

СТАН ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО ГОМЕОСТАЗУ У КРОВІ РЕМОНТНИХ СВИНОК ПРИ ЗГОДОВУВАННІ ХЕЛАТІВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

А. Сябро

Полтавський державний аграрний університет

Період формування статевої функції характеризується коливанням стероїдних гормонів у ремонтних свинок, що є однією з причин посиленого генерування вільних радикалів. При цьому розвиток окисного стресу має негативний вплив на фертильність самок, що проявляється у зниженні якості яйцеклітин. Метою експерименту було дослідити стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові ремонтних свинок при згодовуванні різних доз цитрату Міді. В експерименті було використано ремонтних свинок великої білої породи, аналогів за віком і живою масою, з яких сформовано три групи (15 голів у кожній) контрольна та дві дослідні (I і II). До основного раціону свинок I і II дослідних груп додавали цитрат Міді на 10% і 20% вище норми. Встановлено, що з 6-го по 9-й місяць розвитку свинок, які вживали цитрат Міді в кількості 10% вище норми відбувалось сповільнення процесів перекисного окиснення ліпідів, про що свідчить зниження вмісту дієнових кон'югатів і ТБК-активних сполук з одночасним підвищенням активності супероксиддисмутази. У тварин цієї ж групи відмічалось більш раннє настання першої, другої, третьої та четвертої охоти, а також найвищий відсоток заплідненості (86,67%). Згодовування цитрату Міді на 20% понад норму супроводжувалось зміною стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у бік прискорення пероксидації після досягнення свинками 210 денного віку: збільшення вмісту дієнових кон'югатів, ТБК-активних сполук ($p < 0,01$) та підвищення активності супероксиддисмутази ($p < 0,01$). Отже, згодовування цитрату Міді в кількості 10% вище норми в період становлення статевої функції у свинок сприяє нормальному протіканню процесів оогенезу за рахунок оптимізації прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу.

Ключові слова: *ремонтні свинки, відтворна здатність, цитрат Міді, пероксидація.*

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Провідною умовою високої репродуктивної здатності основних свиноматок є їх оптимальний ріст і розвиток в пубертатний період, що забезпечується певними метаболічними перетвореннями. У період становлення статевих циклів в організмі свинок відмічається істотна лабільність гормонального фону, що супроводжуються різницею формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ) [4, 9]. При цьому, статеві гормони мають як антиоксидантні так і прооксидантні властивості, а зміна стану ПАГ в напрямі сповільнення чи прискорення процесів перекисного окиснення ліпідів обумовлюється концентрацією цих речовин [10, 12, 22].

На фізіологічному рівні активні форми Оксигену (АФО) виконують регулюючу роль біохімічних процесів, а рівень цих реакційних молекул головним чином визначає стан системи антиоксидантного захисту (АОЗ) [20]. Відомо, що оогенез, зокрема мейоз I супроводжується істотним генеруванням АФО, яке обумовлено збільшенням рівня стероїдних гормонів у фолікулярній рідині, при цьому мейоз II індукується внутрішньоклітинними антиоксидантами [7]. Дослідження науковців [8] вказують на те, що протікання овуляції відбувається за рахунок значної кількості вільних радикалів, які в подальшому забезпечують нормальне злиття гамет. Вивільнення зрілої яйцеклітини обумовлене сплеском лютеїнізуючого гормону, який в свою чергу призводить до істотного генерування АФО, однак, надмірна їх концентрація у фолікулярній рідині провокує посилений апоптоз, погіршує якість ооцитів та призводить до затримки овуляції.

Встановлено, що зниження низькомолекулярних антиоксидантів (відновленого глутатіону і аскорбінової кислоти) та фолікулостимулюючого гормону свідчить про виснаження системи АОЗ [21]. Результати багатьох досліджень вказують на те, що формування ПАГ в значній мірі визначається рівнем годівлі тварин, зокрема забезпеченням організму мікронутніентами антиоксидантної дії. Це дає можливість нівелювати розвиток окисного стресу за рахунок корекції мінерального живлення.

Метою експерименту було дослідження стану ПАГ у крові ремонтних свинок при згодовуванні цитрату Міді.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експеримент був проведений в умовах ПрАТ «Племсервіс» і лабораторії фізіології відтворення Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. Для досліду було відібрано ремонтних свинок, які були аналогами за породою (великої білої), віком і живою масою та розділені на три групи (15 голів у кожній) контрольна та дві дослідні (I і II). Годівлю свинок проводили з врахуванням віку відповідно кормових норм двічі на добу. Основний раціон тварин контрольної групи складався з комбікорму власного виробництва, а свинок I і II дослідних груп з додаванням цитрату Міді на 10% і 20% вище норми відповідно вікових потреб починаючи з 4-х та продовжуючи до 9-ти місячного віку. Для визначення стану ПАГ проводили відбір зразків крові від свинок на початку експерименту, у віці 4-ри місяці та після досягнення ними 5-ти, 6-ти, 7-ми, 8-ми, 9-ти місячного віку.

Для оцінки рівня перебігу пероксидного окиснення визначали концентрацію дієнових кон'югатів спектрофотометрично [1] і ТБК-активних комплексів (альдегіди і кетони) — фотоелектроколориметрично [1]. Рівень АОЗ визначали за активністю супероксиддисмутази (СОД) фотометрично [1] та каталази (КТ) - з використанням ванадій-молібдатної реакції [1], вмістом відновленої форми глутатіону – фотоелектроколориметрично з реактивом Елмана [2], концентрацією аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот (АК і ДК) – за кількістю озонів, модифікованим методом [3]. Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistica для Windows XP. Для порівняння досліджуваних показників та міжгрупових різниць використовували t-критерій Стьюдента, а результат вважали вірогідним за $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Отримані результати свідчать про різницю інтенсивності процесів пероксидації в крові свинок у період становлення статевої функції при згодовуванні різних доз цитрату Міді (табл. 1). У свинок, які вживали цитрат Міді в кількості 10% вище норми відмічалось зниження концентрації дієнових кон'югатів з настанням фізіологічної зрілості (6 місяців) на 19,2% відносно 4-х місячного віку. У крові цих тварин, в період формування статевої функції (7, 8 і 9 місяців) встановлено збільшення вмісту первинних продуктів пероксидації

Таблиця 1. Інтенсивність процесів пероксидації у крові свинок в період статевого дозрівання, ($M \pm m$, $n=15$)

Показники	Групи	Вік					
		4 міс.	5 міс.	6 міс.	7 міс.	8 міс.	9 міс.
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	К	3,06± 0,45	3,24± 0,51	2,38± 0,27	3,13± 0,35	2,63± 0,27	2,45± 0,34
	I	2,86± 0,32	2,75± 0,29	2,31± 0,29	2,63± 0,34	2,69± 0,25	2,77± 0,38
	II	2,64±	2,25±	2,22±	3,23±	3,14±	2,11±

		039	0,25	0,29	0,35	0,31	0,20
ТБК-активні сполуки до інкубування мкмоль/л	К	18,97± 1,34	20,69± 1,75	17,29± 1,24	14,21± 0,95	19,68± 1,35	20,25± 1,09
	I	19,83± 1,39	18,05± 1,64	19,36± 1,86	19,85± 1,73°	22,15± 1,38	18,29± 1,52
	II	19,78± 1,53	18,11± 1,63	22,53± 1,53°	23,27± 1,55 °°°	27,69± 1,55 ***°°•	20,18± 1,44
ТБК-активні сполуки після інкубування мкмоль/л	К	21,70± 1,51	23,21± 1,69	19,59± 1,12	18,18± 1,12	22,47± 1,35	23,22± 1,11
	I	22,58± 1,49	24,38± 1,75	21,37± 1,99	22,24±1, 67	24,24± 1,39	23,43±1, 61
	II	21,86± 1,46	25,58± 1,69	25,76± 1,46°°	26,70± 1,51 *°°°	31,76± 1,49 ***°°°••	25,63± 1,56

Примітка: *– p<0,05; **– p<0,01; ***– p<0,001 – порівняно з 4-х місячним віком; °– p<0,05; °°– p<0,01; °°°– p<0,001 – порівняно з контрольною групою; •– p<0,05; ••– p<0,01; •••– p<0,001 – порівняно з I дослідною групою; ; n – кількість зразків.

Тварини, яким до раціону додавали 20% цитрату Міді, вже на 30-ту та 60-ту доби згодовування (5 і 6 місяців) виявлено зниження дієнових кон'югатів на 14,8% і 15,9% порівняно з 4-х місячним віком, а даний показник був нижчим порівняно з контрольною та I дослідною групами. На 7-й і 8-й місяць розвитку в свинок II дослідної групи відбуваються зміни гомеостазу в напрямку прискорення процесів перекисації, що супроводжуються збільшенням концентрації дієнових кон'югатів на 45,5% (p<0,05) і 41,4% (p<0,05) відносно 6-ти місячного віку.

Мінімальний рівень ТБК-активних сполук у крові свинок I і II дослідних груп було встановлено на 5-й місяць їх розвитку, після перших 30-ти днів згодовування різних доз цитрату Міді, що порівняно з контрольною групою нижче на 12,8% і 12,5% відповідно. Подальше споживання цитрату Міді збільшувало рівень цих метаболітів у крові тварин протягом експерименту. Так, у свинок I дослідної групи у віці 6, 7 і 8 місяців концентрація ТБК-активних сполук була вищою відповідно на 7,3%, 9,9% і 22,7% відносно 5-ти місячного віку, що в порівнянні з контрольною групою більше на 11,9%, 39,7% (p<0,05) і 12,6% відповідно.

У крові ремонтних свинок II дослідної групи на 60-ту, 90-ту та 120-ту доби згодовування (6, 7 і 8 місяців) рівень ТБК-активних сполук становив на 24,4%, 28,5% (p<0,05) і 52,9% (p<0,001) порівняно з 5-ти місячним віком, що відносно контрольною групи вище на 30,3% (p<0,05), 63,8% (p<0,001) і 40,7% (p<0,01) відповідно. Тоді, як у віці 9 місяців у тварин обох дослідних груп (I і II) відмічається зниження даного метаболіту відповідно на 17,4% і 27,1% відносно 8-го місяця розвитку.

Аналіз ензимних антиоксидантів свідчить про лабільність активності СОД і КТ у крові свинок впродовж становлення статевої функції за впливу цитрату Міді (табл. 2). У тварин, які вживали 10% цитрату Міді вище норми, активність СОД була вищою у віці 5 місяців на 75%, 6 місяців – 46,2% та 7 місяців – 138,1% (p<0,01) відносно 4-х місячного віку.

Таблиця 2. Вміст ензимних антиоксидантів у крові ремонтних свинок в період статевого дозрівання, M±m (n=15)

Показники	Групи	Вік					
		4 міс.	5 міс.	6 міс.	7 міс.	8 міс.	9 міс.
Супероксид-дисмутаза,	К	0,606± 0,109	0,768± 0,113	0,399± 0,052	0,862± 0,155	0,455± 0,075	0,365± 0,058

у.о./мл	I	0,396± 0,072	0,693± 0,170	0,579± 0,147	0,943± 0,140**	0,567± 0,163	0,389± 0,072
	II	0,437± 0,104	0,493± 0,078	0,572± 0,113	1,262± 0,168***	0,539± 0,113	0,746± 0,153°•
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв./л	K	148,29± 26,73	168,79± 35,45	149,29± 31,52	127,24± 23,51	139,37± 27,52	165,43± 29,09
	I	125,79± 22,38	150,19± 28,19	118,53± 19,57	138,69± 22,95	150,36± 19,94	169,29± 28,63
	II	130,27± 21,45	164,82± 26,53	110,43± 15,17	145,50± 21,72	141,83± 19,39	180,03± 22,77

Примітка: ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – порівняно з 4-х місячним віком; ° – $p < 0,05$ – порівняно з контрольною групою; • – $p < 0,05$ – порівняно з I дослідною групою; n – кількість зразків.

Встановлено зниження рівня даного ензиму у віці 8 та 9 місяців на 39,9%, 58,7% порівняно з 7-ми місячним віком, що свідчить про виснаження системи антиоксидантного захисту. У крові свинок II дослідної групи активність СОД мала мінімальні показники у віці 210 денному віці, що відносно 4-х, 5-ти та 6-ти місячного віку вище в 1,9 ($p < 0,001$), 1,5% і 1,2 рази відповідно.

У крові свинок I і II дослідних груп відмічалось коливання активності КТ до настання фізіологічної зрілості (6 місяців). У віці 7, 8 і 9 місяців у тварин, які споживали цитрат Міді на 10% вище норми, рівень даного ензиму був вищим порівняно з 6-ти місячним віком відповідно та переважало контрольну групу. Подібна тенденція відмічалась у ремонтних свинок, яким до основного раціону додавали максимальну дозу мінеральної добавки, що свідчить про посилення генерування вільних радикалів (H₂O₂) та інтенсифікацію процесів пероксидації.

Лабільність вмісту відновленого глутатіону у крові свинок I і II дослідних груп відмічалась до 7-ми місячного віку (табл.3). Однак у віці 8 та 9 місяців встановлене інтенсивне використання даного тіолу у тварин, які споживали цитрат Міді в кількості 10% і 20% вищенорми. По закінченню згодовування мінеральної добавки найнижчу концентрацію відновленого глутатіону мали свинки I дослідної групи, що відносно контрольної та II дослідної групи менше на 51,1% ($p < 0,05$) і 48,3% ($p < 0,01$) відповідно.

Таблиця 3. Вміст низькомолекулярних антиоксидантів у крові ремонтних свинок в період статевого дозрівання, (M±m, n=15)

Показники	Групи	Вік					
		4 міс.	5 міс.	6 міс.	7 міс.	8 міс.	9 міс.
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	K	0,297± 0,044	0,311± 0,052	0,296± 0,060	0,362± 0,068	0,316± 0,067	0,309± 0,051
	I	0,318± 0,066	0,334± 0,036	0,324± 0,043	0,312± 0,039	0,288± 0,051	0,290± 0,034
	II	0,303± 0,040	0,348± 0,060	0,311± 0,046	0,374± 0,046	0,265± 0,053	0,253± 0,052
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	K	23,19± 3,87	25,67± 3,42	26,12± 4,93	26,35± 2,58	24,44± 2,64	23,79± 4,39
	I	26,27± 2,78	28,18± 5,01	27,94± 4,03	25,42± 2,87	26,09± 3,32	20,26± 2,49
	II	20,47± 3,38	22,45± 3,68	19,25± 2,59	17,88± 2,32°	18,75± 2,61	17,12± 1,55
Дегідро-аскорбінова кислота, мкмоль/л	K	18,77± 2,72	20,50± 3,39	19,20± 2,87	22,82± 3,58	20,22± 3,03	28,07± 3,39
	I	20,42± 2,45	22,66± 3,17	23,57± 2,71	24,17± 3,69	28,23± 2,94	29,76± 3,50*

	II	21,69± 3,99	17,15± 2,68	16,72± 2,15	22,39± 2,89	24,11± 2,52	26,47± 2,47
--	----	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Примітка: * – $p < 0,05$ – порівняно з 4-х місячним віком; n – кількість зразків.

Виявлено, що у дослідних групах свинок концентрація АК збільшувалась до 5-го місяця життя, однак з настанням фізіологічної зрілості та в період формування статевої функції відмічається її істотне зниження. Так у віці 7, 8 і 9 місяців у крові цих тварин, які споживали цитрат Міді на 10% і 20% вище добових потреб, вміст АК був нижчим порівняно з 5-ти місячним віком відповідно в межах 7,4%-28,1%. Також встановлено, що вміст ДАК у крові свинок I дослідної групи збільшувався протягом всього періоду експерименту ($p < 0,05$). Тоді як у тварин, які отримували максимальну дозу мінеральної добавки збільшення концентрації ДАК відмічалось з 7-го по 9-й місяць розвитку.

Встановлена різниця репродуктивної здатності ремонтних свинок, які споживали цитрат Міді в кількості 10% та 20% вище норми (табл.4). Настання першої охоти у тварин, яким згодовували цитрат Міді в кількості 10% вище норми в середньому відмічається на 180-ту добу життя, тоді як у тварин контрольної групи на 183-тю добу. Виявлено, що свинки котрі споживали різні дози цитрату Міді мали меншу тривалість циклу від першої до другої охоти відносно контрольної групи в межах 10%. Прояв другої охоти у ремонтних свинок I і II дослідних груп встановлений на 206-ту та 207-му доби, що раніше в порівнянні з контролем на 6 і 5 діб відповідно. При цьому тривалість третього циклу у тварин контрольної та I дослідної групи становила 24 доби, то як у свинок, які споживали цитрат Міді даний показник становив 22 доби.

Таблиця 4. Репродуктивні показники свинок, ($M \pm m$, $n=15$)

Репродуктивні показники	Групи		
	Контроль	I дослідна	II дослідна
Перша охота, діб	183,53±5,76	180,8±3,20	181,07±3,16
Тривалість другого циклу, діб	29,00±1,31	26,07±0,63	26,0±0,79
Друга охота, діб	212,53±6,08	206,87±3,11	207,07±3,22
Тривалість третього циклу, діб	24,40±0,99	24,07±0,69	22,73±0,60
Третя охота, діб	236,93±6,55	230,93±2,97	229,8±3,24
Тривалість четвертого циклу, діб	23,00±0,68	19,87±0,40*** ^{oo}	23,2±0,84
Четверта охота, діб	259,93±6,94	250,8±3,04	253,0±2,96
Вік свинок при осіменінні, діб	281,80±6,95	270,8±2,99	275,0±3,15
Заплідненість, %	73,3	86,7	80,0

Примітка: ** – $p < 0,01$ – порівняно з контрольною групою; ^{oo} – $p < 0,01$ – порівняно з II дослідною групою; n – кількість тварин у групі.

Виявлення третьої охоти у свинок, що додатково отримували різні дози цитрату Міді (I і II дослідні) відмічалось на 230-ту і 229-ту доби життя, а контрольній групі на 236-ту добу, що пізніше відносно дослідних груп на 6 та 7 діб, або 2,5% і 3% відповідно. Найменшу тривалість четвертого циклу мали свинки, які додатково отримували 10% цитрату Міді (19 діб), що менше відносно контрольної та II дослідної груп ($p < 0,01$).

Ремонтні свинки I і II дослідної групи прийшли в четверту охоту у віці 250 і 253 діб, що раніше відносно контрольної групи на 9 та 3 доби. Додаткове споживання цитрату Міді в кількості 10% і 20% вище норми сприяє більш ранньому настанню охоти та скороченню тривалості статевого циклу, а отже забезпечує прискорення настання віку першого осіменіння. Так свинки I і II дослідних груп осіменяли у віці 270 і 275 діб, що відносно контрольної групи раніше на 11 і 6

діб. Найвищий рівень заплідненості було встановлено у свинок, до основного раціону яких додавали цитрат Міді в кількості 10% понад норму, та становив 86,7%.

ОБГОВОРЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ефективність відтворення стада залежить від правильної організації вирощування ремонтних свинок з врахуванням їх фізіологічних особливостей формування статевої функції та факторів, що визначають її становлення. Оптимальний ріст молодих свинок є основою високих репродуктивних показників, які підтримуються відповідними біохімічними процесами, передусім в період статевого дозрівання [19]. Нормування раціонів молодняку за вмістом мікроелементів, обумовлено тим, що ці речовини характеризуються широким спектром дії на організм, зокрема на ріст та продуктивність свиней [5]. При цьому, Мідь приймає участь у експресії мРНК нейропептиду Y, секретованим гіпоталамусом, який є індуктором збільшення споживання корму, що дозволяє отримати вищі середньодобові прирости молодняку свиней, збільшити поїдаємість корму та конверсію при згодовуванні цього мікроелементу [14, 15, 16, 23]. Доведено, що нормальна вгодованість свинок при першому осіменінні визначає продуктивність в наступних циклах, оскільки є ключовим фактором дозрівання ооцитів, а отже й визначає якість отриманого приплоду [11]. Жива маса свинок вказує на метаболічний стан, гормональний статус та формування гомеостазу в організмі.

Результати наших досліджень свідчать, що в період становлення статевих циклів від 180-ї до 270-ї доби розвитку відмічається лабільність стану ПАГ, яка обумовлена збільшенням амплітуди гормонального фону. Про істотні коливання гормонального статусу у крові пубертатних свинок, а також суттєві кореляційні зв'язки між цими біологічно активними речовинами та компонентами ПАГ відомо з досліджень Усенко С.О [4].

Отримані дані проведеного експерименту свідчать, що після досягнення свинками 7-ми місячного віку, та прояву І-ї охоти, у тварин, які вживали цитрат Міді в кількості 10% вище норми відмічалось сповільнення пероксидації, підвищення СОД ($p < 0,01$), а також збереження високого вмісту відновленого глутатіону і аскорбінової кислоти. Це свідчить про активацію гомеостатичних механізмів в період прояву перших статевих циклів, що направлене на підтримку оптимальних умов для процесу злиття гамет. За даними науковців низький рівень АФО відіграє провідну роль у функціонуванні яєчників (дозрівання фолікулів, овуляція) та ендотелію (стимуляція ангиогенезу). При цьому, оптимальне аліментарне надходження Міді забезпечує посилення системи АОЗ, підтримуючи необхідний рівень вільних радикалів [5]. Згодовування максимальної дози мікроелементу супроводжувалась інтенсифікацією ПОЛ у крові пубертатних свинок. Про розвиток окисного стресу при надмірному аліментарному надходженні Міді до організму тварин повідомляє Liu H. [17]. При цьому, порушення рівноваги між генеруванням вільних радикалів і станом системи антиоксидантного захисту у фолікулярній рідині в значній мірі знижує якість ооцитів [18].

У ремонтних свинок із збільшенням кількості статевих циклів відбувається їх більш чіткий прояв та зменшенням тривалості. Це обумовлено морфологічною та секреторною перебудовою в яєчниках та коливанням рівня естрогенів, які перебувають під контролем гіпоталамо-гіпофізарно-яєчничковою системою [13]. При згодовуванні різних доз цитрату Міді ремонтним свинкам відмічався більш ранній прояв 1-го, 2-го, 3-го та 4-го статевих циклів в межах 3-9 діб порівняно з тваринами, які отримували основний раціон. Встановлено, що Мідь має регулюючу дію на репродуктивну систему, як на нейроендокринному, так і на гонадному рівнях. Завдяки тому, що цей мікроелемент є активним центром дофамін- β -монооксидази, відіграє провідну роль в утворенні норадреналіну, одного із нейромедіатора синтезу і секреції гіпоталамічних гормонів: лютеїнізуючого (ЛГ) і фолікулостимулюючого (ФСГ), зміна співвідношень яких і визначає момент настання охоти [20]. Про позитивний вплив згодовування біологічно активних речовин на формування відтворної здатності та прояв статевих циклів у пубертатних свинок відомо зі спільних досліджень А. М. Шості та Я. М. Ємця [6].

ВИСНОВКИ

1. В період становлення статевих циклів (180-270 доби розвитку) у крові свинок, яким додатково згодовували цитрат Міді в кількості 10% понад норму відмічається лабільність стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу - сповільнення процесів пероксидації, що відбувається на тлі зниження вмісту дієнових кон'югатів і ТБК-активних сполук з одночасним підвищенням активності супероксиддисмутази. Тварини цієї ж групи характеризуються більш раннім проявом статевих циклів на 3-9 діб та найвищим відсотком заплідненості (86,67%).
2. Додавання до комбікорму цитрату Міді на 20% понад норму стимулює процеси пероксидного окиснення ліпідів у пубертатних свинок після досягнення ними 7-ми місячного віку: збільшення рівня дієнових кон'югатів, ТБК-активних сполук ($p < 0,01$) та активності супероксиддисмутази ($p < 0,01$). Вживання цими тваринами максимальної дози мікроелементу сприяло чіткому прояву статевих циклів, а заплідненість становила на рівні 80,0%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Влізло В.В. Довідник: Фізіолого-біохімічні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. Львів, 2004. 399 с.
2. Кайдашев І. П. Посібник з експериментально-клінічних досліджень з біології та медицини. Полтава, 1996. С.123-128.
3. Рибалко В. П. Сучасні методики досліджень у свинарстві. Полтава, 2005. С.114-123.
4. Усенко С.О. (2019). Циклічна лабільність гомеостазу у свиней. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 3, 125-131. doi: 10.31210/visnyk2019.03.16
5. Усенко, С. О., Сябро, А. С., Березницький, В. І., Чухліб, Є. В., Слинько, В. Г., & Мироненко, О. І. (2019). Новітні аспекти мінерального живлення свиней. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 4, 126-133. doi: 10.31210/visnyk2019.04.15
6. Шостя, А. М., Ємець, Я. М., Кузьменко, Л. М., Мороз, О. Г., & Ступарь, І. І. (2019). Вплив гомогенату трутневих личинок на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свинок у період статевого дозрівання. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 4, 134-140. doi: 10.31210/visnyk2019.04.16
7. Agarwal, A., Aponte-Mellado, A., Premkumar, B.J., Shaman, A., & Gupta, S. (2012). The effects of oxidative stress on female reproduction: a review. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 10:49. doi: 10.1186/1477-7827-10-49
8. Behrman, H.R., Kodaman, P.H., Preston, S.L., & Gao, S. (2001) Oxidative stress and the ovary. *Journal of The Society For Gynecologic Investigation*, 8(1):40-2. doi: 10.1016/s1071-5576(00)00106-4
9. Bono, R., Squillacioti, G., Ghelli, F., Panizzolo, M., Comoretto, R.I., Dalmaso, P., & Bellisario. V. (2023) Oxidative Stress Trajectories during Lifespan: The Possible Mediation Role of Hormones in Redox Imbalance and Aging. *Sustainability*. 15(3):1814. doi:10.3390/su15031814
10. Duong, P., Tenkorang, M. A. A., Trieu, J., McCuiston C., Rybalchenko, N., & Cunningham, R. L. (2020). Neuroprotective and neurotoxic outcomes of androgens and estrogens in an oxidative stress environment. *Biology of Sex Differences*, 29;11(1):12. doi: 10.1186/s13293-020-0283-1
11. Faccin, J.E.G., Laskoski, F., Lesskiu, P.E., Paschoal, A.F.L., Mallmann, A.L., Bernardi, M.L. (2017). Reproductive performance, retention rate, and age at the third parity according to growth rate and age at first mating in the gilts with a modern genotype. *Acta Scientiae Veterinariae*, 45, 1452. doi:10.22456/1679-9216.80034.
12. Holmes, S., Singh, M., Su, C., & Cunningham, R.L. (2016). Effects of Oxidative Stress and Testosterone on Pro-Inflammatory Signaling in a Female Rat Dopaminergic Neuronal Cell Line. *Endocrinology*, 157(7), 2824-2835. doi: 10.1210/en.2015-1738.

13. Knox, R.V. (2019). Physiology and endocrinology symposium: Factors influencing follicle development in gilts and sows and management strategies used to regulate growth for control of estrus and ovulation1. *Journal of Animal Science*. 3;97(4), 1433-1445. doi: 10.1093/jas/skz036.
14. Li, J., Yan, L., Zheng, X., Liu, G., Zhang, N., & Wang, Z. (2008). Effect of high dietary copper on weight gain and neuropeptide Y level in the hypothalamus of pigs. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 22, 33–38. doi:10.1016/j.jtemb.2007.10.003
15. Lin, G., Guo, Y., Liu, B., Wang, R., Su, X., Yu, D., & He, P. (2020). Optimal dietary copper requirements and relative bioavailability for weanling pigs fed either copper proteinate or tribasic copper chloride. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11, 54. doi: 10.1186/s40104-020-00457-y
16. Liu, B., Xiong, P., Chen, N., He, J., Lin, G., & Xue, Y. (2016). Effects of replacing of inorganic trace minerals by organically bound trace minerals on growth performance, tissue mineral status, and fecal mineral excretion in commercial grower-finisher pigs. *Biological Trace Element Research*, 173(2), 316–324.
17. Liu, H., Guo, H., Jian, Z., Cui, H., Fang, J., Zuo, Z., Deng, J., Li, Y., Wang, X., & Zhao, L. (2020). Copper Induces Oxidative Stress and Apoptosis in the Mouse Liver. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1359164. doi: 10.1155/2020/1359164.
18. Luddi, A., Capaldo, A., Focarelli, R., Gori, M., Morgante, G., Piomboni, P., & De Leo, V. (2016). Antioxidants reduce oxidative stress in follicular fluid of aged women undergoing IVF. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 7;14(1):57. doi: 10.1186/s12958-016-0184-7.
19. Patterson, J., & Foxcroft, G. (2019) Gilt Management for Fertility and Longevity. *Animals*, 9(7):434. doi:10.3390/ani9070434
20. Ra, K., Park, S. C., & Lee, B.C. (2023) Female Reproductive Aging and Oxidative Stress: Mesenchymal Stem Cell Conditioned Medium as a Promising Antioxidant. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(5):5053. doi:10.3390/ijms24055053
21. Sharma, R.K., & Agarwal, A. (2004). Role of reactive oxygen species in gynecologic diseases. *Reproductive Medicine and Biology*. 3;3(4), 177-199. doi: 10.1111/j.1447-0578.2004.00068.x.
22. Tenkorang, M. A., Snyder, B., & Cunningham, R. L. (2018). Sex-related differences in oxidative stress and neurodegeneration. *Steroids*, 133:21-27. doi: 10.1016/j.steroids.2017.12.010
23. Zhao, J., Allee, G., Gerlemann, G., Ma, L., Gracia, M.I., & Parker, D. (2014). Effects of a chelated copper as growth promoter on performance and carcass traits in pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(7), 965-973.

STATE OF PROOXIDANT-ANTIOXIDANT HOMEOSTASIS IN BLOOD OF REPAIR GILTS DURING THE FEEDING OF CHELATES OF MICROELEMENTS

A. Siabro

Poltava State Agrarian University

The period of formation of sexual function is characterized by the fluctuation of sex hormones in repair gilts, which is one of the reasons for the enhanced generation of free radicals. At the same time, the development of oxidative stress has a negative effect on the fertility of females, which is manifested in a decrease in the quality of ova. The purpose of the experiment was to study the state of prooxidant-antioxidant homeostasis in blood of repair gilts when fed different doses of Copper Citrate. In the experiment, the repair gilts of the Large White breed, analogues in age and live weight, were used, from which three groups (15 heads in each), control and two experimental (I and II) were formed. Copper Citrate 10% and 20% above the norm was added to the main diet of gilts of the I and II experimental groups. It was determined the fact that from the 6th to the 9th month of development of gilts that consumed Copper Citrate in an amount 10% higher than the norm, the processes of peroxidation of lipids slowed down, which is evidenced by a decrease in the content of diene conjugates and TBA-active compounds with a simultaneous increase in activity superoxide dismutase. The animals of the same group had an earlier onset of the first, second, third and fourth estrus, as well

as the highest percentage of fertilization (86.67%). Feeding Copper Citrate by 20% more than the norm was accompanied by a change in the state of prooxidant-antioxidant homeostasis towards the acceleration of peroxidation after the gilts reached 210 days of age: an increase in the content of diene conjugates, TBA-active compounds ($p < 0.01$) and an increase in the activity of superoxide dismutase ($p < 0.01$). Therefore, the feeding of Copper Citrate in the amount of 10% above the norm during the formation of reproductive capacity contributes to the normal course of oogenesis due to the optimization of pro-oxidant-antioxidant homeostasis.

Key words: *repair gilts, reproductive capacity, Copper Citrate, peroxidation intensity.*