

original article | UDC 636.4, 612.014 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.16

CYCLIC LABILITY OF HOMEOSTASIS IN GILTS

S. O. Usenko,

ORCID ID: [0000-0001-9263-5625](https://orcid.org/0000-0001-9263-5625), E-mail: sveta_usenko@ukr.net,

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, H. Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

Hormonal regulation of the body plays an important role in the formation of homeostasis and conditioning the implementation of the hereditary program during the individual development of the animal. Therefore, in recent years, the number of studies on the problems of animals' endocrine system formation and the participation of hormones in the processes of ontogenesis has especially increased. The purpose of the research was to determine the peculiarities of homeostasis formation in gilts depending on the phases of the reproductive cycle. Clinically healthy gilts of Myrhorodska pig breed at different phases of the reproduction cycle: luteal phase, estrus, and on the 15th, 20th, 30th, 60th, 90th, 104th, 113th days of pregnancy and 12 hours after farrowing, were used in the experiment. The levels of thyroxine, triiodothyronine, estradiol-17 β , progesterone and testosterone were determined in the blood serum. The state of prooxidant-antioxidant homeostasis in the blood was researched for the activity of: superoxide dismutase, catalase, xanthine oxidase; concentrations of: diene conjugates, TBA-active compounds, reduced glutathione, ascorbic and dehydroascorbic acids, vitamin A and vitamin E. It was found out that the amount of steroid hormones in the blood of gilts is labile and due to the physiological state, namely during the estrus, relative to the luteal phase the levels of thyroxine, triiodothyronine, estradiol-17 β and testosterone increased, and progesterone decreased. Such changes are accompanied by accelerating the processes of peroxide oxidation: xanthine oxidase activity increases ($p < 0.05$), the content of diene conjugates ($p < 0.05$) and TBA-active compounds are increased by 1.3 times. During the two months of pregnancy, the total concentration of thyroid and steroid hormones increases. Such metabolic shifts cause a decrease in the intensity of peroxidation processes. Before farrowing there was a decrease in the levels of thyroxine, triiodothyronine and progesterone. The intensification of peroxidation was determined by: the increase of CSR activity ($p < 0.05$) and SOD ($p < 0.01$), the content of dehydroascorbic acid, diene conjugates ($p < 0.05$) and TBA-active complexes, as well as the decrease of the concentration of reduced glutathione ($p < 0.01$) and vitamin E. It was found out that after farrowing, the serum thyroxine concentration increased and the progesterone, testosterone and estradiol-17 β decreased. There was the decrease in the intensity of lipid peroxidation: the decrease in the content of DC in 2.5 and TBA-active complexes by 1.5 times, against the background of decreasing the amount of vitamin A and vitamin E by 11 %. The found features of cyclic homeostasis lability in gilts' blood are determined by the phases of the reproductive cycle.

Key words: gilts, reproductive cycle, homeostasis, hormones, antioxidants, pregnancy.

ЦИКЛІЧНА ЛАБІЛЬНІСТЬ ГОМЕОСТАЗУ У СВИНОК

С. О. Усенко,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Висвітлено результати досліджень щодо особливостей циклічної лабільності гомеостазу у свинок. В експериментах використано свинок миргородської породи на різних фазах відтворювального циклу: лютеальна фаза, еструс, на 15, 20, 30, 60, 90, 104, 113 доби поросності та через 12 годин після опоросу. У сироватці крові визначали динаміку вмісту тиреоїдних і стероїдних гормонів, а також особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу. Виявлено, що у крові свинок кількість стероїдних гормонів є лабільною та обумовлюється фізіологічним станом, а саме, при настанні еструсу відносно лютеальної фази підвищується рівень вмісту тироксину, трийодтироніну,

естрадіолу-17 β і тестостерону, а також зменшується рівень прогестерону. Такі зміни супроводжуються прискоренням процесів пероксидного окиснення: зростає активність ксантиноксидази ($p < 0,05$), підвищується вміст дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних сполук в 1,3 раза. Упродовж двох місяців поросності загальна концентрація тиреоїдних і стероїдних гормонів зростає. Такі метаболічні зрушення спричиняють зниження інтенсивності процесів пероксидації. Перед пологами спостерігається зниження рівня тироксину, трийодтироніну і прогестерону. Встановлено інтенсифікацію пероксидації: збільшення активності КСО ($p < 0,05$) і СОД ($p < 0,01$), вмісту дегідроаскорбінової кислоти, дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних комплексів, а також зниження концентрації відновленого глутатіону ($p < 0,01$) та вітаміну Е. Виявлено, що після опоросу концентрація тироксину в сироватці крові зростає, а прогестерону, тестостерону й естрадіолу-17 β – зменшується. Відбувається зниження інтенсивності пероксидації ліпідів: зменшення вмісту ДК у 2,5 і ТБК-активних комплексів у 1,5 раза на тлі зниження кількості вітаміну А та вітаміну Е – 11 %. З'ясовано, що особливості циклічної лабільності гомеостазу у крові свинок визначаються фазами відтворювального циклу.

Ключові слова: свинки, відтворювальний цикл, гомеостаз, гормони, антиоксиданти, поросність.

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ЛАБИЛЬНОСТЬ ГОМЕОСТАЗА У СВИНОК

С. А. Усенко,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Представлены результаты исследований циклической лабильности гомеостаза свинок, которая определяется фазами воспроизводительного цикла. Установлено, что в крови свинок в период эструса относительно лютеиновой фазы повышается уровень содержания тироксина, трийодтиронина, эстрадиола-17 β и тестостерона, а также уменьшается уровень прогестерона. Такие изменения сопровождаются ускорением процессов перекисного окисления: растет активность ксантиноксидазы ($p < 0,05$), повышается содержание диеновых конъюгатов ($p < 0,05$) и ТБК-активных соединений в 1,3 раза. В течение двух месяцев супоросности общая концентрация тиреоидных и стероидных гормонов возрастает. Такие метаболические сдвиги вызывают снижение интенсивности процессов пероксидации. Перед опоросом наблюдается снижение уровня тироксина, трийодтиронина и прогестерона. Установлено интенсификацию пероксидации. Выявлено, что после опороса концентрация тироксина в сыворотке крови возрастает, а прогестерона, тестостерона и эстрадиола-17 β – уменьшается. Происходит снижение интенсивности процессов пероксидации.

Ключевые слова: свинки, воспроизводительный цикл, гомеостаз, гормоны, антиоксиданты, супоросность.

Вступ

Гормональній регуляції організму належить важливе місце в формуванні гомеостазу та реалізації спадкової програми у процесі індивідуального розвитку тварини. Тому останніми роками особливо зросла кількість досліджень, присвячених проблемам формування ендокринної системи у тварин і участі гормонів у процесах онтогенезу [2, 6, 7, 9].

Гормональний профіль у самки значно змінюється протягом відтворювального циклу. Найбільш виразною рисою періоду поросності свині є швидкий ріст плодів, особливо порід сального напрямку продуктивності. Будучи спеціалізованими регуляторами біохімічних процесів у організмі матері й плода, гормони складають основу обміну речовин та репродукції. Вони відіграють важливу роль у регуляції метаболічних процесів, які прискорюють чи сповільнюють процеси пероксидного окиснення і тим підтримують цілісність і єдність організму – гомеостаз [8, 14].

Однак на сьогодні ще відсутні матеріали, у яких сукупно висвітлюються питання динаміки гормонального й біохімічного статусу у свиной, схильних до накопичення жирової тканини залежно від їхнього фізіологічного стану.

Розвиток досліджень із з'ясування особливостей формування гомеостазу, де провідна роль належить гормонам та прооксидантно-антиоксидантній системі в різні періоди відтворювального циклу сприятиме розробці ефективних методів спрямованого управління процесами росту й розвитку плодів, підвищення багатоплідності, великоплідності та інтенсивності використання свиноматок.

Метою досліджень було встановити особливості формування гомеостазу у свинок залежно від фаз відтворювального циклу.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі завдання: визначити динаміку вмісту стероїдних і тиреоїдних гормонів у крові свинок упродовж статевих циклу й поросності; встановити особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок залежно від їхнього фізіологічного стану.

Матеріали і методи досліджень

У дослідях за принципом аналогів використано 5 клінічно здорових свинок миргородської породи віком 8 місяців та масою тіла 125–130 кг. У свинок проводили забір крові натще в різні періоди відтворювального циклу: лютеальна фаза, еструс, на 15, 20, 30, 60, 90, 104, 113 доба вагітності та через 12 годин після опоросу. Вміст тироксину, трийодтироніну, естрадіолу-17 β і прогестерону в сироватці крові визначали радіоімуннологічним методом, а тестостерону – імуноферментним. Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ) у крові досліджували за активністю ксантиноксидази (КСО) [1], концентрацію дієнових кон'югатів (ДК) [11], вмістом ТБК-активних сполук [11]. Оцінювали рівень антиоксидантного захисту за активністю супероксиддисмутази (СОД) [11], активністю каталази (КТ) [15], вмістом відновленого глутатіону [11], аскорбінової й дегідроаскорбінової кислот (АК) [16], вмістом вітаміну А та концентрацію вітаміну Е [10].

Результати досліджень та їх обговорення

Дані експерименту свідчать, що в крові циклюючих свинок у фазі еструса, порівняно із лютеальною, спостерігається істотна перебудова метаболічних процесів, перш за все гормонального фону (табл. 1). У період статевих збудження встановлено збільшення кількості тироксину і трийодтироніну в 1,6 і 1,3 раза відповідно. Найбільш виразні зміни в цей період були характерні для статевих гормонів: концентрація прогестерону зменшувалась в 1,9, а тестостерону і естрадіолу-17 β зростала в 1,2 та 2 рази відповідно.

1. Динаміка вмісту гормонів у сироватці крові свинок миргородської породи впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$ (n=10)

Гормони	Фази відтворювального циклу								Через 12 годин після опоросу
	Лютеаль-на	Еструс	Доби поросності						
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
	42,32 ±4,11	68,32 ±4,55	72,64 ±5,43	79,21 ±6,24*	74,73 ±8,64	44,25 ±7,49	26,96 ±5,72	23,17 ±6,85	46,92 ±6,88
Трийодтиронін, нмоль/л	1,22 ±0,18	1,53 ±0,33	1,77 ±0,40	2,18 ±0,28	1,35 ±0,11	1,51 ±0,41	1,11 ±0,17	0,78 ±0,17	1,26 ±0,21
Прогестерон, нмоль/л	34,21 ±3,28	18,32 ±3,64	56,89 ±2,28	58,87 ±7,24	75,88 ±7,95	122,24 ±5,86	132,33 ±4,09	68,29 ±4,44	49,55 ±7,85
Тестостерон, нмоль/л	5,96±2,61	7,29 ±3,11	4,95 ±2,73	6,58 ±2,56	7,18 ±2,87	9,31 ±3,36	11,28 ±4,24	12,31 ±4,35	4,21 ±2,61
Естрадіол-17β, нмоль/л	0,19 ±0,04	0,38 ±0,02	0,41 ±0,05	0,36 ±0,07	0,42 ±0,03	2,33 ±0,08	2,96 ±0,51	7,67 ±1,03	1,24 ±0,33

Зазначені зміни гормонального фону супроводжувались істотною перебудовою метаболічних процесів у напрямі прискорення перебігу пероксидного окиснення. Це підтверджується підвищенням активності прооксидантного ензиму – КСО на 30,5 % ($p < 0,05$), що істотно прискорило гемоліз еритроцитів на 16,5 % (табл. 2). Такі зміни супроводжуються збільшення вмісту ДК у 2,1 ($p < 0,01$) та ТБК-активних комплексів 1,3 раза. При цьому спостерігалось прискорення функціональної активності антиоксидантних ензимів: СОД на 10,3 % та зниження КТ – 33,2 %. Саме в цей період виявлено суттєве використання відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти, а також надходженням у кров вітаміну А та вітаміну Е. Встановлена динаміка прискорення пероксидації ліпідів у період статевих збудження свиноматок очевидно обумовлено істотними коливаннями концентрації естрогенів, які залежно від умов середовища в організмі проявляють прооксидантні або антиоксидантні властивості [3, 12, 19].

2. Стан ПАГ у крові свинок мизгородської породи впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$ ($n=10$)

Показники ПАГ	Фази відтворювального циклу								Через 12 годин після пологів
	Лютеа- льна	Еструс	Доби вагітності						
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Перекисна резистен- тність еритроцитів, %	13,95 ±2,01	16,25 ±1,67	16,95 ±1,95	14,10 ±1,71	12,25 ±2,77	13,03 ±1,59	17,95 ±2,85	19,07 ±2,39	17,29 ±2,77
Ксантиноксидаза, мккат /сек·л	27,86 ±1,81	36,35* ±3,31	37,05 ±3,96	40,60* ±4,17	35,35** ±3,28	33,55 ±2,98	35,15 ±2,98	38,25* ±3,45	31,85 ±3,73
Супероксиддисмута- за, од.акт/мл	0,29 ±0,031	0,32 ±0,03	0,45 ±0,073	0,63* ±0,112	0,58* ±0,093	0,71** ±0,117	0,75* ±0,153	0,82** ±0,14	0,69* ±0,136
Каталаза, Н ₂ О ₂ /хв·л	1,93 ±0,12	1,29 ±0,08	1,77 ±0,08	1,70 ±0,09	2,06 ±0,06	1,06*** ±0,07	1,23** * ±0,06	1,06** * ±0,08	1,46** ±0,07
Відновлений глута- тіон, мкмоль/л	0,55 ±0,04	0,44 ±0,09	0,37* ±0,06	0,33* ±0,07	0,42 ±0,095	0,29* ±0,08	0,35* ±0,07	0,31** ±0,06	0,28** ±0,05
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	18,29 ±1,38	15,09 ±1,38	11,58** ±1,34	12,57* ±1,59	11,58* ±2,13	13,65 ±1,69	10,56* * ±1,72	9,78** * ±1,29	10,21** ±1,45
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л	12,71 +1,42	18,59* +1,44	16,35 +1,91	13,92 ±1,67	14,66 ±1,56	15,78 ±2,06	14,22 ±1,90	15,42 ±2,19	12,41 ±1,82
Вітамін А, мкмоль/л	1,95 ±0,38	2,35 ±0,23	1,62 ±0,25	1,44 ±0,26	1,86 ±0,24	1,21 ±0,21	1,09 ±0,18	1,19 ±0,23	0,91* ±0,20
Вітамін Е, мкмоль/л	0,87 ±0,22	1,05 ±0,24	0,94 ±0,25	0,79 ±0,17	0,88 ±0,15	0,58 ±0,09	0,49 ±0,08	0,36 ±0,08	0,32* ±0,07
Дієнові кон'югати, ммоль/л	1,76 ±0,19	3,68** ±0,403	3,34* ±0,48	3,30** ±0,39	2,83* ±0,42	2,26 ±0,36	3,09* ±0,38	3,23* ±0,42	1,28 ±0,43
ТБК-активні компле- кси, мкмоль/л	12,82 ±1,39	16,43 ±2,47	19,72* ±2,68	20,74* ±2,75	15,35 ±2,11	13,72 ±1,81	14,43 ±1,45	16,85 ±2,16	11,47 ±1,43
ТБК-активні компле- кси після інкубації, мкмоль/л	14,15 ±1,39	23,60* ±3,51	21,75* ±2,61	22,58* ±3,29	16,43 ±1,89	17,25 ±1,89	16,18 ±1,83	19,84 ±2,64	12,58 ±1,43

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з показниками лютеальної фази.

Перші 15 діб розвитку вагітності характеризувалися подальшим напруженим перебігом процесів пероксидного окиснення, що проявлялось в активізації ензимів: КСО – 33 % і СОД – 55,7 %, збільшенні концентрації ДК – 89,8 % ($p < 0,05$), ТБК-активних комплексів на 53,8 % ($p < 0,05$), а також прискоренні використання низькомолекулярних антиоксидантів – зниженні вмісту відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти відповідно на 40 % ($p < 0,05$) та 31,2 % ($p < 0,01$) порівняно з лютеальною фазою. Такі зміни очевидно обумовлені зростанням кількості стероїдних гормонів: прогестерону в 3,1 та 2,7 рази. Впродовж цього періоду спостерігалось підвищення концентрації тироксину та трийодтироніну.

Після закінчення першого місяця вагітності інтенсивність перебігу процесів пероксидного окиснення досягає найбільшої інтенсивності, що підтверджується максимальним рівнем функціональної активності прооксидантного ензиму, генератора активних форм оксигену – КСО та вмісту вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних комплексів. Це супроводжується подальшим зростанням рівня СОД та сталим зниженням вмісту відновленого глутатіону, аскорбінової кислоти, вітамінів А та

вітаміну Е.

Упродовж другого місяця вагітності порівняно з фазою статевих спокою в організмі свинок встановлено істотне прискорення метаболічних процесів, які зумовлені зростанням вмісту стероїдних гормонів: прогестерону в 2,2, тестостерону – 1,2 та естрадіолу – 2,2 раза. У цей період спостерігалось зниження інтенсивності пероксидації ліпідів – зменшення активності КСО на 13,0 %, вмісту ДК – 14,2 і ТБК-комплексів – 26,0 %, а також стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу – 13,1 %. У результаті виявлено підвищення ємності системи антиоксидантного захисту за рахунок зростання активності КТ на 21,2%, вмісту відновленого глутатіону – 27,3 %, вітаміну А – 29,2 % та вітаміну Е – 11,4 %.

Від 60-ї до 90-ї доби поросності свинок виявлено суттєве зростання кількості прогестерону в 1,6 та естрадіолу – 5,5 разів, що істотно сприяло потраплянню до крові аскорбінової й дегідроаскорбінової кислот, а також суттєвому використанню вітаміну А й вітаміну Е – 1,5 раза.

У свинок перед пологами спостерігалось зміщення ПАГ в напрямі інтенсифікації пероксидації через збільшення активності КСО ($p < 0,05$) і СОД ($p < 0,01$), що супроводжувалося накопиченням вмісту дегідроаскорбінової кислоти, дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних комплексів, а також зниженням концентрації низькомолекулярних антиоксидантів: відновленого глутатіону ($p < 0,01$) та вітаміну Е. Такі метаболічні зміни супроводжувалися на фоні зниження рівня функціональної активності щитовидної залози, кількості прогестерону та стрімкого зростання концентрації антиоксиданту – естрадіолу. Зменшення кількості прогестерону очевидно пов'язано з зменшенням функціональної активності плаценти, максимальною активацією пероксидації ліпідів та регулюючою функцією активних форм кисню [13, 20].

У післяпологовий період відмічено зниження індикативних показників інтенсивності пероксидації ліпідів: ДК у 2,5 і ТБК-активних комплексів у 1,5 раза. У результаті встановлено підвищення рівня функціональної активності КТ на 37,7 %. Такі зміни відбувалися на тлі зменшення концентрації вітаміну А на 23,5 % та вітаміну Е – 11 %, а також зростання вмісту тиреоїдних гормонів, що є свідченням їхньої провідної ролі в забезпеченні адаптаційних процесів у цей період для свиноматок та поросят.

Отримані матеріали досліджень свідчать про те, що у крові свинок протягом відтворювального циклу зміна гормонального фону істотно впливала на стан ПАГ. У період еструсу паралельно зі збільшенням концентрації естрадіолу-17 β і тиреоїдних гормонів підвищувався рівень КСО, СОД, кількість ДК і ТБК-активних комплексів, але знижувався вміст відновленого глутатіону і АК, що свідчить про напружений перебіг обмінних процесів та регулюючу функцію активних форм кисню [18]. З наростанням домінант вагітності істотно підвищувалися концентрації прогестерону й естрадіолу-17 β , які зумовлювали зміну балансу у функціональній активності прооксидантних і антиоксидантних ензимів, що узгоджується із твердженнями К. Duhig [11], S. O. Ogbodo [15], M. S. Purdey [17].

Зі становленням функціонування окремих органів і систем плодів та появою власного синтезу окремих гормонів в організмі матері спостерігалось сповільнення перебігу процесів пероксидного окиснення – зниження функціональної активності СОД, КТ та вмісту ДК і ТБК-активних комплексів. Однак передпологовий період характеризувався істотним максимальним рівнем статевих гормонів та інтенсивним перебігом процесів пероксидації ліпідів, що підтверджується даними В. Н. Романенко та І. А. Бойко [5], Д. Н. Митарєва [4]. При цьому зі зміною фази відтворювального циклу у післяпологовий період відмічається зміщення гомеостатичних констант, насамперед вмісту тиреоїдних і стероїдних гормонів до рівня статевих спокою, що супроводжується зміною прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в напрямі сповільнення пероксидації ліпідів.

Узагальнення отриманих даних досліджень свідчить про одну із особливостей відтворної функції свиноматок – циклічну лабільність гомеостазу у самок свиней, яка характеризується певними періодичними коливаннями, зумовленими зміною їхнього фізіологічного стану, що спрямовані на підтримання фізіологічної норми перебігу метаболічних процесів [8]. У циклюючих свинок істотна лабільність гомеостазу спрямована на створення необхідних умов для запліднення. При настанні домінант поросності зрушення гомеостатичних констант сприяє задоволення потреб ембріонів, що ростуть і розвиваються. В умовах зміни гомеостатичних констант у крові самок можна судити про морфофункціональний стан статевих органів та фетоплацентарної системи.

Висновки

1. У крові свинок кількість стероїдних гормонів є лабільною та обумовлюється фізіологічним станом, а саме, при настанні еструсу відносно лютеальної фази підвищується рівень вмісту тироксину

(на 61,4 %), трийодтироніну (на 25,4 %), естрадіолу-17 β (на 200 %) тестостерону (22,3 %), а також зменшується кількість прогестерону (на 46,4 %). Такі зміни супроводжуються прискоренням процесів пероксидного окиснення: зростає активність ксантиноксидази ($p < 0,05$), підвищується вміст дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних сполук в 1,3 раза. Це супроводжується зростанням рівня антиоксидантного захисту – активності супероксиддисмутази, кількості вітаміну А – 20,5 % і вітаміну Е – 20,7 %.

2. Упродовж двох місяців поросності концентрація тироксину, трийодтироніну, прогестерону, тестостерону й естрадіолу-17 β зростає. Такі метаболічні зрушення зумовлюють зміни стану прооксидантноантиоксидантного гомеостазу в напрямі зниження інтенсивності процесів пероксидації.

3. У свинок перед пологам на тлі зниження рівня тироксину, трийодтироніну і прогестерону інтенсифікуються процеси пероксидації: збільшення активності КСО ($p < 0,05$) і СОД ($p < 0,01$), вмісту дегідроаскорбінової кислоти, дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних комплексів, а також зниження концентрації відновленого глутатіону ($p < 0,01$) та вітаміну Е.

4. В організмі свиноматок після опоросу концентрація тироксину в сироватці крові зростає – у 2 рази, а прогестерону, тестостерону та естрадіолу-17 β зменшується – у 1,4, 2,9 та 6,2 раза відповідно. При цьому відбувається зниження інтенсивності пероксидації ліпідів: зменшення вмісту ДК у 2,5 і ТБК-активних комплексів у 1,5 раза. Встановлено зниження концентрації вітаміну А на 23,5 % та вітаміну Е – 11 %,.

5. Виявлені особливості циклічної лабільності гомеостазу у крові свинок визначаються фазами відтворювального циклу.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні ефективного методу регуляції статевих циклу та програм направленої живлення свинок залежно від фізіологічного стану для оптимізації росту й розвитку ембріонів у критичні періоди.

References

1. Kyseliova, I. K., Maidaniuk, A. V., & Imedadze, S. P. (2005). Vyznachennia aktyvnosti ksantynooksydaznoi reaktsii tymusa shchuriv. *Visnyk KNU im Tarasa Shevchenka*, 45–46, 28 [In Ukrainian].
2. Kuzmenko, L. M., Polishchuk, A. A., Usenko, S. O., Shostya, A. M., Stoyanovskii, V. G., Karpovskii, V. I., & Bilash, S. M. (2018). Prooxidant-antioxidant homeostasis in the tissues of the uterus of pig, depending on the periods of the reproductive cycle. *World of Medicine and Biology*, 14 (64), 198. doi: 10.26724/2079-8334-2018-2-64-198-203.
3. Lykholat, T. Yu., & Lykholat, O. A. (2016). Vplyv syntetychnykh estroheniv na pokaznyky prooksydantno-antyoksydantnoi systemy orhaniv shchuriv riznogo viku v doslidakh in vitro. *Biologichni Systemy*, 8 (1), 9–14 [In Ukrainian].
4. Mytarev, D. N. (2009). Rannyaya dagnostika beremennosti svinej metodom immunofermentnogo analiza (IFA). *Extended abstract of doctor's thesis*. FGOU VPO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet», Krasnodar [In Russian].
5. Romanenko, V. N., & Boiko, Y. A. (2015). Hormonokorrihyruyushchye svoistva syntetycheskogo tymohena pry stymulyatsyy vosproyzyvotelnoi funktsyy u svynomatok. *Vestnyk Krasnodarskogo HAU*, 4, 144–149 [In Russian].
6. Stupar, I. I. (2018). Prooksydantno-antyoksydantnyi homeostaz u svynok u rizni fazy statevoho tsyклу. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 178–184. doi: 10.31210/visnyk2018.04.28. [In Ukrainian].
7. Usenko, S. O., Shostia, A. M., & Tsybenko, V. H. (2016). Osoblyvosti dynamiky estradiolu-17 β v krovi svynei riznoi stati, viku ta fiziologichnoho stanu. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 96, 165–169 [In Ukrainian].
8. Kovalenko, V. F., Shostya, A. M. (Red.). (2012). *Fiziologicheskie aspekty metabolizma v sisteme mat-placenta-plod svini: monografiya*. Poltava: OOO «Firma «Tehservis» [In Ukrainian].
9. Shostya, A. M., Stupar, I. I., Usenko, S. O., Bondarenko, O. M., Tsybenko, V. G., Chukhlib, Ye. V., & Slynko, V. H. (2019). Reproductive qualities of gilts of different breeds. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, (3), 230–236. doi: 10.31890/vtpp.2019.03.31.
10. Al-Gubory, K. H., Faure, P., & Garrel, C. (2017). Different enzymatic antioxidative pathways operate within the sheep caruncular and intercaruncular endometrium throughout the estrous cycle and early pregnancy. *Theriogenology*, 99, 111–118. doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.05.017.
11. Duhig, K., Chappell, L. C., & Shennan, A. H. (2016). Oxidative stress in pregnancy and reproduction. *Obstetric Medicine*, 9 (3), 113–116. doi: 10.1177/1753495x16648495.

12. Nathan, L., & Chaudhuri, G. (1998). Antioxidant and Prooxidant Actions of Estrogens: Potential Physiological and Clinical Implications. *Seminars in Reproductive Medicine*, 16 (04), 309–314. doi: 10.1055/s-2007-1016289.
13. Klimek, J., Woźniak, M., Szymańska, G., & Żelewski, L. (1998). Inhibitory Effect of Free Radicals Derived From Organic Hydroperoxide on Progesterone Synthesis in Human Term Placental Mitochondria. *Free Radical Biology and Medicine*, 24 (7–8), 1168–1175. doi: 10.1016/s0891-5849(97)00442-5.
14. Kumar, S., Lata, K., Mukhopadhyay, S., & Mukherjee, T. K. (2010). Role of estrogen receptors in pro-oxidative and anti-oxidative actions of estrogens: A perspective. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 1800 (10), 1127–1135. doi: 10.1016/j.bbagen.2010.04.011.
15. Ogbodo, S. O., Okaka, A. N., Nwagha, U. I., & Ejezie, F. E. (2014). Free Radicals and Antioxidants Status in Pregnancy: Need for Pre- and Early Pregnancy Assessment. *Am. J. Med. and Med. Sc.*, 4 (6), 230–235.
16. Pereira, R. D., De Long, N. E., Wang, R. C., Yazdi, F. T., Holloway, A. C., & Raha, S. (2015). Angiogenesis in the Placenta: The Role of Reactive Oxygen Species Signaling. *BioMed Research International*, 1–12. doi: 10.1155/2015/814543.
17. Purdey, M. S., Connaughton, H. S., Whiting, S., Schartner, E. P., Monro, T. M., Thompson, J. G., R. J. Aitken, R. J. & Abell, A. D. (2015). Boronate probes for the detection of hydrogen peroxide release from human spermatozoa. *Free Radical Biology and Medicine*, 81, 69–76. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2015.01.015.
18. Villamor, E., Moreno, L., Mohammed, R., Pérez-Vizcaíno, F., & Cogolludo, A. (2019). Reactive oxygen species as mediators of oxygen signaling during fetal-to-neonatal circulatory transition. *Free Radical Biology and Medicine*, 142, 82–96. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2019.04.008.
19. Unfer, T. C., Figueiredo, C. G., Zanchi, M. M., Maurer, L. H., Kemerich, D. M., Duarte, M. M. F., Konopka, C. K. & Emanuelli, T. (2014). Estrogen plus progestin increase superoxide dismutase and total antioxidant capacity in postmenopausal women. *Climacteric*, 18 (3), 379–388. doi: 10.3109/13697137.2014.964669.
20. Zelko, I. N., Stepp, M. W., Yu, J., & Folz, R. J. (2011). Regulation of Decidual Protein Induced by Progesterone (DEPP) Gene Expression by Extracellular Oxidative Stress. *Free Radical Biology and Medicine*, 51, S18. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2011.10.042.

Стаття надійшла до редакції 16.09.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Усенко С. О. Циклічна лабільність гомеостазу у свинок. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 125–131.

© Усенко Світлана Олексіївна, 2019