

АКТИВНІСТЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ ТА ВМІСТ ПРОДУКТІВ ПЕРОКСИДНОГО ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ КРОВІ СТРАУСІВ

Досліджували про- та антиоксидантний стан сироватки крові страусів у різні вікові періоди. Встановлено, що під час статевого дозрівання та початку яйцекладки сироватка крові характеризується найвищим вмістом продуктів пероксидного окиснення ліпідів і зниженням активності ферментів антиоксидантної системи.

Світова популяція страусів нараховує понад 2 млн. голів, з них – 400 тис. племінного стада. Розведенням страусів займаються у багатьох країнах світу. Страусівництво, як галузь сільського господарства започаткована у країнах Африки, оскільки це історична батьківщина цих птахів [7]. Найкращим видом для одомашнення є страус африканський (*Struthio camelus*). Птахи цього виду виявились найменш агресивними та не вибагливими до умов утримання. У країнах Африки промисловим страусівництвом займаються понад 150 років, в основному для отримання пір'я. З початком світових війн страусівництво зазнало занепаду, знизилась і чисельність птахів. Лише у 80-ті роки спостерігалася нова хвиля зацікавленості страусівництвом, у цей період страусів починають використовувати не тільки для отримання пір'я, а й для виробництва м'яса та шкіри [8].

Нині страусівництво, як галузь сільського господарства, добре розвинута в таких країнах як США, Канада, Бельгія, Португалія, Італія, Данія, Польща та багато інших. Останнім часом страусівництво набуває все більшої популярності в Україні. По всій території нашої країни виникають нові ферми, які спеціалізуються на розведенні страусів. Розвиток страусівництва в Україні має хороші перспективи через доступність пасовищ та земельних угідь, наявність кормів та робочої сили, що дає змогу досягти високої рентабельності у галузі. Для підвищення продуктивності страусів необхідно знати фізіологічні та біохімічні особливості для цього виду птиці.

Пероксидне окиснення ліпідів (ПОЛ) та функціонування антиоксидантної системи останнім часом досліджується на різноманітних об'єктах. Фізіологічна роль ПОЛ полягає у забезпеченні нормального функціонування клітин. При цьому окиснення жирних кислот у мембранах тісно пов'язане з поділом клітин, активністю ферментів, синтезом простагландинів і стероїдів, фагоцитарною функцією лейкоцитів [6]. В умовах нормального функціонування організму в тканинах підтримується динамічна рівновага між прооксидантною та антиоксидантною системами.

Важливу роль у захисті організму від ушкоджень внаслідок ПОЛ відіграє спеціалізована система ферментативних антиоксидантів, які захищають клітину від активних

кисневих метаболітів та дезактивують окремі продукти вільнорадикального окиснення. Інтенсивність утворення продуктів ПОЛ та активність ферментів антиоксидантної системи, як свідчать дані літератури, змінюються в процесі онтогенезу і мають певні органо-тканинні особливості [4,11]. Для оцінки метаболічних процесів важливим є дослідження ПОЛ та функціонування антиоксидантної системи захисту організму в різному віці.

Метою наших досліджень було визначити рівень антиоксидантного захисту та пероксидного окиснення ліпідів у сироватці крові страусів (*Struthio camelus*) у різні вікові періоди.

Матеріали та методи. У роботі використано 25 страусів, які вирощувались та утримувались на страусовій фермі ПП „Гранів” м. Гайсин. Птиця була розподілена на 5 груп: 6-, 9-, 18-, 24- та 60-ти місячного віку. Матеріалом для дослідження слугувала сироватка крові, в якій визначали кількість продуктів ПОЛ – дієнових кон’югатів (ДК) [10], ТБК-активних продуктів (ТБК АП) [1] та гідропероксидів ліпідів (ГПЛ) [9]. Стан антиоксидантної системи оцінювали за активністю супероксиддисмутази (СОД), яку визначали за допомогою нітросинього тетразолію, який реагує з супероксидними радикалами, утвореними внаслідок взаємодії NADH із феназинметасульфатом [13]. Активність каталази визначали за здатністю H_2O_2 утворювати стійкий забарвлений комплекс із молібдатом амонію [5]. У реакції з *p*-фенілендіаміндігидрохлоридом визначали активність церулоплазміну [15]. Отримані результати обробляли на комп’ютері з урахуванням *t*-критерію Стьюдента.

Результати дослідження. Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що інтенсивність вільнорадикальних процесів залежить від віку та функціонального навантаження організму. Вміст первинних продуктів ПОЛ – дієнових кон’югатів динамічно змінюються протягом дослідного періоду (табл. 1). У сироватці крові 6-ти місячної птиці відмічено високий вміст ДК, який з віком має тенденцію до зниження. Так, у 9-ти місячних страусів досліджуваний показник вірогідно знижується ($p < 0,05$). Підвищення вмісту дієнових кон’югатів пов’язане із збільшенням кількості гідропероксидів ліпідів у сироватці крові, при цьому між ними виявлений помірний кореляційний зв’язок ($r = 0,50$). У 60-ти місячному віці кількість дієнових кон’югатів зростає в 1,7 рази ($p < 0,01$) порівняно з періодом початку яйцекладки (24 місяці).

Вміст гідропероксидів ліпідів у крові страусів не зазнає суттєвих змін у період з 6- до 18-місячного віку. На початку яйцекладки кількість ГПЛ знижується (майже на 13%) порівняно з 18-місячними, в крові дорослої птиці (60 місяців) цей показник вірогідно зростає проти попереднього віку дослідження.

Таблиця 1.

Показники пероксидного окиснення ліпідів сироватки крові страусів ($M \pm m$, $n = 5$)

Вікова група, місяці	Показники		
	ДК, ум.од./мл	ГПЛ, ум.од./мл	ТБК АП, нмоль/мл
6	2,85±0,25	11,09±0,17	13,42±0,63
9	2,10±0,12*	11,20±0,70	10,21±0,27**
18	2,04±0,10	11,14±0,23	25,86±1,53***
24	1,90±0,14	9,70±0,43*	14,20±0,59***
60	3,23±0,27**	11,17±0,34*	12,35±0,67

*Примітка: Тут і надалі різниця вірогідна: при * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з попереднім терміном дослідження*

Під час статевого дозрівання (18 місяців) вільнорадикальні процеси активуються, про це свідчить вірогідне підвищення (у 2,5 рази) кількості ТБК-активних речовин у сироватці крові порівняно з 9-ти місячною птицею. На початку яйцекладки вміст досліджуваного продукту знижується на 45%, а у 60-місячної птиці – наближається до показників 6-ти місячної. З віком вміст продуктів ПОЛ зростає, а активність антиоксидантних ферментів знижується [3,12].

Визначну роль у функціонуванні антиоксидантної системи відіграють СОД та каталаза. Супероксиддисмутаза знешкоджує супероксидні аніон-радикали перетворюючи їх у менш токсичний пероксид водню та кисень. У подальшому пероксид водню нейтралізується до води та кисню каталазою та глутатіонпероксидазою. СОД розділяється на декілька груп, що різняться локалізацією в клітині (цитоплазма, мітохондрії) та за металом, який входить до складу їх активного центру [2]. Активність СОД у сироватці крові 9-ти місячної птиці вірогідно знижується на 31% порівняно з попередньою віковою групою, а у 18-ти місячної зростає в 1,6 рази (табл. 2). Ймовірно, зниження активності СОД у 9-ти місячному віці спричиняє зростання вмісту супероксидних радикалів, що супроводжується зростанням кількості продуктів ПОЛ у період статевого диморфізму. Встановлено, що вміст продуктів ПОЛ залежить від активності ферментів антиоксидантної системи. Так, кількість ТБК-активних сполук пов'язана з активністю СОД при цьому встановлена висока кореляційна залежність між цими показниками ($r=0,82$). Між активністю каталази та вмістом ГПЛ виявлено помірний від'ємний кореляційний зв'язок ($r = -0,68$), а між КАТ і ТБК-активними речовинами сильний від'ємний ($r = -0,74$). Період статевого дозрівання характеризується посиленням синтезу стероїдних гормонів [2], який супроводжується утворенням радикалів та зростанням активності СОД (в 1,6 рази) проти попередньої вікової групи.

Таблиця 2.

Активність антиоксидантних ферментів та вміст церулоплазміну в сироватці крові страусів (M±m, n=5)

Вікова група місяці	Показники		
	СОД, ум.од./мл	КАТ, ум.од./мл	ЦП, мкг/мл
6	6,61±0,36	0,55±0,020	780,5±28,1
9	4,57±0,29**	0,56±0,042	536,1±19,5***
18	7,38±0,65**	0,33±0,026**	655,7±50,4
24	4,91±0,31**	0,67±0,57***	661,2±55,2
60	5,21±0,45	0,47±0,024*	985,2±77,1**

За нормальних фізіологічних умов каталаза регулює вміст пероксиду водню в організмі, запобігаючи його токсичній дії. Активність каталази в 6- та 9-місячної птиці не зазнає вірогідних змін. У період статевого диморфізму активність каталази вірогідно знижується ($p < 0,01$), пероксид водню утворений за високої активності СОД у цей період не знешкоджується, що у подальшому знижує активність СОД. На початку яйцекладки активність каталази зростає, натомість супероксиддисмутазна активність знижується, що, імовірно, можна вважати пристосувальною реакцією організму, оскільки токсичність пероксиду водню в 10 разів менша, ніж активних форм кисню [14]. Активність каталази перебувала у від'ємній кореляційній залежності з активністю СОД ($r = -0,71$).

Церулоплазмін – головний антиоксидант крові, інгібуючий ПОЛ за рахунок інактивації супероксидних радикалів. Іншими словами, ЦП виступає як позаклітинна СОД [2]. Зниження активності церулоплазміну та СОД може спричинити підвищення рівня супероксидних радикалів та перекису водню, що призведе до збільшення активації фосфоліпаз, накопичення пероксидів ліпідів, порушення клітинної проникності. Сироватка крові 6-ти місячної птиці характеризується високим вмістом ЦП. У період досліджень виявлено не значні коливання вмісту даної речовини. З віком спостерігається тенденція до зростання вмісту ЦП, у 60-ти місячних страусів даний показник становив 985,2 мкг/мл, що в 1,26 рази більше порівняно з 6-ти місячною птицею. Таке зростання вмісту церулоплазміну, певною мірою, можна пояснити зниженням активності супероксиддисмутази. У сироватці крові встановлено високу корелятивну залежність між вмістом церулоплазміну та дієновими кон'югатами ($r = 0,90$).

Таким чином, проведені дослідження дають підстави зробити висновок, що антиоксидантний захист організму залежить від віку та його фізіологічного навантаження. У період активного росту, статевого дозрівання та початку яйцекладки процеси пероксидного

окиснення ліпідів інтенсифікується, що, імовірно, зумовлює зниження активності антиоксидантної системи. Між продуктами ПОЛ та активністю антиоксидантних ферментів встановлено кореляційні зв'язки.

Перспективою подальших досліджень є вивчення особливостей процесів пероксидного окиснення ліпідів у страусів за умов застосування біологічно-активних речовин.

АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ КРОВИ СТРАУСОВ

Цехмистренко С.И., Полищук В.М.

Исследовали про- и антиоксидантное состояние сыворотки крови страусов в разном возрасте. Установлено, что в периоды полового созревания и начала яйцекладки сыворотка крови характеризуется высоким содержанием продуктов пероксидного окисления липидов и снижением активности ферментов антиоксидантной системы.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреева Л.И. Кожемякин Л.А., Кишкун А.А. Модификация метода определения перекисей липидов в тесте с тиобаобитуровой кислотой // Лаб. дело. – 1988. – № 11. С. 41–44.
2. Барабой В.А. Биоантиоксиданты. – К.: Книга плюс, 2006. – 462 с.
3. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. – М.: Наука, 1972. – 223 с.
4. Данченко О.О., Калитка В.В. Особливості антиоксидантного гомеостазу печінки гусей в ранньому постнатальному онтогенезі // Укр. біохім. журн. – 2002. – Т. 74, № 2. – С. 69–72.
5. Королюк М.А., Иванова А.И., Майорова И.Т., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы // Лаб. дело. – 1988. – № 1. – С. 16–18.
6. Ланкин В.З. Ферментативное окисление липидов // Укр. биохим. журнал. – 1984. – Т. 56, № 3. – С. 317–331.
7. Лифшиц А.С. Страусы: разведение и выращивание. – Донецк, изд. „Донеччина”, 2002. – 192 с.
8. Рахманов А.И. Разведение страусов. – М.: ООО „Аквариум ЛТД”, 2001. – 64 с.
9. Романова Л.А., Стальная И.Д. Метод определения гидроперекисей липидов с помощью тиоцианата аммония // Современные методы в биохимии / Под ред. В.Н. Ореховича. – М.: Медицина, 1977. – С. 64–66.

10. Стальная И.Д. Метод определения диеновой конъюгации ненасыщенных высших жирных кислот // Современные методы в биохимии / Под ред. В.Н. Ореховича. – М.: Медицина, 1977. – С. 63–64.
11. Цехмістренко С.І. Онтогенетичні зміни активності супероксиддисмутази в органах травлення курчат // Вісник Білоц. держ. аграр. ун-ту: Зб. наук. праць. – Біла Церква. – 1999. – Вип. 8. – Ч. 2. – С. 189–194.
12. Цехмістренко С.І., Пономаренко Н.В., Чубар О.М. Антиоксидантний статус тканин печінки і підшлункової залози перепелів та його зміни при додаванні до корму зерна амаранту // Укр. біохім. журн. – 2006. – Т. 78, № 2. – С. 91–96.
13. Чевари С., Чаба И., Секей Й. Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки и метод определения ее в биологических материалах // Лаб. дело. – 1985. – № 11. – С. 678–681.
14. McCord J.M. Oxygen-derived free radicals in postischemic tissue injury // New Engl. J. Med. – 1985. – Vol. 312. – P. 159–163.
15. Ravin H.A. // J. Lab. Clin. Med. – 1961. – Vol. 58. – P. 161–168.