

УДК 575.16:636.538-577.155

ДАНЧЕНКО О.О., д-р с.-г. наук

ЗДОРОВЦЕВА Л.М., канд. біол. наук

ПАЩЕНКО Ю.П., РУБАН Г.В., здобувачі

Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ В ТКАНИНАХ ГУСЕЙ В ЕМБРІОНАЛЬНОМУ І РАННЬОМУ ПОСТНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДАХ ОНТОГЕНЕЗУ

За допомогою факторного аналізу з'ясовано вплив комплексу показників прооксидантно-антиоксидантної рівноваги (вміст ліпідів, ТБК-активних продуктів, антиоксидантних ферментів і вітамінів) на антиоксидантний статус гусей в ембріональному і ранньому постнатальному періодах. Доведено, що тканинна специфічність підтримання прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в гусей у цей період онтогенезу полягає в достовірно різному сумарному впливі дослідженого комплексу показників на антиоксидантний статус цих тканин. Цей вплив зменшується у ряду міокард – шлунок – скелетні м'язи – печінка – мозок. Вплив антиоксидантних ферментів знижується, а низькомолекулярних антиоксидантів посилюється у ряді мозок – печінка – скелетні м'язи – міокард – шлунок.

Ключові слова: оксидативний стрес, гуси, постнатальна адаптація, антиоксидантний статус, тканинна специфічність, показники прооксидантно-антиоксидантної рівноваги, факторний аналіз.

Постановка проблеми. Оксидативний стрес, що визначається як порушення балансу між оксидантами і антиоксидантами на користь перших, є одним із основних індукторів загибелі клітин. Захист біомолекул від пошкоджувального стресу здійснюється багаторівневою системою антиоксидантного захисту, яка включає ферментні і низькомолекулярні антиоксиданти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Адаптація організму до оксидативного стресу, що виникає після наклеювання шкаралупи пташиним ембріоном, відбувається адекватно стану його антиоксидантної системи [1, 7, 8, 16, 17]. В останні роки доведено зв'язок показників енергетичного обміну і стану прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в організмі птиці [21]. Однак особливості функціонування системи антиоксидантного захисту у зв'язку зі специфікою енергозабезпечення цих тканин у найскладніші періоди онтогенезу на тлі гіпо- і гіпероксичного стану їх організму досліджено недостатньо.

Метою досліджень було з'ясування тканинної специфічності формування адаптивної відповіді на оксидативний стрес у гусей під час переходу від ембріонального до постнатального розвитку.

Матеріал і методи досліджень. Інкубацію гусячих яєць і вирощування гусенят проводили у виробничих умовах агрофірми „Вікторія” Приазовського району Запорізької області. Для інкубації відбирали яйця гусей італійської породи з середньою масою $145,73 \pm 8,4$ г. Після вилуплення гусенят їх утримували на підлозі з глибокою підстилкою та вільним доступом до води і корму. Пташенятям згодовували стандартні, відповідні до віку, комбікорми [9, 18, 20]. Дослідження антиоксидантного статусу тканин гусячих ембріонів здійснювали у фізіологічно обґрунтовані терміни: на 15-у добу інкубації яєць (замикання алантоїса), 22-у добу (перехід ембріонів з білкового типу живлення на жовтковий), 28-у добу (початок наклеювання). У постнатальному періоді онтогенезу дослідження системи антиоксидантного захисту (АОЗ) гусенят проводили щотижнево впродовж 2 тижнів – терміну адаптації гусенят до умов постнатального існування. Визначали вміст загальних ліпідів, ТБК-активних продуктів (ТБКАП), вітамінів Е, А, β -каротину та активність основних антиоксидантних ферментів супероксиддисмутази (СОД), каталази (КАТ) і глутатіонпероксидази (ГПО) [2–4, 9–11, 14]. Стан системи АОЗ визначали з використанням запропонованого раніше [5–8] інтегрального показника ($K_{АОА}$).

Первинні результати досліджень опрацьовані методами математичної статистики із застосуванням факторного аналізу [12].

Результати досліджень та їх обговорення. Узагальнені результати факторного аналізу впливу на інтегральний параметр стану системи АОЗ $K_{АОА}$ комплексу з восьми показників прооксидантно-антиоксидантної рівноваги, наведені в таблиці 1, свідчать про те, що за зниженням рівня їхнього спільного впливу досліджені тканини можна розташувати в ряд *міокард – шлунок – скелетні м'язи – печінка – мозок*.

Таблиця 1 – **Факторні навантаження досліджених показників у тканинах гусей** (ембріогенез та ранній постнатальний період онтогенезу)

Ознаки		Фактори									Спільність впливу факторів
		№	1	2	3	4	5	6	7	8	
		Найменуєв.	Ліпіди	ТБКАП	Ферменти			Вітаміни			
№	Найменуєв.	Познач.	X	P	Y ₁	Y ₂	Y ₃	V ₁	V ₂	V ₃	h _i ²
1	K ₁ тканин печінки	r	-0,228	-0,449	0,313	0,850	0,700	-0,383	0,590	0,037	–
		D	0,052	0,202	0,098	0,723	0,490	0,147	0,348	0,001	2,061 / IV
		d,%	2,52	9,80	4,75	35,08	23,78	7,13	16,89	0,05	100
	<i>Ранг впливу факторів</i>		7	4	6	1	2	5	3	8	–
2	K ₂ серця	r	0,84	0,52	-0,32	-0,84	-0,84	0,99	0,80	0,97	–
		D	0,71	0,26	0,10	0,70	0,71	0,99	0,64	0,94	5,06 / I
		d,%	14,0	5,2	2,0	13,9	14,0	19,6	12,6	18,7	100
	<i>Ранг впливу факторів</i>		3	7	8	5	4	1	6	2	–
3	K ₃ шлунка	r	-0,67	0,85	0,15	0,02	-0,18	-0,98	-0,99	-0,82	–
		D	0,44	0,73	0,02	0,00	0,03	0,96	0,98	0,68	3,85 / II
		d,%	11,5	18,9	0,57	0,01	0,86	25,0	25,6	17,6	100
	<i>Ранг впливу факторів</i>		5	3	7	8	6	2	1	4	–
4	K ₄ скелетних м'язів	r	-0,42	0,98	-0,77	0,65	0,49	-0,62	-0,98	0,13	–
		D	0,17	0,96	0,59	0,42	0,24	0,39	0,96	0,02	3,75 / III
		d,%	4,58	25,6	15,7	11,3	6,37	10,4	25,7	0,46	100
	<i>Ранг впливу факторів</i>		7	2	3	4	6	5	1	8	–
5	K ₅ тканин мозку	r	-0,32	-0,52	0,03	0,72	0,06	-0,005	0,04	0,15	–
		D	0,102	0,270	0,001	0,523	0,004	0	0,002	0,023	0,925 / V
		d,%	11,03	29,19	0,11	56,54	0,43	0	0,22	2,49	100
	<i>Ранг впливу факторів</i>		3	2	7	1	5	8	6	4	–
<i>Внески факторів</i>		V _i ²	1,474	2,422	0,809	2,366	1,474	2,487	2,930	1,664	15,626
		d,%	9,43	15,50	5,18	15,14	9,43	15,92	18,75	10,65	100
<i>Ранг впливу факторів</i>		7	3	8	4	6	2	1	5	–	

У печінці гусей вплив показників рівноваги ПОЛ↔АОА на антиоксидантний статус спадає в ряду *КАТ – ГПО – вітамін А – ТБКАП – вітамін Е – СОД – ліпіди – β-каротин*. Причому, за результатами оцінювання частки внеску (d,%) кожного фактора в інтегральний показник стану прооксидантно-антиоксидантної рівноваги (K_{АОА}) у тканинах печінки, саме перші п'ять із них на 92,7 % визначають рівень K_{АОА}. Вирішальний вплив на антиоксидантний статус мають активність антиоксидантних ферментів КАТ і ГПО, що узгоджується з найвищим рівнем КАТ- і ГПО-активності саме в печінці [8]. Загалом вплив антиоксидантних ферментів у печінці перевищує вплив низькомолекулярних антиоксидантів у 2,6 раза.

Привертає увагу значний вплив на K_{АОА} вмісту вітаміну А (у таблиці факторних навантажень цей показник посідає третє місце). Всупереч традиційному уявленню про слабку антиоксидантну дію вітаміну А, зумовлену його швидким окисненням, підтверджується потужний опосередкований антиоксидантний вплив ретинолу. Один із можливих механізмів такого впливу – інгібування індукцибельної NO-синтази.

Водночас встановлено, що статус вітаміну Е як «головного тканинного антиоксиданта» в печінці спростовується: за впливом на антиоксидантну активність цих тканин α-токоферол посідає лише п'яту позицію і, таким чином, посилює сумніви про необмежену здатність вітаміну Е запобігати оксидативному стресу, вперше висловлені Г.В. Петровою і Г.В. Донченко [17].

Одже, підтримання прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в тканинах печінки гусей в умовах гіпо- і гіпероксії під час переходу від ембріонального до постнатального розвитку відбувається шляхом запуску низки нейрогуморальних механізмів, які активізують передусім синтез антиоксидантів білкової природи КАТ і ГПО.

У тканинах мозку встановлено найслабший вплив комплексу досліджених показників на антиоксидантну активність. За результатами оцінювання частки внеску кожного фактора в K_{АОА} цих тканин, перші п'ять з них (КАТ, ТБКАП, ліпіди, β-каротин і ГПО) на 99,7 % визначають

рівень K_{AOA} і з них на 56,5 % – КАТ. Вплив антиоксидантних ферментів у 21,06 раза перевищує вплив досліджених низькомолекулярних антиоксидантів. Саме в мозку встановлено найменший вплив на антиоксидантний статус вітаміну Е.

Таким чином, у мозку підтримання прооксидантно-антиоксидантної рівноваги більшою мірою відбувається завдяки реалізації інших механізмів, серед яких може бути зміна рівня ненасиченості та структурної організації мембранних ліпідів [7].

Найвищий спільний вплив дослідженого комплексу показників на K_{AOA} , що в 5,5 раза сильніший, ніж для мозку, спостерігали в тканинах серця. За результатами оцінювання частки внеску кожного фактора в K_{AOA} в цих тканинах, перші п'ять з них (вітамін Е, β -каротин, ліпіди, ГПО і КАТ) – на 80,2 % визначають рівень K_{AOA} , причому вплив низькомолекулярних антиоксидантів у 1,7 раза вищий за вплив антиоксидантних ферментів. Водночас для міокарда підтверджується статус вітаміну Е як головного тканинного антиоксиданта.

Тканини шлунка за рівнем спільного впливу на K_{AOA} комплексу досліджених показників посідають друге після міокарда місце. П'ятірка перших показників (вітамін А, вітамін Е, ТБКАП, β -каротин, ліпіди) на 98,6 % визначає антиоксидантний статус цих тканин, причому жодний антиоксидантний фермент до неї не входить. Загалом вплив низькомолекулярних антиоксидантів на антиоксидантний статус шлунка в 47,4 раза вищий, ніж вплив антиоксидантних ферментів.

Тканини скелетних м'язів за рівнем спільного впливу на K_{AOA} комплексу досліджених показників несуттєво поступаються шлунку і посідають третє (після міокарда і серця) місце. До найбільш впливової на K_{AOA} п'ятірки показників належать вітамін А, ТБКАП, СОД, КАТ, вітамін Е. Їхній вплив на K_{AOA} скелетних м'язів у сукупності становить 88,7 %. Антиоксидантний статус цих тканин однаковою мірою визначається активністю антиоксидантних ферментів і низькомолекулярних антиоксидантів.

Висновки. Тканинна специфічність підтримання прооксидантно-антиоксидантної рівноваги на тлі оксидативного стресу наприкінці ембріонального періоду в гусей полягає в достовірно відмінному сумарному впливі дослідженого комплексу показників рівноваги ПОЛ \leftrightarrow АОА на їхній антиоксидантний статус. Цей вплив зменшується в ряду *міокард – шлунок – скелетні м'язи – печінка – мозок*. Вплив антиоксидантних ферментів спадає, а низькомолекулярних антиоксидантів посилюється в ряду *мозок – печінка – скелетні м'язи – серце – шлунок*.

Статус вітаміну Е як головного тканинного антиоксиданту підтверджується в тканинах серця і шлунка. За результатами підсумку факторного навантаження в досліджених тканинах найбільш впливовими антиоксидантами є вітаміни А і Е.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреев А.Ю. Метаболизм активных форм кислорода в митохондриях / А.Ю. Андреев, Ю.Е. Кушнарера, А.А. Старков // Биохимия. – 2005. – Т. 70, № 2. – С. 246–264.
2. Антонов Б.И. Лабораторные исследования в ветеринарии: биохимические и микробиологические / Б.И. Антонов, Т.Ф. Яковлева, В.И. Дерябина. – М.: Агропромиздат, 1991. – 278 с.
3. Владимиров Ю.А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах / Ю.А. Владимиров, А.И. Арчаков. – М.: Наука, 1972. – 252 с.
4. Гаврилова А.Р. Определение активности глутатионпероксидазы эритроцитов / А.Р. Гаврилова, Н.В. Хмара // Лаб. дело. – 1986. – № 12. – С. 721–724.
5. Оцінка антиоксидантного статусу тканин птахів в онтогенезі із застосуванням кореляційного аналізу / [Данченко О.О., Калитка В.В., Колесник Д.М., Здоровцева Л.М.] // Наук. вісн. Львів. нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій держ. акад. вет. медицини ім. С.З. Гжицького. – 2008. – Т. 10, № 4 (39). – С. 61–67.
6. Данченко О.О. Рівень узгодженості показників проантиоксидантної рівноваги печінки гусей як критерій оцінки пошкоджуючого впливу технологічних чинників / О.О. Данченко // Наук. вісн. Львів. нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій держ. акад. вет. медицини ім. С.З. Гжицького. – 2009. – Т. 11, № 3 (42), ч. 3. – С. 26–34.
7. Данченко О.О. Прооксидантно-антиоксидантна рівновага в тканинах мозку і серця гусей в умовах гіпо- і гіпероксії / О.О. Данченко, Л.М. Здоровцева, Ю.П. Пашенко // Наукові доповіді НУБіП України. – К., 2011. – №4 (26). – Режим доступу до журн.: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2011_4/11zlm.pdf.
8. Механізми підтримки прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в тканинах печінки гусей в умовах гіпо- і гіпероксії / [Данченко О.О., Пашенко Ю.П., Данченко Н.М., Здоровцева Л.М.] // Укр. біохім. журн. – 2012. – № 6. – С. 109–114.
9. Довідник птахівника / [Сахачкий М.І., Івко І.І., Іонов І.А. та ін.]. – Харків, 2001. – 160 с.

10. Іонов І.А. Фізіологічний статус птиці в ембріогенезі та постнатальному онтогенезі в залежності від її А-, Е- та К-вітамінної забезпеченості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: 03.00.04 «Біохімія» / І.А. Іонов. – Харків, 1997. – 32 с.
11. Королюк М.А. Метод определения активности каталазы / [Королюк М.А., Иванова М.И., Майорова И.Т., Токарев В.Е.] // Лаб. дело. – 1988. – № 1. – С. 18.
12. Корн Г. Справочник по математике / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1973. – 832 с.
13. Кучмістова О.Ф. Вміст антиоксидантів і перекисне окислення ліпідів у тканинах птахів в ембріогенезі та ранньому постнатальному онтогенезі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.13 «Біохімія» / О.Ф. Кучмістова. – Сімферополь, 1998. – 18 с.
14. Макаревич О.П. Определение активности супероксиддисмутазы / О.П. Макаревич, П.П. Голиков // Лаб. дело. – 1983. – № 6. – С. 24–28.
15. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика / Ф.З. Меерсон. – М.: Наука, 1981. – 278 с.
16. Мхітарян Л.С. Окислювальний стрес: механізми розвитку і роль в патології / Л.С. Мхітарян, О.Б. Кучменко. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2004. – 223 с.
17. Петрова Г.В. Роль α -токоферола в оксидативном стрессе тимочитов крысы, индуцированном пероксидом водорода и менадином / Г.В. Петрова, Г.В. Донченко // Укр. біохім. журн. – 2008. – Т. 80, № 3. – С. 94–101.
18. Сахацький М.І. Гуси та виробництво перо-пухової сировини / М.І. Сахацький // Сучасне птахівництво. – 2008. – № 7–8. – С. 6–15.
19. Surai P. Tissue-specific antioxidant profiles and susceptibility to lipid peroxidation of the newly hatched chick / Surai P., Speake B., Noble R., Sparks N.H.] // Biol. Trace Elem. Res. – 1999. – Vol. 68, № 1. – P. 63–78.
20. Хвостик В.П. Гусівництво – перспективна галузь / В.П. Хвостик // Сучасне птахівництво. – 2006. – № 8. – С. 15–18.
21. Яремчук Т.С. Онтогенетичні особливості енергетичного обміну та системи антиоксидантного захисту в печінці перепелів / Т.С. Яремчук, С.І. Цехмістренко // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць / Білоцерків. нац. аграр. ун.-т. – Біла Церква, 2010. – Вип. 2 (70). – С. 14–18.

Особенности функционирования системы антиоксидантной защиты в тканях гусей в эмбриональном и раннем постнатальном периодах онтогенеза

Е.А. Данченко, Л.Н. Здоровцева, Ю.П. Пашенко, Г.В. Рубан

С помощью факторного анализа выяснено влияние комплекса показателей прооксидантно-антиоксидантного равновесия (содержания липидов, ТБК-активных продуктов, антиоксидантных ферментов и витаминов) на антиоксидантный статус гусей в эмбриональном и раннем постнатальном периодах. Доказано, что тканевая специфичность поддержки прооксидантно-антиоксидантного равновесия у гусей в этот период онтогенеза заключается в достоверно различном суммарном влиянии исследованного комплекса показателей на антиоксидантный статус этих тканей. Это влияние уменьшается в ряду миокард – желудок – скелетные мышцы – печень – мозг. Влияние антиоксидантных ферментов снижается, а низкомолекулярных антиоксидантов усиливается в ряду мозг – печень – скелетные мышцы – сердце – желудок.

Ключевые слова: оксидативный стресс, гуси, постнатальная адаптация, антиоксидантный статус, тканевая специфичность, показатели прооксидантно-антиоксидантного равновесия, факторный анализ.

Надійшла 10.09.2013 р.