3 та 6-місячного віку (відповідно 52, 32 та 20 тварин у кожній). Відповідно до технологічного процесу стрес-факторами було: у I групі – відлучення поросят від свиноматки (стрес-відлучення); у II групі – ревакцинація живою ліофільною вакциною «Suimun Ery», яка містить вакцинний штам WR2B бешихи свиней  $\geq 4 \cdot 10^6$  живих бактерій в одній дозі (біологічний подразник); у III групі – переміщення свиней у літній табір та їх перегрупування (технологічний подразник). Тип ВНД у тварин I та II групи визначали у 4-місячному віці (за неможливості проведення випробувань у поросят раннього віку), а у свиней III дослідної групи – у 6-місячному віці до дії подразника. Силу, врівноваженість і рухливість нервових процесів оцінювали за модифікованою методикою, розробленою на кафедрі фізіології, патофізіології та імунології тварин НУБіП України [15]. Вона полягає у спостереженні за поведінкою тварини в стаді та індивідуальному станку, за їх реакцією на експериментатора, на подачу корму, коли вони голодні, на несподівані звукові та зорові подразники і утворення умовних рефлексів. На підставі аналізу отриманого матеріалу було сформовано 4 підгрупи тварин (у межах кожної групи),

по 5 свиней у кожній: I підгрупа – сильний врівноважений рухливий тип (СВРТ); II – сильний врівноважений інертний тип (СВІТ); III – сильний неуврівноважений тип (СНТ); IV – слабкий тип (СТ) ВНД.

Матеріалом для досліджень у всіх дослідах була кров (від 5 тварин кожного типу ВНД), отримана з яремної вени до дії подразника та через 1, 5 та 30 діб після дії стресового фактора у п'яти тварин з кожної групи проводили відбір крові. Зразки гепаринізованої крові центрифугували при 3000 об/хв упродовж 15 хв. Після виділення плазми, еритроцити тричі промивали холодним ізотонічним розчином NaCl. Гемолізат еритроцитів отримували трикратним заморожуванням і розморожуванням отриманої суспензії. У гемолізатах еритроцитів крові визначали: активність супероксиддисмутази за рівнем інгібування ферментом процесу відновлення нітросинього тетразолію при наявності НАДФН і феназинметасульфату; каталази за здатністю перекису водню утворювати з солями молібдену стійкий кольоровий комплекс; глутатіонредуктази за принципом, що фермент, за участю відновлених форм піридиннуклеотидів, переводить окислену форму глутатіону у відновлену, за ступенем зростання якого в середовищі інкубації розраховується активність ферменту; глутатіонпероксидази за швидкістю окиснення глутатіону при наявності гідроперекису третинного бутілу; вміст ТБК-активних продуктів за реакцією з тіобарбітуровою кислотою; дієнових кон'югантів та кетодієнів за принципом, що процес пероксидного окиснення поліненасичених жирних кислот супроводжується перегрупуванням подвійних зв'язків і виникненням системи сполучених дієнових структур; вміст основ Шиффа за принципом, що базується на вимірюванні інтенсивності їх флуоресценції після екстракції ліпідними розчинниками з біологічного матеріалу [16]. Після отримання результатів обраховували анти-, прооксидантний індекс – ПОЛ/САЗ (відношення суми показників ПОЛ до суми

показників ферментативної ланки САЗ).

Статистичну обробку експериментальних результатів (середні значення та їх похибки, порівняння середніх значень за критерієм t Стьюдента) здійснювали з використанням прикладного програмного комплексу «Microsoft Office Excel 2013». Дослідження на тваринах проводили з дотриманням принципів Європейської конвенції про гуманне ставлення до тварин (Страсбург, 1986).

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що сила кіркових процесів у тварин різними типами ВНД достовірно відрізняється. Зокрема у свиней з СВІТ, СНТ та СТ цей показник менше на 9,4, 13,8 та 56,9 % від значень у свиней з СВРТ (таблиця). Врівноваженість кіркових процесів у тварин з СВРТ та СВІТ між собою не відрізняється і більше у 1,5-1,6 раза ( $P < 0,001$ ) від значень свиней з СНТ та СТ. Рухливість процесів збудження і гальмування в корі півкуль головного мозку в свиней з СВРТ більша на 28,4-58,7 % ( $P < 0,001$ ) щодо значень тварин СВІТ, СНТ та СТ.

Збалансованість системи ПОЛ та САЗ істотно залежить від основних характеристик кіркових процесів. Незалежно від типологічних особливостей ВНД за дії технологічного подразника у свиней розвивається окисний стрес, який супроводжується інтенсифікацією процесів ПОЛ та зниженням активності САЗ, що є загальнобіологічною особливістю прояву загальноадаптаційного синдрому. Од-

нак глибина прояву окисного стресу істотно залежить від сили, врівноваженості і рухливості процесів збудження і гальмування у корі головного мозку.

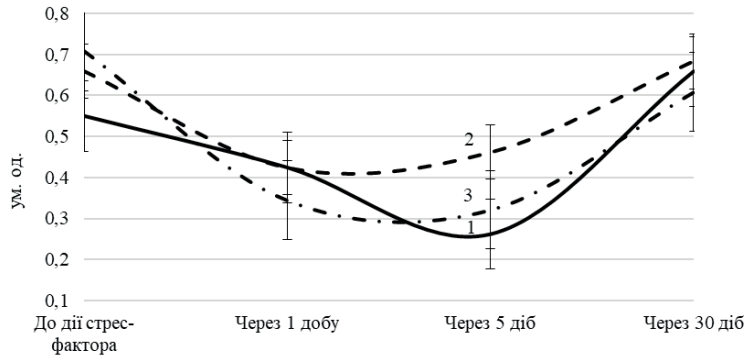
У тварин з СВРТ та СВІТ за дії подразників різної етіології знижується ПОЛ/САЗ, що свідчить про активізацію механізмів знешкодження вільних радикалів. Так, через добу після дії технологічного та біологічного подразника цей показник у свиней з СВРТ зменшується на 51,3 та 35,6 % ( $P < 0,001$ ), однак за дії стресу-відлучення це зниження має характер тенденції (рисунок, а). Отже, зростання інтенсивності ПОЛ у організмі цих тварин супроводжується адекватною активністю ензимів САЗ.

Раніше встановлено, що найбільш реактивними до впливу біологічного подразника є тварини з СВРТ, а найменший рівень поствакцинального імунітету, притаманний свиням з СТ [17]. Тварини сильних врівноважених типів на біологічний подразник спочатку реагують неспецифічними реакціями, якими спроможні захиститися від пошкоджуючого чинника. Однак за умов стресу разом з елементами адаптації до надпорогових подразників, є чинники напруження і навіть ушкодження, зокрема, розвиток окисного стресу [9, 11]. На перший погляд тварини з СВІТ меншою мірою реагують на його розвиток, про що свідчить зменшення ПОЛ/САЗ протягом доби та його відновлення до 5-ї доби після дії біологічного подразника та стресу-відлучення (див. рисунок, б.). Однак за дії більшого за силою подразника внаслі-

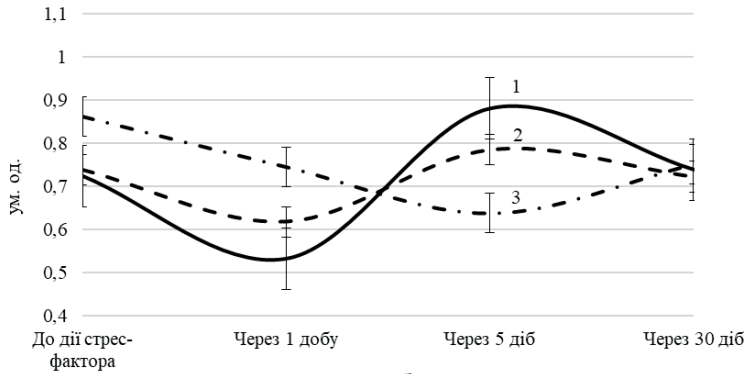
Показники кіркових процесів у свиней з різними типами вищої нервової діяльності ( $M \pm m$ )

Тип вищої нервової діяльності	Сила	Врівноваженість	Рухливість	Середня оцінка
Сильний врівноважений рухливий	3,83±0,09	3,44±0,12	3,56±0,12	3,61±0,088
Сильний врівноважений інертний	3,47±0,09**	3,34±0,09	1,69±0,08***	2,83±0,07***
Сильний нерівноважений	3,30±0,08***	1,64±0,09***	2,55±0,13***	2,49±0,09***
Слабкий	1,65±0,12***	1,29±0,11***	1,47±0,12***	1,47±0,1***

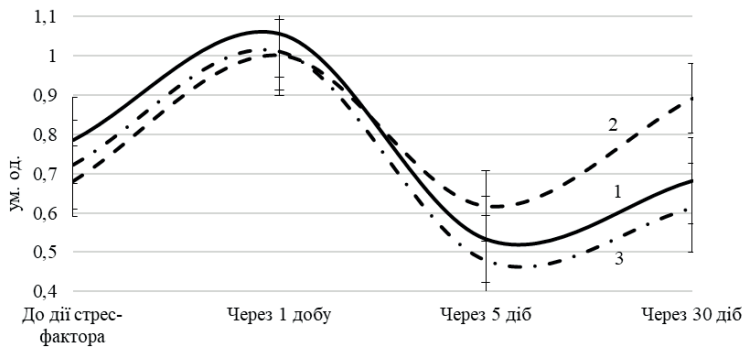
Різниця із показниками тварин сильного врівноваженого рухливого типу вищої нервової діяльності вірогідна при: \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .



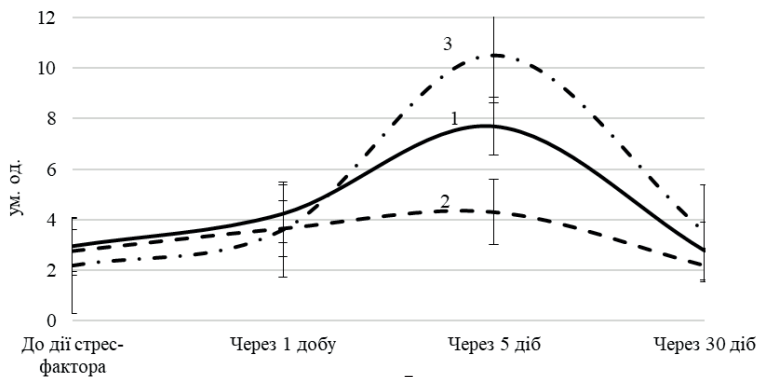
а



б



в



г

Інтегральний показник ПОЛ/CAЗ у свиней з сильним врівноваженим рухливим (а), сильним врівноваженим інертним (б), сильним неврівноваженим (в) та слабким (г) типом вищої нервової діяльності за дії технологічного стресу: 1 – стрес-відлучення, 2 – дія біологічного подразника, 3 – дія технологічного подразника

док нижчої рухливості кіркових процесів у них адаптація до змін навколишнього середовища проходить повільно, що продовжує тривалість окисного стресу і зрушує баланс у системі ПОЛ-САЗ у бік вільнорадикального окиснення ліпідів. Так, через 5 діб після дії технологічного подразника ПОЛ/САЗ у тварини з СВІТ було більше у 3 рази ( $P < 0,001$ ) щодо такого у тварин з СВРТ.

Відомо, що за формування адаптації організму на дію стрес-факторів провідну роль відіграє стан нервової системи. Індивідуальні особливості організму тварин визначають важкість перебігу та тривалість видужання тварин при різних інфекційних, незаразних та метаболічних патологіях [1, 4, 17]. Нині доведено, що індивідуальні механізми адаптації тварин та людей на надзвичайні подразники пов'язані із особливостями перебігу збудження і гальмування у корі великих півкуль головного мозку [2]. За рахунок невірноваженості процесів збудження і гальмування у корі головного мозку свині з СНТ досить бурхливо реагують на зміни умов навколишнього середовища, що позначається на глибину прояву окисного стресу. Через добу після дії технологічного подразника окисний гомеостаз у них зміщується у бік інтенсифікації ПОЛ, що не компенсується САЗ: значення ПОЛ/САЗ у 2,9 рази ( $P < 0,001$ ) більше від показника тварин з СВРТ (див. рисунок, в). За рахунок більшої реакційності організму адаптація до подразників у свиней з СНТ відбувається швидше, ніж у тварин з СВІТ: через 5 діб після дії стрес-факторів значення ПОЛ/АОЗ стало менше щодо вихідного (до дії технологічного подразника), що вказує на адекватне зростання активності САЗ.

У свиней з СТ навіть в період відносно-го спокою внаслідок більшої інтенсивності ПОЛ і меншої активності ферментативної ланки САЗ встановлено зсув балансу ПОЛ/САЗ у бік вільнорадикального окиснення ліпідів. З одного боку, це може свідчити про постійний стресовий, а з другого – інший рівень метаболізму, однак це питання

потребує подальшого дослідження. Так, до дії технологічного подразника інтегральний показник ПОЛ/САЗ у тварин СТ більше у 2,5-3,1 рази ( $P < 0,001$ ) від показників тварин з сильними типами, що визначає власний рівень збалансованості процесів ПОЛ із активністю САЗ. Попередньо встановлено, що перегрупування та переміщення свиней супроводжується зростанням концентрації кортизолу в сироватці крові залежно від типологічних особливостей їх нервової системи у 2,3-2,7 рази, порте якщо у тварин з сильними процесами збудження і гальмування протягом 5 діб вона нормалізується, то у свиней з СТ – залишається на високому рівні упродовж місяця [18]. Отже, слабкість основних характеристик кіркових процесів у тварин з СТ супроводжується більш глибоким проявом окисного стресу. Так, залежно від етіології подразника у цих тварин значення ПОЛ/САЗ протягом доби зростало у 1,5-5 разів (див. рисунок, г). Очевидно, мова йде не про патологічно низьку активність САЗ та високу інтенсивність ПОЛ у їх організмі, а про інший рівень функціонування окисного гомеостазу. У дикій природі тварини такого типу ВНД завжди на «сторозі» [1]. Коли тварини сильних типів майже не реагують на звукові подразники слабкої сили, вони своєю поведінкою насторожують усіх тварин. Отже, низькі значення сили, врівноваженості і рухливості кіркових процесів забезпечують тварині високий рівень збудливості нервової системи навіть на дію слабких за силою подразників навколишнього середовища. Це пояснює низький ступінь адаптогенності цих тварин, що супроводжується наростанням окисного стресу. Коли у тварин з сильними типами з 1-ї до 5-ї доби після дії технологічного подразника проходить адаптація окисного гомеостазу, то у тварин з СТ посилюються деструктивні процеси про що свідчить збільшення значення ПОЛ/САЗ у 1,9 рази ( $P < 0,001$ ). Воно стає у 9,3 рази ( $P < 0,001$ ) більше від показнику тварин СВРТ. Навіть через місяць після дії подразника у

свиней з сильними типами значення ПОЛ/САЗ у 3,7-5,7 раз (P < 0,001) було менше порівняно до тварин з СТ.

## ВИСНОВКИ

Незалежно від типологічних особливостей ВНД за дії технологічного подразника у свиней розвивається окисний стрес, що супроводжується інтенсифікацією процесів ПОЛ та змінами активності САЗ.

У тварин з СВРТ та СВІТ дія технологічних подразників супроводжується зниженням значення ПОЛ/САЗ, що свідчить про активізацію механізмів знешкодження вільних радикалів.

Тварини з СНТ та СТ характеризуються зростанням значення ПОЛ/САЗ за дії технологічного подразника, що визначає зсув окисного гомеостазу у бік інтенсифікації ПОЛ.

У свиней з СТ у період відносного спокою інтегральний показник ПОЛ/САЗ більше у 2,5-3,1 раз від показників тварин сильних типів.

*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 coauthors of the article.*

**А.В. Данчук, В.І. Карповський, В.А. Трокоз**

### **АНТИ-, ПРООКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ОРГАНИЗМА СВИНЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ СТРЕССЕ**

Исследовано корковую регуляцию анти-, прооксидантно статуса в организме свиней крупной белой породы с различными типами высшей нервной деятельности (ВНД) под влиянием раздражителей различной этиологии. Стресс-фактором было отъем поросят от свиноматки, ревакцинация (биологический раздражитель) и перегруппировки и перемещения (технологический раздражитель). До действия раздражителей и через 1, 5 и 30 сут после него проводили забор крови в которой определяли показатели

перекисного окисления липидов (ПОЛ) и активности системы антиоксидантной защиты (САЗ) на основе чего рассчитывали анти-, прооксидантный индекс (ПОЛ/САЗ). Независимо от типологических особенностей ВНД под влиянием раздражителей различной этиологии у свиней развивался окислительный стресс, сопровождавшийся интенсификацией ПОЛ и изменением активности ферментов САЗ. У животных с сильным уравновешенным подвижным типом через сутки после воздействия технологического и биологического раздражителей установлено адекватную активизацию механизмов обезвреживания свободных радикалов: ПОЛ/САЗ уменьшается на 35,6-51,3%. Свиньи с сильным уравновешенным инертным типом ВНД медленно адаптируются к действию стресс-факторов: через 5 сут после воздействия технологического раздражителя ПОЛ/САЗ больше в 3 раза от такового у животных с СВРТ. У животных с сильным неуравновешенным и слабым типом под влиянием технологических раздражителей в течение суток окислительный гомеостаз смещается в сторону интенсификации ПОЛ, что не компенсируется САЗ: ПОЛ/САЗ увеличивается в 1,4-5,0 раз.

Ключевые слова: перекисное окисление липидов; система антиоксидантной защиты; ПОЛ/САЗ; высшая нервная деятельность; свиньи; стресс.

**O.V. Danchuk, V.I. Karpovskiy, V.O. Trokoz**

### **ANTIOXIDANT-PROOXIDANT STATUS IN ORGANISM OF PIGS WITH DIFFERENT TYPES OF HIGHER NERVOUS ACTIVITY UNDER STRESS**

The cortical regulation of anti-, prooxidant status in the body of large white pigs with different types of higher nervous activity (HNA) under the influence of stimuli of different etiology has been investigated. The stress factor was the weaning of piglets from a sow, revaccination (biological stimulus) and regrouping and moving (technological stimulus). Before exposure to stimuli and after 1, 5 and 30 days it was taken the blood, sample in which the indexes of lipid peroxide oxidation (LPO) and activity of the antioxidant defense system (ADS) were determined based on which the anti-, prooxidant index (LPO/ADS) was calculated. Regardless of the typological characteristics of HNA, the effects of stimuli of different etiology in pigs developed oxidative stress, which was accompanied by intensification of the LPO and the change in the activity of the enzymes of the ADS. In animals with a strong balanced mobile type a day after the action of technological and biological stimuli an adequate activation of mechanisms of neutralization of free radicals is established: LPO/ADS decreases by 35,6-51,3%. Pigs with a strong balanced inert type slowly adapt to the action of stress factors: after 5 days after the action of the technological stimulus LPO/ADS more than 3 times from such in animals SBMT. In an animal with a strong unbalanced and a weak type under the influence of technological stimuli during the day, the oxidative homeostasis shifts to the side of the intensification of the LPO, which is not

compensated by the ADS: LPO/ADS increases 1.4-5.0 times.

Key words: lipid peroxide oxidation; antioxidant system; lipid peroxide oxidation/antioxidant system; higher nervous activity; pigs; stress.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv; e-mail: olexdan@ukr.net

## REFERENCES

1. Karpovskiy PV, Karpovskiy VV, Trokoz AV, Landsman AA, Skrypkinia VN, Postoi RV, Kryvoruchko DI, Trokoz VO, Karpovskiy VI. Cortico-vegetative regulation of relations in the physiological functions of pigs. *Biolohiia Tvaryn*. 2015;17(2):65-73. [Ukrainian].
2. Naumenko VV. Some features of higher nervous activity and types of the nervous system in pigs. [dissertation abstract] Lviv: LNUVM named after S. Z. Gzhytsky. 1968;36. [Russian].
3. Kokorina EP. Conditioned reflexes and productivity of animals. Moscow: Agropromizdat. 1986;335. [Russian].
4. Karpovskiy VI, Trokoz VO, Danchuk OV, Postoi RV, Karpovskiy VV, Vasylyv AP. The influence of the main cortical processes on the productivity of pigs during the period of technological stress. *Ekolog i Zhivotn Mir*. 2016;2:8-13. [Ukrainian].
5. Antelman SM, Chiodo LA. Stress: its effect on interaction among biogenic amines and role in the induction and treatment of diseases. In Iverson LS, Iverson SD, Snyder SH eds. *Handbook of Psychopharmacology*, 18<sup>th</sup> ed. New York: Plenum Press, 1984:279-341.
6. Kim HL, Plaisant O, Leboyer M et al. Reduction of platelet serotonin in major depression (endogenous depression). *C.R. Acad. Sci. III*. 1982;295:619-22.
7. Danchuk VV. Processes of lipid peroxidation, hormonal and substrate mechanisms of regulation of antioxidant system in pig tissues [dissertation] Lviv: UAAS, Institute of Animal Biology, 2002;290. [Ukrainian].
8. Danchuk VV, Danchuk AV, Tsepko NL. Oxidative stress – pathology or adaptation? *Livestock Ukraine*. 2004;4:21-3. [Ukrainian].
9. Gray JI, Monahan FJ. Measurement of lipid oxidation in meat and meat products. *Trends Food Sci Technol*. 1992;3:315-19.
10. Vladimirov YA, Azizova OA, Deev AI et al. Free radicals in living systems. The results of science and technology. *Ser. Biofizyka*. 1991;29.
11. Tarasov II. Stress syndrome in pigs. *Agriculture abroad*. 1982;4:47-9. [Russian].
12. Lovell MA, Xie C, Markesbery WR. Decreased glutathione transferase activity in brain and ventricular fluid in Alzheimer's disease. *Neurology*. 1998;51(6):1562-6.
13. Tokarchuk KO, Kapustyanenko LG, Shandrenko SG. The role of aldehydes in development of oxidative stress under rhabdomyolysis in rats. *Fiziol Zh*. 2013;59(1):25-32. [Ukrainian].
14. Sahach VF, Andrukhov OIa. The effect of nitric oxide on the contractile activity of skinned preparations of the smooth muscles of the rat portal vein. 2000;46(1):3-9. [Ukrainian].
15. Trokoz VO, Karpovskiy VI, Trokoz AV, Puzir VV, Vasylyv AP, inventors, NULES of Ukraine, assignee. Method of determining the types of higher nervous activity pigs. *Ukraine Pat*. 70344. 2012 June 11. [Ukrainian].
16. Vlizlo VV, ed. *Laboratory research methods in biology, livestock and veterinary medicine: reference book*. Lviv: Spolom. 2012;761. [Ukrainian].
17. Trokoz AV. Influence of typological features of the nervous system on the immunological reactivity of the pig's body [dissertation abstract] Kyiv: Nat. Univ. Life Environmen. Sci. Ukraine; 2014;21. [Ukrainian].
18. Danchuk OV, Karpovskiy VI, Trokoz VO, Postoi RV. Regulation mechanisms of cortisol level in pigs' blood serum under stress. *Fiziol Zh*. 2017;63(6):60-5. [Ukrainian].

*Матеріал надійшов  
до редакції 02.02.2018*