

Л.М. Кузьменко, А.А. Поліщук, С.О.Усенко, А.М. Шостя, *В.Г. Стояновський,
В.І. Карповський, *С.М. Білані
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава
*Львівський національний університет ветеринарної медицини і біотехнологій імені С.З. Гжицького
**Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
***ВДНЗ України «Українська медична стоматологічна академія», м. Полтава

ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНИЙ ГОМЕОСТАЗ У ТКАНИНАХ МАТКИ СВИНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРІОДІВ ВІДТВОРЮВАЛЬНОГО ЦИКЛУ

E-mail: sveta_usenko@ukr.net

Висвітлено результати досліджень про особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у тканинах матки свинок у різні періоди статевого циклу та поросності. У дослідях за принципом аналогів використано 40 клінічно здорових свинок великої білої породи віком 8 місяців та масою тіла 125–130 кг. Тварин утримували в станках, групами по 10–11 свинок. Холостих і поросних свиноматок годували згідно з нормами з урахуванням їх фізіологічного стану. Встановлено, що у тканинах рогів матки свинок стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу є лабільним і залежить від періоду відтворювального циклу. Виявлено, що в ендометрії і міометрії із настанням періоду еструса – відбувається зростання активності каталази ($p < 0,001$), супероксиддисмутази і рівня дієнових кон'югатів ($p < 0,01$), при підвищеному використанні аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот, що відображає посилення інтенсивності процесів вільнорадикального пероксидного окиснення в зв'язку з процесом запліднення та другої половини поросності. Такі змін спрямовані на забезпечення оптимальних умов для запліднення і початку розвитку ембріонів. Виявлено, що у матці свинок існує значна міжтканинна диференціація у формуванні прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у ендометрії – вищий рівень каталази та кількості неферментних антиоксидантів порівняно із міометрієм майже у всі досліджувані періоди відтворювального циклу.

Ключові слова: свинки, відтворювальний цикл, ендометрій, міометрій, каталаза, аскорбінова кислота, вітамін А, вітамін Е.

Робота є фрагментом НДР «Розробити технологію інтракорпорального штучного осіменіння свинок» (№ державної реєстрації 0116U005011).

Упродовж останніх десятиріч накопичено значну кількість експериментальних даних щодо регулюючої дії активних форм Оксигену на основні процеси життєдіяльності тварин, які перебувають під динамічним контролем прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу [13].

Дослідженнями Y. Zhang [14], M. C. Gomez-Cabrera [9] і Pereira R.D. [12] розкрито

позитивний вплив активних форм Оксигену на функціональну активність м'язів, печінки, серцево-судинної системи та, особливо, процеси розмноження. Враховуючи суттєвий вплив активних форм Оксигену на процеси репродукції, актуальним є вивчення їх ролі в дозріванні статевих клітин, заплідненні, неонатальному та постнатальному періодах розвитку тварин [10, 5].

Найбільш чутливими до змін прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в організмі тварин є статеві клітини та тканини репродуктивних органів. Доведено, що зниження антиоксидантного захисту через підвищений рівень активних форм Оксигену може бути одним із основних факторів зниження їх запліднюючої здатності, порушення відтворної функції, ушкодження ДНК – однією з основних причин загибелі зигот, ембріонів та потомства [8].

У джерелах літератури недостатньо висвітлено питання щодо розроблення методів, спрямованих на зниження ембріональної смертності як у людини, так і тварин, особливо в критичні періоди ембріогенезу, коли вона досягає максимуму. Оскільки у свині епітеліохоріальний тип плаценти і практично впродовж усього періоду ембріонального розвитку має місце гістотрофний тип живлення, вважаємо, що розкриття закономірностей та особливостей метаболічних процесів у системі «мати–плід» цього виду матиме суттєве значення у вирішенні окремих проблем фізіології репродукції тварин. У цьому напрямі актуальними є дослідження особливостей формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в матці, як у середовищі для розвитку ембріонів та з'ясування їх взаємозв'язку з материнським організмом [7].

Серед невирішених проблем у фізіології репродукції ссавців залишається питання щодо з'ясування взаємозв'язків між компонентами прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у тканинах репродуктивних органів. Ці особливості матимуть суттєве наукове і практичне значення для спрямованого впливу на формування та прояв захисних сил організму, підтримуючи гомеостаз. Отже, розкриття закономірностей формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свиней може стати основою для створення методів і способів, спрямованих на регуляцію росту та розвитку ембріонів, а тому є актуальними як із теоретичної, так і практичної точок зору.

Метою роботи було встановити особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у тканинах матки свинок у різні періоди статевого циклу та поросності.

Матеріал та методи дослідження. У дослідях за принципом аналогів використано 45 клінічно здорових свинок великої білої породи віком 8 місяців та масою тіла 125–130 кг. Тварин утримували в станках групами по 10–11 голів. Холостих і поросних свиноматок годували згідно з нормами ІС і АПВ НААН з урахуванням їх фізіологічного стану. Період еструса в свинок встановлювали за допомогою кнура-пробника один раз на добу о 7 годині ранку. З цих тварин, 40 голів було забито в різні періоди статевого циклу та поросності. Свинок і поросних свиноматок забивали на санітарній бійні по 5 голів у різні періоди відтворювального циклу: лютеальна фаза (10 доба після встановлення рефлексу нерухомості), еструс (через 24 години після початку охоти), на 10, 15, 20, 30, 60 і 90 доби поросності. Після забою у свиноматок відбирали зразки тканин: слизової та м'язової оболонок матки. Зразки досліджуваних тканин занурювали в посудини Дьюара з рідким азотом, де вони зберігались до визначення в них компонентів прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ). У ендометрії та міометрії досліджували такі показники ПАГ:

1. для визначення активних джерел Оксигену (супероксиду) у тканинах свиней досліджували активність ксантиноксидази (КСО), як одного з їх потенційних генераторів [2];
2. для оцінки рівня пероксидного окиснення визначали: концентрацію первинних продуктів пероксидації – дієнових, кон'югатів (ДК) – спектрофотометрично [4]; вміст вторинних продуктів пероксидного окиснення – ТБК-активних сполук (альдегіди і кетони) – фотоелектроколориметрично [3].
3. для оцінки рівня антиоксидантного захисту у зразках тканин визначали: активність супероксиддисмутази (СОД) – фотометрично за швидкістю пригнічення аутоокиснення адреналіну [4]; активність каталази (КТ) за кількістю перетвореного пероксиду гідрогену за одиницю часу [6], концентрації аскорбінової кислоти (АК) і дегідроаскорбінової кислоти (ДАК) у тканинах – за кількістю озонів [3], вміст вітаміну А – ангідрометодом [3], концентрацію вітаміну Е за допомогою тонкошарової хроматографії [3].

Результати дослідження та їх обговорення. Дані експерименту свідчать, що в ендометрії циклюючих свинок у фазі еструса, порівняно із лютеальною, спостерігається загальна закономірність до зниження активностей КСО та взаємопов'язаної з нею СОД (табл.1). Такі зміни відбувались на тлі підвищення активності КТ ($p < 0,001$) і інтенсивного використання

аскорбінових кислот. Однак, необхідно зазначити, що саме в період еструса – істотного фізіологічного збудження, виявлено значне зростання концентрацій ДК на 77,1 % ($p < 0,001$) і ТБК-активних комплексів – 38,05 %.

У ендометрії в період еструса встановлено зростання вмісту вітаміну А в 1,2 раза, що очевидно, обумовлено створенням оптимальних умов для нормального запліднення і імплантації ембріонів. Саме в цей період даний вітамін забезпечує нормальне функціонування епітеліальних клітин слизової оболонки матки та маткових залоз, а також запобігає кератинізації епітелію. Кількість вітаміну Е під час еструса істотно зростала 7,2 раза ($P < 0,001$), що можливо пов'язано з його антиоксидантними властивостями, що полягають в інактивації токсичних продуктів метаболізму, котрий особливо інтенсивний в цей період.

Таблиця 1

Динаміка ПАГ в ендометрії циклюючих і поросних свиноматок, $M \pm m$, г нативної тканини, $n=30$

Показники	Фази відтворювального циклу							
	лютеа- льна	еструс	Доби поросності					
			10-й	15-й	20-й	30-й	60-й	90-й
Ксантиноксидаза, нкат/сек кг	33,71± 1,04	24,53± 1,07	26,80± 1,20	13,22± 0,51**	4,81± 0,21***	26,97± 0,79	17,72± 0,52**	38,84 ±1,06
Дієнові конюгати, нмоль/г	110,05 ±2,65	194,89± 4,65**	286,60 ±8,65***	142,04± 5,09	218,20± 6,73**	213,40± 7,50**	242,20± 8,32***	253,42± 5,52***
ТБК-активні комплекси, нмоль/г	29,17± 1,23	40,27± 2,21	75,91± 2,11***	26,56± 0,91	41,23± 1,29*	68,13± 2,00***	47,41± 0,89***	41,14± 0,65*
Супероксид-дисмутаза, од.акт/г	2,54± 0,69	2,26± 0,39	1,49± 0,244	1,24± 0,35	2,09± 0,44	1,96± 0,29	4,17± 1,43	3,79± 0,99
Каталаза, моль H ₂ O ₂ / хв·кг	41,33± 1,22	72,23± 2,84***	54,10± 2,46*	24,46± 1,18**	32,08± 1,20	42,77± 1,38	49,91± 2,44	56,82± 2,53
Аскорбінова кислота, ммоль/г	591,8± 76,77	504,4± 145,0	666,3± 98,3	306,3± 5,9	274,6± 27,8	241,9± 32,3	163,7± 15,7	114,2± 15,96
Дегідро-аскорбінова кислота, ммоль/г	585,1 ±88,5	533,2 ±133,5	649,3 ±73,0	504,9 ±44,1	354,3 ±36,6	353,4 ±30,6**	304,9 ±25,7***	244,5 ±18,9***
Вітамін А, ммоль/г	4,47 +0,16	5,30 +1,73	4,49 +0,35	2,64 +0,27**	3,58 +0,18***	6,63 +0,40***	1,9 6+0,21***	2,91 +0,59*
Вітамін Е, мкг/г	7,16 +0,46	51,77 +12,49***	4,32 +0,16***	4,47 +0,18***	4,77 +0,23***	9,72 +1,10*	2,41 +0,13***	2,35 +0,19***

Примітка: рівень вірогідності різниці порівняно із лютеальною фазою – * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$

Встановлені особливості формування ПАГ у період еструса у свинок в першу чергу обумовлені циклічними змінами гормонального фону у сполучній тканині – крові: зменшенням рівня прогестерону (інгібітора процесів пероксидації) та істотного зростанням кількості тироксину – стимулятора продукування пероксиду водню у тканинах [1]. Перша декада поросності у свинок супроводжувалась незначним підвищенням рівня функціонування КСО та істотним зниженням активності СОД і КТ у слизовій оболонці мати. Водночас відбувалося збільшення концентрацій обох форм аскорбінової кислоти та зменшення вітамінів А та Е. Ці зміни проходили при підвищенні кількості ДК в 1,5, а МДА в 1,9 раза в порівнянні з фазою еструса. Під час імплантації ембріонів (15-20 доби поросності) відмічено подальше зменшення активностей КСО, СОД і КТ у ендометрії. При цьому динаміка вмісту неферментних антиоксидантів мала тенденцію до їх зниження. Такі зміни очевидно свідчать про сповільнений перебіг процесів пероксидації ліпідів, що підтверджується зменшенням вмісту ДК і МДА. Закінчення фази плацентації зародків (30-та доба поросності) у порівнянні із другою декадою поросності характеризувалось інтенсифікацією процесів пероксидації: збільшенням активності прооксидантного ензиму – КСО у 5,6 раза та вмісту вторинних продуктів ТБК-активних комплексів у 1,7 раза. Водночас зростала активність КТ на 25 %. Динаміка неферментної системи антиоксидантного захисту в цій фазі поросності в порівнянні з лютеальною фазою і 20-ю добою поросності була неоднаковою: стрімке зниження кількості аскорбінових кислот та істотне зростання вмісту вітамінів А та Е до максимальних значень. Це може бути викликано інтенсивним транспортом вітамінів до плаценти, в якій вони накопичуються.

З настанням більш тісного зв'язку між організмом матері і плодами, в період інтенсивного росту останніх (60-та доба поросності), у слизовій оболонці матки на тлі незначного гальмування активності КСО відбулась активізація антиоксидантних ензимів – КТ і СОД, а вміст ДК наближався до максимальних значень. Така динаміка не викликала патологічних проявів в системі «матки-плацента-плід». Це підтверджується як зниженням концентрації вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних комплексів. Зменшення концентрацій низькомолекулярних антиоксидантів – АК, ДАК, вітамінів А і Е обумовлено інтенсивним їх транспортом до плодів. Встановлена особливість формування ПАГ по закінченню першої половини поросності, очевидно викликана істотними змінами

гормонального фону, перш за все зростанням концентрації тироксину – стимулятора перебігу процесів вільнорадикального пероксидного окиснення [1, 12].

Впродовж третього місяця поросності активність КСО стрімко зростала у 2,2 раза до максимального рівня, саме така динаміка даного ензиму, очевидно стимулювала перебіг пероксидного окиснення, що підтверджується збільшенням вмісту первинних продуктів даного процесу – ДК. Рівень ТБК-активних комплексів незначно зменшувався, що очевидно обумовлено високою активністю каталази. У слизовій оболонці рогів матки вміст неферментних антиоксидантів – аскорбінової і дегідроаскорбінових кислот від 60-ї до 90-ї діб розвитку ембріонів істотно зменшився відповідно на 30% та 19,8%. Важливо зазначити, що концентрація відновленої форми аскорбінової кислоти була меншою відносно окисненої форми у 2,1 раза, це очевидно обумовлено транспортною функцією останньої. На тлі відносно стабільної концентрації вітаміну Е протягом даного періоду, вміст вітаміну А зріс на 53,2%.

Процеси пероксидації в міометрії в різних фазах репродуктивного циклу свиноматок протікали наступним чином: в естральній фазі їх рівень був вищим, у порівнянні з лютеальною фазою (табл. 2). Це проявлялося у підвищенні активності КТ на 45,8% ($p<0,01$) і СОД – 23,8%, а також інтенсивному використанні АК і ДАК. Суттєве фізіологічне зрушення супроводжувалось збільшенням кількості ДК ($p<0,001$) і ТБК-активних комплексів. В період запліднення вміст низькомолекулярних антиоксидантів – вітамінів А та Е зростав відповідно на 16,5 та 62,2 % ($p<0,001$).

Після осіменіння свинок до 10 доби поросності, в період розвитку доімплантаційних ембріонів, у міометрії відбувалась акумуляція неферментних антиоксидантів (АК, ДАК, вітамінів А і Е), зростання функціональної активності КТ і СОД відповідно на 25,5 та 222,2%. Такі зміни відбувались на тлі відносно стабільного рівня продуктів пероксидації.

У м'язовій матковій тканині від 15 до 20-ї діб поросності (фази імплантації і початку плацентации), спостерігалась активація функціонування ензимних антиоксидантів – СОД та КТ відповідно у 2,3 та у 2 рази. Ці зміни не супроводжувались накопиченням продуктів пероксидації – зниження вмісту ДК та ТБК-активних комплексів. Саме в цей період відмічалась суттєва акумуляція аскорбінових кислот із переважанням відновленої форми. На тлі відносно стабільної концентрації вітаміну Е, відбувалось двохкратне зменшення вмісту вітаміну А.

Таблиця 2

Динаміка ПАГ в міометрії циклюючих і поросних свиноматок, $M \pm m$, г нативної тканини, (n=30)

Показники	Фази відтворювального циклу							
	лютеальна	еструс	День поросності					
			10-й	15-й	20-й	30-й	60-й	90-й
Дієнові конюгати, нмоль/г	147,71 ±5,18	423,6± 13,30***	138,08 ±4,74	142,59 ±4,89	127,72 ±3,96	104,37±2,29	253,46 ±6,62**	307,13 ±7,86**
ТБК-активні комплекси, нмоль/г	29,93 ±0,96	35,38 ±0,75	35,96 ±0,90	44,88 ±0,96**	34,63 ±0,82	44,02 ±1,04*	46,98 ±0,89**	40,61 ±0,75*
Супероксид-дисмутаза, од.акт/г	1,85 ±0,57	2,29 ±0,54	4,11 ±0,96*	1,29 ±0,22	2,96 ±0,59	1,43 ±0,21	2,65 ±0,29	2,39 ±0,67
Каталаза, мольH ₂ O ₂ / хв·кг	29,34 ±1,87	42,79 ±3,12**	36,82 ±2,14	12,80 ±1,02***	24,67 ±0,91	26,97 ±1,03	32,78 ±2,50	34,32 ±1,48
Аскорбінова кислота, ммоль/г	512,2 ±46,1	324,5 ±35,4	498,9 ±48,3	475,9 ±44,9	644,1 ±75,9	221,8 ±14,4	163,4 ±21,5	99,26 ±11,2
Дегідро-аскорбінова кислота, ммоль/г	331,36 ±22,69	213,3 ±40,2**	394,5 ±9,3**	392,5 ±56,2	449,3 ±52,8**	225,2 ±12,8***	316,3 ±23,3	163,7± 21,4***
Вітамін А, ммоль/г	2,79 +0,34	3,25 +0,48	3,97 +0,20**	3,71 +0,27*	1,55 +0,19**	7,43 +0,54***	2,05 +0,35	1,19 +0,09***
Вітамін Е, мкг/г	5,10 +0,48	8,27 +0,46***	4,73 +0,21	3,82±0,16*	3,75 +0,17**	8,39 +0,88***	1,92 +0,13***	2,64 +0,13***

Примітка: рівень вірогідності різниці порівняно із лютеальною фазою – * - $p<0,05$, ** - $p<0,01$, *** - $p<0,001$

Встановлено, що в період еструса у крові зростає вміст ТБК-активних комплексів до і після інкубації, активність КТ, при зниженні кількості відновленого глутатіону. Динаміка процесів вільнорадикального пероксидного окиснення в крові свиноматки вельми лабільна і обумовлена стадіями і фазами репродуктивного циклу. Після закінчення фази плацентации (30-та доба поросності) спостерігалось збільшення навантаження на міометрій, про що свідчить підвищення рівня КТ для знешкодження надлишкових кількостей пероксидів та істотне збільшення кінцевих продуктів – ТБК-активних комплексів. Важливо відзначити, що в цей період відбувався спад кількості обох форм аскорбінових кислот: відновленої в 2,9 раза і окисненої 2 раза. Зниження концентрації вітаміну С, очевидно, викликано не тільки його участю у окислювально-відновних процесах, а ще і синтезі колагену та формуванні кістково-зв'язкового апарату плодів. У даний період інтенсивного розвитку плаценти виявлено суттєве накопичення вітамінів А і Е відповідно в 4,8 та 2,2 раза більше проти 20-ї доби поросності.

Встановлено, що по закінченні першої половини поросності в міометрії відбувалась інтенсифікація процесів вільнорадикального окиснення, яка проявлялась у різкому двократному збільшенні кількості ДК, максимальному вмісті ТБК-активних комплексів і підвищенні активності СОД на 85,3% та КТ на 21,5%.

Концентрація неферментних антиоксидантів у м'язах матки з 30-ї до 60-ї діб поросності знижувалась – вітаміну А у 3,6 раза та вітаміну Е – 4,6 раза. Вміст аскорбінової кислоти зменшувався на 26,3%, а її окисненої форми зростав на 40,5%.

По закінченні третього місяця поросності, із збільшенням функціонального навантаження на досліджувану тканину, перебіг процесів пероксидного окиснення відбувався на високому рівні, що підтверджується зростанням ДК до максимального рівня на тлі високої концентрації ТБК-активних комплексів. Активність антиоксидантних ензимів – СОД і КТ в цей період зберігається на високому рівні. Концентрація аскорбінових кислот та вітаміну А істотно зменшувалась досягаючи мінімальних значень, що очевидно обумовлено їх особливою роллю в процесах розвитку фетальної і материнської частин плаценти і потребами плодів.

Отримані матеріали досліджень свідчать про те, що в міометрії свинок під час еструсу і першу декаду поросності у свинок відбувається прискорення процесів пероксидного окиснення. Періоди імплантації і початку плацентації зародків характеризуються підвищенням рівня вільних радикалів й пероксидів у цій тканині та накопиченням АК і ДАК, що свідчить про відповідну їх акумуляцію для подальшого задоволення потреб організму під час другої половини поросності. Це підтверджується істотним зниженням кількості вказаних кислот з переважанням окисненої форми на 30, 60 та 90 доби поросності. Ці зміни відбуваються на тлі суттєвого підвищення активності антиоксидантних ферментів у організмі свиноматок під час фізіологічного навантаження на материнський організм та максимальної інтенсивності росту ембріонів. Такі зміни ПАГ очевидно, пов'язані з фізіологічною функцією міометрію в ці періоди, а саме, забезпеченням транспортування сперми в яйцепроводи, міграцією зигот і ембріонів, підтримкою тонуусу рогів матки, захистом плодів від механічних пошкоджень та підготовкою до опоросу.

Висновки

1. У тканинах рогів матки свинок стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу є лабільним і залежить від періоду відтворювального циклу. Встановлено в ендометрії і міометрії із настанням періоду еструсу – зростання активності КТ ($p < 0,001$), СОД і рівня ДК ($p < 0,01$), при підвищеному використанні АК і ДАК, що відображає посилення інтенсивності проходження вільнорадикального пероксидного окиснення в зв'язку з процесом запліднення та другої половини поросності. Такі змін спрямовані на забезпечення оптимальних умов для запліднення і розвитку ембріонів.
2. У матці свинок існує значна міжтканинна диференціація у формуванні ПАГ у ендометрії – вищий рівень каталази та кількості неферментних антиоксидантів порівняно із міометрієм майже у всі досліджувані періоди відтворювального циклу. Слизова оболонка відрізняється більшим ступенем мінливості досліджуваних показників, особливо неферментних антиоксидантів це викликано інтенсивним використанням їх як організмом матері при створенні оптимальних умов для нормального розвитку плодів, так і останніми під час інтенсивного росту. М'язова оболонка на окремих фазах відтворювального циклу виконує функцію депо низькомолекулярних антиоксидантів у матці.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні новітніх ефективних норм годівлі свинок залежно від фізіологічного стану для оптимізації живлення ембріонів у критичні періоди розвитку.

Список літератури

1. Kovalenko VF, Shostya AM. Fizyologicheskiye aspekty metabolizma v sisteme mat-placenta-plod svinyi: monografiya. Poltava: 2012. 204 p. [in Russian]
2. Kyseliyova IK, Maidaniuk AV, Imedadze SP. Vyznachennia aktyvnosti ksantynoksydaznoi aktyvnosti reaktsiyi tymusa shchuriv. Visnyk KNU im Tarasa Shevchenka. 2005; 28. [in Ukrainian]
3. Rybalko VP. Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi. Poltava: 2005; 114-123. [in Ukrainian]
4. Shabunyn SV. Metodicheskiye polozheniya po izucheniyu protsessov svobodnoradikalnogo okysleniya i sistemy antioksydantnoy zashchity orhanyzma. Voronezh. 2010; 36-37; 51-52. [in Russian]
5. Shostya AM. Rol aktyvnykh form kisnyu v regul'yatsiyi spermatogenezu ta zaplyidnenni u ssavciv. Ukrayinskyi biokhimichnyi zhurnal. 2009; 81: 14-22.
6. Velychko AK, Solovyov VB, Henhyn TM. Metody laboratornogo opredeleniya obshchey perekys razrushaiushchey aktyvnosti fermentov rasteniy. Yzv. Penzenskoho hos. ped. un-ta. 2009; 14 (18); 44-8. [in Russian]
7. Al-Gubory KH, Faure P, Garrel C. Different enzymatic antioxidative pathways operate within the sheep caruncular and intercaruncular endometrium throughout the estrous cycle and early pregnancy. Theriogenology. 2017; 99: 111-118.

8. Duhig K, Chappell LC, Shennan AH. Oxidative stress in pregnancy and reproduction. *Obstet Med.* 2016; 9(3): 113-116.
9. Gomez-Cabrera MC. Antioxidants in skeletal muscle physiology, a radically different approach. *Free Radic Biol Med.* 2014; 75: 1–2.
10. Ogbodo SO, Okaka AN, Nwagha UI, Ejezie FE. Free Radicals and Antioxidants Status in Pregnancy: Need for Pre- and Early Pregnancy Assessment. *Am. J. Med. and Med. Sc.* 2014; 4(6): 230-235.
11. Peepre K, Deshpandey U, Choudhary PS. Role of Antioxidants on Thyroid Hormones in Wister Rats. *Int J Sci Res Sci.* 2014; 3(1): 34-38.
12. Pereira RD, De Lon NE, Wang RC, Yazdi FT, Holloway AC. Angiogenesis in the placenta: the role of reactive oxygen species signaling. *Biomed Res Int.* 2015; Article ID 814543: 12.
13. Purdey MS, Connaughton HS, Whiting S. Boronate probes for the detection of hydrogen peroxide release from human spermatozoa. *Free Radic Biol Med.* 2015; 81: 69-76.
14. Zhang Y, Tocchetti CG, Krieg T, Moens AL. Oxidative and nitrosative stress in the maintenance of myocardial function. *Free Radic Biol Med.* 2012; 53: 1531-1540.

Реферати

ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНЫЙ ГОМЕОСТАЗ В ТКАНЯХ МАТКИ СВИНЬИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЕРИОДОВ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ЦИКЛА

Кузьменко Л. М., Полищук А. А., Усенко С. О., Шостя А. М.,
Стояновский В. Г., Карповский В. И., Билаш С. М.

Изложены результаты исследований об особенностях формирования прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза в тканях матки свинок в разные периоды полового цикла и супоросности. В экспериментах по принципу аналогов использовано 40 клинически здоровых свинок крупной белой породы возрастом 8 месяцев и массой тела 125-130 кг. Животных содержали в станках, группами по 10-11 голов. Холостых и супоросных свиноматок кормили согласно нормам с учетом их физиологического состояния. Свинок и супоросных свиноматок убивали в разные периоды воспроизводительного цикла: лютеальна фаза (10 суток после установления рефлекса неподвижности), эструс (через 24 часа после начала охоты), на 10, 15, 20, 30, 60 и 90 суток супоросности. После убоя у свиноматок отбирали образцы тканей: слизистой и мышечной оболочек матки для определения в них компонентов прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза. Установлено, что в тканях рогов матки свинок состояние прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза является лабильным и зависит от периода воспроизводительного цикла. Выявлено, что в эндометрии и миометрии с наступлением периода эструса происходит рост активности каталазы ($p < 0,001$), супероксиддисмутазы и содержания диеновых конъюгатов ($p < 0,01$), при повышенном использовании аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот, что отображает усиление интенсивности процессов свободнорадикального перекисного окисления в связи с периодом оплодотворения и второй половины супоросности. Такие изменения направлены на обеспечение оптимальных условий для оплодотворения и начала развития эмбрионов. Выявлено, что в матке свинок существует значительная межтканевая дифференциация в формировании прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза в эндометрии – более высокий уровень каталазы и количества неферментных антиоксидантов в сравнении с миометрием почти во все исследуемые периоды воспроизводительного цикла. Слизистая оболочка отличается большей степенью лабильности исследуемых показателей, особенно неферментных антиоксидантов, это вызвано интенсивным использованием их как организмом матери при создании оптимальных условий для нормального развития плодов, так и последними во время интенсивного роста. Мышечная оболочка в матке на отдельных этапах воспроизводительного цикла выполняет функцию депо низкомолекулярных антиоксидантов.

Ключевые слова: свинки, воспроизводительный цикл, эндометрий, миометрий, каталаза, аскорбиновая кислота, витамин А, витамин Е.

PROOXIDANT-ANTIOXIDANT HOMEOSTASIS IN THE TISSUES OF THE UTERUS OF PIG, DEPENDING ON THE PERIODS OF THE REPRODUCTIVE CYCLE

Kuzmenko L. M., Polishchuk A. A., Usenko S. O., Shostya
A. M., Stoyanovsky V. G., Karpovsky V. I., Bilash S. M.

The article highlights studying results of disclosure of the peculiarities of formation prooxidant-antioxidant homeostasis in the tissues of the uterus of pig in the different periods of the reproductive cycle and pregnancy. In experiments on the basis of analogies were used 40 clinically healthy pigs of large white breed aged 8 months and weighing 125-130 kg. The pigs were kept in fences, 10-11 animals in each group. Not inseminated and pregnant sows were fed according to the rules taking into account their physiological state. The pigs and pig sows were slaughtered at different periods of the reproductive cycle: luteal phase (10 days after ascertainment of the immobility reflex, estrus (24 hours after the beginning of the estrus), 10, 15, 20, 30, 60 and 90 days of pregnancy. After slaughter, samples of tissues were taken from the sows: the mucous membrane and muscle of the uterus to determine components of prooxidant-antioxidant homeostasis in them. It has been established that the state the prooxidant-antioxidant homeostasis in tissues of the horns of the pig uterus of are labile and depends on the period of reproductive cycle. It was revealed that in the endometrium and myometrium with the beginning of the period of the estrus – the growth of activity catalase ($p < 0,001$), superoxidisedismutase and the level of diene conjugates ($p < 0,01$), with increased use ascorbic acid and dehydroascorbic acid, reflecting the strengthening of the intensity passing free radical peroxide oxidation in connection with the insemination process. and the second half of pregnancy. These changes are aimed at providing optimal conditions for insemination and starting of embryo development. It has been discovered that there is a significant inter-tissue differentiation in the formation of prooxidant-antioxidant homeostasis in the endometrium in the uterus of the pigs – higher levels of catalase and non-enzyme antioxidants compared to myometrium in almost all of the study periods of the reproductive cycle. The mucous membrane was characterized by a higher degree of variability of the studied parameters, especially non-enzyme antioxidants, it is caused by the intensive use of them both the mother's body for creation of optimal conditions for the normal embryo development, and embryos during their intensive growth. The mucous membrane at various stages serves as a depot of low antioxidants in the uterus.

Key words: pigs, reproductive cycle, endometrium, myometrium, catalase, ascorbic acid, vitamin A, vitamin E.