

## АКТИВНІСТЬ І ВМІСТ ІЗОЗИМІВ СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗИ В ТКАНИНАХ РЕПРОДУКТИВНИХ ОРГАНІВ КОРІВ

*М. М. Акимішин, аспірант,  
Н. В. Кузьміна, канд. біол. наук,  
Д. Д. Остапів, д-р с.-г. наук*

Інститут біології тварин НААН  
вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

*Досліджували активність і вміст ізозимів супероксиддисмутази (СОД) в репродуктивних органах корів, залежно від фізіологічного стану та за гіпофункції яєчників. Встановлено, що активність СОД у тканині яєчника за «фолікулярного росту» становить  $18,5 \pm 0,95$  МО/мг протеїну, вища на 21,0 % ( $p < 0,05$ ) за «пізнього жовтого тіла» і найвища за «раннього жовтого тіла» ( $25,6 \pm 1,25$  МО/мг протеїну). У тканині яєчника за «гіпофункції» активність СОД –  $10,6 \pm 1,93$  МО/мг протеїну, що свідчить про порушення окисного метаболізму і ймовірне гальмування активності чи понижений синтез ензиму. У тканинах репродуктивних органів корів (статевої залози і ендометрію) та антральній рідині фолікулів виявлено 5 ізозимів СОД: Cu,Zn-СОД (СОД1, СОД2, СОД3) – цитозольні, Mn-СОД (МСОД) – мітохондрійний і ЕСОД – позаклітинний. У корів за гіпофункції яєчника, порівняно з фізіологічними станами, тканини репродуктивних органів (статевої залози і ендометрію) характеризуються низьким вмістом СОД2 і підвищеним СОД3, МСОД і ЕСОД, що може характеризувати процеси інтенсивного утворення  $O_2^{\cdot -}$  у мітохондріях і позаклітинному просторі та понижену здатність перетворювати їх у цитозолі клітин. Встановлена неоднозначна за силою та напрямком кореляція між вмістом окремих ізозимів СОД у антральній рідині та величиною фолікула і фізіологічним станом яєчника. При цьому, вищий вміст МСОД в антральній рідині малих фолікулів яєчника за гіпофункції, порівняно з аналогами за фізіологічних станів, може свідчити про активне утворення  $O_2^{\cdot -}$  у мітохондріях клітин гранульози й ооцита та зниження потенційної здатності до росту, дозрівання і перетворення в домінуючий фолікул.*

**Ключові слова:** СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗА, ІЗОЗОМИ, ЯЄЧНИКИ, ФОЛІКУЛИ, СЛИЗОВА ОБОЛОНКА МАТКИ, АНТРАЛЬНА РІДИНА.

Рівень утворення активних форм Оксигену (АФО) й активність системи антиоксидантного захисту (АОЗ; ензиматичної та неензиматичної) впливає на функціонування репродуктивних органів самок – яєчника, яйцепроводів, матки, дозрівання та запліднення ооцитів і розвиток плода [1–3]. Серед компонентів ензиматичної ланки антиоксидантного захисту, які знижують негативний вплив і регулюють нагромадження АФО в організмі є супероксиддисмутаза (СОД). Відомо, що в клітинах СОД перетворює супероксиданіон у Гідроген пероксид та кисень. Ензим, залежно від місця локалізації в клітині, існує в трьох формах: Cu,Zn-СОД – цитозольній, Mn-СОД - мітохондріальній і позаклітинній СОД (ЕСОД) [4, 5]. Активність та ізозими ензиму виявляються в репродуктивних органах самок, а величини значень їх залежать від численних факторів. Зокрема, встановлено, що активність СОД у фолікулярній рідині свиноматок знижується зі збільшенням розміру фолікула [6], а у жінок – підвищення активності ензиму корелює з низьким рівнем запліднення [7]. При дослідженні впливу ізозимів СОД на відтворну функцію самок виявлено, що за відсутності цитозольної СОД миші субфертильні, у яєчниках зменшується кількість передовуляторних фолікулів і жовтих тіл. За відсутності

мітохондріальної СОД самки втрачають здатність до статевого дозрівання [8]. При дослідженні вмісту ізозимів і активності СОД у фолікулах яєчників корів встановлено вищі величини значень досліджуваних показників у фолікулярній рідині з малих фолікулів. Проте, вміст позаклітинного ізозиму СОД був підвищений в ооцитах і клітинах гранульози з великих фолікулів, порівняно з малими [9].

Метою досліджень було вивчити активність і вміст ізозимів супероксиддисмутази в репродуктивних органах корів залежно від фізіологічного стану та за гіпофункції яєчників.

**Матеріали і методи.** Для досліджень підібрані клінічно здорові корови-аналоги української чорно-рябої молочної породи, віком 4–8 років, живою масою 450–550 кг. Після забою корів відбирали яєчники різного фізіологічного стану [10]: фолікулярного росту (без жовтого тіла); з раннім жовтим тілом (червоного або брунатного кольору, діаметром 1,0–2,0 см); з пізнім жовтим тілом (жовтого кольору, діаметром 0,5–1,5 см). Крім того, відбирали статеві залози від корів із відсутнім статевим циклом (гіпофункцією яєчників – на поверхні виявляються поодинокі фолікули діаметром менше 4 мм, тканина пружна). Досліджували: тканину яєчників, слизову матки з верхньої третини рогу, антральну рідину з фолікулів діаметром до 4 мм (малі), 4–7 мм (середні) і більше 7 мм (великі). Зразки тканин готували: яєчники промивали фізіологічним розчином за температури 0–2 °С після аспірації антральної рідини з фолікулів; слизову матки відпрепарували від міометрію; антральну рідину аспірували залежно від розміру фолікулів. Тканини гомогенізували в гомогенізаторі Поттера. Середовище гомогенізації тканини яєчників і слизової матки містило 250 мМ розчину сахарози та 10 мМ буферу тріс-НСІ (рН 7,4). Отриманий гомогенат центрифугували при 3000 об/хв. Визначали: вміст загального протеїну (мг/мл) методом Лоурі, активність супероксиддисмутази (СОД) – за кількістю нітроформазану, що утворюється в реакції між фенозинметасульфатом та НАДН (МО/мг протеїну). Ізозими СОД виявляли після електрофорезу в 10 % поліакриламідному гелі (ПААГ) для чого зразки розбавляли 1:4 Трис-гліциновим буфером (рН 8,5), додавали 0,05 мл 40 % сахарози. У лунки концентруючого гелю вносили 0,04 мл проби (концентрація протеїну 50-100 мкг). Проводили електрофорез. Фарбування пластин гелю для виявлення ізоформ СОД здійснювали методом Beauchamp С. та Fridovich І. в нашій модифікації [11]. Аналіз отриманих результатів проведено за М. О. Плохінським [12].

**Результати й обговорення.** Встановлено, що активність СОД у тканині яєчника фізіологічного стану «фолікулярного росту» –  $18,5 \pm 0,95$  МО/мг протеїну, вища на 21,0 % ( $p < 0,05$ ) за «пізнього жовтого тіла» і найвища за «раннього жовтого тіла» ( $25,6 \pm 1,25$  МО/мг протеїну; табл. 1).

Таблиця 1

**Активність супероксиддисмутази в тканинах репродуктивних органів корів**

Тканина за фізіологічного стану статевої залози:	СОД, МО/мг протеїну	
	n	M±m
Яєчника		
Фолікулярного росту	15	$18,5 \pm 0,95^{**}$
Пізнього жовтого тіла	7	$22,4 \pm 1,36^{***}$
Раннього жовтого тіла	17	$25,6 \pm 1,25^{***}$
Гіпофункції	7	$10,6 \pm 1,93$
η		0,767
Слизової оболонки матки		
Фолікулярного росту	4	$16,3 \pm 1,03$
Пізнього жовтого тіла	4	$19,8 \pm 2,18$
Раннього жовтого тіла	3	$15,2 \pm 1,34$
Гіпофункції	5	$16,2 \pm 1,84$
η		0,438

Примітка: різниця статистично вірогідна порівняно з мінімальною величиною значення \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$

Різниця між мінімальною та максимальною величинами значень становить 38,3 % ( $p < 0,001$ ). Порівняно із вказаними фізіологічними станами яєчників за «гіпофункції» статевої залози у тканині активність ензиму найнижча –  $10,6 \pm 1,93$  МО/мг протеїну, що менше на 74,5 %, ніж за «фолікулярного росту» і в 2,2 та 2,5 рази, ніж за «пізнього і раннього жовтого тіла». Кореляційне відношення за станом яєчника для активності СОД становить  $\eta = 0,767$ . Таким чином, зі зміною фізіологічного стану яєчника у тканині з розвитком, інволюцією жовтого тіла і виділенням домінуючого фолікула активність ензиму знижується. Поряд із цим, найнижча активність ензиму в тканині яєчника за «гіпофункції» свідчить про ймовірне гальмування активності чи понижений синтез ензиму.

Аналіз активності ензиму в слизовій матки свідчить про тенденційно нижчу величину значення за «раннього жовтого тіла» ( $15,2 \pm 1,34$  МО/мг протеїну) і вищу на 23,3 % за «пізнього жовтого тіла» ( $19,8 \pm 2,18$  МО/мг протеїну). За фізіологічного стану яєчника «фолікулярного росту» та «гіпофункції» активність ензиму в ендометрії однакова і становить 16,2 МО/мг протеїну. Кореляційна залежність активності СОД в ендометрії залежно від фізіологічного стану яєчника середньої сили ( $\eta = 0,438$ ). Ймовірно, підвищення активності ензиму у слизовій оболонці матки за фізіологічного стану яєчника «пізнього жовтого тіла» характеризує процеси, які забезпечують інволюцію жовтого тіла і підготовку ендометрію до овуляції та запліднення.

Активність СОД у антральній рідині, залежно від розміру фолікулів і фізіологічного стану яєчника, найвища ( $20,1 \pm 4,72$  МО/мг протеїну) з великих фолікулів за «фолікулярного росту» і нижча майже у 2 рази ( $p < 0,05$ ) з менших (табл. 2).

Таблиця 2

Активність супероксиддисмутази в антральній рідині фолікулів яєчників

Фізіологічний стан яєчника	СОД, МО/мг протеїну						$\eta$
	Діаметр фолікулів, мм						
	< 4		4-7		> 7		
	n	M±m	N	M±m	n	M±m	
Фолікулярного росту	7	10,3±3,93	6	9,2±1,69	14	20,1±4,72*	0,368
Пізнього жовтого тіла	4	36,2±7,81	4	26,3±6,39	7	26,7±2,58	0,349
Раннього жовтого тіла	3	7,6±0,66	3	14,0±5,42	3	22,8±6,30	0,599
Гіпофункції	3	16,3±0,71	-	-	-	-	-

Примітка: різниця статистично вірогідна порівняно з мінімальною величиною значення \* —  $p < 0,05$

Подібний результат отримано за дослідження активності ензиму в антральній рідині з фолікулів яєчника «раннього жовтого тіла»: висока ( $22,8 \pm 6,30$  МО/мг протеїну) з великих, на 38,4 % нижча з середніх і найнижча ( $7,6 \pm 0,66$  МО/мг протеїну) з малих. У антральній рідині з фолікулів більше 4 мм яєчника «пізнього жовтого тіла» активність ензиму однакова ( $26,3$ – $26,7$  МО/мг протеїну) і на 27,4 % вища з малих. Кореляційне відношення за розміром фолікулів і фізіологічним станом яєчника для активності СОД в антральній рідині середньої сили ( $\eta = 0,349 - 0,599$ ).

За гіпофункції яєчників, в зв'язку з присутністю фолікулів діаметром до 4 мм, активність ензиму становить  $16,3 \pm 0,71$  МО/мг протеїну.

Отже, активність СОД в тканинах репродуктивних органів корів та антральній рідині фолікулів залежить від фізіологічного стану яєчників.

Активність СОД в репродуктивних органах корів забезпечують її ізозими. Виявлено, що в електричному полі ензим розділяється на 5 окремих протеїнів, які характеризуються СОД-активністю. Ізозими СОД тканин репродуктивних органів з неоднаковою інтенсивністю проявляються у ПААГ і відрізняються площею зафарбування (рис.). За електрофоретичною рухливістю й, відповідно, величиною молекули, ізозими відповідають: позаклітинній, мітохондріальній та цитозольній СОД.

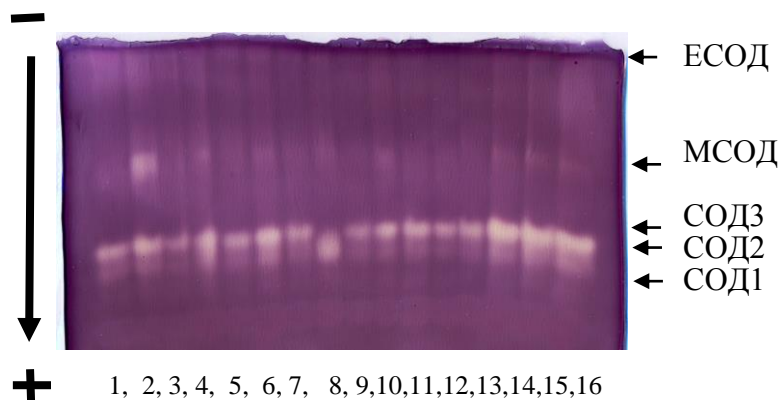


Рис. Ізозими СОД тканин яєчника і ендометрію корів: СОД1, СОД2, СОД3 – цитозольні; МСОД – мітохондрійний; ЕСОД – позаклітинний; 1, 2, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 16 – тканина яєчників; 3, 6, 8, 10, 12, 14 – ендометрій

Зокрема, СОД1, СОД2, СОД3 – розміщені в зоні рухливості цитозольної СОД, МСОД – мітохондрійної і ЕСОД – позаклітинної супероксиддисмути.

Встановлено, що, залежно від фізіологічного стану яєчників, вміст ізозимів в їх тканині вірогідно не відрізняється. Так, за «фолікулярного росту» і «пізнього жовтого тіла» у тканині статевих залоз вміст СОД1 високий (13,0–13,7 МО/мг протеїну), на 3,4 % ( $p > 0,05$ ) нижчий за «гіпофункції» і низький у «ранньому жовтому тілі» ( $8,4 \pm 2,12$  МО/мг протеїну; 5,3 %; табл. 3).

Таблиця 3

**Вміст ізозимів супероксиддисмути в тканинах репродуктивних органів,  $M \pm m$**

Тканина за фізіологічного стану статевої залози:	n	Вміст ізозимів, %				
		СОД 1	СОД 2	СОД 3	МСОД	ЕСОД
Яєчника						
Фолікулярного росту	7	13,7 $\pm$ 3,59	58,4 $\pm$ 7,78	2,3 $\pm$ 0,45	14,2 $\pm$ 4,42	11,3 $\pm$ 2,97
Пізнього жовтого тіла	14	13,0 $\pm$ 2,12	55,6 $\pm$ 5,58	3,6 $\pm$ 0,88	13,8 $\pm$ 2,81	13,9 $\pm$ 2,57
Раннього жовтого тіла	9	8,4 $\pm$ 2,12	58,3 $\pm$ 5,46	3,3 $\pm$ 0,89	15,6 $\pm$ 3,03	14,5 $\pm$ 3,35
Гіпофункції	12	9,6 $\pm$ 1,48	51,8 $\pm$ 5,02	4,0 $\pm$ 2,04	15,9 $\pm$ 2,08	19,5 $\pm$ 5,28
$\eta$		0,294	0,144	0,137	0,1	0,240
Слизової оболонки матки						
Фолікулярного росту	30	14,6 $\pm$ 1,96	43,6 $\pm$ 5,19	5,8 $\pm$ 0,79	20,8 $\pm$ 2,78	15,1 $\pm$ 2,19
Пізнього жовтого тіла	17	13,1 $\pm$ 3,60	49,3 $\pm$ 5,98	5,4 $\pm$ 1,09	18,2 $\pm$ 3,63	13,9 $\pm$ 2,34
Раннього жовтого тіла	35	13,4 $\pm$ 1,66	47,7 $\pm$ 3,04	5,3 $\pm$ 0,79	19,4 $\pm$ 1,70	15,6 $\pm$ 1,44
Гіпофункції	15	11,8 $\pm$ 0,95	38,0 $\pm$ 3,93	7,3 $\pm$ 1,30	23,2 $\pm$ 4,56	19,6 $\pm$ 2,97
$\eta$		0,089	0,170	0,151	0,114	0,173

Аналогічно, не виявлено вірогідних змін вмісту інших ізозимів: СОД2 знаходиться в межах 51,8–58,4 %, СОД3 – 2,3–4,0 %, МСОД – 13,8–15,9 % і ЕСОД – 11,3–19,5 %. Поряд з цим, у тканині яєчника за «гіпофункції» встановлено понижений вміст СОД2 і підвищений СОД3, МСОД, ЕСОД.

Подібні результати отримані за аналізу ізозимів СОД в ендометрії: величина значення СОД1 в межах 8,4–13,7 %, СОД2 – 51,8–58,4 %, СОД3 – 2,3–4,0 %, МСОД – 13,8–15,9 % і ЕСОД – 11,3–19,5 %, різниця 1,7–8,2 % статистично не вірогідна ( $p > 0,05$ ). Однак, для слизової матки, як і тканини яєчника за «гіпофункції» характерний понижений вміст СОД2 і підвищений СОД3, МСОД і ЕСОД.

Отже, в корів, у яких діагностовано гіпофункцію яєчників, тканини репродуктивних органів (статевої залози і ендометрію) характеризуються процесами підвищеного утворення

O<sub>2</sub><sup>-</sup> у мітохондріях і позаклітинному просторі та пониженою здатністю перетворювати їх у цитозолі клітин.

Аналіз вмісту ізозимів у антральній рідині з фолікулів різного діаметру у зв'язку з фізіологічним станом яєчника виявив, що за «фолікулярного росту», незалежно від розміру фолікула, вміст СОД1 знаходиться в межах 7,6–9,7 %, СОД2 – 46,3–49,3 %, СОД3 – 4,8–6,9 %, МСОД – 9,7–19,5 % і ЕСОД – 20,7–27,8 % (табл. 4).

Таблиця 4

**Вміст ізозимів супероксиддисмутази в антральній рідині фолікулів яєчників, M±m**

Діаметр фолікулів, мм	n	Вміст ізозимів, %				
		СОД 1	СОД 2	СОД 3	МСОД	ЕСОД
Фолікулярного росту						
> 7	7	9,3±2,21	46,3±4,96	6,9±2,57	9,7±1,80	27,8±6,04
4-7	7	7,6±1,21	47,2±6,27	4,8±0,60	19,5±4,66	20,7±5,12
4 <	7	9,7±1,48	49,3±5,53	5,6±1,92	13,9±3,65	21,0±5,40
η		0,2	0,083	0,164	0,392	0,216
Пізнього жовтого тіла						
> 7	6	11,4±2,43	57,8±6,98	4,6±2,20	16,0±5,21	10,1±0,94*
4-7	6	11,7±1,92	54,7±2,98	5,3±2,08	12,6±2,07	16,1±2,26
4 <	6	14,3±3,34	47,0±2,75	8,1±2,02	11,8±1,43	18,7±5,11
η		0,189	0,370	0,284	0,216	0,409
Раннього жовтого тіла						
> 7	3	14,1±3,05	38,3±0,36*	9,0±4,31	20,8±7,21	17,7±7,10
4-7	3	11,9±1,94	39,8±5,15*	11,5±5,42	15,3±1,89	21,4±4,56
4 <	4	10,6±1,79	51,2±5,85	6,9±2,80	12,9±2,40	20,8±4,62
η		0,333	0,558	0,246	0,393	0,154
Гіпофункції						
4 <	6	11,1±1,66	46,1±2,30	4,0±0,99	20,1±2,77	18,7±1,82

Примітка: різниця статистично вірогідна порівняно з мінімальною величиною значення \* – p < 0,05

Різниця між величинами значень вмісту вказаних ізозимів становить відповідно 3,1, 3,0, 2,1, 9,8 і 7,1 % і статистично не вірогідна (p>0,05). Подібні результати встановлені аналізом вмісту ізозимів СОД у антральній рідині з фолікулів яєчників «пізнього і раннього жовтого тіла».

Однак, незважаючи на відсутність вірогідної різниці між вмістом окремих ізозимів у антральній рідині з фолікулів різного діаметру одного і того ж фізіологічного стану статевої залози, МСОД проявляє криволінійну середньої сили залежність від розміру фолікула яєчника «фолікулярного росту» (η = 0,392). Аналогічно, вміст СОД2 у антральній рідині проявляє позитивну кореляцію від розміру фолікула яєчника «пізнього жовтого тіла» (η = 0,370), а ЕСОД – негативну (η = 0,409). Також, існує позитивна залежність від розміру фолікула і вмісту СОД1 та МСОД (η = 0,333 та 0,393) й негативна з СОД2 (η = 0,558) у антральній рідині з яєчника «раннього жовтого тіла».

Порівнянням величин значень ізозимів у антральній рідині з однакових за розміром фолікулів але різних за фізіологічним станом статевих залоз виявлено вірогідну різницю (p<0,05) між середніми і великими фолікулами яєчників «раннього та пізнього жовтого тіла» за вмістом СОД2 та між великими фолікулами яєчників «фолікулярного росту» і «пізнього жовтого тіла» за вмістом ЕСОД. Крім того, існує вірогідна різниця (p<0,05) між вмістом МСОД у антральній рідині з малих фолікулів фізіологічного стану «раннього жовтого тіла» та «гіпофункції». Підвищений вміст МСОД у антральній рідині малих фолікулів яєчника за гіпофункції, порівняно з аналогами за фізіологічних станів, свідчить про активне утворення O<sub>2</sub><sup>-</sup> у мітохондріях клітин гранульози й, можливо, ооцита. Вказані зміни окисного метаболізму і нагромадження цитотоксичного продукту Оксигену у мітохондріях порушує

електронтранспортний ланцюг і, відповідно, знижує ресинтез АТФ, що характеризує пониженою якість як статевої клітини, так і генеративну функцію яєчника.

## ВИСНОВКИ

1. Активність СОД у тканині яєчника залежить від фізіологічного стану і за «фолікулярного росту» становить  $18,5 \pm 0,95$  МО/ мг протеїну, вища на 21,0 % ( $p < 0,05$ ) за «пізнього жовтого тіла» і найвища за «раннього жовтого тіла» ( $25,6 \pm 1,25$  МО/ мг протеїну).

2. У тканині яєчника за «гіпофункції» активність СОД –  $10,6 \pm 1,93$  МО/ мг протеїну, що свідчить про ймовірне гальмування активності чи понижений синтез ензиму.

3. Зі зміною фізіологічного стану яєчника: «раннього жовтого тіла» → «пізнього жовтого тіла» → «фолікулярного росту» у тканині статевих залоз знижується активність СОД ( $p < 0,001$ ).

4. У тканинах репродуктивних органів корів (статевої залози і ендометрію) та антральній рідині фолікулів виявлено 5 ізозимів СОД: СОД1, СОД2, СОД3 – цитозольні, МСОД – мітохондрійний і ЕСОД – позаклітинний.

5. У корів за гіпофункції яєчників тканини репродуктивних органів (статевої залози і ендометрію) характеризуються пониженим вмістом СОД2 і підвищеним СОД3, МСОД і ЕСОД, що може характеризувати процеси підвищеного утворення  $O_2^{\cdot -}$  у мітохондріях і позаклітинному просторі та пониженою здатністю перетворювати їх у цитозолі клітин.

6. Установлена неоднозначна за силою та напрямком кореляція між вмістом окремих ізозимів СОД у антральній рідині та величиною фолікула і фізіологічним станом яєчника.

7. В антральній рідині малих фолікулів яєчника за гіпофункції підвищений вміст МСОД, порівняно з аналогами з фізіологічних станів, свідчить про активне утворення  $O_2^{\cdot -}$  у мітохондріях клітин гранульози й ооцита.

**Перспективи досліджень.** Вивчити активність і вміст ізозимів глутатіонпероксидази у репродуктивних органах корів.

## ACTIVITY AND CONTENT OF SUPEROXIDE DISMUTASE ISOZYMES IN TISSUES OF COW REPRODUCTIVE ORGANS

*M. M. Akymyshyn, N. V. Kuzmina, D. D. Ostapiv*

Institute of Animal Biology of NAAS  
38, V. Stusa str., Lviv, 79034, Ukraine

## S U M M A R Y

Activity and content of superoxide dismutase (SOD) isozymes in tissues of cow reproductive organs in connection with physiological state and at ovarian hypofunction were investigate. It was found that SOD activity in ovary tissue at “follicle growth” is  $18,5 \pm 0,95$  UI/ mg of protein, higher on 21,0 % ( $p < 0,05$ ) when state is “late corpus luteum”, and is the highest ( $25,6 \pm 1,25$  UI/ mg of protein) at “early corpus luteum”. When there is “hypofunction” in ovary tissue SOD activity is  $10,6 \pm 1,93$  UI/ mg of protein, which points on violation of oxidative metabolism and probable inhibition or reduced enzyme synthesis. In tissues of cow reproductive organs (gonads and endometrium) and antral follicular fluid we found 5 SOD isozymes Cu, Zn-SOD (SOD1, SOD2, SOD3) – cytosolic, Mn-SOD (MSOD) – mitochondrial and ESOD – extracellular. Cow tissues of the reproductive organs at ovarian hypofunction compared with physiological conditions (gonads and endometrium) are characterize by low content of SOD2 and increased SOD3, MSOD and ESOD. The changes characterize the process of intensive formation of

O<sup>-</sup> in mitochondria and extracellular space and lowered ability to destroy them in the cytosol. Correlation analysis showed ambiguous dependence by strength and direction of certain SOD isozyme content in antral follicle fluid from the size and physiological condition of the ovary. We registered a higher content of MSOD in antral follicle fluid when there is hypo-function, comparing to analogues under physiological conditions. This may point on active production of O<sup>-</sup> in mitochondria in oocytes and granulosa and reduction of potential growth capacity, maturation and transformation into a dominant follicle.

**Keywords:** SUPEROXIDE DISMUTASE, ISOZYMES, OVARIES, FOLLICLES, ENDOMETRIUM, ANTRAL LIQUID.

## АКТИВНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ИЗОЗИМОВ СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗЫ В ТКАНЯХ РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ КОРОВ

*М. М. Акмышин, Н. В. Кузьмина, Д. Д. Остапів*

Институт биологии животных НААН  
ул. В.Стуса, 38, г. Львов, 79034, Украина

### А Н Н О Т А Ц И Я

Исследовали активность и содержание изозимов супероксиддисмутазы (СОД) в репродуктивных органах коров в зависимости от физиологического состояния и при гиподисфункции яичников. Установлено, что активность СОД в ткани яичника при «фолликулярном росте» составляет  $18,5 \pm 0,95$  МЕ / мг протеина, выше на 21,0 % ( $p < 0,05$ ) при «позднем жёлтом теле» и самая высокая при «раннем жёлтом теле» ( $25,6 \pm 1,25$  МЕ / мг протеина). В ткани яичника при «гиподисфункции» активность СОД –  $10,6 \pm 1,93$  МЕ / мг протеина, свидетельствует о нарушении окислительного метаболизма и вероятном торможении активности или снижении синтеза энзима. В тканях репродуктивных органов коров (половой железы и эндометрия) и антральной жидкости фолликулов выявлено 5 изозимов СОД: Cu, Zn-СОД (СОД1, СОД2, СОД3) – цитозольные, Mn-СОД (МСОД) – митохондриальный и ЕСОД – внеклеточный. У коров при гиподисфункции яичников, по сравнению с физиологическими состояниями, ткани репродуктивных органов (половой железы и эндометрия) характеризуются низким содержанием СОД2 и повышенным СОД3, МСОД и ЕСОД, что может характеризовать процессы интенсивного образования O<sub>2</sub><sup>-</sup> в митохондриях и внеклеточном пространстве, а также пониженную способность превращать их в цитозоле клеток. Установлена неоднозначная по силе и направлению корреляция между содержанием отдельных изозимов СОД в антральной жидкости с величиной фолликула и физиологическим состоянием яичника. При этом, в антральной жидкости малых фолликулов яичника при гиподисфункции самое высокое содержание МСОД, по сравнению с аналогами физиологических состояний, может свидетельствовать об интенсивном образовании O<sub>2</sub><sup>-</sup> в митохондриях клеток гранулёзы и ооцита, снижении потенциальной способности к росту, созреванию и превращению в доминирующий фолликул.

**Ключевые слова:** СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗА, ИЗОЗОМЫ, ЯИЧНИКИ, ФОЛЛИКУЛЫ, СЛИЗИСТАЯ МАТКИ, АНТРАЛЬНАЯ ЖИДКОСТЬ.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Lapointe J.* Antioxidant Defenses Are Modulated in the Cow Oviduct During the Estrous Cycle / J. Lapointe, B. Jean-François // *Biol. Reprod.* – 2002. – V.68. – P. 1157–1164.

2. *Смолянінов Б. В.* Процеси перекисного окиснення ліпідів: біологічна та патогенетична роль у функціонуванні живого організму / Б. В. Смолянінов, С. С. Купчинська // Аграрний вісник причорномор'я. – Одеса, 2012. – Вип. 62. – С.142–147.
3. *Devine P. J.* Roles of Reactive Oxygen Species and Antioxidants in Ovarian Toxicity / P. J. Devine, S. D. Perreault, U. Luderer // *Biology of Reproduction* – 2012. – V. 86. – P. 2–27.
4. *Fattman C. L.* Extracellular superoxide dismutase in biology and medicine / C. L. Fattman, L. M. Schaefer, T. D. Oury // *Free Radical Biology & Medicine*. – 2003. – V. 35. – P. 236–256.
5. *Nozik-Grayck E.* Extracellular superoxide dismutase / E. Nozik-Grayck, H. B. Suliman, C. A. Piantadosi // *International Journal of Biochemistry and Cell Biology*. – 2005. – V. 37. – P. 2466–2471.
6. *Basini G.* Reactive oxygen species and anti-oxidant defences in swine follicular fluids / G. Basini, B. Simona, S. E. Santini, F. Grasselli // *Reproduction, Fertility, and Development*. – 2008. – V. 20. – P. 269–274.
7. *Sabatini L.* Superoxide dismutase activity in human follicular fluid after controlled ovarian hyperstimulation in women undergoing in vitro fertilization / L. Sabatini, C. Wilson, A. Lower, T. Al-Shawaf // *Fertility and Sterility*. – 1999. – V. 72. – P. 1027–1034.
8. *Matzuk M. M.* Ovarian function in superoxide dismutase 1 and 2 knockout mice / M. M. Matzuk, L. Dionne, Q. Guo, T. R. Kumar // *Endocrinology*. – 1998. – V. 139. – P. 4008–4011.
9. *Combelles C. M. H.* Profiling of superoxide dismutase isoenzymes in compartments of the developing bovine antral follicles / C. M. H. Combelles, E. A. Holick, L. J. Paolella, D. C. Walker // *Reproduction*. – 2010. – V. 139. – P. 871–881.
10. *Гузеватий О. Є.* Оцінка функціонального стану ооцит-кумулясних комплексів корів залежно від типу яєчника / О. Є. Гузеватий, В. В. Ясінський, Л. В. Смулка та ін. // *Вісник аграрної науки*. – 1995. – № 11. – С. 94–98.
11. *Влізло В. В.* Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині [Текст]: довідник / В. В. Влізло, Р. С. Федорук, І. Б. Ратич та ін. // СПОЛОМ. – 2012. – 764 с.
12. *Плохинский Н. А.* Биометрия. М.: МГУ. – 1970. – С. 53–60.

**Рецензент** – І. М. Яремчук, к. с.-г. н., с. н. с., Інститут біології тварин НААН.